

## YENİLENEBİLİR ENERJİ VE EKONOMİK BÜYÜME İLİŞKİSİ: G20 ÜLKELERİ ÖRNEĞİ (2000-2016)

**Dr. Öğr. Üyesi İclal ÜNÜVAR** 

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İİBF, (icogurcu@kmu.edu.tr)

**Sibel KESKİNKILIÇ** 

Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi, İİBF, (sibelice@gmail.com)

### ÖZET

*İktisadi faaliyetlerin devamı ve sürdürülebilir kalkınma açısından enerji önemli bir üretim faktörüdür. Sanayileşmenin ve teknolojinin getirdiği yeniliklerle beraber son yüzyılda enerji kullanımının giderek artması enerji arz güvenliği sorununu beraberinde getirmektedir. Bu bakımdan dünyada yenilenebilir enerjinin üretimi ve tüketimi son derece önemlidir. Bu çalışmanın amacı da 2000-2016 dönemi, G20 üyesi 19 ülke için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi araştırmaktır. Bu kapsamda öncelikle panel veri setinde yer alan ülkeler için yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri uygulanmıştır. Serilerin durağanlığı ise ADF ve PP Fisher birim kök testleriyle incelenmiştir. Durağan seriler elde edildikten sonra yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme testleriyle araştırılmış ve FMOLS ve DOLS testi sonuçları ile ilişkinin yönü tespit edilmiştir. Elde edilen ampirik bulgular yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.*

**Anahtar Kelimeler:** Yenilenebilir Enerji Üretimi, Ekonomik Büyüme, G20, FMOLS, DOLS.

## RENEWABLE ENERGY AND THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH: THE EXAMPLE OF G20 COUNTRIES (2000-2016)

### ABSTRACT

*Energy is an important production factor for the continuation of economic activities and sustainable development. With the innovations brought by industrialization and technology, the increasing use of energy in the last century brings with it the energy supply security problem. In this regard, the production and consumption of renewable energy is extremely important in the world. The aim of this study is to investigate the relationship between renewable energy production and economic growth for the 2000-2016 period, 19 G20 member countries. In this context, firstly, horizontal cross-section dependency and homogeneity tests were applied for the countries in the panel data set. The stationarity of the series was examined by ADF and PP Fisher unit root tests. After obtaining stable series, the relationship between renewable energy production and economic growth was investigated by Kao and Johansen Fisher panel cointegration tests and the direction of the relationship was determined with FMOLS and DOLS test results. Empirical findings show that there is a positive relationship between edible energy production and economic growth.*

**Keywords:** Renewable Energy Production, Economic Growth, G20, FMOLS, DOLS.

## 1. Giriş

18. yüzyılda başlayan sanayi devrimiyle birlikte çok büyük bir ivme ve anlam kazanan enerji, ülkelerin sosyoekonomik anlamda sürdürülebilir bir şekilde kalkınması ve bireylerin refah seviyesini artıran en temel faktörlerden biridir. Modernleşmiş toplumların var olabilmesi enerji kullanımıyla bağlantılıdır. Buradan yola çıkılarak, bugünün şartlarında bir ulusun gelişmişlik seviyesi, kişi başına enerji tüketim miktarı oranında değerlendirilmektedir (Çapık vd., 2012: 2). Enerji tüketimi, hızlı gelişen teknolojiyle birlikte, hızla artan nüfusa sahip, bilişim yoğunluklu dünyamızda en öncelikli hâle gelmiştir. İş yapabilme yeteneği olarak da tanımlanan enerji, iş dünyasında ve günlük hayatta her alanda kullanılabilir olması, enerji tüketiminin ve beraberinde enerji üretimi önemini gündeme getirmektedir.

Yenilenemeyen (fosil) enerji kaynaklarının fazla kullanımı, çevre kirliliği, küresel ısınma, ekosisteme ve sağlığa olan zararların artmasına neden olmaktadır. Aynı zamanda tükenebilir ve maliyetinin yüksek olması da diğer önemli sorunlardandır. Hızla tükenen fosil kaynaklı rezervler, hızlı nüfus artışı ile artan enerji talebini karşılayacak durumda değildir. Bu durum dünyada artan enerji talebini karşılamak için yeni enerji kaynakları arayışını yani yenilenebilir enerji tüketimini ve üretimini konusunu gündeme getirmektedir.

Uluslararası Enerji Ajansının (IEA) yeni politikalar senaryosuna göre, 2035 yılına kadar küresel elektrik talebi %70'in üzerinde artacaktır. Bu artışın büyük çoğunluğu Çin ve Hindistan'dan kaynaklanmaktadır. Kömür, OECD dışı ülkelerde küresel elektrik üretiminin temelidir. OECD ülkelerinde kömüre dayalı enerji üretimi azalmaktadır ve 2035 yılına kadar doğalgaz ve yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı elektrik üretimi 2035 yılında 2010 yılına göre üç katına çıkarak üretim bileşimindeki payı %20'den %31'e yükselecektir. OECD ülkelerinde yenilenebilir enerjinin kaynaklarının payının artması ekseriyetle rüzgâr (%47), biyoenerji (%16), fotovoltaik güneş (%15) ve hidro enerji (%11) kaynaklıdır (IEA, 2012: 4).

G20 süreci 1999 yılında yapılan maliye bakanları toplantısı ile birlikte başlamıştır. G20 ülkeleri küresel nüfusun yaklaşık üçte ikisini ve küresel ekonominin %85'inden fazlasını oluşturmaktadır. Dolayısıyla G20 ülkeleri, küresel olarak kabaca enerji ve CO<sub>2</sub> emisyonlarının %80'inin kullanımından sorumludurlar. Diğer taraftan Paris anlaşmasında, küresel sıcaklık artışının 2°C'nin altında kalması ve küresel karbon bütçesinin 800 Gt CO<sub>2</sub> ile sınırlandırılması gerektiği vurgulanmıştır. Bunun anlamı ise 2050 yılına kadar kömürün %90'ı, gaz ve petrol rezervlerinin üçte ikisinin kullanılmamasıdır. Bununla birlikte şirketler ve ülkeler petrole yatırım yapmaya de devam etmektedirler. Keşif, gaz arama ve kömür yakıtlı elektrik santralleri halen mevcuttur ve planlanan kömür yakıtlı tesisler 2030 yılına kadar küresel karbon bütçesi kararlaştırılanların neredeyse yarısına karşılık gelmektedir. Çin'in ve Hindistan'ın son zamanlarda kömüre olan yatırımları azaltmasına rağmen, Endonezya, Mısır, Türkiye ve birçok Afrika ülkesi ise kömüre olan yatırımlarını artırmaya devam etmektedir. Bu yatırımlar Paris Anlaşması hedefleriyle tutarsız durumdadır ve bunları azaltmakta mümkün görünmemektedir. İklim politikasından kaynaklı ciddi ekonomik sonuçların finans sektörünü de etkileyeceği Merkez bankaları tarafından kabul edilmiş durumdadır (Edenhofer vd., 2017: 463). 2012 yılında Brezilya, Çin, AB28 ve ABD ülkelerinin toplam sera gazı emisyonlarının %80 düzeyinden %50 düzeyine düşmüştür. Ancak, bu düşüşlere rağmen, küresel sera gazı emisyon seviyesinin 2030'da 2010'da olduğundan daha yüksek olacağı öngörülmektedir (Elzen vd., 2016: 664).

