

Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımları-İktisadi Büyüme ve Yenilenebilir Enerji Tüketimi İlişkisinin İncelenmesi: Güncel Tekniklerden Kanıtlar 8

Ayşe Eryer¹

Özet

Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), özellikle tasarruf açığı bulunan gelişmekte olan ülkelerde dış ticaret açığını azaltma, istihdamı artırma, teknoloji transferi ve ekonomik büyümeye katkı sağlama gibi birçok olumlu etki yaratmaktadır. Ancak, son yıllarda bu yatırımların çevresel etkileri de önemli bir tartışma konusu haline gelmiştir. Nitekim doğrudan yabancı sermaye yatırımları ortaya çıkardığı teknolojik ve ölçek etkisiyle çevresel kaliteyi ve yenilenebilir enerji tüketimini etkileyebilir. Bu kapsamda çalışmada, Türkiye’de 1990-2021 dönemi verileri kullanılarak doğrudan yabancı sermaye yatırımları, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki incelenmiştir. Analiz, Augmented ARDL yöntemiyle gerçekleştirilmiş ve değişkenler arasında uzun vadeli bir eşbütünlük ilişkisinin varlığı ortaya konmuştur. Uzun dönem katsayı tahminleri, doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik artışın, yenilenebilir enerji tüketiminde yaklaşık %0.10 oranında bir azalmaya yol açtığını göstermektedir. Bu bulgu, incelenen dönem özelinde Türkiye için doğrudan yabancı yatırımların çevresel açıdan olumsuz etkilere neden olabileceğini göstermektedir.

1.Giriş

Dünya ekonomisinin büyüebilmesi ve dinamizmini sürdürebilmesi için üretim ve tüketim faaliyetlerinin devamlılığı gerekmektedir. Bu üretim ve tüketim hareketliliği, dünya genelinde enerji talebini her geçen gün artırmakta, bu da fosil yakıt kullanımının daha da artması anlamına gelmektedir. Ekonominin küresel çapta genişlemesi, gezegenin

1 Dr., ayse_zabun46@hotmail.com, <https://orcid.org/0000-0002-6556-1605>

sürdürülebilirliği konusunda kaygı uyandırmaktadır. Sanayi ve endüstri alanlarındaki gelişmelerin, bu endişelerin daha da derinleşmesine sebebiyet verdiği belirtilmektedir. Dolayısıyla sanayi ve teknoloji temelli gelişmeler çevresel bozulmayı hızla artırmakta ve çevresel sürdürülebilirlik konusunda ciddi kaygılara yol açmaktadır. Günümüzde hızla yükselen enerji ihtiyacı, ülkelerin enerji alanında dış kaynaklara olan bağımlılığını gözler önüne sermekte; bu durum ise alternatif ve yenilenebilir enerji kaynaklarının artan değerini ortaya koymaktadır (Akın ve Dinçer, 2024:2452-2453). Uluslararası Enerji Ajansı'na göre, dünya birincil enerji talebinin 2005-2030 yılları arasında %1,8 oranında artması beklenmektedir. Bu durum, artan enerji talebine sürdürülebilir bir çözüm bulmanın önemini bir kez daha ortaya koymaktadır (Sadorsky, 2010: 2528).

Günümüz ekonomilerinin temel hedeflerinden biri, sürdürülebilir ekonomik büyümeyi gerçekleştirebilmektir. Özellikle ekonomik büyümeyi hedefleyen ülkeler açısından bu tür politikalar büyük önem arz etmektedir (Ertürkmen ve Çelik , 2023)). Bu bağlamda yenilenebilir enerji kaynakları, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak çevresel sürdürülebilirliğe katkı sağlama potansiyeline sahiptir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının, fosil yakıt kullanımına bağlı olarak ortaya çıkan yüksek enerji ithalatını azaltarak ülke ekonomisine olumlu yönde katkı sağladığı belirtilmektedir. Buna ek olarak, enerji arzının güvence altına alınabilmesi için enerji portföyünde yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması önem arz etmektedir. Dolayısıyla küresel ısınma ve iklim değişikliği ile mücadele kapsamında ise yenilenebilir enerjiye yönelmek, etkili ve stratejik bir politika aracı olarak değerlendirilmektedir (Altınöz ve Altuntaş, 2020:414).

Küresel ölçekte yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik yaşanan dönüşüm doğrultusunda, günümüzde birçok ülkenin bu kaynakların kullanım oranını artırmayı hedeflediği gözlemlenmektedir. Bu hedefin gerçekleşebilmesi için yenilenebilir enerji tüketimini etkileyen faktörlerin sağlıklı biçimde tespit edilmesi büyük önem taşımaktadır. Bu çerçevede, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında yenilenebilir enerji sektörünün gelişimini destekleyen unsurlardan biri de doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) olarak bilinmektedir. Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY), ekonomik büyümeyi teşvik etmede, bir ülkenin teknolojik altyapısını geliştirmede, yeni istihdam alanları yaratmada ve gelişmekte olan ülkeler için dış kaynak sağlamada önemli bir rol oynamaktadır. Aynı zamanda DYY, sermaye, teknoloji ve bilgi birikiminin yatırımcı ülkelerden ev sahibi ülkelere aktarılmasıyla bağlantılı olduğundan, enerji sektörünün gelişimi açısından da hayati bir öneme sahiptir (Ertürkmen, 2023:284; Abe vd., 2017: 12). Ülkelerin enerji profilleri ve çevresel bozulma düzeyleri üzerinde; nüfus artışı, ekonomik büyüme, kentleşme ve

sanayileşme gibi iç dinamiklerin yanı sıra, yabancı yatırımların da dikkate değer etkileri olduğu bilinmektedir. DYY'lerin ev sahibi ülkelerde verimliliği artırdığı ve kalkınma sürecine katkı sunduğu yönünde literatürde yaygın bir kanaat bulunmaktadır (Johnson, 2006: 2; Elboiashi, 2015: 25; Rismawan vd., 2021: 49). Yatırımlar sadece sermaye girişini sağlamakla kalmayıp, aynı zamanda gelişmiş teknolojilerin ve teknik bilginin aktarımı sayesinde pozitif dışsallıklar yaratabilmektedir (Lee, 2013: 483).

