

# LATİN AMERİKA ÜLKELERİNDE ÇEVRE TAHRİBATININ VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Aslı OKAY TOPRAK  
Kırklareli Üniversitesi, Türkiye  
a.okaytoprak@klu.edu.tr  
<https://orcid.org/0000-0001-6575-2471>

|            |                                                                                                                                                                                                          |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Anf</i> | OKAY TOPRAK, A. (2025). LATİN AMERİKA ÜLKELERİNDE ÇEVRE TAHRİBATININ VE YENİLENEBİLİR ENERJİNİN BÜYÜME ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ. <i>İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi</i> , 17(4), 463-486. |
|------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|

## ÖZ

Bu çalışma, Latin Amerika’da yenilenebilir enerji kullanımında öncü olan Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru’da çevresel bozulma ve yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Karbon emisyonları çevresel etkinin göstergesi olarak kullanılırken, toplam enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin payı da dikkate alınmaktadır. Çalışmaya dahil edilen ülkeler, Latin Amerika’da yeşil enerji sektöründe lider konumdadır ve elektrik üretimi için hidroelektrik, rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütle kaynaklarını çok yüksek oranlarda kullanmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı, bu ülkeler üzerinde bölgesel bir analiz yaparak mevcut literatüre katkı sağlamaktır. Çalışmaya dahil edilen ülkelerin 1990-2021 dönemine ait verileri kullanılarak, görünüşte ilişkili olmayan regresyon yöntemi ile bir analiz gerçekleştirilmiştir. Modelin bağımlı değişkeni kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla olup, bağımlı değişkenler yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi olarak) ve kişi başına karbondioksit emisyonlarıdır ve kontrol değişkeni brüt sermaye oluşumudur. görünüşte ilişkili olmayan regresyon modeli sonuçlarına göre, karbon emisyonlarının kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki artan etkisi en belirgin olarak Brezilya’da görülmüştür. Brezilya’yı Peru ve Uruguay takip etmektedir. Sermaye stoku da modeldeki tüm ülkelerde kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla ile doğru orantılıdır. Sermaye stokunun kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde en yüksek etkiye sahip olduğu ülke Kosta Rika’dır. En

Geliş Tarihi: 15.07.2025 / Kabul Tarihi: 22.09.2025, DOI: 10.17932/IAU.IAUSBD.2021.021/iausbd\_v17i4002

Araştırma Makalesi-Bu makale iThenticate programıyla kontrol edilmiştir.

Copyright © İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi

düşük etki Brezilya’da gözlemlenmiştir. Yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki etkisi, modellerdeki tüm ülkelerde genel olarak düşüktür. Ancak, yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla üzerindeki en büyük etkisi Brezilya’da, en düşük etkisi ise Peru’da gözlemlenmiştir. Bu çalışmanın ampirik sonuçları, yenilenebilir enerji tüketiminin kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla üzerinde beklenenden daha düşük bir etkiye sahip olduğunu göstermesi açısından dikkat çekicidir.

**Anahtar Kelimeler:** *Karbon Emisyonları, Yenilenebilir Enerji, Büyüme, SUR Modeli*

## **THE EFFECTS OF ENVIRONMENTAL DEGRADATION AND RENEWABLE ENERGY ON GROWTH IN LATIN AMERICAN COUNTRIES**

### **ABSTRACT**

This study examines the effects of environmental degradation and renewable energy use on economic growth in Uruguay, Costa Rica, Chile, Brazil, and Peru, which are pioneers in the use of renewable energy in Latin America. While carbon emissions are used as an indicator of environmental impact, the share of renewable energy in total energy consumption is also considered. The countries included in the study are leaders in the green energy sector in Latin America, utilizing hydroelectric, wind, solar, geothermal and biomass resources for electricity generation at very high rates. In this context, the aim of this study is to contribute to the existing literature by conducting a regional analysis on these countries. Using the data of the countries included in the study for the period 1990-2021, an analysis was carried out with the seemingly uncorrelated regression method. The dependent variable of the model is gross domestic product per capita, the dependent variables are renewable energy consumption (as a percentage of total final energy consumption) and carbon dioxide emissions per capita, and the control variable is gross capital formation. According to the results of the seemingly uncorrelated regression model, the increasing effect of carbon emissions on gross domestic product per capita is most pronounced in Brazil. Brazil is followed by Peru and Uruguay. Capital stock is also directly proportional to GDP per capita in all countries in the model. The capital stock has the highest impact on GDP per capita in Costa Rica. The lowest effect is observed in Brazil. The impact of renewable energy consumption on GDP per capita is generally low in all countries in the models. However, the largest impact of renewable energy consumption on GDP per capita is observed in Brazil and the lowest impact is observed

in Peru. The empirical results of this study are noteworthy in that they show that renewable energy consumption has a lower impact on GDP per capita than expected.

**Keywords:** *Carbon Emissions, Renewable Energy, Growth, SUR Model.*

## GİRİŞ

Mevcut ekonomik büyüme paradigması, niceliksel büyümeyi önceliklendiren bir yaklaşımdır. Söz konusu paradigma ekonomik faaliyetleri gerçekleştirilirken kullanılan doğal kaynakları ve çevreyi sınırsız bir kaynak olarak değerlendirirken, ekonomik büyümeyi sürekli artan bir ivmeye sahip olması gereken bir kavram olarak değerlendirmektedir. Bu süreçte çevre tahribatının ağır bedelleri hesaba katılmamaktadır. Ancak iklim değişikliğinin gözle görünür sonuçları giderek arttıkça sürdürülebilir ve dengeli bir büyüme modeline olan acil ihtiyaç göz önüne alındığında bu anlayış giderek yetersiz kalmaktadır (Hwang, 2023). Kaynakların tükenmesi ve çevresel bozulmanın bariz sonuçları, küresel ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki karmaşık ilişki üzerine tartışmaları yoğunlaştırmaktadır ve bu alandaki çalışmaları çeşitlendirmektedir. Çevre odaklı çalışmaların ortak noktasında mevcut küresel ekonomik sistemin işleyişinin enerji talebini, fosil yakıt tüketimini ve sera gazı emisyonlarını artan bir ivme ile yükseltmesi yer almaktadır (Intergovernmental Panel on Climate Change, 2023). Özellikle enerji için fosil yakıtların kullanımından kaynaklanan emisyonlar çevre tahribatının en büyük sorumlusu olarak kabul edilmektedir. Dolayısıyla küresel iklim değişikliği, büyük ölçüde insan kaynaklı sera gazı emisyonlarındaki artışa atfedilmektedir. Çoğu iklim modeli, endüstri öncesi sera gazı konsantrasyonlarının iki katına çıkmasının küresel ortalama sıcaklıkların 2-5 santigrat derece artmasına neden olacağını öngörmektedir. Bu eşişe muhtemelen 2030 ile 2060 yılları arasında ulaşılacağı tahmin edilmektedir. Beş derecelik bir küresel ısınmanın ise insanlık tarihinde eş benzeri görülmemiş bir olay olması ve son buzul çağı ile günümüz arasındaki sıcaklık farkına benzemesi durumu söz konusudur (Stern, 2007, s. 16).