Sürdürülebilir kalkınma ve büyümenin ancak sürdürülebilir bir çevrede mümkün olduğu genel kabul görmüş bir gerçektir. Hem doğaya hem de insan sağlığına geri dönüşü neredeyse imkânsız tahribatlar yaşatan ve hızla rezervi tükenen fosil kaynaklı enerjiler yerine temiz, çevre dostu ve tükenmeyen kaynaklardan elde edilen yenilenebilir enerjinin, önemi her geçen gün artmaktadır. Bu anlamda, yeniden kullanılabilir özelliği ile sınırsız, pratik, ekonomik ve çevreyle dost özellikleriyle bilinen yenilenebilir enerji kaynakları, yüksek verime sahip en etkili çözüm yollarından biri olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmamızın amacı da 2000-2016 dönemi, G20 üyesi 19 ülke için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkini araştırılmasıdır. Araştırmamızın birinci bölümünü teorik çerçevesi, ikinci bölümünü literatür araştırması, üçüncü bölümünü ise ekonometrik analiz kısmı oluşturmaktadır. Araştırma kapsamında öncelikle panel veri setinde yer alan ülkeler için yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri uygulanmıştır. Serilerin durağanlığı ise ADF ve PP Fisher birim kök testleriyle incelenmiştir. Durağan seriler elde edildikten sonra yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme testleriyle araştırılmış ve FMOLS ve DOLS testi sonuçları ile ilişkinin yönü tespit edilmiştir. Elde edilen ampirik bulgular yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

## **2. Teorik Çerçeve**

Ekonomik büyüme kavramı bir ülkedeki iktisadi ve sosyal refah artışının en önemli göstergelerinden biri olduğu için, iktisatçıların da sürekli üstünde tartıştığı bir konudur. Bir ülkede reel GSYİH'nın sürekli artması ekonomik olarak büyümesi anlamına gelmektedir. Ülkede ekonomik büyüme artışını tespit etmek için ise ortalama büyüme hızı ile yıllık büyüme hızı hesaplarından faydalanılmaktadır. Ortalama büyüme hızı, belli bir zaman aralığı içerisinde reel GSYİH'daki artışı ölçmektedir. Bu bölümde yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme ile ilişki teorik olarak incelenecektir.

Birleşmiş Milletler'in 1996 yılında yayınlamış olduğu "İnsani Kalkınma Raporunda" tehlikeli büyüme modellerinden biride geleceksiz büyümedir. Geleceksiz büyüme gelecek nesillere kalacak olan doğanın ve çevrenin hiçe sayılarak kirletilmesi pahasına daha çok yenilenemeyen enerji kaynakları tüketimi ile ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesidir (United Nations, 1996: 4). Sadece ekonomik büyümenin gerçekleştirilmesi yeterli değildir, gelecek nesillere temiz, sağlıklı bir çevre bırakılması yani sürdürülebilir büyüme önemlidir. Bunun için de yenilenebilir, temiz enerji kaynaklarından faydalanma düzeyinin maksimum seviyeye çıkarılması büyük önem arz etmektedir. Bu bağlamda iktisadi büyüme politikalarının çevre koruma politikaları ile uyumlulaştırılması, karbon emisyonunun kontrol edilmesi ve azaltılması adına önemlidir.

Teorik anlamda ülkelerin enerji tüketimiyle ekonomik büyümesi arasında karşılıklı bir nedensellik ilişkisi olduğu kabul edilmektedir. Ekonomik büyümeyle birlikte milli gelir artmakta, artan milli gelir de yatırım ve tüketim harcamalarını yükselterek enerji talebinin artmasına neden olmaktadır. Artan enerji de teknolojiyi uyararak daha fazla üretim yapılmasına olanak sağlamaktadır. Artan enerji talebinin bir kısmının yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanması gerek sermaye-yoğun, gerekse emek-yoğun üretim teknolojilerinin gelişmesine katkıda bulunarak ekonomik büyümeyi destekler. Ayrıca yenilenebilir enerji teknolojileri

alanında yaratılan ilave istihdam, işsizlik oranlarının düşmesini sağlayarak refah düzeyinin yükselmesine de yardımcı olmaktadır. Diğer yandan yerli kaynak kullanımına dayanan yenilenebilir enerji, enerji ithalat maliyetini düşürmekte ve kaynakların ülke içerisinde kalarak yurt içindeki tüketim ve yatırım harcamalarının artmasını sağlamaktadır (National Renewable Energy Laboratory, 1997: 2).

Küreselleşme sürecinin de etkisiyle günümüzde dünya ekonomileri hızlı bir gelişim ve değişim sürecinden geçmektedir. Dolayısıyla bir yandan bazı ülkelerde düal/ikili yapılar meydana gelirken, diğer yandan da gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ya da az gelişmiş ülkeler arasında her geçen gün gelişmişlik bakımından farklar artış göstermektedir (Çöğürçü & Çoban, 2011: 133). Enerji, ülkelerin sosyoekonomik anlamda sürdürülebilir bir şekilde kalkınması ve bireylerin refah seviyesini arttırmada en temel faktörlerden biridir. Modern toplumların var olabilmesi enerji kullanımıyla bağlantılıdır. Buradan yola çıkılarak bugünün şartlarında bir ulusun gelişmişlik seviyesi, kişi başına enerji tüketim miktarı oranında değerlendirilmektedir (Çapık vd., 2012: 2).

Gelişmiş ülkelerde enerji politikalarının temelinde enerji yoğunluğunu azaltarak enerji verimliliğini arttırmak ve kişi başına düşen elektrik tüketim miktarını arttırmak vardır. Enerji yoğunluğu ise burada toplamda millî hâsıla içerisinde birincil enerji tüketimidir. Bir ülkede kişi başına düşen elektrik enerjisi tüketimi ve enerji yoğunluğu o ülkenin gelişmişlik seviyesinin göstergesidir. Kısacası tüketimin yüksek oluşu ülkenin kalkınmışlık ve refah düzeyinin de bir anlamda yüksekliğinin ifadesidir. Enerji yoğunluğu düşüklüğü ise sabit miktar enerji ile daha fazla iş yapılması anlamını taşır. (Koç & Şenel, 2013: 41). OECD ülkeleri ve gelişmekte olan ülkelerin ekonomik büyümelerinde teknolojinin, enerji kullanım yoğunluğunun ve sektörel tercihler oldukça büyük etkisi vardır. Bu kapsamda, OECD ülkeleri enerji tasarrufu ve verimliliğine önem vermektedirler. Maliyet faktörlerine doğrudan etki eden faktörlerden biri de enerji yoğunluğudur. Pahalı bir girdi olan enerjinin olabildiğince az kullanılarak optimum üretim seviyesine ulaşılması hedeflenmektedir. Teknolojik üstünlüğe sahip ekonomilerde enerji tüketim miktarı azalmaktadır. OECD ülkeleri, yüksek enerjiye dayalı sanayi sektöründen, düşük enerji ile gerçekleşen hizmetler sektörüne doğru geçiş yapmaktadırlar. Pahalı enerji asgari düzeye indiğinde, kâr maksimizasyonu sağlanarak millî gelir artışına da katkı yapacaktır. Henüz gelişim süreci tamamlanmamış ülkelerde daha ziyade Çin ve Afrika'da yaygın tüketimi olan enerjinin çoğunluğu, ticari olmayan ısınma ve yemek pişirme amacıyla kullanılan biyokütle enerjisine dayanmaktadır. Bu durum OECD ülkelerine göre az gelişmiş ülkelerde enerji yoğunlukları hesaplamalarının yüksek çıkmasına ve esneklik katsayısının 1'e yakın bir değerde çıkmasına neden olmaktadır. Buradan az gelişmiş ülkelerde enerji tüketimi-GSMH katkısı bağlamında gelişmiş ülkelere göre çok düşük olduğu sonucuna varılabilir (Ağaçbiçer, 2010: 135-136).