Literatürde doğrudan yabancı yatırımların (DYY) çevre üzerindeki etkisini açıklayan iki temel hipotez bulunmaktadır. Bunlardan ilki Kirlilik Hale Hipotezi, diğeri ise Kirlilik Sığınağı (ya da Cenneti) Hipotezi olarak adlandırılmaktadır. Kirlilik Halesi Hipotezi, gelişmekte olan ülkelere yönelen DYY'nin çevresel bozulmayı azalttığını, çünkü bu yatırımlar aracılığıyla ileri teknoloji ve etkili yönetim anlayışının aktarıldığını savunur. Buna karşın Kirlilik Sığınağı Hipotezi, ülkelerin yabancı yatırım çekebilmek amacıyla çevresel düzenlemeleri gevşetmesi sonucu, DYY artışının çevresel kirliliği yükselteceğini öne sürmektedir (Yıldırım vd., 2017:100).

Dünya genelinde enerji talebinin her geçen gün artmasının temel nedenleri arasında sanayileşme, nüfus çoğalması ve şehirleşme yer almaktadır. Özellikle Sanayi Devrimi'nden sonra üretimde yaşanan hızlı artış ve başta fosil yakıtlar olmak üzere doğal kaynakların yoğun biçimde kullanılması, karbondioksit (CO₂) salınımını ciddi ölçüde artırmıştır. Bu dönemde atmosfere yayılan sera gazlarının çoğalmasıyla birlikte; küresel ısınma, çevreye yönelik tehditlerin artması ve ekolojik dengenin bozulması insan sağlığını tehdit edecek seviyelere ulaşmıştır (Aydın ve Esen, 2018).

Akademik yazında, DYY ile yenilenebilir enerji arasındaki ilişki çeşitli boyutlarıyla (örneğin CO₂ salımları, yenilenebilir enerji üretimi, teşvik mekanizmaları, teknolojik yayılma, yatırım güdüler ve üretim kapasitesi gibi) incelenmiştir. Ancak, DYY ile yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki bağlantıyı ele alan araştırmaların sayısı halen oldukça sınırlıdır. Bu nedenle, bu çalışmanın söz konusu boşluğu doldurarak literatüre katkı sunması beklenmektedir. Ayrıca, çalışmada doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki etkileşim, farklı bir ekonometrik yöntem yardımıyla analiz edilmiştir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde, Augmented ARDL yönteminin bu bağlamda kullanılmadığı dikkat çekmektedir. Bu yönüyle de çalışmanın özgün bir katkı sağlayacağı öngörülmektedir.

Bu kapsamda bu çalışmada doğrudan yabancı sermaye yatırımları-ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi Türkiye için 1990-2021 dönemi için incelenmiştir. Çalışmada Augmented ARDL (A-ARDL)

analizi testinden yararlanılmıştır. Çalışma üç bölümden oluşmaktadır. İlk bölümde giriş bölümü ve teorik çerçeve ele alınmış, ikinci bölümde literatür özetine yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde veriler ve yöntem incelenmiş, ampirik bulgular ele alınmıştır. Sonuç bölümünde ise bu konuyla ilgilenen akademisyenler ve politika yapıcılar için öneriler geliştirilmiş ve çalışma sonlandırılmıştır.

2.Literatür Taraması

Yenilenebilir enerji tüketimi ve DYY arasındaki bağ pek çok çalışmada tarafından farklı değişkenler yardımıyla analiz edilmiştir. Teorik olarak, bu bağlantı üç etkiye ayrılabilir. Bunlar; Ölçek etkisi, doğrudan yabancı yatırımların(DYY) bir ekonomide faaliyet hacmini artırmasıyla birlikte, çevresel emisyonların da artabileceğini öne sürmektedir. Teknolojik etki, DYY akışlarının çevre politikaları üzerinde yaratabileceği etkiler ile birlikte, ileri teknolojilerin yeni bölgelere transferi ve yayılması yoluyla çevre kalitesine olan katkılarını kapsamaktadır. Bileşim (kompozisyon) etkisi ise, DYY'nin ekonomik faaliyetleri daha az ya da daha çok çevresel zarara yol açan sektörlerle yönlendirip yönlendirmediğine bağlı olarak, çevre kalitesi üzerinde olumlu ya da olumsuz etkiler yaratabileceğini ifade etmektedir (Grosman ve Kruger, 1991:3-5).

Yenilenebilir enerji tüketimi, çevreye olan katkısı dolayısıyla alan yazında yoğun bir şekilde ele alınmaktadır. Çalışmanın bu bölümünde doğrudan yabancı sermaye yatırımları ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisine yönelik çalışmalar ele alınmış ve ilgili çalışmalar Tablo 1'de gösterilmiştir.

