



## TÜRKİYE'DE DOĞRUDAN YABANCI YATIRIMLAR İLE YENİLENEBİLİR ENERJİ TÜKETİMİ ARASINDA EŞBÜTÜNLEŞME VAR MIDIR?

Hamza ÇEŞTEPE<sup>1</sup>, Havanur ERGÜN TATAR<sup>2</sup>

### Öz

Yenilenebilir enerjinin belirleyicileri ve çeşitli makroekonomik değişkenlerle ilişkisi konusunda son dönemlerde yapılan çalışmaların sayısında artış görülmektedir. Bu makroekonomik değişkenlerden biri de gelişmekte olan ülkeler için önemli bir dış finansman kaynağı durumunda olan doğrudan yabancı yatırımlardır. Bu çalışmada, Türkiye'de 1990-2019 dönemi için yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımlar ilişkisi ampirik olarak incelenmiştir. Bu bağlamda, iki değişken arasındaki ilişkiyi teorik olarak açıklayan Kirililik Hale Hipotezi ve Kirililik Sığınağı Hipotezinin de Türkiye için geçerliliği test edilmiştir. RALS-EG ve RALS-EG2 eşbütünleşme testleriyle yapılan analizler sonucunda, yenilenebilir enerji kullanımı ve doğrudan yabancı yatırımlar arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmemiştir. Dolayısıyla, adı geçen hipotezlerin Türkiye için uzun dönemde geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Yenilenebilir Enerji, Türkiye, RALS-EG Eşbütünleşme Testi  
**JEL Sınıflandırması:** F21, Q42, Q43

## IS THERE A COINTEGRATION BETWEEN FOREIGN DIRECT INVESTMENTS AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION IN TURKIYE

### Abstract

There has been an increase in the number of recent studies on the determinants of renewable energy and its relationship with various macroeconomic variables. One of these macroeconomic variables is foreign direct investment, which is an important source of foreign financing for developing countries. In this study, the relationship between renewable energy use and foreign direct investments in Turkey for the period 1990-2019 is empirically examined. In this context, the validity for Turkey of the Pollution Halo Hypothesis and the Pollution Havens Hypothesis, which theoretically explain the relationship between the two variables, is also tested. As a result of the analyzes made with RALS-EG and RALS-EG2 cointegration tests, no cointegration relationship is found between renewable energy use and foreign direct investments. Therefore, it is concluded that the mentioned hypotheses are not valid for Turkey in the long run.

**Keywords:** Foreign Direct Investments, Renewable Energy, Turkey, RALS-EG Cointegration Test  
**JEL Classification:** F21, Q42, Q43

<sup>1</sup> Prof. Dr., Zonguldak Bülent Ecevit Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, hcestepe@beun.edu.tr, ORCID: 0000-0003-1541-5703.

<sup>2</sup> Doç. Dr., Bartın Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, havanurergun@gmail.com, ORCID: 0000-0002-4284-9083.

## 1. Giriş

Küresel ısınma ve sera gazı emisyonlarının çevresel sonuçları, fosil yakıtlara ilişkin endişelerin artmasına neden olmaktadır. Bu bağlamda, yenilenebilir enerji kaynaklarının yakın gelecekte dünya enerji tüketiminde önemli rol oynayacağı kabul edilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarına verilen önem, enerji arz güvenliğiyle birlikte karbondioksit salınımının azaltılması ve çevrenin korunmasının amaçlanmasıyla daha da artmıştır (Öcal ve Aslan, 2013:494).

Artan nüfus, insan refahının artışı, teknolojik gelişmeler ve sanayileşmeyle birlikte her geçen gün enerji talebi daha da artmaktadır. Bu durum ise, fosil enerji kaynaklarının tüketiminin artarak devam etmesine yol açmaktadır. Özellikle, enerji ithalinde büyük oranda dışa bağımlı bir ülke olan Türkiye, bir yandan fosil enerji kaynak araması yaparken, diğer yandan yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanıma dair çalışmalar yürütmektedir (Yılmaz, 2012:33). İklim şartlarının elverişliliği ve kaynak çeşitliliğinden dolayı yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek ülkemizin, yakın gelecekte bu potansiyeli harekete geçirerek yenilenebilir enerji kapasitesini dikkate değer şekilde artıracığı belirtilmektedir.

Kalkınmış ülkeler düzeyine çıkma hedefini gerçekleştirmek isteyen Türkiye, bu hedef doğrultusunda yerli finansman kaynakları yanında yabancı kaynaklara da ihtiyaç duymaktadır. Yabancı kaynaklar arasında en başta gelenlerden biri olan doğrudan yabancı yatırımlar (DYY)'in ise ekonomik olduğu kadar sosyal açıdan da birçok olumlu etkileri yanında olumsuz bazı etkileri olmaktadır. Bu etkiler arasında özellikle son dönemlerde dikkatleri biraz daha fazla çeken çevresel sorunlardır. Bu konuda teorik olarak farklı görüşler olmakla birlikte DYY-çevre ilişkisi, Türkiye bağlamında da analiz edilmesi gereken önemli konular arasında yer almaktadır.

Doğrudan yabancı yatırımlar ve çevrenin ilişkilendirildiği iki temel teori bulunmaktadır. Bu teoriler "kirlilik cenneti" ve "kirlilik hale" hipotezleridir. Literatürde Kirlilik Sığınağı Hipotezi olarak da ifade edilen Kirlilik Cenneti Hipotezi, yabancı yatırım ve çevre ilişkisini zayıf çevre yasalarıyla ilişkilendirmektedir. Yani ev sahibi ülke tarafından sunulan zayıf çevre yasalarıyla doğrudan yabancı yatırımın çekildiği savunulmaktadır (Cole ve Fredriksson, 2009; Bakhsh vd., 2017). Birdsall (1992), yaptığı çalışmada gelişmekte olan ülkelerde çevresel düzenlemelerin zayıf olduğunu ortaya koymuştur. Bu bağlamda, gelişmiş ülkelerin daha katı bir politika benimsemesi, çevreyi kirlletici malların üretiminin temiz mallardan daha pahalıya mal olmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler temiz mallarda uzmanlaşmaya giderken, kirlletici faaliyetleri çevre düzenlemelerinin daha az katı olduğu ülkelere kaydıracaktır. Bu durumun bir sonucu olarak gelişmiş ülkelerde kirlilik azalırken, gelişmekte olan ülkelere ise kirlilik artmaktadır (Benzerrouk vd., 2021:4862).

Kirlilik Cenneti Hipotezi perspektifinden doğrudan yabancı yatırımlar, 'kirli' enerji kullanan endüstrilerin, çevre düzenlemelerinin katı olmadığı ülkelere transferinde rol oynamaktadır. Başka bir ifadeyle, gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelere çevresel düzenlemelerdeki farklılıklar, kirlilik yoğun endüstrilerin daha çok gelişmekte olan ülkelere yayılmasına neden olmaktadır (Cole, 2004:73). Bu bağlamda, doğrudan yabancı yatırımlar kirli enerji kullanan endüstrilerin gelişmekte olan ülkelere faaliyet göstermesinde adeta aracı rolü üstlenmektedir.

Doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir çevre konusundaki ikinci teori kirlilik hale hipotezidir. Kirlilik hale hipotezi, gelişmiş ekonomilerden gelen yabancı yatırımların ev sahibi ülkeye çevresel kalitesini iyileştirebilecek daha yeni ve temiz teknolojilere ilave olarak, daha iyi yönetim uygulamalarını getireceğini ifade etmektedir (Zafar vd., 2019). Zira, DYY ihracat ve ithalatla birlikte uluslararası teknoloji yayılımına imkan sağlayan önemli bir kanal durumundadır (Lee vd., 2011:4). Dolayısıyla DYY, gelişmekte olan ülkelere daha az karbon emisyonu oluşturmada (Shahbaz vd, 2011) ve temiz enerji talebinin artmasına neden olmaktadır (Mabey ve McNally, 1999:7). Konuyla ilgili olarak Doytch ve Narayan (2016), 'hale etkisinin' üretim maliyetini düşürerek, yerel firmaları uluslararası alanda daha rekabetçi hale getirdiğini ortaya koymuşlardır. Ev sahibi ülke sanayi, yabancı teknolojiyi kopyalamaktan fayda sağlamaktadır. Bu noktada, adı geçen yazarlar DYY'nin önemli bir itici güç olduğunu savunmaktadır. Ayrıca, DYY nispeten pahalı yenilenebilir enerji

yatırımları için finansal kaynağa ihtiyaç duyan işletmelerin bu kaynakları daha kolay ve düşük maliyetle elde etmelerini, böylece yenilenebilir enerji tüketiminin artmasını sağlamaktadır (Kutan vd., 2017: 5)

Literatürde yer alan çalışmaların büyük bir bölümünde, konu karbon emisyonları perspektifinden ele alınmıştır. Bu çalışmada diğer çalışmalardan farklı olarak, çevre ve DYY ilişkisi yenilenebilir enerji kullanımı göstergesi üzerinden incelenmiştir. Çalışmanın literatürdeki çalışmalardan diğer bir farkı, kullanılan analiz yönteminin diğer çalışmalarda pek kullanılmayan güncel analiz yöntemi olmasıdır. Geleneksel yöntemlerle konuyu inceleyen çalışmalar değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edememiştir. Bu durum, Türkiye açısından etkin politika geliştirilmesi noktasında önemli bir eksiklik oluşturmaktadır. Dolayısıyla, konunun güncel yöntemle ele alınmasıyla elde edilecek ampirik sonuçlar, ilgili literatürü genişletip Türkiye için doğru politika çıkarımları sunabilmek açısından önemlidir. Özellikle, yenilenebilir enerjinin tüm dünyada üzerinde durulan önemli bir konu olması, konunun farklı ve güncel yöntemlerle ele alınmasını gerekli kılmaktadır. Çalışmada, Türkiye'nin 1990-2019 dönemine ait verilerle RALS-EG ve RALS-EG2 testleri kullanılarak, DYY ve yenilenebilir enerji değişkenleri arasındaki eşbütünlük ilişkisi araştırılmıştır.

Çalışmada ilk olarak Türkiye'de yenilenebilir enerji ile ilgili bazı istatistiksel veriler ortaya konulmuş, daha sonra literatürde yer alan ampirik çalışmaların özeti verilmiştir. Analiz kısmında ise, veri seti ve yöntem tanımlandıktan sonra eşbütünlük ilişkisi test edilerek bulgular istatistiksel ve ekonomik açıdan değerlendirilmiştir. Çalışmanın sonunda, ulaşılan genel sonuçlar yer almaktadır.

## 2. Türkiye'de Yenilenebilir Enerji

Petrol, kömür gibi fosil yakıtların özellikle sanayide enerji kaynağı olarak kullanımı Birinci Sanayi Devrimiyle birlikte başlamış ve günümüze kadar artarak devam etmiştir. Kullanıma hazır durumda olmaları, yenilenebilir enerji kaynaklarına göre nispeten daha düşük üretim maliyetine sahip olmaları gibi avantajları bulunan fosil yakıtların en olumsuz yönlerinden biri, atmosfere önemli miktarda CO<sub>2</sub> salınımı yaparak hava kirliliğine yol açmasıdır. Bu bağlamda, fosil yakıtlar küresel ısınmayı da hızlandırdığından sürdürülebilir gelişme için temiz ve yenilenebilir enerji kaynakları ön plana çıkmıştır (Elum ve Momodu, 2017:72). Yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıt bağımlılığını azaltarak, enerji güvenliği açısından önemli avantaj sunmaktadır (Al-Mulali vd., 2016:303).

Yenilenebilir enerji teknolojisi (rüzgar, güneş, dalga, hidro, jeotermal, gelgit ve biyokütle gibi kaynaklar), hem endüstriyel hem de hanehalkı tarafından kullanılan enerjiyi oluşturmaktadır. Enerji teknolojisi sadece konunun tüketim tarafını değil, aynı zamanda üretim tarafını da etkilemektedir (Bhattacharya vd., 2016). Bu noktada, özellikle son yıllarda yenilenebilir enerji büyümesi, vergi indirimleri ve hibeler gibi devlet destekleriyle teşvik edilmektedir (Shahbaz vd., 2020).

Günümüz itibarıyla dünyada tüketilen enerji çeşitleri içerisinde fosil yakıtlar olarak tabir edilen petrol ve doğalgaz ilk iki sırada yer almaktadır. BP'nin 2021 yılına kadarki enerji verilerini içeren Dünya Enerjisi 2022 İstatistiksel Raporu (Statistical Review of World Energy)'na göre fosil yakıtlar, 2021 yılında birincil enerji kullanımının %82'sini oluşturmuştur. Ancak, son yıllarda yapılan yatırımlar ve geliştirilen yeni teknolojiler sayesinde yenilenebilir enerji tüketim oranları gittikçe artmaktadır. Nitekim BP'nin rapora göre, küresel yenilenebilir enerji tüketimi 2021'de %15 artarak yeni bir rekor seviyeye ulaşmıştır (BP, 2022:3). İleriki dönemlerde enerji üretim maliyetlerinin düşmesi ve enerji depolama teknolojilerinin gelişmesi ile birlikte (Caineng vd, 2016), yenilenebilir enerjinin toplam birincil enerji tüketimi içerisindeki payının daha fazla artacağı belirtilmektedir.

Son dönemlerde dünyadaki ülkelerin büyük çoğunluğu yenilenebilir enerji kaynaklarını etkin kullanma bağlamında, teknolojilerini geliştirmeye odaklanmıştır. Türkiye'nin coğrafi olarak konumu, kaynakların etkin kullanımı için önemli avantaj sunmaktadır (Ediger ve Kentel, 1999: 743-750). Bunun yanında Türkiye, enerji ithalatçısı ve ihracatçısı ülkeler için de önemli bir transit güzergah konumundadır (Ediger, 2008:19). Ancak, buna rağmen yenilenebilir enerji üretimi oldukça düşük seviyelerdedir. Türkiye'nin bu denli önemli pozisyonuna rağmen, yenilenebilir enerji

üretimi ve dolayısıyla kullanımının düşük seviyelerde kalmasındaki en önemli nedenler, yasal düzenlemelerdeki eksiklikler ve maliyetlerdir (SETA, 2017:18). Bunlara ilaveten, finansal ve teknolojik kısıtlamalar, yerli üretimin artması konusunda teşvik sisteminin iyi kurulmamış olması, diğer engellerdir. Tesis kurma aşamasında girişimcinin yaklaşık 40 kadar kurumdan belge temin etmesi gerekmektedir (Kayışoğlu ve Diken, 2019:64-65). Ancak, enerjide dışa bağımlılık oranlarının azaltılması açısından, Türkiye'nin yenilenebilir enerji potansiyelinin artırılması oldukça önemlidir (SETA, 2017:18). Özellikle, Türkiye'nin bu alandaki ciddi potansiyeli düşünüldüğünde, yatırımların artırılması ve sürekli geliştirilmesi gerekmektedir (Kavcıoğlu, 2019:226).