Günümüzde enerji, başta ekonomik büyüme olmak üzere, teknoloji, sanayi, bilgi toplumunun, tüm siyasi, sosyal ve kültürel gelişmelerin baş aktörü konumuna yerleşmiştir. Çünkü içerisinde bulunduğumuz 21. yüzyıl, teknoloji ve bilgi yüzyılıdır. Teknolojik gelişmelerin sonunda devletlerin kalkınma hızının artmasıyla enerji tüketimi de aynı oranda artmıştır. Enerji, insanlığın modern bir yaşam sürdürebilmesi ihtiyaç duyduğu en önemli unsurdur. Bu ihtiyacın nereden, nasıl ve hangi maliyetlerle karşılandığı ise, günümüzde devletlerin en önemli sorunları arasındadır. Bu nedenle enerji; bir devletin siyasi, iktisadi, askeri, sosyal, sanatsal ve kültürel

alanlardaki, sürdürülebilir büyüme ve kalkınmasının temel yapı taşıdır. Bu alanların herhangi birinde, enerji arzı konusunda yaşanabilecek herhangi bir sıkıntı, diğer alanları doğrudan ve/veya dolaylı etkilemektedir. Çünkü enerji arzında sıkıntı yaşandığında, ekonomik durgunluk ve/veya ekonomik gerileme meydana gelir; bu durum ise sosyal, kültürel, sanatsal alanlardaki gelişmeleri olumsuz etkilemekle birlikte, özellikle siyasi iktidara zarar verir Enerji güvenliği ise; tüketilen enerjinin güvenli kaynaklardan, güvenli yollardan ve makul bir fiyata temin edilmesi demektir (Özalp, 2019: 540-541).

Yukarıda açıkladığımız nedenlerden dolayı dünyada yenilenebilir enerjinin üretimi ve tüketimi son derece önemlidir. Bu çalışmanın amacı da 2000-2016 dönemi, G20 üyesi 19 ülke için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkini araştırılmasıdır

### **3. Literatür Araştırması**

Yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiye yönelik olarak özellikle son dönemlerde yapılmış önemli çalışmalar bulunmaktadır. Hem gelişmiş ülkeler hem de gelişmekte olan ülkeler için en dikkat çeken başlıklardan birisi olan yenilenebilir enerji, tüketimi ve buna bağlı olarak üretimi, türleri, faydaları, geleceği, enerji alanındaki engeller ve destek politikaları başta olmak üzere birçok araştırmaya konu edilmiştir. Dünya enerji üretim ve tüketim politikaları gerek çevresel nedenlerle gerekse iktisadi nedenlerle büyük bir dönüşüm geçirmiş buna bağlı olarak yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimi son dönemlerde araştırmacıların ilgisini çekmiştir. Bu kapsamda literatürde yapılan bazı çalışmalara yer verilmiştir. Literatür özetinin ilk kısmında yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi, ikinci kısmında ise yenilebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme ilişkisi incelenmektedir.

Menegaki (2011), 27 Avrupa ülkesinin 1997-2007 dönemine ait yıllık verilerini kullanarak, bu ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi incelemiştir. Panel veri analiz yöntemini kullandığı çalışmasında, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyümenin ilişkisiz olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Pao & Fu (2013), Brezilya'da 1980-2010 dönemi için Johansen eşbütünlük testi, Granger nedensellik testini uygulanarak yapmış oldukları analiz sonucunda; hidroelektrik olmayan yenilenebilir enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir. Öte yandan ekonomik büyüme ve toplam yenilenebilir enerji tüketimi arasında ise çift yönlü nedensellik olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Sebri & Ben-Salha (2014), 1971-2010 dönemi için BRICS ülkelerinde ARDL Sınır testi, VECM Granger nedensellik testlerini uygulayarak yapmış oldukları analizde ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü nedensellik ilişkisine rastlamışlardır.

Apergis & Payne (2014) çalışmalarında, 25 OECD ülkesinde, 1980-2011 dönemi Panel eşbütünlük ve hata düzeltme modelini kullanarak analiz yapmışlardır. Kişi başına yenilenebilir enerji tüketimiyle, kişi başına reel GSYİH, kişi başına karbondioksit emisyonu ve gerçek petrol fiyatları arasında uzun dönemli bir ilişki olduğunu ortaya koymuşlardır. Uzun dönem esneklik tahminleri, kişi başına düşen reel GSYİH, kişi başına düşen karbondioksit emisyonları ve gerçek petrol fiyatları için pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Panel hata düzeltme modelinde ise değişkenler arasında bir geri besleme ilişkisinin bulunduğunu göstermektedir.

Reboredo (2015), çalışmasında yenilenebilir enerji ve petrol piyasaları arasında bulunan sistemik risk, bağımlılık durumu ve petrol fiyatlarından “Yenilenebilir enerji şirketleri nasıl etkilenir?” sorusuna cevap aramıştır. Bu bağlamda yenilenebilir enerji hisse senedi fiyatları ile petrol fiyatları arasında bulunan ilişki analiz edilmiştir. Aşırı petrol fiyat dalgalanmaları durumunda, yenilenebilir enerjiyi sistematik olarak etkilediği, bununla birlikte, petrol fiyatlarının yüksek olmasının, yenilenebilir enerji sektörü gelişimini teşvik ettiği, ekonomik olarak canlılık seviyesini artırmasına katkı yaptığı sonucuna ulaşmıştır.

Jebli & Youssef (2015), 69 ülke ve 1980-2010 dönemi için OLS, FMOLS ve DOLS testlerini kullanarak yaptıkları çalışmada, yenilenemeyen ve yenilenebilir enerji tüketimi ve ticaretin ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve istatistiksel olarak önemli bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Özşahin vd. (2016), BRICS ülkeleri ve Türkiye için 2000-2013 dönemine ait verilerini kullanarak yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi belirlenmeye çalışmışlardır. Pedroni, Westerlund, Panel CUSUM eş-bütünleşme ve Panel ARDL tahmincisi testlerini kullanarak, yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemde pozitif yönlü bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Kutan vd., (2017), çalışmalarında doğrudan yabancı yatırım girişlerinin ve borsa gelişiminin, yenilenebilir enerji tüketiminin teşvik edilmesindeki rolünü araştırmak ve ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonu ve Brezilya, Çin, Hindistan ve Güney Afrika panelindeki ekonomik çıktı üzerindeki etkisini 1990-2012 arası dönem için araştırmışlardır. Yıllık veriler ve güçlü panel ekonometrik teknikleri kullanılarak yapılan araştırmada, hem doğrudan yabancı yatırım girişlerinin hem de borsa gelişiminin yenilenebilir enerji tüketimini arttırmada önemli bir rol oynadığı ayrıca yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonlarındaki büyümeyi azaltmaya yardımcı olduğu ve ekonomik kalkınmayı teşvik ettiği sonucuna ulaşılmıştır.