Tablo 1. Literatür Taraması

Yazar ve Yılı	Dönem/ Ülke-Ülkeler	Yöntem	Sonuç
Mielnik ve Goldemberg(2002)	20 Gelişmekte olan ülke/1978-2000	Panel Veri Analizi	Bulgularda, Doğrudan yabancı sermaye yatırımlardaki artışın enerji tüketimini azalttığı tespit edilmiştir.
Aliyu (2005)	Gelişmiş ve gelişmekte olan ülke/1990-2000	Panel Veri Analizi	Çalışmadaki bulgular, DYY ile CO2 arasında bir ilişki olduğuna yönelik olarak doğrulanmıştır.
Apergis ve Payne(2010)	20 OECD ülkesi/1985-2005	Panel Veri Analizi	Bulgularda, bütün açıklayıcı değişkenler ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında pozitif bir etkinin varlığını doğrulanmıştır.
Polat (2015)	Türkiye	Gregory Hansen Eş Bütünleşme/ FMOLS-CCR tahmincileri	Ampirik bulgularda GSYİH'nın karbon emisyonunu artırdığı, DYY'ın ise CO2 üzerinde herhangi bir etkisi olmadığı tespit edilmiştir.

Kutan(2017)	BRISCS/1990-2012	Panel Veri Analizi	Doğrudan yabancı sermayedeki artışlar yenilenebilir enerji tüketimini artırmakta olduğu bulgular arasında yer almaktadır.
Hagert Marton(2017)	56 alt ve orta gelirli ülke/1990-2010	Panel Veri Analizi	Doğrudan yabancı sermayenin yenilenebilir enerji üzerinde negatif etkisi tespit edilmiştir.
Yıldırım vd.(2017)	1974-2013/Türkiye	ARDL Analizi	Bulgular, karbon emisyonu ile DYY arasında çift yönlü ilişki olduğunu ortaya koymaktadır.
Khandker vd.,(2018)	1980-2005/ Bagnlades	Johansen Eş bütünleşme ve Granger Nedensellik Analizi	Doğrudan yabancı sermaye yatırımları ve yenilenebilir enerji arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir.
Ergun vd.(2019)	21 Afrika Ülkesi/1990-2013/	Panel Veri Analizi	Ampirik bulgulara yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı sermaye yatırımları arasında pozitif bir ilişkinin varlığı elde edilmiştir.
Kılıçarslan(2019)	BRISC-T/1996-2015	Panel veri Analizi	Analizde doğrudan yabancı sermaye yatırımlarındaki artış yenilenebilir enerji tüketimini negatif etkilediği belirlenmiştir.
Fan ve Hao(2020)	31 Çin Eyaleti/2000-2015	Panel veri analizi	Çalışmada ekonomik büyüme, doğrudan yabancı sermaye ve yenilenebilir enerji arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığı elde edilmiştir. Ayrıca yenilenebilir enerjiden doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına doğru nedensellik bulgusu tespit edilmiştir.
Akyol ve Mete(2021)	10 Yükselen Piyasa ekonomisi/2000-2018	Panel Nedensellik Analizi	Ampirik bulgulara doğrudan yabancı sermaye yatırımları yenilenebilir enerji tüketimini pozitif etkilerken, iktisadi büyüme ve çevresel inovasyon negatif etkilemektedir. Nedensellik sonucunda ise ülke bazlı farklılıkların olduğu tespit edilmiştir.
Arı(2021)	1984-2019/Türkiye	Johansen Eş Bütünleşme ve Hatemi J(2006) Nedensellik Analizi	DYY ile yenilenebilir enerji tüketimi arasında bir ilişki elde edilememiştir.
Bano vd.(2021)	Pakistan/1990-2017	ARDL analizi	Doğrudan yabancı sermaye yatırımlarının yenilenebilir enerji üretimi üzerine etkisi negatif olarak bulunmuştur.
Khan vd.(2021)	69 ülke/2000-2014	GMM	Bulgulara, yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde, dyy, inovasyon ve ekonomik büyümenin anlamlı ve negatif bir etki gösterdiği vurgulanmaktadır.

Ekinci ve Ölmez(2021)	G-20-OECD-Dünya geneli/2005-2017	Panel nedensellik analizi	G-20 ve Dünya geneli için doğrudan yabancı sermaye yatırımlar ve yenilenebilir enerji arasında çift yönlü, OECD ülkeleri için yenilenebilir enerjiden doğrudan yabancı sermaye yatırımlarına doğru tek yönlü bir ilişki belirlenmiştir.
Koşaroğlu ve Kaya(2022)	1990-2019/Türkiye	Fourier ADL eş bütümleşme	Değişkenler arasında herhangi bir ilişki elde edilememiştir.
Kapçak (2023)	1980-2019/Türkiye	Hatemi J & Irandoust Eşbütümleşme /FMOLS-DOLS tahminçileri	Ampirik bulgularda doğrudan yabancı sermaye yatırımları – yenilenebilir enerji tüketimi arasında uzun dönemli bir ilişki tespit edilmiş,
Çeştepe ve Tatar(2023)	1990-2019/Türkiye	RALS EG –RALS EG2 eş bütümleşme analizi	Değişkenler arasında uzun dönemde bir ilişki elde edilememiştir.

Literatür değerlendirildiğinde yenilenebilir enerji tüketimi ile doğrudan yabancı sermaye arasındaki ilişki, son dönemde akademik çevrelerde yoğun ilgi gören bir araştırma alanı haline gelmiştir. Bu iki değişken arasındaki bağ, çalışmanın yapıldığı ülkeye, kapsanan döneme ve uygulanan analiz yöntemine bağlı olarak farklılık gösterebilmektedir. Literatürde yer alan çok sayıda çalışma, zaman içerisinde bu değişkenler arasında bir ilişki olduğunu doğrulamaktadır. Ancak, bu ilişkinin yönü konusunda henüz net bir uzlaş sağlanamamıştır. Bulgular, hem pozitif hem de negatif etkileri işaret ederken, bazı çalışmalar ise bu iki değişken arasında anlamlı bir ilişki olmadığını savunmaktadır.