İthal fosil yakıtların fiyatlarında yaşanan dalgalanmalar, Türkiye'nin gelecek dönemlerdeki enerji arzının güvence altına alınması açısından ciddi tehdit oluşturmaktadır. Türkiye'de yenilenebilir enerji kullanımının artırılması, yalnızca fosil yakıt kullanımını azaltarak enerji tasarrufu yaratmamakta, aynı zamanda fosil yakıtlara olan bağımlılığın azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (IASS/İPM, 2021:16). Bunun yanında, yenilenebilir enerji kullanımının artırılması Türkiye'nin dünyada çevre sorunları ve iklim değişikliği konusuna ne kadar hassasiyetle yaklaştığını ve üzerine düşen yükümlülükleri yerine getirme konusunda ne kadar kararlı olduğunu gösterme anlamında da önem arz etmektedir.

Türkiye'nin 2002 yılında 12.277 MW olan yenilenebilir enerji kaynakları kurulu gücü, 2022 Ağustos ayı sonu itibarıyla 55.392 MW'a yükselmiştir. Bu dönemde artış oranı %451'dir. Yine 2002 yılında Türkiye'nin elektrik enerjisi kurulu güç kapasitesi içinde yenilenebilir enerji kaynaklarının payı %39 iken bu oran 2022 yılı Ağustos ayı itibarıyla %54'e çıkmıştır (TEİAŞ, 2022b). Bu oranın 2030 yılında %70'lere ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu göstergeler, Türkiye'nin yenilenebilir enerji kaynakları kullanımına son dönemlerde oldukça önem verdiğini ortaya koymaktadır.

Tablo 1'de 2000-2019 döneminde Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi gösterilmektedir. Buna göre, yıllar itibarıyla Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketiminin düşük düzeylerde kaldığı görülmektedir. Yenilenebilir enerji tüketimi en yüksek 2001 yılında, en düşük ise 2017'de gerçekleşmiştir. 2017 yılında üretilen elektriğin %75'i fosil enerji kaynaklarından sağlanmıştır (IASS/İPM, 2021:14).

Tablo 1: Türkiye'de Yenilenebilir Enerji Tüketimi (2000-2019)

Yıllar	Yenilenebilir Enerji Tüketimi /Toplam Enerji Tüketimi
2000	17.29
2001	18.12
2002	17.49
2003	16.29
2004	16.78
2005	15.34
2006	14.23
2007	12.48
2008	12.53
2009	13.12
2010	14.21
2011	12.68
2012	13.03
2013	13.80
2014	11.51
2015	13.34
2016	13.23
2017	11.40
2018	11.83
2019	14.12

**Kaynak:** Worldbank (2022). World Development Indicators. Erişim Adresi <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.

Yenilenebilir enerji tüketiminin düşük seviyelerde olduğu Türkiye’de, enerji üretiminin kaynaklara göre dağılımı önem arz etmektedir. Tablo 2’de 2020 yılı Türkiye elektrik enerjisi üretiminin kaynaklara göre dağılımı gösterilmektedir. Buna göre, elektrik enerjisi üretiminde ithal kömür ve linyit kullanımı rüzgar, jeotermal ve güneş enerjisi kullanım toplamının üzerinde bulunmaktadır. Barajlı hidroelektrik santrallerin katkısının ise, %18,74 olduğu görülmektedir. Ancak, Cumhurbaşkanlığı Yıllık Programı verilerine göre, 2020 yılında Türkiye’de elektrik tüketiminin %42,3’ü yenilenebilir enerji kaynaklarından sağlanmıştır. Eurostat verilerine göre aynı yılda AB’de bu oran %37,5 olarak gerçekleşmiştir. (Euronews, 2022). Dolayısıyla, Türkiye’nin bu açıdan AB ortalamasının üzerinde bir değere sahip olduğunun altını çizmek gerekmektedir.

Tablo 2: Türkiye Elektrik Enerjisi Üretiminin Kaynaklara Göre Dağılımı (2020)

Kaynak	Üretim (Gwh)	Katkısı (%)
İthal Kömür	62.505,6	20,38
Taşkömürü + Asfaltit	5.368,1	1,75
Linyit	37.938,4	12,37
Doğal Gaz	70.931,3	23,13
Sıvı Yakıtlar	322,7	0,11
Barajlı	57.463,9	18,74
D. Göl ve Akarsu	20.630,4	6,73
Rüzgar	24.828,2	8,10
Yenilenebilir Atık+Atık Isı	5.736,6	1,87
Jeotermal	10.027,7	3,27
Güneş	10.950,2	3,57
<b>Toplam</b>	<b>306.703,1</b>	<b>100,00</b>

**Kaynak:** TEİAŞ (2022a), Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri. Erişim Adresi <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.

Tablo 3’de ise 2020 yılında Türkiye’nin yenilenebilir kaynaklardan elektrik enerjisi üretiminin dağılımı gösterilmektedir. Buna göre, Tablo 2’de olduğu gibi jeotermal ve güneş enerjisinin yüksek olmadığı görülmektedir. En yüksek oranın ise, barajlı hidroelektrik santraller olduğu dikkat çekmektedir.

Tablo 3: Türkiye’nin Yenilenebilir Kaynaklardan Elektrik Enerjisi Üretiminin Dağılımı (2020)

Kaynak	GWh	%
Yenilenebilir Atık+Atık	4.459,9	3,47
Rüzgar	24.828,2	19,34
Güneş	10.950,2	8,53
Barajlı hidroelektrik	57.463,9	44,77
D. Göl ve Akarsu	20.630,4	16,07
Jeotermal	10.027,7	7,81
<b>Toplam</b>	<b>128.360,4</b>	<b>100,00</b>

**Kaynak:** TEİAŞ (2022a), Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri. Erişim Adresi <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.

### 3. Ampirik Literatür

Literatürde doğrudan yabancı yatırım, enerji ve çevre konusunda yapılan çalışmaların büyük bölümünde, CO2 emisyonları ve doğrudan yabancı yatırım ilişkisinin ele alındığı görülmektedir. Yine, literatürde özellikle Kirlilik Sığınağı Hipotezi üzerine yapılan çalışmalar incelendiğinde, konunun ticaret liberalizasyonu ve doğrudan yabancı yatırımların çevre üzerine etkisi bağlamında ele alındığı dikkat çekmektedir. Ticaret liberalizasyonunun çevre kirliliği üzerine etkisi konusunda ilk yapılan çalışmalardan biri Grossman ve Krueger (1991)’in çalışmasıdır. Bu çalışmada adı geçen yazarlar, Kuzey Amerika’da Kuzey Amerika Serbest Ticaret Anlaşması (NAFTA) aracılığıyla gerçekleşen ticaret engellerindeki azaltmanın çevre üzerindeki etkisini farklı boyutlarıyla incelemiştir. Copeland ve Taylor (2004) da, çalışmalarında serbest ticaretin dünyada çevre kirliliğini artırdığını ileri sürmüştür.