Koçak & Şarküneşi (2017), çalışmalarında 9 Karadeniz ve Balkan ülkelerinde 1990-2012 dönemi için geleneksel üretim fonksiyonu çerçevesinde yenilenebilir enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki araştırılmıştır. Bu amaçla, Pedroni 1999, Pedroni 2004 panel eş bütünleşme, Pedroni, Pedroni eşbütünleşme tahmin yöntemleri ve Dumitrescu ve Hurlin heterojen panel nedensellik tahmin teknikleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında uzun vadeli bir denge ilişkisinin olduğu ve yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde olumlu bir etkisi olduğu sonucuna varmışlardır. Heterojen panel nedensellik analizi sonuçları Bulgaristan, Yunanistan, Makedonya, Rusya ve Ukrayna’da büyüme hipotezini desteklemektedir; Arnavutluk, Gürcistan ve Romanya’da geri bildirim hipotezi; Türkiye’deki tarafsızlık hipotezi ve dokuz ülkenin tamamını içeren panel verilerine göre sonuçlar geri bildirim hipotezini desteklemektedir. Bulgarlar, Balkan ve Karadeniz ülkelerinde yenilenebilir enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerinde önemli bir etkisi olduğu sonucuna ulaştırmıştır.

Erdal (2012), çalışmasında Türkiye için yenilenebilir enerji arz güvenliğini ile ilgili bir durum değerlendirmesi yapmıştır. Türkiye’de mevcut enerji ve planlanan enerji yatırımlarını belirlemek, bu bağlamda yeşil yakalılar olarak tanımlanan meslek grubunu ülkedeki mevcut

durumunu ve gelecekte enerji yatırımlarının artmasıyla muhtemel potansiyel artışı tahmin etmektedir. Türkiye gibi ithal enerji bağımlılığı yüksek ülkelerde yerli ve yenilenebilir enerji kaynakları alternatifini kullanmanın enerji arz güvenliğini artırmanın/sağlamanın yanında, özellikle genç nüfus arasında yaygın işsizlik problemini çözmeye katkı sağlayacağını da ifade etmektedir.

Allegret vd. (2014), çalışmalarında petrol fiyatlarının cari işlemler dengesi üzerindeki etkisini 27 ülkenin 1980-2010 yılları arasındaki verilerini panel düzgün geçiş regresyon modelini kullanarak incelemişlerdir. Enerji tüketimi ve üretiminin, enerjide dışa bağımlı olmayan, özellikle de petrol gibi önemli enerji kaynaklarına sahip olan ülkelerin cari işlemler dengesine pozitif yönde etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Fakat petrol gibi enerji fiyatlarında yaşanan artışların, bu ülkelerin cari işlemler dengesini olumlu yönde etkilese de bu değişimlerin lineer olmadığı belirlenmiştir. Özellikle de ülkelerin finansal gelişmişlik düzeyine göre, cari işlemler dengesinde oluşan pozitif etki de değişmektedir.

Bento & Moutinho (2016), çalışmasında kişi başına CO2 emisyonları, kişi başına reel GSYİH, kişi başına yenilenebilir elektrik üretimi ve kişi başına yenilenebilir elektrik üretimi ve uluslararası ticaret arasındaki dinamik nedensel ilişkilerini araştırmak için ARDL sınır testi yaklaşımı kullanmışlardır. Kuznets eğrisi (EKC) hipotezi analitik olarak doğrulanmıştır, çünkü tahmini kirlilik modeli ekonomik büyümenin zamanla daha az kirliliğe yol açtığını göstermektedir. Bulgular, yenilenebilir elektrik üretiminin zaman içinde kirlenici emisyonlarını azaltmada önemli bir çözüm olduğunu göstermektedir.

Acaravcı & Erdoğan (2018), çalışmalarında dünyada ilk beş ülke (ABD, Kanada, Brezilya, Rusya ve Çin) için çevre kirliliği, yenilenebilir enerji üretimi ve gelir arasındaki 1992-2013 dönemi için uzun dönemli ilişkileri, dinamik panel veri yöntemiyle incelemişlerdir. Sonuç olarak uzun dönemde durağan olmayan değişkenler arasında ilişkinin var olduğu, çevre kirliliği üzerinde yenilenebilir enerji üretiminin, negatif bir etkiye sahip olduğu ve çevre kirliliği üzerinde kişi başı gelirin, pozitif etkide bulunduğu anlaşılmıştır. Söz konusu ülkelere, yenilenebilir enerji üretimindeki artış, çevre kirliliğini azaltma ve ekonomik büyüme ve çevre çatışmasının çözümüne katkı sağlayacaktır.

Singh vd. (2019), 1995-2016 dönemi için 20 gelişmiş ve gelişmekte olan ülkede yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi En Küçük Kare Regresyon (FMOLS) modelini kullanarak araştırmışlardır. Ampirik bulgular yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin var olduğu ve ayrıca gelişmekte olan ülkelere gelişmiş ülkelere oranla yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin daha yüksek olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Dinç & Akdoğan (2019) çalışmalarında, Türkiye için 1980-2016 dönemi için Johansen–Juselius koentegrasyon testi, vektör hatası düzeltme modeli, Granger nedensellik, etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırma testlerini kullanılarak yenilenebilir enerji üretimi, toplam enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında uzun ve kısa dönemli ilişkiyi analiz etmeye çalışmışlardır. Elde edilen bulgulara göre hem kısa hem de uzun dönemde enerji tüketiminin ekonomik büyümeyi etkilediği ve Türkiye’de sürdürülebilir ekonomik büyüme için yenilenebilir enerji üretimin artırılması ve tüketiminin azalması gerektiği sonucuna ulaşmışlardır.

Bağcı (2019) çalışmasında, öncelikle Türkiye'nin yenilenebilir enerji üretim potansiyeli, yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimini araştırmıştır. Türkiye'de enerji kaynaklarından yeterli düzeyde faydalanılmadığı sonucuna ulaşmıştır. Türkiye'nin cari işlemler dengesi açığının büyük bir bölümünün enerji ithalatından kaynaklandığını ve enerjinin ithal edilmemesi durumunda ya cari işlemler fazlası veya cari açıkta düşüş olacağını ve bunun sağlanabilmesi için de yenilenebilir enerji alanlarına yapılan yatırımların artırılıp, enerji sektöründeki fosil kaynaklardan yenilenebilir kaynaklara dönüşümün etkili bir şekilde yapılandırılmasını ve bu konuda daha geç kalınmaması gerektiği vurgulamıştır.

Pao & Fu (2013), Sebri & Ben-Salha (2014) yaptıkları çalışmalar da yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisine rastlamışlardır. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik ilişkisinin olduğunu çalışmalar ise Reboredo (2014), Alperes & Payne (2014), Jebli & Youssef (2015), Özşahin (2016), Koçak & Şarkgüneşi (2017), Kutun (2017) şeklinde sıralanabilir. Menegaki (2011) çalışmasında nedensellik ilişkisinin olmadığını açıklamıştır.

Yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik ilişkisinin çıktığı çalışmalar Allegret vd. (2014), Dinç & Akdoğan (2019), Singh vd., (2019) olarak sıralanabilir. Erdal (2012) çalışmasında, yenilenebilir enerji üretiminin artması enerji arz güvenliğini sağlayarak, işsizliği azalacağını; Bento & Moutinho (2016), Acaravcı & Erdoğan (2018) çalışmalarında, yenilenebilir enerji üretiminin CO2 emisyonları azaltacağını; Bağcı (2019) da ise cari işlemler dengesinin sağlanabilmesi yenilenebilir enerji üretiminin artırmasıyla sağlanacağını üzerinde durmuştur.

Görüleceği üzere, kullanılan verilerin, yöntemlerin, seçilen örneklem grubunun ve incelenen zaman aralıklarının farklılıklar taşımasıyla nedeniyle, yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalarda ortak bir sonuca varılamamıştır.

#### **4. Veri Seti, Yöntem ve Ekonometrik Model**

##### **4.1. Veri Seti**

Çalışmada G20 ülkelerinden, 19 ülkenin 2000-2016 yılları arasındaki yıllık verileri kullanılarak yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki uzun dönemli ilişki incelenmiştir. G20 ülkeleri içerisinde yer alan 19 ülkeden tamamının 2017 yılı verilerine ulaşamadığından, çalışmada 2000-2016 yılları arasındaki veriler kullanılmıştır. Yenilenebilir enerji üretim verileri OECD'nin resmî sitesinden, ekonomik büyüklüğü ifade eden gayri safi yurtiçi hasıla verileri ise Dünya Bankası'nın resmî sitesinden temin edilmiştir. Veriler doğal logaritmaları alınarak analizlerde kullanılmıştır. Çalışmamıza konu olan G20 ülkelerini; Türkiye, İngiltere, Japonya, Kanada, Almanya, Fransa, İtalya, Rusya, Avustralya, Brezilya, Arjantin, Hindistan, Çin, Endonezya, Meksika, Suudi Arabistan, Güney Afrika, Güney Kore, ABD ve Avrupa Birliği Komisyonu oluşturmaktadır. Avrupa Birliği Komisyonu sadece komisyon olarak yer almaktadır.

Tablo 1'de değişkenlerin sembolleri ve tanımı ve alındığı kaynaklar açıklanmaktadır.



**Tablo 1: Değişkenlerin Tanımlanması**

Değişken	Tanımı	Kaynak
REP	Yenilenebilir Enerji Üretimi	OECD
EG	Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla Yıllık % Büyüme (Değişim) Değerleri	Dünya Bankası

## 4.2. Yöntem

İlk olarak yenilenebilir enerji üretimi (renewable energy product) (REP) ve ekonomik büyüme (economic growth) (EG) arasındaki uzun dönemli ilişkiyi incelemek için öncelikle panel veri setinde yer alan ülkeler için yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri uygulanmıştır. Serilerin durağanlığı ise ADF ve PP Fisher birim kök testleriyle incelenmiştir. Durağan seriler elde edildikten sonra yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme testleriyle araştırılmış ve FMOLS ve DOLS testi sonuçları ile ilişkinin yönü tespit edilmiştir.

Üzerinde çalışılacak ekonometrik modelin matematiksel formu aşağıdaki gibi ifade edilmiştir;

$$EG_{it} = \alpha_{it} + \beta_{it}REP_{it} + u_{it} \quad (1)$$

Burada  $i=1,2,3,4,\dots,19$ . ve  $t=1,2,3,4,5,\dots,17$ 'dir. Model 2000-2016 yılları arasında eksiksiz veriye sahip olan 19 ülke için test edilmiştir. Modelde yer olan EG değişkeni "Gayrisafi Yurtiçi Hâsıla Yıllık % Büyüme (Değişim) Değerlerini", REP "Yenilenebilir Enerji Üretimini", u "hata terimlerini" ifade etmektedir. Yukarıda da açıkladığımız gibi EG (Ekonomik Büyüme) Dünya Bankasından, REP (Yenilenebilir Enerji Üretimi) OECD'nin resmî sitesinden alınmıştır.

## 4.3 Ampirik Bulgular

### 4.3.1. Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri

Çalışmada birinci ve ikinci kuşak eşbütünleşme testleri arasında tercih yapılabilmesi için birimler arası korelasyonun varlığının sınanması gerekmektedir. Hata terimleri arasında birimler arası korelasyon (yatay kesit bağımlılığı) bulunması durumunda birinci kuşak eşbütünleşme testleri zayıf kalacağından dolayı ikinci kuşak eşbütünleşme testlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Aşağıda Tablo 2'de Breusch Pagan (1980) LM testi, Pesaran (2004) CD Testi ve Pesaran, Ullah & Yamagata'nın (2008) NLM testi sonuçları gösterilmiştir.

**Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testleri**

Test	İstatistik	Olasılık
Breusch Pagan (1980) LM testi	610.9	0.0000
Pesaran, Ullah & Yamagata'nın (2008) NLM testi	48.6	0.0000
Pesaran (2004) CD Testi	0.531	0.5954

Breusch Pagan (1980) LM testi ve Pesaran, Ullah & Yamagata 'nın (2008) NLM testi sonuçlarına göre  $H_0$  hipotezi reddedilmiş ve birimler arası korelasyon olduğu sonucuna varılmıştır.  $N>T$  olduğu durumda Breusch Pagan (1980) LM testinden daha iyi sonuç veren Pesaran (2004) CD Testine göre ise  $H_0$  hipotezi reddedilememiş ve birimler arasında korelasyon bulunmadığı belirlenmiştir. Çalışmada kullanılan veri seti 19 yatay kesit ve 17 dönemden oluştuğundan, diğer bir ifadeyle  $N>T$  olduğundan Pesaran (2004) CD Testine göre birimler arası korelasyon bulunmadığı kabul edilmiş ve birinci kuşak eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

#### 4.3.2 Panel Birim Kök Testleri ve Analiz

Bu çalışmada ortak ve bireysel birim kök testleri olmak üzere G20 olarak adlandırılan 19 ülkenin 2000-2016 dönemi yenilenebilir enerji üretimi serilerine ve Gayri Safi Yurtiçi Hasıla serilerine beş farklı panel birim kök testi olan, Levin vd. (2002), Breitung (2000), Im vd. (2003), ADF ve PP Fisher tipi birim kök testleri uygulanmıştır. Birinci nesil birim kök testleri olarak adlandırılan bu testlerde panel verilerinin olasılık değerinin 0.10 olasılık değerinden küçük olması halinde panel veriler durağan kabul edilmektedir. Çalışmada G20 ülkelerini oluşturan 19 ülkenin 2000-2016 yılları arasındaki verileri kullanılarak yenilenebilir enerji üretimi (REP) verilerine uygulanan birinci nesil birim kök test istatistikleri ve olasılık değerleri sonuçları Tablo 3'de gösterilmiştir