Enerji sektöründeki dönüşüm ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelim artması sürdürülebilir bir büyüme paradigması için atılacak en önemli adım olarak nitelendirilebilir. Küresel düzeyde yenilenebilir enerji kaynaklarının üretimine ve tüketimine ilişkin eğilimin giderek arttığı gözlenmektedir. Bu artan eğilim temelinde fosil yakıtların çevreye olan ağır etkisinin yanı sıra petrol fiyatlarındaki dalgalanmalar ve yabancı enerji

kaynaklarına bağımlılığın olumsuz etkileri de yer almaktadır (Apergis & Payne, Energy Policy, 2010, s. 656). Son yıllarda, düzenleyici yardımlar ve güneş fotovoltaik ve rüzgâr enerjisi maliyetlerinde önemli düşüşler sayesinde yenilenebilir enerji üretim kapasitesi hızla artmaktadır. Ancak, elektrik dünya enerji kullanımının sadece beşte birini oluşturmaktadır. Bu nedenle, ulaşım ve ısıtma sektörlerinde yenilenebilir enerji kaynaklarının daha büyük bir rol oynaması, enerji dönüşümü için önem arz etmektedir (International Energy Agency, 2024).

Enerji dönüşümü ilerledikçe, güneş, rüzgâr, jeotermal ve biyokütle gibi temiz enerji teknolojileri, enerji güvenliği ve sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için giderek daha önemli hale gelmektedir. Ancak küresel düzeyde yaşanan krizlerin etkisi birçok alanda olduğu gibi yenilenebilir enerji kullanımını etkilemektedir. Enerji fiyatları üzerinde enflasyonist baskı yaratan COVID-19 salgını ve Rusya-Ukrayna çatışması gibi olaylar, birçok ülkenin kısa vadeli çözümler peşinde koşmasına neden olmuştur. Bu durum, fosil yakıt sübvansiyonlarının devam etmesine ve kömür kaynaklarına olan bağımlılığın artmasına neden olmaktadır. Bu sebeple fosil yakıtların küresel enerji üretimi ve tüketimindeki hakimiyetinin sürdüğü ifade edilebilir (REN 21, 2023, s. 11)

Sonuç olarak, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, belirli koşullara bağlı olarak hem ülkeler içinde hem de ülkeler arasında farklılık gösterebilir. Coğrafi konum, enerji verimliliği altyapısı, düzenleyici kısıtlamalar ve kurumsal çerçeveler gibi faktörler, yenilenebilir enerji tüketimini önemli ölçüde etkilemektedir. Örneğin, mevcut sistemler fosil yakıtları kullanarak temel elektrik talebini karşılamak üzere tasarlanmış olduğundan, yenilenebilir enerji kaynaklarını enerji şebekesine entegre etmek zor olabilmektedir. Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasındaki ilişki, teknolojik bağımlılık nedeniyle gelişmekte olan ve gelişmiş ülkeler arasında farklılık göstermektedir (Bhattacharya, Paramati, Öztürk, & Bhattacharya, 2016, s. 740).

Bu çalışma, beş Latin Amerika ülkesinden (Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru) elde edilen panel verilerini kullanarak kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) ile karbon emisyonları, yenilenebilir enerji tüketimi ve sabit sermaye yaratımı arasındaki ilişkileri değerlendirmektedir. Çalışmada, her ülkeye özgü yapısal değişkenleri hesaba katmak ve çeşitli bölgesel eğilimleri deneysel olarak ortaya koymak amacıyla görünüşte ilişkili olmayan regresyon (SUR) tekniği kullanılmıştır. Bu bağlamda,

bu çalışma, Latin Amerika'daki yeşil enerji geçişini ekonomik büyüme perspektifinden ele alarak ve politika yapıcılar için sürdürülebilir büyüme alternatiflerine ilişkin ampirik veriler sunarak literatüre katkıda bulunmayı amaçlamaktadır.

## LİTERATÜR

Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki bağlantı, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerinin ekonomik kalkınma stratejilerinde daha önemli hale gelmesiyle birlikte yoğun bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Ampirik araştırmalar, yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı bir uzun vadeli etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ancak, bu bağlantının yönü ve büyüklüğü, ülkenin geliri, enerji portföyü ve düzenleyici çerçevesine göre değişiklik göstermektedir. Tablo 1, bu bağlantıyı bölgesel düzeyde inceleyen ampirik araştırmaları sıralamaktadır. Genel eğilim, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığını göstermektedir; ancak bu bağlantının yönü ve gücü, ülkenin gelir düzeyi, finansal gelişimi ve enerji politikasına göre büyük ölçüde farklılık göstermektedir.

**Tablo 1.**

*Yenilenebilir Enerji ve Büyüme İlişkisine Dair Seçili Çalışmalar*

| Çalışma                               | Bölge-Dönem                               | Bulgular                                                                                                                                                                                                                                   |
|---------------------------------------|-------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Apergis & Payne, 2010)               | OECD:<br>1985-2005                        | Yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artış, GSYİH'yi %0,76 oranında artırırken, sermaye oluşumundaki %1'lik artış, reel GSYİH'yi %0,70 oranında artırmaktadır.                                                                        |
| (Aflaki, Basher, & Masini, 2014)      | 15 Avrupa<br>Ülkesi:<br>1990-2012         | GSYİH'nin %1 artması, yenilenebilir enerji payında %18'lik bir artışa yol açmaktadır.                                                                                                                                                      |
| (Sebri & Ben-Salha, 2014)             | BRICS<br>Ülkeleri:<br>1971-2010           | Ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında çift yönlü Granger nedenselliği mevcuttur.                                                                                                                                     |
| (Armeanu, Vintila, & Gherghina, 2017) | 28 Avrupa<br>Birliği Ülkesi:<br>2003–2014 | Birincil yenilenebilir enerji üretimindeki %1'lik artış, kişi başına GSYİH'yi %0,05 ila %0,06 oranında artırmaktadır. Uzun vadeli ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji üretimi arasında tek yönlü bir nedensel bağlantı bulunmaktadır. |

|                                                 |                                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| (Singh, Nyuur, & Richmond, 2019)                | 20 Gelişmiş ve Gelişmekte olan ülke: 1995–2016  | Yenilenebilir enerji üretimi hem sanayileşmiş hem de gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahiptir. Gelişmiş ülkelerde, yenilenebilir enerji üretimindeki her artış, üretimde %0,07’lik bir artışa neden olurken, yoksul ülkelerde üretim sadece y%0,05 artmaktadır. |
| (Charfeddine & Kahia, 2019)                     | MENA Ülkeleri: 1980-2015                        | 24 MENA ülkesinde CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketiminden önemli ölçüde etkilenmemektedir.                                                                                                                                                                                                            |
| (Shahbez, Raghutla, Chittedi, Jiao, & Vo, 2020) | 38 Yenilenebilir Enerji Tüketen Ülke: 1990-2018 | Yenilenebilir enerji kullanımı, örneklemdeki ülkelerin %58’inde özellikle olumlu bir etkiye sahiptir.                                                                                                                                                                                                                               |
| (Ivanovski, Hailemariam, & Smyth, 2021)         | OECD ve OECD üyesi olmayan ülkeler              | Yenilenebilir enerji tüketimi, OECD üyesi olmayan ülkelerde ekonomik büyümeyi arttırmaktadır ancak OECD üyesi ülkelerdeki büyüme etkisi yoktur.                                                                                                                                                                                     |
| (Doytch & Narayan, 2021)                        | 107 Ülke: 1984-2019                             | Yenilenebilir enerji tüketimi, yüksek gelirli ülkelerde hizmetler ve orta gelirli ülkelerde imalat gibi yüksek büyüme gösteren sektörlerde genişlemeyi teşvik etmektedir. Yüksek gelirli ülkelerde Yenilenebilir enerji tüketimi ve fosil yakıtlar birbirini tamamlar, ancak orta gelirli ülkelerde birbirinin yerini almaktadır.   |
| (Fotio, Nchofoung, & Asongu, 2022)              | 16 Sahra Altı Afrika Ülkesi: 1980-2017          | Finansal entegrasyonun faydaları, enerji kaynaklarının çeşitlendirilmesi desteklemek için yetersizdir. Veriler, ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji üretim kapasitesi ile pozitif ilişkili olduğunu, ancak finansal gelişimin yenilenebilir enerji üretimi ile negatif ilişkili olduğunu göstermektedir.                        |
| (Kostakis, 2024)                                | ASEAN Ülkeleri: 1996-2018                       | Bölge için çevresel Kuznets eğrisi teorisini desteklemektedir. Yenilenebilir enerji kullanımı çevre kalitesini iyileştirirken, finansal açıklık çevreye zarar vermektedir.                                                                                                                                                          |