3. Metodoloji ve Ampirik Bulgular

3.1. Veri Seti ve Model

Bu çalışmada doğrudan yabancı sermaye yatırımları, iktisadi büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi ilişkisi Türkiye için incelenmiştir. 1990-2021 dönemi veri setinin kullanıldığı çalışmada değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 2’de gösterilmektedir.

Tablo 2 Değişkenler ve Açıklamaları

	Açıklamaları	Kaynak -dönem
LREN	Logaritmik Yenilenebilir enerji tüketimi (%toplam enerji)	Dünya Bankası/1990-2021
LDYY	Logaritmik Doğrudan Yabancı Sermaye Yatırımlar(net giriş ABD \$)	Dünya Bankası/1990-2021
LGSYİH	Logaritmik Kişi Başı GSYİH(Current ABD \$	Dünya Bankası/1990-2021

Logaritmaları alınmış regresyon modeli denklem (1) de gösterilmektedir. Burada bağımlı değişken olarak yenilenebilir enerji tüketimi LREN, bağımsız değişkenler ise doğrudan yabancı sermaye yatırımları, LFDI ve ekonomik büyüme LGSYİH'dır. Ele alınan model literatürde yer alan çalışmalar (Ekinci ve Ölmez(2020); Arı, (2021); Çeştepe ve Tatar (2023),) referans alınarak oluşturulmuştur.

$$LREN_t = \alpha_0 + \beta_1 LDYY_t + \beta_2 LGSYİH_t + \mu_t \quad (1)$$

Model de t simgesi zamanı ve μ_t ifadesi ise hata terimini göstermektedir.

3.2.Yöntem

3.2.1.Birim Kök Testi

Zaman serisi analizlerine başlamadan önce değişkenlerin durağanlık derecelerinin tespiti, ekonometrik çalışmalar açısından büyük önem taşımaktadır (Eryer, 2024:65).). Değişkenlerin birim kök içerip içermediğini incelemek amacıyla literatürde yaygın olarak kullanılan Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) testlerinden faydalanılmıştır. ADF birim kök testi Y_t zaman serisi için şu şekilde gösterilmektedir (Dickey ve Fuller:1981:1057-1072):

$$\Delta Y_t = \delta Y_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta Y_{t-j+1} + e_t \quad (2)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta Y_{t-j+1} + e_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \alpha + \beta_t + \delta Y_{t-1} + \sum_{j=2}^k \delta_j \Delta Y_{t-j+1} + e_t \quad (4)$$

Bu denklemlerde α deterministik terimi, β ise trendin etkisini temsil etmekte olup üç farklı durum tanımlanmaktadır. ADF birim kök testine göre, eğer t-istatistiğinin mutlak değeri kritik eşiği aşıyorsa, ilgili zaman serisi durağan olarak değerlendirilir. Ancak t-istatistiğinin mutlak değeri kritik değerin altında kalırsa, bu durum serinin birim kök içerdiğine ve dolayısıyla durağan olmadığına işaret eder. ADF birim kök testinde, sabit varyansa sahip olunması ve hata terimlerinin birbirinden bağımsız bir şekilde dağıldığı varsayılmaktadır. Bu nedenle, güvenilir sonuçlara ulaşabilmek adına hata terimleri arasında otokorelasyon bulunmadığı ve varyansın sabit olduğu koşulların sağlanmış olması gereklidir. Bu kapsamda, hata terimleri arasında otokorelasyon ya da değişken varyansın varlığı durumlarında daha sağlıklı sonuçlar verebilecek birim kök testi, P. Phillips ve P. Perron (PP) tarafından

geliştirilmiştir. PP birim kök testi modelleri ise şu şekilde gösterilmektedir (Phillips- Perron, 1988):

$$Y_t = \delta Y_{t-1} + e_t \quad (5)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + e_t \quad (6)$$

$$\Delta Y_t = \beta_1 + \delta Y_{t-1} + \beta 2_{(t-T)/2} + e_t \quad (7)$$

PP birim kök testinde de serilerin durağan olup olmadığına belirlemek için α 1 katsayısına ait t istatistikleri, MacKinnon (1996) tablo değeriyle karşılaştırılmaktadır.

3.2.2.Genişletilmiş ARDL Analizi

Genişletilmiş ARDL (Augmented Auto Regressive Distributed Lag / A-ARDL) yöntemi, değişkenler arasında olabilecek uzun vadeli ilişkileri analiz etmek amacıyla ilk kez Sam ve arkadaşları (2019)'nın geliştirdiği bir modeldir. Bu yöntem, Pesaran, vd., (2001) ortaya koyduğu geleneksel ARDL modelinin geliştirilmiş bir versiyonu olarak kabul edilmektedir (Sarker ve Khan, 2020:7). Pesaran vd. (2001)'ın önerdiği klasik ARDL yaklaşımı, modelde yer alan değişkenlerin seviyede durağan (I(0)) ya da birinci farkta durağan (I(1)) olmasını yeterli görmesi bakımından diğer eşbütünleşme yöntemlerinden ayrılmaktadır. Bu çerçevede, bağımsız değişkenlerin I(0) veya I(1) düzeyinde durağan olmasına izin verilirken, bağımlı değişkenin mutlaka I(1) düzeyinde durağan olması gereklidir.