Doğrudan yabancı yatırımlar ve çevre kirliliği ilişkisi konusunda yapılan çalışmalara bakıldığında ise Aliyu (2005), 1990-2000 dönemi için seçilmiş gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin DYY girişi ve çıkışı verilerini kullanarak bu ülkelerdeki kirlilik düzeyi ve DYY akımları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmada doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonu ile ilişkili olduğu bulunmakla birlikte, gelişmekte olan ülkelerde DYY'nin çevre kirliliğinin nedeni olduğu konusunda herhangi bir delil elde edilememiştir. Acharyya (2009)'ın Hindistan, Pao ve Tsai (2011)'in BRIC ülkeleri ve Baek (2016)'in ASEAN ülkeleri üzerine yaptığı çalışmalarda da DYY ve çevre kirliliği arasında bir ilişki tespit edilmiş olup, ilişkinin yönü çalışmalara göre değişmektedir.

Yabancı literatürde doğrudan yabancı yatırımların çevre kirliliği üzerindeki olumlu ya da olumsuz etkisi konusunda kesin bulgulara ulaşılamamıştır. Bu bağlamda, literatürde kirlilik sığınağı hipotezinin geçerli olduğunu savunanlar kadar, aksini iddia edenler de bulunmaktadır (Yıldırım, Destek ve Özsoy, 2017:103). Hipotezin geçerli olduğunu savunan çalışmalara Hanif vd., 2019; Abid ve Naif Alotaibi, 2020; Nejati ve Taleghani, 2022, aksini iddia eden çalışmalara ise Al-Mulali ve Tang, 2013; Zhu vd., 2016 ve Waqih vd., 2019 örnek olarak gösterilebilir. Benzer bir yorum Kirlilik Hale Hipotezi açısından da yapılabilir. Konuyla ilgili olarak, DYY ve çevre kirliliği arasında literatürde bir ilişki tespit edemeyen yabancı çalışmalar yanında, yerli çalışmalar da bulunmaktadır. Yabancı literatürde, örneğin Lee (2009) Malezya için 1970-2000 dönemi verileri ve ARDL yöntemini kullanarak yaptığı analizde, CO<sub>2</sub> ve DYY arasında eşbütünleşme ilişkisi bulamamıştır. Türkiye üzerine yapılan iki çalışma Polat (2015) ve Arı (2021)'nin sonucunda ise, kirlilik hale veya kirlilik sığınağı hipotezlerinin geçerli olmadığı bulgusuna ulaşılmıştır.

Yenilenebilir enerji konusunda ampirik literatür son on yılda oluşmaya başladığı için, yenilenebilir enerji ve doğrudan yabancı yatırım ilişkisini ele alan çalışmaların da bu dönemde ortaya çıktığı söylenebilir. Konuyla ilgili yabancı ülkeler ve ülke grupları üzerine yapılan çeşitli çalışmalar dışında, Türkiye üzerine yapılan birkaç çalışmadan ilkinin Er vd. (2018) olduğu söylenebilir. Söz konusu çalışmada 1990-2015 dönemi verileriyle ARDL analizi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, doğrudan yabancı yatırımların finansal gelişme ve araştırma geliştirme harcamalarıyla birlikte yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicilerinden biri olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Konuyla ilgili literatürdeki ampirik çalışmalar özet olarak Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Literatürde Yer Alan Ampirik Çalışmaların Özeti

Yazar/Yazarlar	Yöntem	Örneklem ve Veri Aralığı	Araştırma Sonucu
Sbia vd. (2014)	VECM Granger Nedensellik Analizi	Birleşik Arap Emirlikleri 1975Q1-2011Q4	DYY, ticari açıklık ve karbon emisyonlarının enerji talebini azalttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Amri (2016)	Dinamik Panel Tahmini	75 ülke 1990-2010	Yenilenebilir enerjideki %1'lik bir artış, DYY artışına %0,185 oranında katkıda bulunmaktadır.
Doytch ve Narayan (2016)	Blundell-Bond Dinamik Panel Yöntemi	74 ülke 1985-2012	Yenilenebilir enerjiye ilişkin talebin DYY ile arttığı sonucuna ulaşılmıştır.
Paramati vd. (2016)	Panel Nedensellik Analizi	20 yükselen piyasa ekonomisi 1991-2012	DYY girişlerinin temiz enerji tüketimi üzerinde önemli bir pozitif etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır.
Lin vd. (2016)	Johanson Eşbütünleşme ve Zaman Serisi Analizi	Çin 1980-2011	Yenilenebilir elektriğin toplam elektrik tüketimi içerisindeki oranı dikkate alındığında, DYY bu oranı azaltmaktadır.
Kutan vd. (2017)	Panel Veri Analizi	BRICS ülkeleri 1990-2012	DYY artış, yenilenebilir enerji tüketimini pozitif etkilemektedir.
Salim (2017)	ARDL, Eşbütünleşme Analizi	Çin 1982-2012	Kısa vadede DYY ile enerji tüketimi arasında pozitif ilişki olduğu saptanmıştır.

Tablo 4 (Devamı): Literatürde Yer Alan Ampirik Çalışmaların Özeti

Yazar/Yazarlar	Yöntem	Örneklem ve Veri Aralığı	Araştırma Sonucu
Lau vd. (2018)	ARDL, Eşbütünleşme ve Nedensellik Analizleri	Malezya 1980-2015	Yenilenebilir elektrik kullanımı açısından DYY'nin önemli olduğu ortaya konulmuştur.
Er vd. (2018)	ARDL	Türkiye 1990-2015	Yenilenebilir enerji tüketiminin uzun vadede doğrudan yabancı yatırım girişleri, finansal gelişme ve araştırma geliştirme harcamaları tarafından belirlendiği ortaya konulmuştur.
Khandker (2018)	Johansen Eşbütünleşme Testi ve Granger Nedensellik Analizi	Bangladeş 1980-2015	DYY ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu ortaya konulmuştur.
Ghazouani (2018)	ARDL	9 MENA ülkesi 1990-2015	GSYİH ve DYY'nin İran, Fas ve Tunus'ta yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri olduğu ortaya konulmuştur.
Kılıçaslan (2019)	Panel Veri Analizi, Pedroni Eşbütünleşme Testi	BRICS ülkeleri 1996-2015	Yenilenebilir enerji üretimi ile DYY arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı ortaya konulmuştur.
Adom vd. (2019)	Sistem GMM	27 Afrika Ülkesi 2000-2014	DYY'nin enerji tüketiminde önemli etkisi bulunmaktadır.
Ergun vd. (2019)	Panel Veri Analizi	21 Afrika ülkesi 1990-2013	Yenilenebilir enerji ve DYY pozitif ilişki içindedir.
Fan ve Hao (2020)	VECM model	Çin 2000-2015	Kısa vadede doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketiminde önemli bir değişikliğe neden olmadığı bulunmuştur.
Arı (2021)	Johansen Eşbütünleşme ve Hacker-Hatemi (2006) Bootstrap Nedensellik Testi	Türkiye 1984-2019	Eşbütünleşme ve nedensellik ilişkisi tespit edilememiştir.
Mehmood (2022)	Panel Veri Analizi, Westerlund Eşbütünleşme Testi	Güney Asya Ülkeleri 1996-2019	Yenilenebilir enerji ve bununla ilişkili unsurların çevre dostu olduğu ve bu ülkelerde DYY'nin hava kirliliğini artıran bir faktör olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

#### 4. Model, Veri Seti ve Yöntem

Çalışmanın bu bölümünde, Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji ilişkisini ampirik olarak ortaya koyabilmek için, önce analizde kullanılacak model ve veri seti hakkında bilgi verilmekte, sonrasında analiz yöntemi açıklanmaktadır.