Latin Amerika, sahip olduğu doğal kaynaklar ve enerji dönüşüm potansiyeli ile çeşitli bölgesel analizlere konu olmaktadır. Hwang ve Sánchez Díez, yenilenebilir enerjiye geçişin yeşil ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu ve bu etkinin bölgeye ve kaynak bağımlılığına göre değiştiğini ortaya koyarak yenilenebilir enerjiye geçişin yeşil ekonomik büyümeyi önemli ölçüde artırdığını ifade etmektedirler. Ancak bu etkinin, ülkenin coğrafi konumu, fosil yakıt kullanımı ve mineral kaynak bağımlılığına bağlı olarak büyük ölçüde değiştiğini ve yenilenebilir enerjiye geçişin Latin Amerika genelinde zararlı bir bölgesel yayılma etkisi yarattığını vurgulamaktadırlar (Hwang & Díez, 2024). Hwang (2023), çalışmasında yenilenebilir enerjiye geçişin, gelir düzeyleri genelinde hem ekonomik büyüme hem de çevresel sürdürülebilirlik üzerinde olumlu bir etkisi olduğunu ifade etmektedir. Bu analiz hem yenilenebilir enerjiye geçişin hem de dijital ekonominin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir olumlu etkisi olduğunu göstermektedir (Hwang, 2023). Menendez-Carbo, 2005 ile 2014 yılları arasında 22 Latin Amerika ve Karayip ülkesinde yenilenebilir enerji tüketiminin potansiyel itici güçlerini ele almaktadır. Araştırma sonuçları, yeşil enerji tüketiminin dinamik doğasını desteklemektedir. Ayrıca, kişi başına düşen GSYİH ve kişi başına düşen CO<sub>2</sub> emisyonları, yenilenebilir enerji kaynaklarının uygulanabilirliğini etkilemektedir. Kişi başına GSYİH'nın olumlu etkisi, bölgenin hızlı ekonomik büyüme nedeniyle artan enerji tüketimini karşılamak için yenilenebilir enerji kaynaklarına yöneldiğini göstermektedir. Ancak, kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonlarının olumsuz etkisi, enerji dengesinde fosil yakıtların gerekliliğini vurgulamaktadır. Araştırılan ülkelerin bazıları petrol üreticisi olduğundan, artan petrol fiyatları bir geçiş reaksiyonunu tetiklemek için yetersiz kalmaktadır (Menendez-Carbo, 2021).

Latin Amerika'da ekonomik büyüme ve karbon emisyonları arasındaki bağlantıya ilişkin araştırmalar karışık sonuçlar ortaya koymaktadır. Bazı araştırmalar Çevresel Kuznets Eğrisi teorisini desteklerken (Ortiz-Paniagua & Gomez, 2021), diğerleri panel verilerine olan kesitsel bağımlılığı nedeniyle bu teoriyi reddetmektedir (Jardon, Kuik, & Tol, 2017). Latin Amerika'da gelir ve emisyonlar arasında monoton bir pozitif ilişki olduğunu ortaya koyan ve tüketime dayalı emisyonların gelir esnekliği, üretime dayalı emisyonlardan daha yüksek olduğunu ifade eden çalışmalarda mevcuttur (Balza, Heras-Recuero, Matias, & Yopez-Garcia, 2024). Razzaq vd. ise ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonları arasında tek yönlü bir nedensel bağlantı olduğunu; yenilenebilir enerji kullanımının

CO<sub>2</sub> emisyonlarını azalttığını, ancak yenilenemeyen enerji tüketiminin emisyonları artırdığı sonucuna ulaşmışlardır (Razzaq, Muhammad, Karim, Tariq, & Muhammad, 2021).

Bu bulgular, dijital ekonominin gelişimi, bölgesel yayılma etkileri ve ülkeye özgü özellikler gibi faktörlerin etkisiyle yenilenebilir enerji kullanımının benimsenmesi, çevresel bozulma ve ekonomik büyüme arasında karmaşık bir bağlantı olduğunu göstermektedir. Bu araştırma, Latin Amerika'da yenilenebilir enerji kullanımında lider konumda olan Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru'da çevresel bozulma ve yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedir. Araştırmaya konu olan ülkeler, Latin Amerika'nın yeşil enerji endüstrisinde lider konumda olduğu ifade edilebilir.

Brezilya, dünyanın en büyük ikinci biyoyakıt üreticisi ve en büyük hidroelektrik üreticisidir. Şili, dünyadaki elektrik üretiminde güneş enerjisinin en büyük altıncı payına sahiptir. Kosta Rika, Latin Amerika'nın en büyük üçüncü jeotermal enerji üreticisidir. Uruguay, enerji üretiminde yenilenebilir kaynak kullanım sıklığıyla 6. sırada yer almaktadır. Elektrik üretiminin %49–60'ı hidroelektrikten, geri kalanı ise termik, güneş, rüzgâr gibi klasik dışı yenilenebilir kaynaklardan gelmektedir. Peru'da da yenilenebilir üretimi büyük ölçüde hidroelektriğe dayanmaktadır. Bu çalışmada bölgenin bu mevcut yenilenebilir enerji potansiyelinin ekonomik büyümeye etkisinin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır.

## **YÖNTEM**

Bu çalışma, Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru'da çevresel bozulma ve yenilenebilir enerji kullanımının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini incelemektedir. 1990'dan 2021'e kadar olan Dünya Bankası verileri SUR yaklaşımı kullanılarak incelenmiştir. Modeldeki bağımlı değişken kişi başına GSYİH, bağımsız değişkenler kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonları, kontrol değişkeni ise brüt sermaye oluşumudur. Tablo 2, modelde kullanılan değişkenlerin ayrıntılı tanımlarını verilmektedir.