Bu doğrultuda, ARDL modelinin bazı sınırlayıcı varsayımlar içerdiği görülmektedir. Bu varsayımlar, bağımsız değişkenlerin dışsal olması — yani bağımsız değişkenler ile hata terimi arasında herhangi bir ilişki bulunmaması — ve bağımlı değişkenin I(1) düzeyinde durağan olması gerekliliği şeklinde özetlenebilir. Söz konusu varsayımlar dikkate alınmadığında ise, modelin sonuçları çoğu zaman yanıltıcı olabilmektedir (Sam vd. 2019: 130-131). Bu tür sınırlılıkların üstesinden gelmek amacıyla, gecikmeli açıklayıcı değişkenlere dayalı olarak Genişletilmiş ARDL modeli geliştirilmiştir. Bu model, geleneksel ARDL modelindeki yapısal eksiklikleri ortadan kaldırmayı hedeflemektedir (Pata ve Çağlar, 2021: 6). Genişletilmiş ARDL yöntemi, Pesaran ve çalışma arkadaşlarının (2001) geliştirdiği klasik ARDL modelinden bazı temel yönleriyle farklılaşmaktadır. Bu modelde, bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerinden elde edilen katsayılar üzerinde ek olarak t testi ya da F testi uygulanması gereklidir (Sarker ve Khan, 2020: 7). Genişletilmiş ARDL yaklaşımının ayırt edici özelliklerinden biri, yalnızca bağımsız değişkenlerin değil, aynı zamanda bağımlı değişkenin de I(0) veya I(1) düzeyinde durağan olmasına imkân tanınmasıdır. Böylece, geleneksel

ARDL modelinde karşılaşılan içsellik problemi ile bağımlı değişkenin mutlaka I(1) düzeyinde durağan olma zorunluluğu bu yeni modelle aşılmıştır (Pata ve Çağlar, 2021: 6). Öte yandan, eğer değişkenlerden herhangi biri I(2) düzeyinde durağansa, Genişletilmiş ARDL yönteminin uygulanabilirliği ortadan kalkmaktadır (Pesaran vd., 2001: 289-290; Karasoy, 2021: 89). Öte yandan, bu yöntem küçük örneklem büyüklüklerine uygulanabilme özelliği sayesinde de önemli bir avantaj sunmaktadır (Narayan, 2004: 7; Karasoy, 2021: 90).

Eşbütünleşme ilişkisini belirlemek için kullanılan bu üç test istatistiği aşağıdaki gibi ifade edilebilir

$$F_{\text{overall}} \text{ test: } H_0 : \phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (8)$$

$$t_{\text{dv}} \text{ test} = H_0 : \phi_1 = 0 \quad (9)$$

$$F_{\text{IDV}} \text{ test } H_0 : \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (10)$$

Değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin varlığının belirlenebilmesi için bu üç testin hesaplanan değerlerinin kritik değerlerden büyük ve anlamlı olması gerekli olduğu vurgulanmaktadır. Şayet anlamlı değilse değişkenler arasında eş bütünleşme ilişkisinin olmadığı ifade edilmektedir. Geleneksel ARDL yönteminde, eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edildikten sonra, genel olarak hata düzeltme katsayısı da hesaplanmaktadır. Fakat Genişletilmiş ARDL(A-ARDL) modelinin temel alındığı Sam vd. (2019) çalışmasında hata düzeltme katsayısı hesaplanmamıştır Bu yüzden çalışmada hata düzeltme katsayısı test edilmemiştir (Aslan, 2023:374).

3.3.Bulguların Değerlendirilmesi

Çalışmada birim kök analizine geçmeden önce modelde kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 3'te gösterilmektedir.

Tablo 3. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Değişkenler	LREN	LFDI	LGSYİH
Ortalama	2.7815	22.097	27.0134
Medyan	2.6927	22.817	27.0211
Maksimum	3.1945	23.816	27.7548
Minimum	2.4336	20.225	26.3887
Jargue Bera	3.0743	4.1945	2.3036
Olasılık Değeri	0.2149	0.1227	0.3160

Tablo 3. değerlendirildiğinde Jargue-Bera olasılık değerlerine bakıldığında değişkenlerin normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

Modeldeki serilerin birim kök seviyesini tespit etmek için ADF ve PP birim kök testinden faydalanılmıştır. Sonuçlar Tablo 4 ve 5'te gösterilmektedir.

Tablo 4. ADF Birim Kök Test Sonuçları

ADF Birim Kök Testi	Düzy		Birinci Fark	
	Sabitli	Sabitli& Trendli	Sabitli	Sabitli& Trendli
LREN	-1.6197 [0.4600]	-2.4341 [0.3561]	-6.4368 [0.000]	-6.7859 [0.000]
LFDI	-1.210 [0.6572]	-1.821 [0.6700]	-5.521 [0.000]	-5.4396 [0.000]
LGSYİH	-0.513 [0.9845]	-2.581 [0.2903]	-5.508 [0.000]	-5.579 [0.000]

Tablo 5. PP Birim Kök Test Sonuçları

PP Birim Kök Testi	Düzy		Birinci Fark	
	Sabitli	Sabitli& Trendli	Sabitli	Sabitli& Trendli
LREN	-1.1702 [0.6744]	-2.2901 [0.4266]	-7.1200 [0.000]	-8.0794 [0.000]
LFDI	-1.157 [0.6798]	-1.821 [0.6700]	-5.561 [0.000]	-5.505 [0.000]
LGSYİH	-1.715 [0.9994]	-2.593 [0.2854]	-6.346 [0.000]	-7.064 [0.000]

Çalışmada ele alınan serilere ilişkin durağanlık analizleri incelendiğinde, tüm değişkenlerin hem ADF hem de PP birim kök testleri sonuçlarına göre seviyede durağan olmadıkları tespit edilmiştir. Ancak, serilerin birinci farklarına uygulanan ADF ve PP testleri sonucunda, tüm değişkenlerin birinci fark düzeyinde durağanlık kazandığı gözlemlenmiştir.