**Tablo 3: Yenilenebilir Enerji Üretimi Birim Kök Testleri**

Yöntem	Düzeyde		1. Farklarda	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
<b>Levin, Lin &amp; Chu t*</b>	-2.0797(0.0188)**	0.0833(0.5332)	-4.0841(0.0000)*	-4.6449(0.0000)*
<b>Breitung t-stat</b>	-	2.7324(0.9969)	-	-2.7339(0.0031)*
<b>Im, Pesaran &amp; Shin W-stat</b>	3.4116(0.9997)	1.3525(0.9119)	-5.6569(0.0000)*	-4.6146(0.0000)*
<b>ADF - Fisher Chi-square</b>	28.2558(0.8754)	34.1258(0.6492)	103.051(0.0000)*	84.6681(0.0000)*
<b>PP-Fisher Chi-square</b>	24.1524(0.9606)	85.8929(0.0000)*	242.929(0.0000)*	247.291(0.0000)*

*Olasılık değerleri parantez içinde yer almaktadır. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.*

Tablo 3'den de anlaşılacağı üzere yenilenebilir enerji üretimi serileri düzeyde sadece Levin, Lin & Chu testinde sabitli modelde ve PP-Fisher tipi testte sabitli-trendli modelde durağandır. Diğer tüm testler ve modellere göre ise serilerin düzeyde durağan olmadıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 3 incelendiğinde, serilerin 5 birim kök testine göre, 1. farklarda sabitli ve sabitli-trendli modellerde 1% anlamlılık düzeyinde durağan olduğu gözlemlenmiştir. Bu nedenle yenilenebilir enerji üretimi serileri analizlerde 1. farkları ile kullanılmıştır.

GSYİH (EG) verilerine uygulanan birinci nesil birim kök test istatistikleri ve olasılık değerleri sonuçları Tablo 4’de gösterilmiştir.

**Tablo 4: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla Birim Kök Testleri**

Yöntem	Düzeyde		1. Farklarda	
	Sabitli	Sabitli-Trendli	Sabitli	Sabitli-Trendli
<b>Levin, Lin &amp; Chu t*</b>	-6.5026(0.0000)*	0.9112(0.8189)	-7.2324(0.0000)*	-12.4554(0.0000)*
<b>Breitung t-stat</b>	-	2.6690(0.9962)	-	-2.7784(0.0027)*
<b>Im, Pesaran &amp; Shin W-stat</b>	-3.1126(0.0009)*	2.9362(0.9983)	-4.5487(0.0000)*	-7.8805(0.0000)*
<b>ADF Fisher Chi-square</b>	65.0950(0.0040)*	24.8907(0.9499)	83.8726(0.0000)*	130.327(0.0000)*
<b>PP-Fisher Chi-square</b>	41.3806(0.3253)	7.6355(1.0000)	100.663(0.0000)*	182.880(0.0000)*

Olasılık değerleri parantez içinde yer almaktadır. \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 4’den de anlaşılacağı üzere GSYİH (EG) serileri ADF-Fisher tipi testte, Im, Pesaran & Shin testinde ve Levin, Lin & Chu testinde sabitli modele göre durağan iken sabitli-trendli modele göre durağan değildir. Gayri Safi Yurtiçi Hasıla serileri düzeyde sadece Levin, Lin & Chu testinde sabitli modelde ve PP-Fisher tipi testte sabitli-trendli modelde durağandır. Diğer tüm testler ve modellere göre ise serilerin düzeyde durağan olmadıkları gözlemlenmiştir.

Tablo 4 incelendiğinde serilerin 5 birim kök testine göre, 1. farklarda sabitli ve sabitli-trendli modellerde 1% anlamlılık düzeyinde durağan olduğu gözlemlenmiştir. Bu sebeple GSYİH serileri de analizlerde 1. farkları ile kullanılmıştır.

#### 4.3.3. Panel Eşbütünleşme Testleri ve Analizi

Birim kök testleri uygulaması ile durağan seriler elde edildikten sonra, yenilenebilir enerji üretimi ile gayri safi yurtiçi hasıla arasında uzun dönemli bir ilişkinin olup olmadığını belirlemek üzere Kao ve Johansen Fisher eşbütünleşme testi kullanılarak çalışma yapılmıştır. Kao’nun (1999) eşbütünleşme testinde de kointegrasyon vektörleri arasında heterojenlik kabul edilir fakat asimtotik denklik sebebiyle bağımsız değişkenlerin endojenliği kuralı ihlal edilmektedir. Tablo 5’de Kao ve Johansen Fisher Panel eşbütünleşme testi sonuçları verilmektedir.

**Tablo 5: Kao ve Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme Testi**

<b>Kao Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları</b>				
	<b>t-İstatistiği</b>		<b>Olasılık Değeri</b>	
ADF	1.426608		0.0768***	
Artık Varyans	0.005950			
HAC Varyans	0.009431			
<b>Johansen Fisher Panel Eşbütünleşme Test Sonuçları</b>				
<b>Hesaplanan CE(s) sayıları</b>	<b>Fisher İstatistiği (from trace test)</b>	<b>Olasılık Değeri</b>	<b>Fisher İstatistiği (from max - eigen test)</b>	<b>Olasılık Değeri</b>
Hiçbiri	80.38	0.0001*	60.92	0.0106**
En fazla 1	79.69	0.0001*	79.69	0.0001*

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 5’de yer alan Kao eşbütünleşme test sonuçları incelendiğinde; “ $H_0$ : Seriler arasında eşbütünleşme yoktur” hipotezi %10 anlamlılık seviyesinde reddedilmiştir. Johansen Fisher eşbütünleşme testine göre ise “ $H_0$ : Seriler arasında eşbütünleşme yoktur” hipotezi reddedilmiş ve alternatif hipotez olan “ $H_0$ : Seriler arasında eşbütünleşme vardır” hipotezi kabul edilmiştir. Kao Panel eşbütünleşme Testi ve Johansen Fisher Panel eşbütünleşme testine göre değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki bulunduğu tespit edilmiştir. Testlerin çoğunluğunun uzun dönemli bir ilişkiyi işaret etmesinden dolayı yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında uzun dönemli ilişki olduğu kabul edilmiştir.

#### 4.3.4. FMOLS - DOLS Testleri ve Analizi

Eşbütünleşme testleri uygulandıktan sonra yenilenebilir enerji üretimi (REP) ve ekonomik büyüme (EG) arasındaki uzun dönemli ilişkiye ilişkin tahminde bulunabilmek amacıyla Pedroni (2000) tarafından geliştirilen, kısa dönemde büyük ölçüde heterojenliğe izin veren asimtotik dağılımlı, nihai sapmasız katsayının hesaplanması gayesiyle Düzenlenmiş/ Geliştirilmiş En Küçük Kareler Yöntemi (Fully Modified Ordinary Least Squares) FMOLS ve Dinamik En Küçük Kareler Yöntemi (Dynamic Ordinary Least Square) DOLS uygulanmıştır.