**Tablo 2.**  
*Seçilen Değişkenlerin Açıklaması*

| Değişken                                                             | Tanım                                                                                                                                                                                          | Veri Kaynağı  |
|----------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------|
| Kişi başına GSYİH (2015 sabit ABD doları)                            | Kişi başına GSYİH, toplam GSYİH'nin yıl ortası nüfusa bölünmesiyle hesaplanır.                                                                                                                 | Dünya Bankası |
| Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam nihai enerji tüketiminin %'si) | Yenilenebilir enerji tüketimi, toplam nihai enerji tüketiminde yenilenebilir enerjinin oranını ifade eder.                                                                                     | Dünya Bankası |
| Kişi Başına Karbon Dioksit (CO <sub>2</sub> ) Emisyonları            | CO <sub>2</sub> 'nin tarım, enerji, atık ve sanayiden kaynaklanan yıllık toplam emisyonları, karbondioksit eşdeğer seviyelerine göre standartlaştırılmış ve ekonominin nüfusu ile bölünmüştür. | Dünya Bankası |
| Brüt Sermaye Oluşumu (2015 sabit ABD doları cinsinden)               | Brüt sermaye yaratımı, yeni sabit varlıklara yapılan harcamalar ile net stok düzeltmelerinin toplamından oluşur.                                                                               | Dünya Bankası |

Çalışmanın ampirik kısmında kullanılan yenilenebilir enerji tüketimi, temiz enerjinin uzun vadeli ekonomik kalkınmaya katkısını tahmin etmek için önemli bir bağımsız değişkendir. Literatürde yer alan araştırmalar, yenilenebilir enerjinin özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik kalkınmayı teşvik edebileceğini, enerji güvenliğini artırabileceğini ve karbon emisyonlarını azaltabileceğini göstermektedir (Menegaki, 2011). Kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonlarını çevresel bozulmanın bir göstergesi olarak kullanarak, seçilen ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin ampirik olarak değerlendirilmesine imkân tanımaktadır. Çevresel Kuznets Eğrisi, çevresel bozulma ile ekonomik başarı arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ima etmektedir. Bu ilişkide, erken gelişme aşamasında çevresel baskı artarken, gelir seviyesi yükseldikçe azalmaktadır. Bu sebeple ampirik araştırmalar genellikle sanayileşmenin çevresel maliyetlerini hesaplamak için CO<sub>2</sub> emisyonlarını kullanmaktadır (Destek & Sarkodie, 2019).

Çalışmada fiziksel sermaye birikiminin etkilerini hesaba katmak için, brüt sermaye oluşumu kontrol değişkeni olarak kullanılmıştır. Neoklasik büyüme hipotezine göre, fiziksel sermayeye yapılan yatırım, kişi başına GSYİH artışının ana itici gücüdür. Brüt sermaye oluşumunun dahil edilmesi, yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonlarının ekonomik

sonuçlar üzerindeki etkisini ayırmayı sağlamaktadır (Mankiw, Romer, & Weil, 1992).

Özetle bu değişken spesifikasyonu, yenilenebilir enerji kullanımı ve çevresel bozulmanın Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru'da ekonomik büyümeyi nasıl etkilediğine dair kapsamlı bir analiz sunmaktadır. Bağımlı değişken olan kişi başına GSYİH (2015 ABD doları cinsinden sabit), ekonomik başarıyı ölçmektedir. İki bağımsız değişken dikkate alınmıştır: temiz enerjiye geçişi temsil eden yenilenebilir enerji kullanımı (toplam nihai enerji tüketiminin %'si) ve çevre bozulmasının bir göstergesi olan kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonları (metrik ton). Ayrıca, neoklasik büyüme teorileriyle tutarlı olarak, ekonomik büyümede fiziksel sermaye birikiminin işlevini hesaba katmak için brüt sermaye oluşumu (GSYİH'nin %'si) kontrol değişkeni olarak kullanılmaktadır. Normal dağılım koşulunun sağlanabilmesi için kişi başına GSYİH, CO<sub>2</sub> emisyonları ve brüt sermaye oluşumuna ilişkin değişkenlerin logaritmik versiyonları kullanılmıştır. Genel model spesifikasyonu şu şekilde ifade edilebilir:

$$\lgdp_{it} = \alpha + \beta_1 lco_{it} + \beta_2 lcapital_{it} + \beta_3 ren_{it} + \quad (1)$$

Modeli tahmin etmek için Zellner (1962) tarafından geliştirilen SUR tekniği kullanılmaktadır. Bu yöntem, hata terimleri aynı anda birbirine bağlı olabilen birçok denklemle çalışırken kullanılmaktadır. Bu çalışmada, SUR çerçevesi, ortak bölgesel şoklar, küresel enerji fiyat dalgalanmaları ve uluslararası çevre anlaşmaları tarafından oluşturulan kesitsel bağımlılığı hesaba katarken, ülkeye özgü denklemler kullanılmasına olanak tanımaktadır. SUR, ülkeler arasındaki hataların kovaryans modelini kullanarak, en küçük kareler ile her ülkenin denklemini bağımsız olarak tahmin etmekten daha verimli sonuçlar vermektedir (Baltagi, 2005). Bu, gözlemlenemeyen faktörlerin örneklemdeki tüm ülkeleri etkileyebileceği için, çevresel ve ekonomik değişkenlerin ülkeler arası analizleri için özellikle fayda sağlamaktadır (Sadorsky, 2009). Hata terimleri eşzamanlı olarak ilişkili olduğunda, SUR tahmincisi en küçük kareler parametre tahminlerinden daha iyi performans göstermektedir. Bu, ortak küresel veya bölgesel şokların beklendiği ülkeler arası çalışmalarda özellikle önem arz etmektedir. SUR, ülkeye özgü etkileri yakalar ve verimlilik için denklemler arası hata korelasyonlarını kullanır (Zellner, 1962). SUR tahmincisi zaman içinde gözlemlenen birçok kesitsel birim içeren verileri işleyerek, çok ülkeli araştırmalar için çok yönlü bir yaklaşım sunmaktadır (Hsiao, 2003).

N sayıda regresyon denklem sistemini dikkate alan SUR modelinin matematiksel formülasyonu aşağıda verilmiştir.  $y_i$  Bağımlı değişken için gözlemlerin vektörüdür.  $X_i$  Bağımsız değişkenlerin matrisidir.

$\beta_i$  Katsayıların vektörüdür.  $\epsilon_i$  Hata terimlerinin vektörüdür. Hata terimlerinin özellikleri şöyledir:  $E(\epsilon_i \epsilon_j) = \sigma_{ij}$  için  $i \neq j$ ,  $\Sigma$  hata terimlerinin kovaryans matrisidir (Zellner, 1962).

$$y_1 = X_1 \beta_1 + \epsilon_1 \quad (2)$$

$$y_2 = X_2 \beta_2 + \epsilon_2 \quad (3)$$

$$y_n = X_n \beta_n + \epsilon_n \quad (4)$$

Çalışmanın bir sonraki bölümünde, beş Latin Amerika ülkesi için SUR modeli çalışmasının sonuçları raporlanmaktadır. SUR modeli oluşturmadan önce, hata terimleri arasındaki korelasyonu değerlendirmek için Breusch-Pagan testi kullanılmalıdır. İstatistiksel olarak anlamlı bir ilişki varsa, SUR tahmincisi tercih edilmektedir. Ayrıca, modelin dayanıklılığını değerlendirmek için heteroskedastisite ve normallik testleri uygulanmalıdır. Hata terimleri normal dağılım göstermezse, tahminlerin doğruluğu tehlikeye girebilir. Bu testlerin sonuçları, modelin uygunluğunu ve tahmin güvenilirliğini değerlendirmek ve incelemek için kullanılmaktadır.

## BULGULAR

Tablo 3, 1990-2021 dönemi için 5 Latin Amerika ülkesinin (Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru) değişkenlerine ilişkin tanımlayıcı istatistikleri göstermektedir.