##### 4.1. Model ve Veri Seti

Çalışmada doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji arasındaki ilişkiyi Türkiye örneğinde analiz etmek için kullanılacak modelin oluşturulmasında, Arı (2021) çalışmasından faydalanılmıştır. Buna göre, model şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\ln \text{ENERJ}_t = \delta_0 + \delta_1 \ln \text{DYY}_t + e_t \quad (1)$$

Çalışmada Türkiye'ye ait 1990-2019 dönemi verileri kullanılmıştır. Çalışmanın zaman aralığı verilerin bulunma durumuna göre belirlenmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin içinde tüm yenilenebilir enerji kaynakları (hidro, katı biyoyakıtlar, sıvı biyoyakıtlar, rüzgar, güneş, biyogaz, jeotermal, deniz ve atık) yer almaktadır. Değişkenlerin analizleri yapılmadan önce logaritması

alınmıştır. Yenilenebilir enerji tüketimi ve DYY verisinin GSYH'ye oranı kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait bilgiler Tablo 5'de gösterilmektedir.

Tablo 5: Çalışmada Kullanılan Değişkenlerle İlgili Açıklamalar

Değişken	Kısaltma	Verinin Elde Edildiği Kaynak
Yenilenebilir Enerji Tüketimi	ENERJI	Dünya Bankası
Doğrudan Yabancı Yatırım	DYY	Dünya Bankası

#### 4.2. Yöntem

Engle-Granger (EG) testi literatürde sıklıkla kullanılan bir test olmasına rağmen, test gücü az bulunmaktadır. EG testinin ilk aşamasında kullanılan EKK yöntemi, hata terimlerinde en küçük örnek varyansa sebep olmaktadır. Bu durum, hata terimlerinin durağan olarak tespit edilmesine yol açmaktadır. Böylelikle, çoğu durumda temel hipotez reddedilebilmektedir (Yılancı ve Aydın, 2018). Ayrıca, Hansen (1982) deterministik bileşenin modelde bulunmasının dezavantaj olduğunu vurgulamıştır.

EG tesinin gücünü arttırmak için Lee vd. (2015); Im ve Schmidt (2008) tarafından literatüre kazandırılan RALS (Residual Augmented Least Squares- Kalıntılarla Genişletilmiş En Küçük Kareler) yönteminin ele alındığı RALS-EG testini önermiştir. Fonksiyonel biçimi önsel olarak ele almaya gerek duymaması bu testin en önemli avantajlarından biridir (Yılancı ve Aydın, 2018). Testin normal dağılmama durumunda etkinliğinin yüksek olması sebebiyle, çalışmalarda RALS yöntemi tercih edilmektedir. Ayrıca, testin sunduğu birçok avantaj literatürde bu testin tercih edilmesine sebep olmaktadır. Lee vd. (2015)'ne göre, RALS-EG testinin sağladığı önemli avantajlar şu şekilde ifade edilebilir:

- Belli bir yoğunluk fonksiyonunda önceden belirlemeye gerek yoktur.
- Normal dağılımı test etmeye gerek yoktur.
- Normal dağılmama halinin ihmal edilebilir olduğu durumlarda, RALS tabanlı testlerin açıklama gücü diğer testlerin açıklama gücüne yakınsamaktadır.

EG testinde iki aşama söz konusudur. İlk aşamada model kurulurken, ikinci aşamada kalıntılara ADF testi uygulanmaktadır. Burada, ikinci aşamaya RALS terimleri eklenmektedir. Bu durum regresyon fonksiyonunda şu şekilde gösterilmektedir:

$$\Delta \hat{u}_t = \delta_0 + \rho \hat{u}_{t-1} + \sum_{i=1}^k \delta_i \Delta \hat{u}_{t-1} + \hat{w}_t' \gamma + v_t \quad (2)$$

(2) no.lu denklemde,  $\hat{w}$  kalıntılarının RALS-EG uygulamak için genişletilmiş halini ifade etmektedir. RALS-EG ile EG test istatistiği arasında aşağıdaki ilişki bulunmaktadır:

$$t_{RALS-EG} \rightarrow \rho \cdot t_{EG} + \sqrt{1 - \rho^2} \cdot Z \quad (3)$$

(3) no.lu denklemde,  $t_{RALS-EG}$  RALS-EG test istatistiğini,  $t_{EG}$  EG test istatistiğini,  $\rho$  uzun dönemli korelasyonu,  $Z$  standart normal dağılan değişkeni ifade etmektedir.

RALS-EG testinde kurulan hipotezler ise şu şekildedir:

H<sub>0</sub>= Eşbütünleşme ilişkisi yoktur.

H<sub>1</sub>= Eşbütünleşme ilişkisi vardır.

Lee ve Lee (2014) çalışmalarında EG testinin gücünü arttırmak için, ikinci aşamada eşitliğin sağ tarafına bağımsız değişkenlerin farklarını ilave etmeyi önermişlerdir. Lee vd. (2015) ise çalışmalarında, RALS terimlerinin ikinci aşamaya eklenmesini önermişlerdir. Bu noktada, standart güçlü EG testine göre daha güçlü EG testi (RALS-EG2) elde edilmiştir. Teste dair fonksiyon şu şekilde gösterilmektedir:

$$\Delta u_t = \delta_1 + \delta_2 u_{t-1} + \Delta x_t + e_t \quad (5)$$

$$\Delta u_t = \delta_1 + \delta_2 u_{t-1} + \Delta x_t + \hat{w}_t + e_t \quad (6)$$



Yukarıda yer alan denklemde,  $e_t$  kalıntıları,  $\hat{w}$  kalıntılarının RALS-EG uygulamak için genişletilmiş halini ifade etmektedir.

Burada hipotezler şu şekilde kurulmaktadır:

$H_0$ = Değişkenler eşbütünleşik değildir.

$H_1$ = Değişkenler eşbütünleşiktir.

### 5. Ampirik Bulgular

Değişkenlere dair eşbütünleşme analizinden önce, birim kök incelemesi yapılmıştır. Birim kök incelemesi ADF ve PP birim kök testleriyle yapılmıştır. Tablo 6 ve Tablo 7’de değişkenlere ilişkin ADF ve PP birim kök testi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 6: ADF Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy	Olasılık	Birinci Fark	Olasılık
ENERJI	-1.468 (2)	0.534	-5.755 (1)	0.000
DYY	-1.951 (0)	0.305	-6.124 (0)	0.000

**Not:** Parantez içindeki değerler gecikmeleri ifade etmektedir. ADF birim kök testinde gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre tespit edilirken, PP birim kök testinde bant genişliği Newey-West Bandwidth kriterine göre tespit edilmiştir.

Tablolarda görüldüğü üzere, değişkenlerin birim köklü olduğu görülmektedir. Bu durumda, değişkenlerin birinci farkı alınmıştır. Burada, değişkenlerin seviye itibariyle değil fark itibariyle durağan olduğu görülmektedir.

Tablo 7: PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişkenler	Düzy	Olasılık	Birinci Fark	Olasılık
ENERJI	-1.462 (1)	0.537	-5.946 (0)	0.000
DYY	-1.829 (5)	0.359	-10.574 (27)	0.000

**Not:** Parantez içindeki değerler gecikmeleri ifade etmektedir. ADF birim kök testinde gecikme uzunluğu Schwarz bilgi kriterine göre tespit edilirken, PP birim kök testinde bant genişliği Newey-West Bandwidth kriterine göre tespit edilmiştir.

