

## Yeşil Finans, Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Büyümenin CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Gelişmekte Olan Ülkelerde Bir Araştırma

Arzu Özmerdivanlı<sup>1</sup>

### Özet

Artan çevre kirliliği ve emisyon seviyeleri, son yıllarda çevrenin korunmasının bir zorunluluk olduğunu göstermiştir. Bu nedenle hükümetler, yenilenebilir enerji kaynaklarının ortaya çıkardığı kirliliği azaltmak ve CO2 emisyonlarının çevre kalitesi üzerinde yarattığı olumsuz etkileri ortadan kaldırmak için çeşitli önlemler almaya başlamıştır. Bununla birlikte politika yapıcılar çevre dostu uygulamaların desteklenmesinde ihtiyaç duyulan finansmanın sağlanması için kaynak arayışına girmiş ve yeşil finansman kaynaklarının oluşturulmasına ihtiyaç duyulmuştur. Yeşil finans piyasası, sürdürülebilir uygulamalara ve yenilenebilir kaynaklara odaklanmakta bu şekilde bir yandan yatırımcılar için önemli getiriler sunarken bir yandan da çevrenin korunmasına ve sürdürülebilirliğe de katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, bu çalışmada yeşil finans, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonları üzerindeki etkisinin incelenmesi amaçlanmaktadır. Gelişmekte olan 21 ülkenin 2006-2019 dönemine ait yıllık verileri kullanılarak panel veri regresyon analizi çerçevesinde araştırma yapılmıştır. Çalışmada sonucunda, yenilenebilir enerjinin CO2 emisyonlarını negatif, ekonomik büyümenin ise CO2 emisyonunu pozitif yönde etkilediği yönünde bulgular elde edilmiştir. Bununla birlikte çalışma sonuçları yeşil finansın CO2 emisyonlarını etkilemediğini göstermektedir. Çalışma bulguları, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılmasının çevrenin korunması açısından fayda sağlayacağını, ekonomik büyümenin çevre dostu olmayan kaynaklarla gerçekleştirilmesi halinde çevrenin zarar göreceğini ve yeşil finans kaynaklarının çevrenin korunmasında önemli olmadığını vurgulamaktadır. Bu bağlamda mal ve hizmet üretiminde yenilenebilir enerji kaynaklarının payının artırılması, ekonomik faaliyetlerin çevreye duyarlı kalkınma planları ile uyumlu bir şekilde gerçekleştirilmesi, yeşil finansman tekniklerinin çevre kalitesi açısından önemli olduğuna yönelik farkındalığın artırılması, gelişmekte olan ülkeler için önerilecek politikalar arasında yer alabilir.

1 Dr. Öğr. Üyesi, Karamanoğlu Mehmetbey Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Yüksekokulu, arzuoz@kmu.edu.tr, ORCID ID: 0000-0002-2120-3312

## Giriş

Sanayileşme, kentleşme ve ulaşım sektöründe meydana gelen hızlı gelişmeler kömür ve petrol gibi fosil yakıtların daha fazla kullanılmasını gerektirmiştir. Yenilenemeyen enerji kaynaklarının oluşturduğu CO2 emisyonları, çevre kirliliğine ve iklim değişikliğine neden olmaktadır. Bununla birlikte doğal kaynakların gelişigüzel ve dikkatsizce tüketilmesi nedeniyle endüstriyel atıklar, kuraklık, büyük fırtınalar, kutup buzlarının erimesi nedeniyle yükselen deniz seviyeleri gibi çevresel tehditler ve küresel sıcaklıktaki artış dünya ülkelerinde büyük endişelere neden olmaktadır. Artan endişeler sonucunda Birleşmiş Milletler 1980'li yıllardan bu yana uluslararası protokoller ve anlaşmalar (1987 Montreal Protokolü, 1992 Kyoto Protokolü, 2015 Paris Anlaşması, Glasgow COP 26 ve Mısır COP 27) yaparak çevrenin korunmasına yönelik olarak alınması gereken önlemleri ortaya koymakta ve sürdürülebilir (yeşil) büyüme gibi kavramların incelenmesinin önünü açmaktadır (Sun, 2023).