FMOLS yöntemi ile dinamik panelde değişkenler arasındaki mevcut ilişki araştırması yapılırken; sabit terim, hata terimi ve değişkenler arasında heterojenliğe izin veren korelasyon derecesi dikkate alınmaktadır. Bu doğrultuda geliştirilen FMOLS yöntemi aşağıda gösterilen panel regresyon modeline dayanmaktadır;

$$y_{it} = \alpha_i + \beta x_{it} + u_{it} \quad (2)$$

$$x_{it} = x_{it-1} + x\varepsilon_{it} \quad (3)$$

Denklemden (2)’de gösterilen  $y_{it}$  bağımlı değişkeni,  $x_{it}$  bağımsız değişkeni ve  $\alpha_i$  sabit etkileri temsil etmektedir. Bununla birlikte paneli oluşturan kesitler asimtotik dağılıma sahiptir. Bağımlı değişken ( $y_{it}$ ) ile bağımsız değişken ( $x_{it}$ ) arasında uzun dönemli eşbütünleşme

ilişkisinin gösterildiği denklem (2)'de  $\beta$  ile gösterilen uzun dönem eşbütünleşme katsayısı tahmini yapılacaktır. Yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin nihai sapsız katsayılarını tahmin etmek üzere Pedroni (2001) tarafından geliştirilmiş olan diğer bir yöntem DOLS yöntemidir. DOLS yöntemi küçük örneklemelerde daha tutarlı sonuçlar vermektedir (Gündoğan & Tok, 2019: 137). Bu sebeple çalışmada uzun dönem eşbütünleşme katsayıları tahmin edilirken DOLS yöntemi de kullanılmıştır. DOLS grup ortalama panel tahmincisi yönteminde kullanılan regresyon denklemi ise aşağıdaki gibidir;

$$EG_{it} = \alpha_i + \beta_i REP_{it} + \sum_{k=-K_{iyik}}^{K_i} \Delta_{REP_{it-k}} + u_{it} \quad (4)$$

Yukarıdaki denklemden üretilen grup ortalama panel DOLS tahmincisi aşağıdaki denklem ile temsil edilmektedir;

$$\hat{\beta}_{GD}^* = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_{D,i}^* \quad (5)$$

Yukarıdaki denklemde  $\hat{\beta}_{GD}^*$  ile temsil edilen matris her bir yatay kesit için DOLS tahmininden elde edilen eşbütünleşme katsayısını göstermektedir. Grup ortalama panel DOLS tahmincilerine ait t-istatistikleri ise aşağıdaki denklem kullanılarak hesaplanmaktadır;

$$t_{\beta_{D,i}^*} = (\hat{\beta}_{D,i}^* - \beta_0) \left[ \hat{\sigma}_i^{-2} \sum_{t=1}^T (REP_{it} - \overline{REP}_t)^2 \right]^{1/2} \quad (6)$$

**Tablo 6: FMOLS ve DOLS Testleri**

Değişkenler	Katsayılar	t-İstatistiği
FMOLS	0.7257	4.4093*
DOLS	0.6800	3.0156*

\*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla istatistiksel olarak 1%, 5% ve 10% anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 6'da görüldüğü üzere Pedroni (2000) tarafından geliştirilmiş olan FMOLS yöntemi uygulaması sonuçlarına göre katsayı 0.72 olarak tahmin edilmiştir. Tablo 6'da gösterilen sonuç pozitif ve istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyinde anlamlıdır. Bu durumda G20 ülkelerinde yenilenebilir enerji üretiminde yaşanan %1 oranındaki değişim, ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık olarak %0.72 değişmeye neden olacaktır.

Pedroni (2001) tarafından geliştirilmiş olan DOLS yöntemi uygulanması sonucu bu katsayı 0.68 olarak tahmin edilmiştir. Tahmin edilen sonuç pozitif ve istatistiksel olarak %1 anlamlılık düzeyi için anlamlıdır. Bu bulgulara göre FMOLS test sonuçlarında olduğu gibi 19 G20 ülkesinin genelinde yenilenebilir enerji üretimindeki %1 oranındaki değişim, ekonomik büyüme üzerinde uzun dönemde yaklaşık %0.68 değişmeye neden olacaktır. Bu sonuçlara göre hem FMOLS hem de DOLS katsayılarının pozitif çıkması, G20 ülkelerinde uzun dönemde yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif ilişki olduğunu yani yenilenebilir enerji üretiminin ekonomik büyümeyi pozitif yönde etkilediği sonucunu ortaya koymaktadır.

## 5. Sonuç ve Öneriler

İktisadi faaliyetlerin sağlıklı bir şekilde devamı açısından enerji önemli bir role sahiptir. Enerji sorununu çözemeyen ülkelerin ekonomik hedefler ulaşması ve sosyal dengeleri sağlaması oldukça güçtür. Ülkeler enerji sorunu yenilenebilir enerji ve yenilemez enerji kaynaklarından olmak üzere iki kaynaktan çözmeye çalışmaktadırlar. Yenilenemez enerji kaynaklarının dünyada adaletsiz dağılımı fosil kaynak kullanımının maliyetli ve tükenbilir olması, yenilenebilir enerji üretimi ve tüketimini hem zorunlu hem de gerekli hale getirmektedir.

Bu çalışmanın amacı da 2000-2016 dönemi, G20 üyesi 19 ülke için yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında ilişkiyi araştırmaktır. Bu kapsamda öncelikle panel veri setinde yer alan ülkeler için yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri uygulanmıştır. Serilerin durağanlığı ise ADF ve PP Fisher birim kök testleriyle incelenmiştir. Durağan seriler elde edildikten sonra yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki Kao ve Johansen Fisher panel eşbütünleşme testleriyle araştırılmış ve FMOLS ve DOLS testi sonuçları ile ilişkinin yönü tespit edilmiştir. FMOLS ve DOLS testi sonuçları itibarıyla yenilenebilir enerji üretimi katsayılarının pozitif olarak çıkması, ekonomik büyümeyi de pozitif yönde etkilediğini göstermektedir. FMOLS testine göre %1 anlamlılık seviyesinde katsayı 4.4093 ve DOLS testine göre ise %1 anlamlılık seviyesinde 3.0156 değerini almaktadır. Her iki katsayı değeri de istatistik olarak anlamlı bir olasılık ifade etmektedir. *Elde edilen ampirik bulgular* G20 ülkelerinde yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir.

Çalışmamız literatürdeki yenilenebilir enerji üretimi ve ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik ilişkisini açıklayan Allegret vd. (2014), Dinç & Akdoğan (2019), Singh vd. (2019)'in çalışmalarıyla örtüşmektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir nedensellik ilişkisinin olduğunu Reboredo (2014), Alperes & Payne (2014), Jebli & Youssef (2015), Özşahin (2016), Koçak & Şarkgüneşi (2017), Kutan (2017)'nin çalışmalarıyla benzerlik göstermekte birlikte yenilenebilir enerji tüketimi konusunda ayrılmaktadır.

Çalışmamızın literatüre katkısı G20 ülkelerinde yenilenebilir enerji üretimi ile ekonomik büyüme arasında pozitif nedensellik ilişkisinin olduğudur. Bu kapsamda G20 ülkeleri dünya ekonomisinde büyük bir paya sahip olduğu için yenilenebilir enerji üretimini artırarak dünya genelinde sürdürülebilir büyümeye pozitif katkı sağlayabilirler. Aynı zamanda işsizlik, cari açığın, iklim değişikliğinin azalmasına ve CO<sub>2</sub> emisyon gazı kullanımını düşürerek çevre kirliliğinin aşgari düzeye inmesine ve temiz bir dünyada yaşanmasını sağlayabilirler. Bu nedenle G20 ülkeleri ve Dünyadaki diğer ülkeler, enerji yoğunluğunu düşürerek enerji verimliliğini artırmalıdır. Yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımına yönelmeler ve teknolojilerini de bu kaynakların artırılması yönünde kullanmalıdırlar.