RALS-EG eşbütünleşme testinde uzun dönemli ilişkinin olup olmadığı ortaya konulurken tablo değerleriyle hesaplanan değer kıyaslaması yapılmaktadır. Eğer, hesaplanan değer tablo değerinden büyükse eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ortaya konulmaktadır. Tersini durumda eşbütünleşme ilişkisinin varlığı doğrulanmamaktadır. Tablo 8’de yer aldığı şekilde, RALS-EG testine göre eşbütünleşme ilişkisinin varlığı ortaya konulamamıştır. Bu doğrultuda, katsayı tahmini yapılamamıştır.

Tablo 8: EG ve RALS-EG Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Değişkenler	Test Sonuçları	$p^2$
EG	-3.204 (0)	-
RALS-EG	-2.104 (0)	0.94

**Not:**  $p$  ifadesi EG ve RALS-EG kalıntıları arasında var olan uzun dönemli korelasyon katsayısını ifade etmektedir. Test sonuçlarına göre  $p^2$  değerinin tablo değerleri bulunmaktadır. RALS-EG testine ait kullanılacak değerler: -3.987, -3.387, -3.075. Bu değerler %1, %5 ve %10’a göre anlamlılıkları ifade etmektedir (Yılcı & Aydın, 2018:112).

RALS-EG testine göre daha güçlü olan RALS-EG2 testi ile eşbütünleşme ilişkisi yeniden incelenmiştir. Tablo 9’da EG2 ve RALS-EG2 eşbütünleşme testi sonuçları yer almaktadır. Buna göre, hesaplanan değerler ve tablo değerlerinin kıyaslaması yapılmaktadır. Burada, hesaplanan değerler tablo değerlerinden küçük olduğu için temel hipotez reddedilememektedir. Dolayısıyla hem RALS-EG hem de RALS-EG2 testlerine göre, değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmamaktadır. Bu durumda uzun dönemli bir ilişkinin olmadığı tespit edildiği için katsayı tahmini de yapılamamıştır.

Tablo 9: EG2 ve RALS-EG2 Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Değişkenler	Test Sonuçları	$p^2$
EG2	-0.577	-
RALS-EG2	-0.484	0.99

**Not:**  $p$  ifadesi EG ve RALS-EG kalıntıları arasında var olan uzun dönemli korelasyon katsayısını ifade etmektedir. RALS-EG2 testine dair kullanılacak değerler: -3.982, -3.386, -3.082. Bu değerler %1, %5 ve %10'a göre anlamlılıkları ifade etmektedir (Lee vd., 2015:403).

RALS-EG ve RALS-EG2 testleri sonuçlarına göre eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmemesi iktisadi olarak Türkiye'de kirlilik sığınağı ve kirlilik hale hipotezlerinin geçerli olmadığını ortaya koymaktadır. Diğer bir değişle, Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımlar yenilenebilir enerji tüketimini olumlu ya da olumsuz anlamda etkilememektedir.

## 6. Sonuç

Yenilenebilir enerji kullanımı ve DYY ilişkisinin incelendiği bu çalışmada, aynı zamanda söz konusu ilişkiyi teorik olarak açıklayan iki farklı hipotezin -Kirlilik Hale Hipotezi ve Kirlilik Sığınağı Hipotezi- geçerliliği araştırılmıştır. Çalışmada örnek ülke olarak, yenilenebilir enerji üretim ve tüketim düzeyi potansiyelinin altında olan, ancak bu düzeyi zamanla artırmayı hedefleyen Türkiye alınmıştır. Türkiye'nin 1990-2019 yılı verilerinin kullanıldığı çalışmada, analiz yöntemi olarak ise bu tür çalışmalarda daha önce kullanılmamış olan RALS-EG ve RALS-EG2 eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

DYY, yenilenebilir enerji tüketiminin belirleyicileri arasında yer almaktadır. Ancak, bu belirleyicilik konusunda literatürde farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. Bu yaklaşımlardan biri olan Kirlilik Hale Hipotezine göre, DYY gelişmekte olan ülkelerde yenilenebilir enerji tüketimini artırmaktadır. Çünkü, DYY bu ülkelere yenilikçi ve temiz teknolojilerin transferine imkan sağlamaktadır. Buna karşın, Kirlilik Sığınağı Hipotezi kirliliğin fazla olduğu endüstrilerin, gelişmiş ülkelere DYY yoluyla gelişmekte olan ülkelere taşındığını ileri sürmektedir. Bu durum ise, söz konusu ülkelere yenilenebilir enerji tüketiminin olumsuz etkilenmesine neden olmaktadır. Çalışmada RALS-EG testi kullanılarak yapılan ampirik analizde, yenilenebilir enerji kullanımı ve DYY arasında bir eşbütünleşme ilişkisi tespit edilememiş, bunun üzerine daha güçlü olan RALS-EG2 testiyle yapılan analizler sonucunda da, aynı şekilde söz konusu değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunamamıştır. Dolayısıyla, her iki hipotezin de Türkiye için geçerli olmadığı ortaya konulmuştur.

Özetlemek gerekirse, çalışmada elde edilen ampirik sonuçlara göre Türkiye'de DYY, yenilenebilir enerji tüketimini Kirlilik Hale Hipotezi ve Kirlilik Sığınağı Hipotezlerinin iddia ettiği gibi, olumlu ya da olumsuz etkilememektedir. Dolayısıyla, Türkiye'de çevresel kaliteyi belirlemede doğrudan yabancı yatırımların herhangi bir etkisinin olmadığı ifade edilebilir. Çalışma, sonuçları itibarıyla, Türkiye üzerine yapılan Polat (2015) ve Arı (2021)'nin çalışmalarını destekler niteliktedir. Bu bağlamda, ampirik analizi Türkiye'yi de içine alan geniş bir ülke grubu üzerinde ve daha farklı yöntemlerle gerçekleştirilecek benzer bir çalışmanın yapılması, konuyu daha geniş bir bakış açısıyla ele alma anlamında yararlı olabilir.

## Kaynakça

- Abid, M. ve Naif Alotaibi, M. (2020). Crude Oil Price and Private Sector of Saudi Arabia: Do Globalization and Financial Development Matter? New Evidence from Combined Cointegration Test, *Resource Policy*, 69, 101774.
- Acharyya, J. (2009). FDI, Growth and the Environment: Evidence from India on CO2 Emission During the Last Two Decades. *Journal of Economic Development*, Chung-Ang University, Department of Economics, 34(1), 43-58.
- Adom, P. K., Opoku, E. E. O. ve Yan, I. K. M. (2019). Energy Demand-FDI Nexus in Africa: Do FDIs Induce Dichotomous Paths? *Energy Economics*, 81, 928-941.