Yeşil büyüme, büyümenin ekonomi ve çevre arasındaki uyum yoluyla gerçekleştiğini ifade etmektedir. Yeşil büyüme, küresel ekonomiye yönelik iklim değişikliği, enerji kısıtlamaları ve finansal kriz gibi sorunları çözmeyi hedeflemektedir (Chaudhary & Bhattacharya, 2006). Yeşil ekonomi tüketicilerin yaşam kalitesini artırarak geleneksel operasyonlara göre daha fazla iş genişletme fırsatı sunmaktadır. Bununla birlikte, yeşil ekonomi çevre bilincini teşvik etmekte ve üreticilerin ve tüketicilerin yeşil enerjiye uyum sağlamanın yanı sıra biyolojik olarak parçalanabilen ve düşük karbonlu ürünler kullanarak çevreyi korumasını sağlamaktadır (Al-Sheryani & Nobenece, 2020)

Yeşil ekonominin oluşturulmasında önemli konulardan biri CO2 emisyonunu artıran yenilenemeyen enerji kaynaklarından, yenilenebilir enerji kaynaklarına kademeli bir şekilde geçişi sağlayabilmektir. Enerji geçişini gerçekleştirmek, yenilenebilir enerji dağıtımını genişletebilmekte, fosil yakıt tüketimini ve buna bağlı olarak karbondioksit emisyonlarını azaltabilmekte ve çevrenin korunmasını destekleyebilmektedir. Yenilenebilir enerjiye geçiş sürecinde ihtiyaç duyulan finansmanın sağlanmasında finansal piyasalara büyük görevler düşmekte ve finans sektörü çevreyi dikkate alarak yeşil finansman kaynakları geliştirmektedir (Sun 2023).

Yeşil finans, sera gazlarını ve hava kirleticisi emisyonları önemli ölçüde azaltan yeşil büyümeye yönelik finansal destek olarak tanımlanabilir (Chaudhary & Bhattacharya 2006). Başka bir ifade ile yeşil finans, iş süreçlerinin kullanımını çevresel konulara duyarlılıkla birleştiren bir kavramdır. Bu kavram, finansal kaynak sağlayıcılar, mal ve hizmet üreticileri ve mal ve hizmet tüketicileri

dahil ancak bunlarla sınırlı olmamak üzere, mal ve hizmet tedarik zincirinde yer alan tüm tarafların davranışlarını kapsamaktadır. Yeşil finans kavramı, çevresel risk yönetimi planlarının yanı sıra planların sürdürülebilirliğini de göz önünde bulundurarak çevrenin korunmasından elde edilen faydalara özgü olması nedeniyle geleneksel bankacılık yöntemlerinden de ayrılmaktadır (Al-Sheryani & Nobenece, 2020). Yeşil finansman, hava kirliliği, su kirliliği ve kısıtlılığı, nehirlerin ihlali, endüstriyel tıbbi ve evsel atıkların uygunsuz şekilde bertaraf edilmesi, ormansızlaşma, açık alan kaybı ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi çevresel bozulma alanlarının iyileştirilmesini içermektedir (Chaudhary & Bhattacharya 2006). Yeşil finans, finanse edilen endüstrilerin karbon emisyonlarını önemli oranda azaltmasının beklendiği yeşil ekonomiyi teşvik etmeyi amaçlamaktadır (Al-Sheryani & Nobenece, 2020). Yeşil finansmanın uygulanması, yatırımların kirletici ve enerji tüketen endüstrilerden, kaynakları koruyan ve çevreyi koruyan endüstrilere kaydırılması anlamına gelmektedir. Yeşil finans, çevre dostu girişimlere ve işletmelere giden para miktarını artırmayı amaçlamaktadır (Cao, 2023).

Ülke ekonomisinin çevreyi dikkate alarak istikrarlı bir şekilde büyüyebilmesi açısından çevre dostu yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması, bu enerji kaynaklarının ve çevre dostu girişimlerin yeşil finansman kaynaklarıyla desteklenmesi son dönemde dünyanın önde gelen kurumlarının yanı sıra hükümetlerin ve politika yapımcıların odağı haline gelmiştir. Bununla birlikte akademik çevre de son dönemlerde yeşil finans, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevrenin kirlenmesinde önemli rolü olan CO<sub>2</sub> emisyonları üzerinde yarattığı etkiyi incelemek için farklı ülke gruplarında çalışmalar yapmaktadır. Bu bağlamda ekonomik büyümenin yeşil enerji ve finans kaynaklarıyla desteklenmesi ve böylece ekoloji ve ekonominin uyum içerisinde gelişmesi, gelişmiş ülkelerde olduğu gibi gelişme sürecini tamamlayamayan ülkeler için de büyük önem arz etmektedir. Gelişmiş ülkelere kıyasla gelişmekte olan ülkelerde finansman ve enerji kaynakları açısından arz edilen miktarın az olması, ekonomik büyüme sürecinde yenilenemeyen enerji kaynaklarının daha fazla kullanılması, yeşil finans piyasasının başlangıç aşamasında olması dikkate alındığında, bu ülkelerde yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonları arasındaki ilişkinin incelenmesi önemli hale gelmektedir. Bu çerçevede çalışmada gelişmekte olan bazı ülkelerde yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO<sub>2</sub> emisyonları arasındaki ilişkinin araştırılması amaçlanmıştır. Çalışma amacının gerçekleştirilmesi açısından gelişmekte olan 21 ülkede (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Çin, Kolombiya, Mısır, Hindistan, Endonezya, Ürdün, Malezya, Meksika, Fas, Nepal, Pakistan, Peru, Filipinler, Güney Afrika, Sri Lanka, Tayland, Türkiye, Vietnam) 2006 – 2019 dönemi için yeşil finans,

yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonları üzerindeki etkisi panel veri regresyon modelleri ile incelenmiştir.