**Tablo 3.**

*Seçilen Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri*

| Değişken                             |         | Ortalama | Minimum.  | Maksimum | Standart Sapma |
|--------------------------------------|---------|----------|-----------|----------|----------------|
| GSYİH                                | gdp     | 8910,39  | 2640,314  | 17758,44 | 3628,492       |
| Yenilenebilir enerji tüketimi        | ren     | 2,110399 | 0,9000624 | 4,959708 | 1,002386       |
| Kişi başına CO <sub>2</sub> emisyonu | co      | 7,02e+10 | 2,80e+09  | 4,10e+11 | 1,06e+11       |
| Brüt Sermaye Oluşumu                 | capital | 38,74563 | 24,1      | 61,2     | 8,247186       |

Tablo 4, beş Latin Amerika ülkesinde SUR modelinden elde edilen hata terimlerinin korelasyon matrisini göstermektedir. Kesitsel bağımlılık için Breusch-Pagan Lagrange Çarpanı testi, bu modellerin hata terimleri arasında istatistiksel olarak anlamlı bir bağlantı olduğunu ortaya koymaktadır, bu da SUR tahmincisinin bu duruma daha uygun olduğunu göstermektedir. Hata terimi korelasyon matrisi, Şili ve Peru'nun en yüksek korelasyona (0,5753) sahip olduğunu göstermektedir. İki ülke arasındaki hata terimlerinin önemli bir korelasyonu, benzer ekonomik şokları, güçlü finansal bağları ve aralarındaki benzer siyasi ve ekonomik yapıları varlığını göstermek adına önemlidir. Kosta Rika ve Peru ikinci en yüksek korelasyona (0,4394) sahiptir. Ancak, Uruguay ve Kosta Rika ters korelasyona sahiptir. Geleneksel regresyon yöntemleri, ülkeye özgü hata faktörleri arasındaki önemli korelasyonlar nedeniyle bu araştırma için yetersizdir. Ayrıca, Breusch-Pagan Lagrange çarpanı testi sonuçları, model bağımsızlığı öncülünü zayıflatmaktadır. Bu nedenle, SUR tahmincisi, incelenen beş Latin Amerika ülkesindeki önemli hata bileşenlerini analiz ettiği için daha uygun olduğu söylenebilir.

**Tablo 4.**

*8 Doğu Avrupa Ülkesi İçin Hata Terimlerinin Korelasyon Matrisi*

|       | lgdp1   | lgdp2  | lgdp3  | lgdp4  | lgdp5  |
|-------|---------|--------|--------|--------|--------|
| lgdp1 | 1,0000  |        |        |        |        |
| lgdp2 | -0,2081 | 1,0000 |        |        |        |
| lgdp3 | 0,2718  | 0,1523 | 1,0000 |        |        |
| lgdp4 | -0,0508 | 0,3073 | 0,0732 | 1,0000 |        |
| lgdp5 | 0,1209  | 0,4394 | 0,5753 | 0,0969 | 1,0000 |

Breusch-Pagan Bağımsızlık Testi:  $\chi^2(10) = 25,304$ ,  $Pr = 0,0048$

Not: Modeller 1–5, SUR modelinin sırasıyla Uruguay, Kosta Rika, Şili, Brezilya ve Peru'da kullanıldığı anlamına gelir.

Bu çalışmada, bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık olasılığını değerlendirmek için diğer yöntemlerin yanı sıra varyans enflasyon faktörü (VIF) testi kullanılmıştır. Çoklu doğrusallık, tahmin sonuçlarında istenmeyen bir durumdur. Tablo 5, hem bireysel hem de ortalama VIF değerlerinin kabul edilebilir sınırlar içinde olması nedeniyle bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusallık bulunmadığını göstermektedir.

**Tablo 5.**

*Bağımsız Değişkenlerin Varyans Enflasyon Faktörü (VIF) İstatistik Değerleri*

| Bağımsız Değişken                    | VIF  | 1/VIF    | Ortalama VIF |
|--------------------------------------|------|----------|--------------|
| Kişi başına CO <sub>2</sub> emisyonu | 1,34 | 0,744666 | 1,24         |
| Brüt Sermaye Oluşumu                 | 1,27 | 0,790021 |              |
| Yenilenebilir enerji tüketimi        | 1,12 | 0,895561 |              |

Bu çalışmada, SUR tahmincisi kullanılarak beş Latin Amerika ülkesinde yenilenebilir enerji kullanımını etkileyen faktörler ele alınmaktadır. Model hem toplam hem de belirli ülke düzeyinde analizi desteklemektedir. Tablo 6, her ülke için SUR tahmincisinden elde edilen ilk bulguları göstermektedir ve beş Latin Amerika ülkesine ait sonuçlar istatistiksel olarak anlamlı sonuçlar vermektedir (P-değeri = 0,0000). Ayrıca, tüm modeller için R-kare değerleri yüksektir.

Tablo 7, Swamy, Pesaran ve Yamagato testlerinin sonuçlarını göstermektedir ve parametrelerin heterojen olduğunu göstermektedir. Swamy'nin S Testi, farklı kesitsel birimler arasında rastgele etkiler modelindeki katsayıların homojenliğini inceler. Pesaran ve Yamagata Delta testleri, çeşitli spesifikasyonlara dayanabilen büyük panel veri modellerinde eğim katsayılarının homojenliğini araştırmaktadır. Her iki test de panel veri modellerinde katsayıların tutarlılığını ve değişkenliğini belirlemek için önemlidir ve bu da araştırmacıların kesitsel varyasyonu hesaba katan modelleri benimseme kararını vermelerine yardımcı olmaktadır.

**Tablo 6.**

*Beş Modelin Genel İstatistiksel Anlamlılığı*

| Model   | RMSE      | R <sup>2</sup> | Chi <sup>2</sup> | P-değeri |
|---------|-----------|----------------|------------------|----------|
| Model 1 | 0,0480701 | 0,9618         | 858,62           | 0,0000   |
| Model 2 | 0,0701529 | 0,9170         | 395,38           | 0,0000   |
| Model 3 | 0,0341532 | 0,9857         | 2344,81          | 0,0000   |
| Model 4 | 0,0169407 | 0,9863         | 2376,05          | 0,0000   |
| Model 5 | 0,0542843 | 0,9707         | 1178,55          | 0,0000   |

**Tablo 7.**

*Swamy S, Pesaran ve Yamagato Delta testlerinin sonuçları*

| <i>Swamy S</i>           | <i>Chi2 (42) =2742,36</i> | <i>Prob &gt; chi2=0,0000</i> |
|--------------------------|---------------------------|------------------------------|
|                          | <i>Delta</i>              | <i>p-value</i>               |
| <i>Pesaran, Yamagata</i> | <i>11,484</i>             | <i>0,000</i>                 |
|                          | <i>adj. 13,194</i>        | <i>0,000</i>                 |

Model, Jacque-Bera değeri (3,89) 5'in altında ve olasılık değeri (0,1445) 0,05'in üzerinde olmasıyla normal dağılım kriterlerini karşılamaktadır. SUR modelinin bağımsız değişkenler için Tahmin Sonuçları Tablo 8'de gösterilmektedir. Tüm parametreler, genel mutlak t değerlerinin tablo değerlerini (1,97) aşması nedeniyle anlamlı kabul edilmektedir.