- Al-Mulali, U., Solarin, S.A., Sheau-Ting, L. ve Ozturk, I. (2016). Does Moving towards Renewable Energy Cause Water and Land Inefficiency? An Empirical Investigation, *Energy Policy*, 93, 303-314.
- Al-Mulali, U. ve Tang, C.F. (2013). Investigating the Validity of Pollution Haven Hypothesis in the Gulf Cooperation Council (GCC) Countries. *Energy Policy*, 60, 813-819
- Aliyu, Mohammed A. (2005), Foreign Direct Investment and the Environment: Pollution Haven Hypothesis Revisited. *Eight Annual Conference on Global Economic Analysis*, Lübeck, Germany.
- Amri, F. (2016). The Relationship Amongst Energy Consumption, Foreign Direct Investment and Output in Developed and Developing Countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 64, 694-702.
- Arı, A. (2021). Yenilenebilir Enerji ve Doğrudan Yabancı Yatırımlar: Türkiye Örneği. *Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(40), 122-131.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I. ve Bhattacharya, S. (2016). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from Top 38 Countries, *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Baek, (2016). A New Look at the FDI-Income, Energy-Environment Nexus: Dynamic Panel Data Analysis of ASEAN, *Energy Policy*, 91, 22- 27.
- Bakhsh, K., Rose, S., Ali, M. F., Ahmad, N. ve Shahbaz, M. (2017). Economic Growth, CO2 Emissions, Renewable Waste and FDI Relation in Pakistan: New Evidences from 3SLS. *Journal of Environmental Management*, 196, 627-632.
- Benzerrouk, Z., Abid, M. ve Sekrafi, H. (2021). Pollution Haven or Halo Effect? A Comparative Analysis of Developing and Developed Countries. *Energy Reports*, 7, 4862-4871.
- Birdsall, N. (1992). Another Look at Population and Global Warming. *Policy Research Working Paper Series*, WPS 1020, The World Bank.
- BP (2022), *Statistical Review of World Energy*, 71st Edition, London.
- Caineng Z., Qun Z., Guosheng, Z. ve Bo, X. (2016). Energy Revolution: From a Fossil Energy Era to a New Energy Era. *Natural Gas Industry B*, 3(1), 1-11.
- Cole, M. A. (2004). Trade, The Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages. *Ecological Economics*, 48(1), 71-81.
- Cole, M. A. ve Fredriksson, P.G. (2009). Institutionalized Pollution Havens. *Ecological Economics*, 68(4), 1239-1256.
- Copeland, B. R. ve Scott, M. T. (2004). Trade, Growth, and the Environment. *Journal of Economic Literature*, 42(1), 7-71.
- Doytch, N. ve Narayan, S. (2016). Does FDI Influence Renewable Energy Consumption? An Analysis of Sectoral FDI Impact on Renewable and Nonrenewable Industrial Energy Consumption. *Energy Economics*, 54, 291-301.
- Ediger, V. S. ve Kentel, E. (1999). Renewable Energy Potential as an Alternative to Fossil Fuels in Turkey, *Energy Conversion & Management*, 40, 743-55.
- Ediger, V. S. (2008). Türkiye'nin Sürdürülebilir Enerji Gelişimi, *TÜBA Günce*, 39, 15-22.
- Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı (2016), *2017 Yılı Bütçe Sunumu*, ETKB Yayını.
- Er, B., Güneysu, Y. ve Ünal, H. (2018). Financing Renewable Energy Projects: An Empirical Analysis for Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 8(6), 180-185.

- Ergun, S. J., Owusu, P. A. ve Rivas, M. F. (2019). Determinants of Renewable Energy Consumption in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15390-15405.
- Elum, Z.A. ve Momodu, A.S. (2017). Climate Change Mitigation and Renewable Energy for Sustainable Development in Nigeria: A Discourse Approach, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 72-80.
- Euronews (2022). Elektrik Üretiminde Yenilenebilir Enerjinin Oranı: Türkiye, AB Ortalamasının Üstünde. Erişim Adresi <https://tr.euronews.com>.
- Fan, W. ve Hao, Y. (2020). An Empirical Research on the Relationship amongst Renewable Energy Consumption, Economic Growth and Foreign Direct Investment in China. *Renewable Energy*, 146, 598-609.
- Ghazouani, T. (2018). Re-examining the Foreign Direct Investment, Renewable Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from a New Bootstrap ARDL Test for Cointegration. *MPRA Paper*, No. 89975.
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement, *NBER Working Paper Series*, No. 3914.
- Hanif, I., Raza, S.M.F., Gago-de Santos, P. ve Abbas, Q. (2019). Fossils Fuels, Foreign Direct Investment, and Economic Growth have Triggered CO2 Emissions in Emerging Asian Economies: Some Empirical Evidence. *Energy*, 171, 493-501.
- Hansen, L. P. (1982). Large Sample Properties of Generalized Method of Moments Estimators, *Econometrica*, 50(4), 1029-1053.
- Im, K. S. ve Schmidt, P. (2008). More Efficient Estimation under Non-Normality When Higher Moments do not Depend on the Regressors, Using Residual-Augmented Least Squares. *Journal of Econometrics*, 144(1), 219-233.
- IASS/IPM (2021). *Türkiye’de Yenilenebilir Enerji ile Enerji Arzının Güvence Altına Alınması ve Cari Açığın Dengelenmesi*. Cobenefits Raporu, Postdam/İstanbul. Erişim Adresi <https://ipc.sabanciuniv.edu/Content/Images/CKeditorImages/20210623-19064168.pdf>.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye. *Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 11(21), 209-227.
- Kayıoğlu, B. ve Diken, B. (2019). Türkiye’de Yenilenebilir Enerji Kullanımının Mevcut Durumu ve Sorunları. *Tarım Makinaları Bilimi Dergisi*, 15(2), 61-65.
- Khandker, L. L., Amin, S. B. ve Khan, F. (2018). Renewable Energy Consumption and Foreign Direct Investment: Reports from Bangladesh. *Journal of Accounting, Finance and Economics*, 8(3), 72-87.
- Kılıçarslan, Z. (2019). The Relationship between Foreign Direct Investment and Renewable Energy Production: Evidence from Brazil, Russia, India, China, South Africa and Turkey. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(4), 291-297.
- Kutan, A. M., Paramati, S. R., Ummalla, M. ve 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), 1-35.
- Lau, L. S., Yip, K. J., Lee, C. Y., Chong, Y. L., ve Lee, E. H. (2018). Investigating the Determinants of Renewable Energy Consumption in Malaysia: An ARDL Approach. *International Journal of Business and Society*, 19(3), 886-903.
- Lee, C. G. (2009). Foreign Direct Investment, Pollution and Economic Growth: Evidence from Malaysia. *Applied Economics*, 41(13), 1709-1716.