Çalışmada ele alınan modelin analizinde yöntem olarak A- ARDL sınır testi yöntemi geleneksel ARDL analizine göre daha esnek ve avantajlı yönleri olduğu için tercih edilmiştir. A-ARDL Sonuçları Tablo 6'da gösterilmektedir.

Tablo 6. A-ARDL Sınır Testi Sonuçları

Testler	Hesaplanan Değer	Alt Sınır	Üst Sınır
F _{Overall}	5.93	4.87	5.85
t _{DV}	-4.21	-3.41	-3.95
F _{IDV}	5.77	3.35	5.72

FOVERALL ve tDV için üst ve alt sınır değerleri elde edilir Pesaran vd. (2001) alınmıştır. Bununla birlikte, FIDV için sınır değerler Sam ve diğerlerinden (2019) elde edilmiştir. Sınır değerler %5 anlamlılık düzeyinde elde edilmiştir.

Tablo 6’da gösterilen A-ARDL sınır testi bulgularına göre bütün testler için hesaplanan değerler %5 anlamlılık düzeyinde üst ve alt sınır değerinden büyük çıkmıştır. Dolayısıyla Türkiye için ele alınan dönemde değişkenler arasında uzun dönemli kointegrasyon ilişkisinin olduğu kabul edilmektedir. Söz konusu eş bütünleşme ilişkisinin uzun dönemli katsayı tahmin sonucu ise Tablo 7’de gösterilmiştir.

Tablo 7. A-ARDL Uzun Dönem Eş Bütünleşme İlişkisi Sonuçları

	Bağımlım Değişken: LKİ			
	Katsayı	Std. Hata	t-ist	Olasılık
LFDI	-0.1012	0.030	-3.344	0.002*
LGSYİH	0.4768	0.2791	1.7082	0.101*
Sabit	3.8025	0.8165	4.6569	0.000

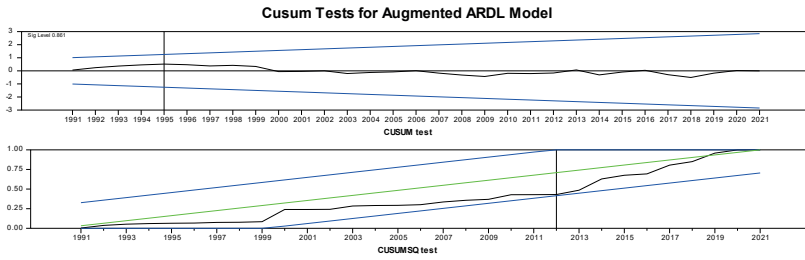
Not: **, *** sırasıyla %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini göstermektedir.

Tablo 7’de uzun dönem tahmin sonuçlarına bakıldığında söz konusu DYY’deki %1’lik bir artış yenilenebilir enerji tüketimini %0.10 oranında azaltmaktadır. Bulgular literatürde yer alan (Hagert Marton (2019); Kılıçarslan (2019); Bano vd.,(2021)) çalışmaları ile örtüşmektedir. Çalışmada elde edilen bir diğer bulgu ise ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi anlamsız olarak elde edilmiş olmasıdır

Tablo 8. Tanısal Testler

Testler	t-ist	Olasılık
Breusch- Godfrey LM Testi	0.7969	0.3719
Heteroskedasite Testi	27.584	0.4326
Ramsey Reset Testi	0.1219	0.7300
Jargue Bera Test	1.427	0.4998
Cusum		İstikralı
CusumQ		İstikralı

Tablo 8’de uzun dönem katsayılarının istatistiksel geçerliliğini değerlendiren tanısal testlerin sonuçlarına göre; modelin hata terimlerinin normal dağıldığı, sabit varyansa sahip olduğu, doğru fonksiyonel formun kullanıldığı ve otokorelasyon sorununun bulunmadığı tespit edilmiştir.



Şekil 1: CUSUM ve CUSUMQ Testleri

Şekil 1’e bakıldığında modelin istikrarlı olup olmadığı bulgusunu gösteren Augmented ARDL için CUSUM ve CUSUM of Squares testleri gösterilmektedir. Test bulguları %5 anlamlılık seviyesinde modellerin durağanlığını test eden sınırları aşmadığını göstermektedir. Başka bir ifade ile katsayıların ele alınan dönemde istikrarlı olduğu bulgusu elde edilmektedir (Eryer, 2024:9).

Sonuç ve Değerlendirme

Doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimini etkileyen temel unsurlardan biri olarak değerlendirilmektedir. Ancak bu etki yönü konusunda akademik yazında farklı görüşler mevcuttur. Bu yaklaşımlardan biri olan Kirlilik Halesi Hipotezi, DYY’nin gelişmekte olan ülkelere çevre dostu ve ileri teknoloji transferi sağlayarak, bu ülkelerde yenilenebilir enerji kullanımını teşvik ettiğini savunmaktadır. Buna karşılık, Kirlilik Sığınağı

Hipotezi ise çevreye zarar veren sanayi faaliyetlerinin, sıkı çevre kurallarına sahip gelişmiş ülkelerden daha esnek düzenlemelere sahip gelişmekte olan ülkelere DYY aracılığıyla taşındığını öne sürmektedir. Bu da, ilgili ülkelerde yenilenebilir enerji tüketiminin olumsuz etkilenmesine yol açabilmektedir (Çeştepe ve Tatar, 2023:147). Dolayısıyla, doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi; çevresel sürdürülebilirlik ve iyileşmenin belirleyici göstergelerinden biri olarak büyük önem taşımaktadır.