**Tablo 8.**

*Bağımsız Değişkenler için SUR Modelinin Tahmin Sonuçları*

| <i>Bağımsız Değişken</i>                   | <i>Katsayı</i>    | <i>Standart Hata</i> | <i>t-istatistik</i> |
|--------------------------------------------|-------------------|----------------------|---------------------|
| <i>Kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonu</i> | <i>0,28771842</i> | <i>0,04987318</i>    | <i>5,76900089</i>   |
| <i>Brüt sermaye oluşumu</i>                | <i>0,37704406</i> | <i>0,9170</i>        | <i>18,4168202</i>   |
| <i>Yenilenebilir enerji tüketimi</i>       | <i>0,0073892</i>  | <i>0,9857</i>        | <i>6,5377265</i>    |

Tablo 9, 5 Latin Amerika ülkesi için için SUR modelinden elde edilen tahmin sonuçlarının kapsamlı bir özetini sunmaktadır. Karbon emisyonları parametrelerinin istatistiksel olarak anlamlı olduğu ülkeler arasında Uruguay, Brezilya ve Peru bulunmaktadır. Uruguay'da karbon emisyonlarının %1'lik bir artışı, ekonomik büyümede yaklaşık %34'lük bir artışa karşılık gelmektedir. Peru'da, benzer şekilde karbon emisyonlarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyümede yaklaşık %43'lük bir artışla ilişkilidir. Brezilya en yüksek oranı sergilemektedir; burada karbon emisyonlarındaki %1'lik bir artış, ekonomik büyümede yaklaşık %76'lık bir artışa neden olmaktadır.

Sermaye oluşumu ile ilgili parametreler tüm ülkelerde istatistiksel olarak anlamlıdır. Kosta Rika, sermaye oluşumunun ekonomik büyüme üzerinde %59'luk bir artış ile en önemli etkinin görüldüğü ülkedir. Şili %41'lik bir artışla ikinci sıradadır. Peru'da bu oran yaklaşık %40, Uruguay'da yaklaşık %32 ve Brezilya'da ise yaklaşık %15'tir.

Yenilenebilir enerji tüketimiyle ilgili parametreler Uruguay, Brezilya ve Peru'da istatistiksel olarak anlamlıdır; ancak bu etki her ülkede nispeten minimaldir. Bu etki Brezilya'da yaklaşık %0,019, Uruguay'da yaklaşık %0,012 ve Peru'da yaklaşık %0,011'dir.

Çalışmanın bulguları, CO<sub>2</sub> emisyonlarının Uruguay, Brezilya ve Peru'da kişi başına düşen GSYİH üzerinde önemli ve doğru orantılı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar, gelişmekte olan ülkelerdeki ekonomik büyümenin genellikle çevresel bozulma ile gerçekleştiğini gösteren araştırmalarla uyumludur. Shahbaz vd., CO<sub>2</sub> emisyonlarının Brezilya'da hem kısa hem de uzun vadede ekonomik büyüme ile pozitif korelasyon gösterdiğini ortaya koymuştur (Shahbez, Raghutla, Chittedi, Jiao, & Vo, 2020). Benzer şekilde, Pao ve Tsai, Brezilya'daki ekonomik büyümenin sanayileşme nedeniyle CO<sub>2</sub> emisyonlarının artmasına neden olduğunu tespit etmişlerdir (Pao & Fu, 2013). Bu bulgular, ekonomik büyümenin başlangıçta çevresel bozulma ile ilişkili olduğunu öne süren Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini desteklemektedir.

Çalışmanın ampirik bulguları, sermaye üretiminin tüm ülkelerde avantajlı olduğunu ve en belirgin etkilerin Kosta Rika ve Şili'de gözlemlendiğini göstermektedir. Bu sonuçlar, fiziksel sermayenin birikiminin üretimi artırdığını öne süren klasik ve neoklasik büyüme modellerini doğrulamaktadır. Mankiw, Romer ve Weil, genişletilmiş Solow modelinde, brüt sermaye birikiminin büyümenin önemli bir belirleyicisi olduğunu vurgulamaktadır (Mankiw, Romer, & Weil, 1992).

Uruguay, Brezilya ve Peru'da yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin bulgular küçük çaplı ancak istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, yenilenebilir enerjinin az gelişmiş ekonomilerde büyümeye katkıda bulunduğunu gösteren çalışmalarla tutarlıdır, ancak bu katkı marjinal düzeydedir: Bhattacharya vd., Latin Amerika'da yenilenebilir enerji tüketimi ile GSYİH arasında zayıf ancak pozitif bir ilişki olduğunu keşfetmiş ve yenilenebilir enerjinin hala toplam enerjinin küçük bir bölümünü oluşturduğunu savunmaktadır (Bhattacharya, Paramati, Öztürk, & Bhattacharya, 2016). Apergis ve Payne (2010), küresel panel çalışmalarında, yenilenebilir enerjinin büyüme üzerindeki etkisinin, yenilenebilir enerjinin daha entegre olduğu gelişmiş ekonomilerde daha güçlü olduğunu belirtmektedirler (Apergis & Payne, 2010). Özetle çalışmanın bulguları, yenilenebilir enerjinin sürdürülebilir büyümeyi

teşvik ettiğini, ancak ekonomik ağırlığının Latin Amerika üzerinde önemli bir etki yaratmak için yetersiz kaldığını öne süren literatürle tutarlıdır.

**Tablo 9.**

*Beş Latin Amerika Ülkesi için SUR Modelinin Tahmin Sonucu*

| Ülke       | Bağımlı Değişken | Bağımsız Değişken           | Katsayı    | Z-değeri | P-değeri |
|------------|------------------|-----------------------------|------------|----------|----------|
| Uruguay    | GSYİH            | CO <sub>2</sub>             | 0,3445646  | 4,00     | 0,000    |
|            |                  | Sermaye Oluşumu             | 0,3226301  | 5,44     | 0,000    |
|            |                  | Yenilenebilir enerji        | 0,0122576  | 8,79     | 0,000    |
|            |                  | _cons                       | 1,321692   | 1,05     | 0,295    |
| Kosta Rika | GSYİH            | CO <sub>2</sub> emisyonları | -0,1866033 | -1,27    | 0,204    |
|            |                  | Sermaye Oluşumu             | 0,5957403  | 11,11    | 0,000    |
|            |                  | Yenilenebilir enerji        | -0,0020611 | -0,82    | 0,414    |
|            |                  | _cons                       | -4,253006  | -3,62    | 0,000    |
| Şili       | GSYİH            | CO <sub>2</sub> emisyonları | 0,0814808  | 0,77     | 0,440    |
|            |                  | Sermaye Oluşumu             | 0,410719   | 13,25    | 0,000    |
|            |                  | Yenilenebilir enerji        | -0,0039373 | -1,28    | 0,201    |
|            |                  | _cons                       | -0,750044  | -1,22    | 0,223    |
| Brezilya   | GSYİH            | CO <sub>2</sub> emisyonları | 0,7685654  | 15,38    | 0,000    |
|            |                  | Sermaye Oluşumu             | 0,150647   | 5,30     | 0,000    |
|            |                  | Yenilenebilir enerji        | 0,0191655  | 13,61    | 0,000    |
|            |                  | _cons                       | 3,545456   | 5,00     | 0,000    |
| Peru       | GSYİH            | CO <sub>2</sub> emisyonları | 0,4305846  | 3,08     | 0,002    |
|            |                  | Sermaye Oluşumu             | 0,4054839  | 8,41     | 0,000    |
|            |                  | Yenilenebilir enerji        | 0,0115213  | 3,30     | 0,001    |
|            |                  | _cons                       | -1,803557  | -1,62    | 0,105    |

## SONUÇ

Bu çalışma, 1990 ile 2021 yılları arasında Peru, Brezilya, Şili, Kosta Rika ve Uruguay olmak üzere beş Latin Amerika ülkesinde ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi ve kişi başına CO<sub>2</sub> emisyonları ile ölçülen çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi analiz etmek için SUR yöntemini kullanmaktadır. SUR modelinin kullanılması, bu çalışmayı önceki çalışmalardan ayıran metodolojik katkıdır. SUR tekniği, ülkeye özgü denklemler arasındaki eşzamanlı korelasyonları hesaba katarak ve küresel

enerji fiyat değişikliklerine ve uluslararası iklim anlaşmalarına ortak maruz kalma gibi bölgesel yayılma etkilerini yakalayarak tahmin verimliliğini artırmaktadır. Bu metodoloji, yenilenebilir enerji ve çevre sorunlarının ekonomik büyüme üzerindeki farklı etkilerinin daha güvenilir bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır. Bulgular, Latin Amerika'nın enerji dönüşümü bağlamında ekonomik performans ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiye önemli değerlendirmeler sunmaktadır. Bölgenin büyük yenilenebilir enerji potansiyeline rağmen, bulgular ekonomik büyümeye katkısının küçük olduğunu ve ülkeler arasında eşit olmayan bir şekilde dağıldığını göstermektedir.