## Kaynakça

Acaravcı, A., & Erdoğan, S. (2018). Yenilenebilir enerji, çevre ve ekonomik büyüme ilişkisi: Seçilmiş ülkeler için ampirik bir analiz. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13 (1), 53-64.

- Ağaçbiçer, G. (2010). *Yenilenebilir enerji kaynaklarının Türkiye ekonomisine katkısı ve yapılan swot analizler* (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Çanakkale On sekiz Mart Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Allegret, J. P., Couharde, C., Coulibaly, D., & Mignon, V. (2014). Current accounts and oil price fluctuations in oil-exporting countries: The role of financial development. *Journal of International Money and Finance*, 47 (C), 185-201.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2014). The casual dynamics between renewable energy, real gdp, emissions and oil prices: Evidence from OECD countries. *Applied Economics*, 46 (36), 4519-4525.
- Bağcı, E. (2019). Türkiye’de yenilenebilir enerji potansiyeli, üretimi, tüketimi ve cari işlemler dengesi ilişkisi. *R&S-Research Studies Anatolia Journal*, 2 (4), 101-117.
- Ben Jebli, M., & Ben Youssef, S. (2015). Output, renewable and non-renewable energy consumption and international trade: Evidence from a panel of 69 countries. *Renewable Energy*, 83 (C), 799-808.
- Bento, J. P. C., & Moutinho, V. (2016). Co2 emissions, non-renewable and renewable electricity production, economic growth, and international trade in Italy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55 (C), 142-155.
- Breitung, J. (2000). The local power of some unit root tests for panel data. *Humboldt University Berlin Institute of Statistics and Econometrics Spandauer Strasse 1, D-10178 Berlin, Germany*, 1-32. Retrieved March 04, 2020, from <https://pdfs.semanticscholar.org/1258/f1b10115655e14a9baf7dd20e4d829f2a7f4.pdf>.
- Breusch, T. S., & Pagan, A. R. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *The Review of Economic Studies*, 47 (1), 239-253.
- Choi, I. (2001). Unit root tests for panel data. *Journal of International Money and Finance*, 20 (2), 249-272.
- Çapık, M., Yılmaz, A. O., & Çavuşoğlu, İ. (2012). Present situation and potential role of renewable energy in Turkey. *Renewable Energy*, 46, 1-13.
- Çöğürçü, İ., & Çoban, O. (2011). Dış borç ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği (1980-2009). *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 13 (21), 133-149.
- Den Elzen, M., Admiraal, A., Roelfsema, M., Yan Soest, H., Hof, A. F., & Forsell, N. (2016). Contribution of the G20 economies to the global impact of the Paris agreement climate proposals. *Climatic Change*, 137, 655-665.
- Diñç, D. T., & Akdoğan, E. C. (2019). Renewable energy production, energy consumption and sustainable economic growth in Turkey: A VECM approach. *Sustainability*, 11 (5), 1-14.
- Edenhofer, O., Knopf, B., Bak, C., & Bhattacharya, A. (2017). Aligning climate policy with finance ministers’ G20 agenda. *Nature Climate Change*, 7 (7), 463-465.
- Erdal, L. (2012). Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımları ve istihdam yaratma potansiyeli. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Dergisi*, 4 (1), 171-181.
- Gündoğan, H., & Tok, D. (2019). Petrole bağımlı ülkelerde petrol fiyatlarının sanayi üretimine etkisi: Panel nedensellik çalışması. *Ege Akademik Bakış*, 19 (1), 131-140.
- International Energy Agency (IEA). (2012). *World energy outlook (weo) executive summary 2012*. Retrieved February 23, 2020, from <http://www.iea.org/Textbase/npsum/weo2012sum.pdf>.
- Im, K. S., Pesaran, M. H., & Shin, Y. (2003). Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Journal of Econometrics*, 115 (1), 53-74.
- Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, 90 (1), 1-44.

- Koç, E., & Şenel, M. C. (2013). Dünyada ve Türkiye’de enerji durumu–genel değerlendirme. *Mühendis ve Makine*, 54 (639), 32-44.
- Koçak, E., & Şarkgüneşi, A. (2017). The renewable energy and economic growth nexus in Black Sea and Balkan countries. *Energy Policy*, 100 (C), 51-57.
- Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummalla, M., & Zakari, A. (2017). Financing renewable energy projects in major emerging market economies: Evidence in the perspective of sustainable economic development. *Emerging Markets Finance and Trade*, 54 (8),1761-1777.
- Levin, A., Fu Lin, C., & Shang James Chu, C. S. J. (2002). Unit root tests in panel data: Asymptotic and finite-sample properties. *Journal of Econometrics*, 108 (1), 1-24.
- Menegaki, A. N. (2011). Growth and renewable energy in Europe: A random effect model with evidence for neutrality hypothesis. *Energy Economics*, 33 (2), 257-263.
- National Renewable Energy Laboratory. (1997). Dollars from sense the economic benefits of renewable energy, national renewable energy laboratory. *U.S. Department of Energy, Washington*. Retrieved February 26, 2020, from <https://www.nrel.gov/docs/legosti/fy97/20505.pdf>
- Özalp, M. (2019). Küresel ölçekte Türkiye’nin enerji arz ve talep güvenliği. *Turkish Studies International Academic Journals*, 14 (1), 537-552.
- Özşahin, Ş., Mucuk, M., & Gerçeker, M. (2016). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: Brics-T ülkeleri üzerine panel ARLD analizi. *Siyaset Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 4 (4), 111-130.
- Pao, H. T., & Fu, H. C. (2013). Renewable energy, non-renewable energy and economic growth in Brazil. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 25, 381-392.
- Pedroni, P. (2000). Fully-modified ols for heterogeneous cointegrated panels. In B. H. Baltagi (Ed.), *Advances in econometric volume 15, nonstationary panels, panel cointegration and dynamic panels* (pp. 93-130). New-York: Elsevier.
- Pedroni, P. (2001). Purchasing power parity tests in cointegrated panels. *The Review of Economics and Statistics*, 83 (4), 727-731.
- Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *University of Cambridge Working Paper*, 0435. Retrieved March 05, 2020, from <http://ftp.iza.org/dp1240.pdf>.
- Pesaran, H. M., Ullah, A., & Yamagata, T. (2008). A bias-adjusted LM test of error cross-section independence. *Econometrics Journal*, 1 (1), 105-107.
- Reboredo, J. (2015). Is there dependence and systemic risk between oil and renewable energy stock prices?. *Energy Economics*, 48 (2015), 32-45.
- Sebri, M., & Salha, O. B. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Freshevidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39 (C), 14-23.
- Singh, N., Nyuur, R., & Richmond, B. (2019). Renewable energy development as a driver of economic growth: Evidence from multivariate panel data analysis. *Sustainability*, 11(8), 1-18.
- United Nations. (1996). *Human development report*. Retrieved February 26, 2020, from [http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/257/hdr\\_1996\\_en\\_complete\\_nostats.pdf](http://hdr.undp.org/sites/default/files/reports/257/hdr_1996_en_complete_nostats.pdf)