Bu araştırmada, Türkiye özelinde 1990-2021 dönemine ait veriler kullanılarak doğrudan yabancı sermaye yatırımları, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişki analiz edilmiştir. A-ARDL yöntemiyle yapılan analiz sonucunda, bu değişkenler arasında uzun vadeli bir bağlantı olduğu tespit edilmiştir. Modelden elde edilen bulgular, değişkenler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisi bulunduğunu göstermektedir. Uzun dönem katsayı tahminlerine göre, doğrudan yabancı yatırımlarda meydana gelen %1’lik bir artışın, yenilenebilir enerji tüketimini %0,10 oranında azalttığı anlaşılmaktadır. Bu sonuçlar doğrultusunda, incelenen dönemde Türkiye’de “Kirlilik Sığınağı Hipotezi”nin geçerli olduğu yorumu yapılabilir.

Elde edilen bulgular doğrultusunda şu öneriler geliştirilebilir:

- Doğrudan yabancı yatırımların çevresel sürdürülebilirliği desteklemesi için yeşil teknoloji transferi ve çevreci finansman modelleri (örneğin yeşil tahviller, sürdürülebilirlik bağlantılı krediler) teşvik edilmelidir. Bu sayede, yatırımcıların yenilenebilir enerji kullanımına yönelmesi kolaylaştırılabilir.
- Analiz sonuçlarına göre ekonomik büyümenin yenilenebilir enerji tüketimi üzerindeki etkisi anlamlı bulunmamıştır. Bu durum, büyümenin enerji politikalarıyla yeterince entegre edilmediğini göstermektedir. Bu bağlamda, büyüme stratejileri enerji dönüşüm hedefleriyle uyumlu hale getirilebilir, yeşil büyüme perspektifi doğrultusunda enerji verimliliği ve yenilenebilir kaynaklara dayalı üretim artırılabilir. Elde edilen bulgular, doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji tüketimi üzerinde azaltıcı etkisi olabileceğini göstermektedir. Bu durum, yatırımların çevre dostu olmayan sektörlerde yoğunlaşabileceğine işaret etmektedir.

Özetlenecek olursa, DYY girişlerinin Türkiye ve tüm ülkelerde olduğu gibi makro ekonomik göstergelerinin gelişimine önemli katkılarının olduğu söylenebilir. Ancak DYY’nin çevreye yönelik olumsuz etkilerinin olabileceği

de yapılan çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bu yüzden sürdürülebilir çevre ve sürdürülebilir iktisadi büyüme için Türkiye'nin DYY girişlerinin sadece iktisadi boyutunu değil, çevresel boyutunu da önemsemesi önerilebilir. Bu çalışmanın ileride yapılacak araştırmalar için genişletilmesi adına, daha kapsamlı bir örneklem kullanılarak farklı ülke gruplarının karşılaştırmalı analizine yer verilmesi önerilmektedir.

Kaynaklar

- Abe, M., Branchoux, C.L.M., Kim, J. (2017). Renewable Energy Sector in Emerging Asia: Development and Policies. TIID Working Paper No. 01/17, ESCAP Trade, Investment and Innovation Division, Bangkok
- Akın, F., & Dinçer, S. (2024). Endüstri 4.0 ve Çevresel Sürdürülebilirlik Arasındaki İlişki: Avrupa Birliği Ülkeleri Üzerine Ampirik Bir Analiz. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 22(54), 2449-2469. <https://doi.org/10.35408/comuybd.1490218>
- Akyol, M. ve Mete, E. (2022). Çevresel İnovasyon, Ekonomik Büyüme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların Yenilenebilir Enerji Tüketimi Üzerine Etkisi, *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 48, 393-406
- Aliyu, Mohammed A. (2005), Foreign Direct Investment and the Environment: Pollution Haven Hypothesis Revisited. *Eight Annual Conference on Global Economic Analysis*, Lübeck, Germany
- Altınöz, B. ve Altuntaş, M. (2020). G-20 Ülkelerinde Finansal Gelişme, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Turizm ve İklim Değişikliği İlişkisi, *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 23 (2), 413-421. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.648633>
- Apergis, N. & Payne J. (2010). Renewable Energy Consumption and Economic Growth: Evidence from a Panel of OECD Countries, *Energy Policy*, 38, 656-660
- Arı, A. (2021). Yenilenebilir Enerji ve Doğrudan Yabancı Yatırımlar, *KMÜ Sosyal Ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 23(40), 122-131.
- Aslan, M. (2023). Savunma harcamaları Türkiye’de Ekonomik Büyümeyi Artırıyor Mu? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı İle Yeniden Gözden Geçirilmesi, *Artvin Çoruh Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 9(2), 368-381. DOI: <https://doi.org/10.22466/acusbd.1337673>
- Aydin, C. ve Esen, Ö. 2018. Reducing CO2 Emissions in the EU Member States: Do Environmental Taxes Work?. *Journal of Environmental Planning and Management*, 61(13): 2396-2420.
- Bano, S., Alam, M., Khan, A. & Liu, L. (2021). The Nexus of Tourism, Renewable Energy, Income, and Environmental Quality: An Empirical Analysis of Pakistan. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 14854-14877
- Çeştepe, H. ve Ergün Tatar, H. (2023). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Yenilenebilir Enerji Tüketimi Arasında Eşbütünleşme Var mıdır? *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 39, 138-153. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.1213546>
- Dickey DA., Fuller WA.(1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072