Analiz, CO<sub>2</sub> emisyonlarının Uruguay, Brezilya ve Peru'da kişi başına GSYİH üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve doğru orantılı bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu, ülkelerdeki ekonomik büyümenin hala enerji yoğun sanayileşmeye dayandığını ve bu durumun çevresel bozulmayı daha da kötüleştirdiğini göstermektedir. Bu model, ekonomik kalkınmanın erken aşamalarında çevresel baskıların arttığını, ancak ekonomiler daha yüksek gelir düzeylerine ulaşp daha temiz teknolojiler kullanma yetisi kazandıkça bu baskıların azaldığını belirten Çevresel Kuznets Eğrisi kavramıyla tutarlılık göstermektedir. Ancak, bu doğru orantılı ilişkinin devam etmesi, özellikle küresel iklim değişikliği ve karbon nötrlüğü hedefleri göz önüne alındığında, mevcut büyüme modellerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği konusunda endişeler uyandırmaktadır. Dolayısıyla, yenilenebilir enerjinin benimsenmesinin tek başına gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümeyi çevresel bozulmadan ayırabileceği öncülünü sorgulamakta ve mevcut büyüme modellerinin uzun vadeli sürdürülebilirliği konusundaki tartışmalara katkıda bulunmaktadır.

Brüt sermaye oluşumu, beş ülkede de ekonomik büyüme ile doğru orantılı bir ilişkiye sahiptir. En yüksek etki Kosta Rika'da, en düşük etki ise Brezilya'da gözlenmektedir. Bu bulgu, üretim kapasitesini artırmada ve ekonomik büyümeyi teşvik etmede fiziksel sermaye birikiminin önemini vurgulayan klasik ve neoklasik büyüme teorileriyle tutarlılık göstermektedir. Altyapı ve üretken varlıklara yapılan yatırımlar, bölgesel refahın temel itici gücü olmaya devam etmektedir. Buna karşılık, yenilenebilir enerji tüketimi yalnızca Uruguay, Brezilya ve Peru'da ekonomik büyüme üzerinde küçük ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu durum yenilenebilir enerjinin benimsenmesinin henüz önemli makroekonomik avantajlar sağlayacak kadar büyük bir ölçeğe ulaşmadığını göstermektedir. Kosta

Rika ve Şili'de bu etkinin önemsiz olması, yenilenebilir enerjinin ülkeler arasında ekonomik rolünün çeşitliliğini vurgulamaktadır. Bu sonuçlar, Latin Amerika'da uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşmak için ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında denge kuran politikalar geliştirmek isteyen politika yapımcılar için dikkat çekici niteliktedir.

Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar, enerji arz güvenliğini artırdığı, karbon emisyonlarını azalttığı ve çevresel sürdürülebilirliği teşvik ettiği için Latin Amerika ülkelerinin kalkınma stratejilerinin ayrılmaz bir parçasıdır. Bu çalışmada incelenen ülkeler, yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş konusunda kayda değer ilerlemeler kaydetmiş olarak kabul edilmektedir. Ancak, birçok gelişmekte olan ekonomide olduğu gibi, yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisi sınırlı düzeyde kalmaktadır. Bu ülkelerin ekonomilerinin yapısal özellikleri, yenilenebilir enerjinin ekonomik büyüme üzerindeki doğrudan etkisini sınırlamaktadır. Özellikle, bu bölge ekonomilerinin hizmet ve tarım sektörü ağırlıklı olması, yenilenebilir enerji üretimindeki artışların sanayi üretimini önemli ölçüde canlandıramayacağı anlamına gelmektedir. GSYİH içinde sanayinin sınırlı payı, yenilenebilir enerji üretimindeki artışların yaygın bir çarpan etkisi yaratma potansiyelini kısıtlamaktadır.

Latin Amerika'da, rüzgâr türbinleri ve güneş panelleri gibi yenilenebilir enerji teknolojileri ağırlıklı olarak ithalata bağımlıdır. Ayrıca, hidroelektrik ve jeotermal enerji kaynaklarını kullanan üretim tesislerinin kurulması, önemli miktarda başlangıç yatırımı gerektirmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji, enerji maliyetlerini düşürerek uzun vadede rekabet gücünü artırma potansiyeline sahip olmakla birlikte, teknolojik bağımlılık, ithalata bağımlılık ve önemli başlangıç harcamaları gibi faktörler nedeniyle büyüme üzerindeki ani etkisi sınırlıdır. Yenilenebilir enerjiye yapılan yatırımlar, inşaat aşamasında istihdam fırsatları yaratmakla birlikte, bu etki işletme aşamasında azalma eğilimindedir. Bu durum da ekonomik büyüme üzerindeki etkisini sınırlamaktadır. Ayrıca, yerel tüketim için yenilenebilir enerji üretiminin ağırlıklı olması ve elektrik ihracat kapasitesinin sınırlı olması, bu sektörün dış ticaret yoluyla ekonomik büyümeye katkısını daha da kısıtlamaktadır.

Latin Amerika'da yenilenebilir enerji kaynaklarının yaygın olarak benimsenmesine elverişli bir yatırım ortamı yaratmak için insan sermayesinin geliştirilmesi ve idari ve mali engellerin azaltılması gibi

çabaların başlatıldığı söylenebilir. Bununla birlikte, bölgenin yenilenebilir enerjiyi kullanma potansiyeli hala yeterince değerlendirilmemektedir. Bu noktada, bölgesel hükümetlerin, enerji planlamacılarının ve uluslararası iş birliği kuruluşlarının, yenilenebilir enerjinin evrensel olarak yaygınlaştırılması için stratejik iş birliği içinde olması beklenmektedir. Bu doğrultuda yatırım sübvansiyonlarının, vergi ve kredi teşviklerinin ve kota sistemlerinin geliştirilmesi ve etkili bir şekilde uygulanması temel politika önlemleri arasında yer almaktadır.

### KAYNAKÇA

Aflaki, S., Basher, S. A., Masini, A. (2014, December 1). *Does Economic Growth Matter? Technology-Push, Demand-Pull and Endogenous Drivers of Innovation in the Renewable Energy Industry*. HEC Paris Research Paper No. MOSI-2015-1070: HYPERLINK "<https://ssrn.com/abstract=2549617>" \t "\_blank" <https://ssrn.com/abstract=2549617>

Apergis, N., Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Economic Growth:Evidence from A Panel of OECD Countries. *Energy Policy*, 38, 656–660. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.09.002>

Armeanu, D., Vintila, G., Gherghina, S. (2017). Does Renewable Energy Drive Sustainable Economic Growth?Multivariate Panel Data Evidence for EU-28 Countries. *Energies*, 10(3), 1–21. HYPERLINK "<https://doi.org/10.3390/en10030381>" <https://doi.org/10.3390/en10030381>

Baltagi, B. H. (2005). *Econometric Analysis of Panel Data*. Chishester: John Wiley&Sons.