- Lee, H., Lee, J. ve Kim, H. H. (2011). Foreign Direct Investment, Technology Diffusion and Host Country Productivity Growth. *ADB Economics Working Paper Series*, No. 272
- Lee, H. ve Lee, J. (2014). More Powerful Engle-Granger Cointegration Tests. *Journal of Statistical Computation and Simulation*, 85(15), 3154-3171.
- Lee, H., Lee, J. ve Im, K. (2015). More Powerful Cointegration Tests with Non-Normal Errors. *Studies in Nonlinear Dynamics & Econometrics*, 19(4), 397-413.
- Lin, B., Omoju, O. E. ve Okonkwo, J. U. (2016). Factors Influencing Renewable Electricity Consumption in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 687-696.
- Mabey, N. ve McNally, R. (1999). *Foreign Direct Investment and the Environment: From Pollution Havens to Sustainable Development*. WWF-UK Report, 2003-07.
- Mehmood, U. (2022). Renewable Energy and Foreign Direct Investment: Does the Governance Matter for CO2 emissions? Application of CS-ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(13), 19816-19822.
- Nejati, M. ve Taleghani, F. (2022). Pollution Halo or Pollution Haven? A CGE Appraisal for Iran. *Journal of Cleaner Production*, 344, 131092.
- Öcal, O. ve Aslan, A. (2013). Renewable Energy Consumption–Economic Growth Nexus in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 28, 494-499.
- Pao, H. T. ve Tsai, C. M. (2011), Multivariate Granger Causality between CO2 Emissions, Energy Consumption, FDI (Foreign Direct Investment) and GDP (Gross Domestic Product): Evidence from a Panel of BRIC (Brazil, Russian Federation, India, and China) Countries, *Energy*, 36, 685-693
- Paramati, S. R., Ummalla, M. ve Apergis, N. (2016). The Effect of Foreign Direct Investment and Stock Market Growth on Clean Energy Use across a Panel of Emerging Market Economies. *Energy Economics*, 56, 29-41.
- Polat, M. A. (2015). Türkiye’de Yabancı Sermaye Yatırımları ile CO2 Emisyonu arasındaki İlişkinin Yapısal Kırılmalı Testler ile Analizi. *Journal of International Social Research*, 8(41), 1127-1135.
- Salim, R., Yao, Y., Chen, G. ve Zhang, L. (2017). Can Foreign Direct Investment Harness Energy Consumption in China? A Time Series Investigation. *Energy Economics*, 66, 43-53.
- Sbia, R., Shahbaz, M. ve Hamdi, H. (2014). A Contribution of Foreign Direct Investment, Clean Energy, Trade Openness, Carbon Emissions and Economic Growth to Energy Demand in UAE. *Economic Modelling*, 36, 191-197.
- SETA (2017). *Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji*, Sayı 197, İstanbul.
- Shahbaz, M., Nasreen, S. ve Afza, T. (2011). Environmental Consequences of Economic Growth and Foreign Direct Investment: Evidence from Panel Data Analysis, *MPRA Paper*, No. 32547.
- Shahbaz, M., Raghutla, C., Chittedi, K. R., Jiao, Z., ve Vo, X. V. (2020). The Effect of Renewable Energy Consumption on Economic Growth: Evidence from the Renewable Energy Country Attractive Index, *Energy*, 207, 118162.
- TEİAŞ (2022a), Türkiye Elektrik Üretim-İletim İstatistikleri. Erişim Adresi <https://www.teias.gov.tr/turkiye-elektrik-uretim-iletim-istatistikleri>.
- TEİAŞ (2022b), *Ağustos 2022 Kurulu Güç Raporu*, Erişim Adresi <https://www.teias.gov.tr/kurulu-guc-raporlari>.

- Waqih, M.A.U, Bhutto, N.A., Ghumro, N.H., Kumar, S. ve Salam, M.A. Rising Environmental Degradation and Impact of Foreign Direct Investment: An Empirical Evidence from SAARC Region. *Journal of Environmental Management*, 243, 472-480
- Worldbank (2022). World Development Indicators. Erişim Adresi <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>.
- Yılanç, V. ve Aydın, M. (2018). Türkiye’de Kadın Okullaşmasının Ekonomik Büyüme Üzerindeki Etkisi: RALS-EG Eşbütünleşme Testi Yaklaşımı. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 2018 (Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı), 101-112.
- Yıldırım, M., Destek, M. A. ve Özsoy, F. N. (2017). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Kirlilik Sığınağı Hipotezi. *C.Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 18 (2), 99-111.
- Yılmaz, M. (2012). Türkiye’nin Enerji Potansiyeli ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Elektrik Enerjisi Üretimi Açısından Önemi. *Ankara Üniversitesi Çevre Bilimleri Dergisi*, 4(2), 33-54.
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F. ve Kirmani, S. A. A. (2019). The Impact of Natural Resources, Human Capital, and Foreign Direct Investment on the Ecological Footprint: The Case of the United States. *Resource Policy*, 63, 101428.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y. ve Yu, K. (2016). The Effects of FDI, Economic Growth and Energy Consumption on Carbon Emissions in ASEAN-5: Evidence from Panel Quantile Regression. *Economic Modelling*, 58, 237-248.

---

## IS THERE A COINTEGRATION BETWEEN FOREIGN DIRECT INVESTMENTS AND RENEWABLE ENERGY CONSUMPTION IN TURKIYE?

---

### *Extended Abstract*

---

**Aim:** The importance attached to the renewable energy sources has increased in recent years, within the scope of solution seeking to environmental problems together with energy supply security. In this context, there has been an increase in the number of recent studies on the determinants of renewable energy and its relationship with various macroeconomic variables. One of these macroeconomic variables is foreign direct investment. However, in most of the studies that make up the literature, the issue has been addressed from the perspective of carbon emissions. In this study, unlike other studies, the relationship between environment and foreign direct investments (FDI) has been examined through the use of renewable energy indicator. Another difference of the study from the studies in the literature is that the method used in the analysis is a new method that is not frequently used in other studies.

**Method(s):** In this study, in which the relationship between renewable energy use and foreign direct investment has been examined, the accuracy of two different hypotheses - the Pollution Halo Hypothesis and the Pollution Shelter Hypothesis - that theoretically explain the mentioned relationship has also been investigated. Turkiye, which is below its renewable energy production and consumption potential, but aims to increase this level over time, has been taken as the sample country in the study. In the study in which Turkiye's 1990-2019 data have been used, RALS-EG and RALS-EG2 cointegration tests, which have not been used before in such studies, have been methodically utilized. Before the cointegration analysis, the variables have been examined in terms of stationarity. With the ADF and PP unit root tests, it has been revealed that the variables are stationary in terms of difference, not in level. After it has been revealed that the variables were I(1), cointegration analysis has been performed. Although the Engle-Granger (EG) test is a frequently used test in the literature, its power is considered weak. In this context, to increase the power of the mentioned test, Lee et al. (2015) proposed the RALS-EG test, which deals with the RALS (Residual Augmented Least Squares) method, which was introduced to the literature by Im and Schmidt (2008). One of the most important advantages of this test is that it does not need to consider the functional form a priori. Therefore, the aforementioned test was preferred for cointegration analysis.

**Findings:** After the stationarity analysis, EG and RALS-EG cointegration tests have been applied to determine the cointegration relationship between renewable energy and foreign direct investments. According to the results of the analysis, it has been revealed that there is no long-term relationship between the variables. Therefore, the cointegration relationship has been re-examined with the RALS-EG2 test, which is stronger than the RALS-EG. As a result of this test, it has been determined that there is no cointegration relationship between the variables, that is, there is no long-term relationship. The absence of a cointegration relationship according to the results of RALS-EG and RALS-EG2 tests reveals that the pollution haven and pollution halo hypotheses are not valid in Turkiye.

**Conclusion:** In this study, in which the relationship between renewable energy use and foreign direct investment is examined, the accuracy of two different hypotheses - the Pollution Halo Hypothesis and the Pollution Shelter Hypothesis - that theoretically explain the aforementioned relationship was also investigated. In the study, in which the Turkiye is chosen as sample with the data covering the period of 1990-2019, RALS-EG and RALS-EG2 cointegration tests, which have not been used before in such studies, have been used as a method. After it has been revealed that the variables are stationary in difference, cointegration analysis has been performed. Since the cointegration relationship could not be detected with the RALS-EG test, the stronger RALS-EG2 test has been applied. As a result of this test, the existence of a cointegration relationship between

renewable energy use and foreign direct investment has not been revealed. Therefore, in the study, it has been concluded that the Pollution Halo and Pollution Shelter Hypotheses are not valid for Türkiye. In other words, foreign direct investments in Türkiye do not affect renewable energy consumption positively or negatively, as in the Pollution Halo Hypothesis and Pollution Shelter Hypothesis. In terms of its results, the study supports the studies of Polat (2015) and Arı (2021). In this context, analyzing the subject in the example of other developing countries or country groups will be complementary to this study.

---