- Ekinci A. A, & Ölmez, U. (2021). The Causality Relationship between Foreign Direct Investment and Renewable Energy in G20 and OECD Countries: 2005-2017. *İzmir İktisat Dergisi*, 36(1). 127-134. Doi: 10.24988/İje.202136109
- Ertürkmen, G. (2023). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Ekonomik Büyümenin Tarım Sektörü Üzerine Etkisi: MIST Ülkeleri İçin Panel Veri Analizi. *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 10(2), 283-291. <https://doi.org/10.30910/turkjans.1219267>
- Ertürkmen, G. & Çelik, H., 2023 Ekonomik Büyüme, Ticari Dış Açıklık ve Gıda Güvenliği İlişkisi: Akdeniz Havzası Ülkeleri İçin Ampirik Bir Analiz, *Üçüncü Sektör Sosyal Ekonomi Dergisi*, 58(3), 1917-1929.
- Elboiashi, H. (2015). The Effect of FDI on Economic Growth and the Importance of Host Country Characteristics, *Journal of Economics and International Finance*, 7(2), 25-41.
- Eryer, A. (2024). Sera Gazı Salınımı ve Doğuşta Yaşam Beklentisi İlişkisi: Türkiye İçin ARDL Analizi. *Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (16), 1-14.
- Eryer, A.(2025). Türkiye İçin Enerji Tüketimi ve İktisadi Büyüme İlişkisinin Zaman Serisi Yöntemleri İle Ekonometrik Tahmini, Ed.(Doç.Dr. Aslı Özen ATABEY ve Dr. Öğr. Üyesi, Gülferah Ertürkmen), Makro Ekonomik Perspektiften Teorik ve Ampirik Analizler, Ekin Yayınvi, ss.58-71.
- Ergun, S. J., Owusu, P. A. ve Rivas, M. F. (2019). Determinants of Renewable Energy Consumption in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 15390–15405
- Fan, W.,& 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.
- Grossman G. ve Krueger A., 1992, Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement, Garber P., The Mexico-US Free Trade Agreement, Cambridge, MA: M Press.
- Hagert, M. & Marton, C. (2017). The Effects of FDI on Renewable Energy Consumption: A Study Of The Effects Of Foreign Investments in Middle-Income Countries. (*Yüksek Lisans Tezi*). Lund University, School Of Economics And Management. <https://Lup.Lub.Lu.Sc/Luur/Download?Func=Downloadfile&Recordoid=8912090&Filcoid=8912094>.
- Johnson, A. (2006). The Effects of FDI Inflows on Host Country Economic Growth. The Royal Institute of technology. Centre of Excellence for studies in Science and Innovation. *CESIS Electronic Working Paper Series*, 58.
- Kapçak, S. (2023). Türkiye’de Doğrudan Yabancı Yatırımlar İle Yenilenebilir Enerji Tüketimi İlişkisi: Bir Asimetrik Analiz. *İstanbul Aydın Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(3), 401-420.

- Khandker, L.L., Amin, S.B. & Khan, F. (2018). Renewable Energy Consumption And Foreign Direct Investment: Reports From Bangladesh. *Journal Of Accounting, Finance And Economics*, 8(3), 72-87.
- Khan, Z., Malik, M.Y., Latif, K. & Jiao, Z. (2020). Heterogeneous Effect Of Eco-Innovation And Human Capital On
- Karasoy, A. (2021). İktisadi Küreselleşmenin Ve Finansal Kalkınmanın Türkiye'deki Karbondioksit Emisyonuna Etkisi: Çok boyutlu İndeksler Yeni Bulgular Sunuyor mu?. *Journal of Economic Policy Researches*, 8(2), 75-100
- 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) (2019), 291-297.
- Koşaroğlu, Ş.M & Kaya, H.İ.(2022). Yenilenebilir Enerji ile Doğrudan Yabancı Yatırımlar Arasındaki İlişkinin Türkiye İçin Analizi, Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 6(2), 53-56.
- 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), 1-35.
- Lee, Jung W. (2013). The Contribution of Foreign Direct Investment to Clean Energy Use, Carbon Emissions and Economic Growth, *Energy Policy*, 55, 483-489
- Mielnik, O., Goldemberg, J. (2002). Foreign Direct Investment and Decoupling Between Energy and Gross Domestic Product in Developing Countries. *Energy Policy*, 30(2), 87-89.
- Narayan, P. (2004). *Reformulating Critical Values for the Bounds F-statistics approach to Cointegration: An application to the Tourism Demand Model for Fiji*. Australia: Monash University
- Pata, U. K., & Caglar, A. E. (2021). Investigating the EKC hypothesis with renewable energy consumption, human capital, globalization and trade openness for China: Evidence from augmented ARDL approach with a structural break. *Energy*, 216
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Rismawan, L. B., Haryanto, T. & Handoyo, R. D. (2021). Foreign Direct Investment Spillovers and Economic Growth: Evidence from Asian Emerging Countries. *Ekulilibrium: Jurnal Ilmiah Bidang Ilmu Ekonomi*, 16(1), 49-63.
- Sadorsky, P. (2010). The Impact of Financial Development on Energy Consumption in Emerging Economies, *Energy Policy* 38: 2528-2535

- Sam, C. Y., McNown, R., & Goh, S. K. (2019). An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Test for Cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130-141
- Phillips CBP., Perron P. Testing for a Unit Root in Time Series Regressions. *Biometrika* 1988; 75(2),335-346.
- Polat, M. A. (2015). Türkiye’de Yabancı Sermaye Yatırımları ile CO2 Emisyonu Arasındaki İlişkinin Yapısal Kırılmalı Testler İle Analizi. *Journal Of International Social Research*, 8(41), 1127-1135.
- Sarker, B., & Khan, F. (2020). Nexus between Foreign Direct Investment and Economic Growth in Bangladesh: An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Testing Approach. *Financial Innovation*, 6, 1-18.
- 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.