Balza, L. H., Heras-Recuero, L., Matias, D., Yopez-Garcia, A. (2024). *Green or Growth?Understanding the Relationship between Economic Growth and CO2 Emissions*. Inter-American Development Bank Energy Division. Inter-American Development Bank.HYPERLINK "<http://dx.doi.org/10.18235/0012943>" <http://dx.doi.org/10.18235/0012943>

Bhattacharya, M., Paramati, S., Öztürk, İ., Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth:Evidence from top 38 Countries. *Applied Energy*, 162, 733–741. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.10.104>

Charfeddine, L., Kahia, M. (2019). Impact of renewable energy consumption and financial development on CO2 emissions and economic growth in the MENA region: A panel vector autoregressive (PVAR) analysis. *Renewable Energy*, 139, 198–213. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.010>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.renene.2019.01.010>

Destek, M. A., Sarkodie, S. (2019). Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: The Role of Energy and Financial Development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483–2489. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.10.017>

Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>

Doytch, N., Narayan, S. (2021). Does transitioning towards renewable energy accelerate economic growth? An analysis of sectoral growth for a dynamic panel of countries. *Energy*, 235(121290). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121290>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.energy.2021.121290>

Fotio, H., Nchofoung, T. N., Asongu, S. A. (2022). Financing Renewable Energy Generation in SSA: Does Financial Integration Matter? *Renewable Energy*, 201, 47–59. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.11.047>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.11.047>

Hsiao, C. (2003). *Analysis of Panel Data*. Cambridge University Press.

Hwang, Y. K. (2023). The Synergy Effect Through Combination of the Digital Economy and Transition to Renewable Energy on Green Economic Growth: Empirical Study of 18 Latin American and Caribbean Countries. *Journal of Cleaner Production*, 418, 1–40. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138146>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.138146>

Hwang, Y. K., Diez, A. S. (2024). Renewable Energy Transition and Green Growth Nexus in Latin America. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 198, 1–28. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j>

rser.2024.114431" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.rser.2024.114431>

Intergovernmental Panel on Climate Change. (2023). *Climate Change Synthesis Report*. Intergovernmental Panel on Climate Change.

International Energy Agency. (2023). *Latin America Energy Outlook*.

International Energy Agency. (2024). *Renewables 2024: Analysis and Forecast to 2030*. International Energy Agency.

Ivanovski, K., Hailemariam, A., Smyth, R. (2021). The effect of renewable and non-renewable energy consumption on economic growth: Non-parametric evidence. *Journal of Cleaner Production*, 286(124956). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124956>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124956>

Jardon, A., Kuik, O., Tol, R. S. (2017). Economic growth and carbon dioxide emissions: An analysis of Latin America and the Caribbean. *Atmosfera*, 30, 87–100. HYPERLINK "<https://doi.org/10.20937/atm.2017.30.02.02>" <https://doi.org/10.20937/atm.2017.30.02.02>

Koengkan, M., Fuinhas, J., Vieira, I. (2024). The Asymmetric Impact of Rnergy's Paradigm Transition on Environmental Degradation: A Macroeconomic Evidence from Latin American and The Caribbean Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 15, 6451–6474. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01189-w>

Kostakis, I. (2024). An Empirical Investigation of the Nexus Among Renewable Energy, Financial Openness, Economic Growth, and Environmental Degradation in Selected ASEAN Economies. *Journal of Environmental Mnagement*, 354, 1–9. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120398>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.120398>

Mankiw, N., Romer, D., Weil, D. N. (1992). A Contribution to the Empirics of Economic Growth. *The Quarterly Journal of Economics*, 107(2), 407–437.

Menegaki, A. N. (2011). Hrowth and Renewable Energy in Europe: A Random Effect Model with Evidence for Neutrality Hypothesis. *Energy Economics*, 33(2), 257–263. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object

identifier" <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.004>

Menendez-Carbo, S. (2021). Renewable Energy Consumption and its Main Drivers in Latin American and Caribbean Countries: A Robust Analysis Between Static and Dynamic Panel Data Models. *Review of Business and Economics Studies*, 9(1), 37–61. HYPERLINK "<https://doi.org/10.26794/2308-944X-2021-9-1-37-61>"<https://doi.org/10.26794/2308-944X-2021-9-1-37-61>

Murshed, M., Apergis, N., Alam, M. S., Khan, U., Mahmud, S. (2022). The impacts of renewable energy, financial inclusivity, globalization, economic growth, and urbanization on carbon productivity: evidence from net moderation and mediation effects of energy efficiency gains. *Renewable Energy*, 196, 824–838. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.012>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.07.012>

Ntanos, S., Skordoulis, M. , Kyriakopoulos, G., Arabatzis, G., Chalikias, M., Galatsidas, S., Katsarou, A. (2018). Renewable Energy and Economic Growth:Evidence from European Countries. *Sustainability* , 10(8). HYPERLINK "<https://doi.org/10.3390/su10082626>" <https://doi.org/10.3390/su10082626>

Ortiz-Paniagua, C., Gomez, M. (2021). Economic Growth and Environmental Quality in Latin America, Perspective from Kuznets, 1970-2016. *Economia Teoria Y Practica*, 29(55), 17–36. HYPERLINK "<https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/552021/ortiz>" <https://doi.org/10.24275/etypuam/ne/552021/ortiz>

Öztürk, İ., Acaravcı, A. (2010). The Casual Relationship between Energy Consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania:Evidence from ARDL Bound Testing Approach. *Applied Energy*, 87, 1938–1943. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.010>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2009.10.010>

Pao, H.-T., Fu, H.-C. (2013). Renewable Energy, Non-Renewable Energy and Economic Growth in Brazil. 25, 381–392. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.004>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.004>

Razzaq, N., Muhammad, F., Karim, R., Tariq, M., Muhammad, K. (2021). The Nexus between Energy, Environmental and Growth:Evidence from

Latin-American Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 11(1), 82–87. <https://doi.org/10.32479/ijeep.9933>

REN 21. (2023). *Renewables 2023 Global Status Report: Global Overview*. Paris.

Sadorsky, P. (2009). Renewable Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions and Oil Prices in the G7 Countries. *Energy Economics*, 31(3), 456–462. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2008.12.010>

Sebri, M., Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14–23. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>

Shahbez, M., Raghutla, C., Chittedi, K., Jiao, Z., Vo, X. (2020). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from the Renewable Energy Country Attractive Index. *Energy*, 207. HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118162>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.118162>

Singh, N., Nyuur, R., Richmond, B. (2019). Renewable Energy Development as a Driver of Economic Growth: Evidence from Multivariate Panel Dat. *Sustainability*, 11(8), 1–18. HYPERLINK "<https://doi.org/10.3390/su11082418>" <https://doi.org/10.3390/su11082418>

Stern, N. (2007). *The Economics of Climate Change*. Cambridge University Press.

Trinh, H., Sharma, G., Tiwari, A., Vo, D. (2022). Examining the heterogeneity of financial development in the energy-environment nexus in the era of climate change: novel evidence around the world. *Energy Economics*, 116(106415). HYPERLINK "<https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106415>" \t "\_blank" \o "Persistent link using digital object identifier" <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106415>

Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric analysis of cross section and panel data*. Cambridge: MIT Press.

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.