Çalışma beş bölümden oluşmakta olup giriş bölümünün ardından kavramsal çerçeve üzerinde durulmuş, daha sonra literatür, veri ve yöntem detaylandırılmış, ardından bulgular sunulmuş ve sonuç ve değerlendirme ile çalışma sonlandırılmıştır.

## 1.Kavramsal Çerçeve

### 1.1.Yeşil Finans

İklim değişikliği modern dünyada insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük krizler arasında yer almakta ve sera gazlarının artan salınımının bir sonucu olarak küresel sıcaklıklar her yıl önemli oranda artmaktadır. Bu durum, başta enerji olmak üzere geleneksel üretim faktörlerinin gözden geçirilmesini ve sürdürülebilir üretim araçlarıyla değiştirilmesini gerektirmektedir. Bununla birlikte, yeşil ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı, sürdürülebilirliğin sağlanması için büyük finansal yatırımlara ihtiyaç duyulmaktadır. Bu noktada finansal kuruluşlar, alternatif üretim araçlarına ve çevreyi korumaya yönelik bu ihtiyaca uyum sağlayarak yeşil finans kavramının gelişmesine ön ayak olmuşlardır (Al-Sheryani & Nobence, 2020).

Çevre finansmanı veya sürdürülebilir finans olarak da adlandırılan yeşil finans, finans sektöründe ekonomik kalkınma ile ekolojik çevrenin dengelenmesinde kilit rol oynayan büyük bir yeniliktir (Bai vd., 2022, s. 6966). Yeşil finans kavramı ile ilgili olarak araştırmacılar tarafından genel kabul gören ortak bir tanım bulunmamakta olup yeşil finans farklı şekillerde tanımlanabilmektedir.

Cowan (1999), yeşil finansı, çevrenin korunması için oluşturulan bir finansal yenilik ve finans ve çevre endüstrisi arasında önemli bir köprü olarak görmektedir. An (2008), yeşil finansı, çevresel kaynakların korunmasını teşvik eden ve ekonomik büyümeyi koordine eden finansal faaliyetler olarak tanımlamıştır. Ayrıca yeşil finans, sera gazlarını ve hava kirletici emisyonları önemli ölçüde azaltan yeşil büyümeye yönelik finansal destek olarak da ifade edilebilir (Chaudhary & Bhattacharya 2006). Yeşil finans uygulamaları; teknolojik projelerin, süreçlerin ve ekolojik girişimlerin finansmanının yollarını, enerji tasarrufu sağlayan alternatif enerji girişimlerinin finansal olarak teşvik edilmesini ve yenilenebilir enerji alanını içermektedir (Andreeva vd., 2018, s. 10).

1998 – 2002 döneminde ortaya çıkan, 2005'e kadar istikrarlı bir şekilde gelişen, 2006 – 2011 döneminde inişli çıkışlı bir trend izleyen ve 2012'den

itibaren gelişimine hızlı bir şekilde devam eden yeşil finans teorisi (Zhou & Xu, 2022) üzerine yapılan çalışmalarla birlikte çeşitli görüşler ortaya çıkmıştır. Bu görüşlerden biri yeşil finans teorisinin ilk aşamalarında ortaya çıkmış olup yeşil finans uygulamalarının yeşil menkul kıymetler, yeşil sigorta, yeşil kredi, yeşil fonlar gibi finansal araç düzeyine odaklanmaktadır. Bir diğer görüş, yukarıdan aşağıya stratejik düzeyde bir bakış açısını içermektedir. Bu durumda yeşil finans teorisi, kamu kurumlarının sürdürülebilir kalkınmaya odaklı stratejiler geliştirmesini, firmaların çevresel, sosyal ve yönetsel standartlara uygun olarak faaliyet göstermesini ve finansal kurumların, yeşil yatırım ürünleri ve yeşil finansal stratejiler ortaya koymasını önermektedir. Görüşlerden biri de aşağıdan yukarıya davranışsal bir perspektife sahiptir. Bu bakış açısı çevreyi korumaya ilişkin yasa ve düzenlemelerin iyileştirilmesini, halkın çevreyi koruma açısından daha bilinçli hale gelmesini ve buna bağlı olarak çevreye duyarlı tercihlerin artmasını ve bireysel ve kurumsal tasarrufların yeşil ürün ve sektörlere transfer edilmesini içine alan uygulamalara odaklanmaktadır (Bai vd., 2022, s. 6966-6968).

Yeşil finansın gelişimi kurumsal yönetim faktörlerinin rolünü güçlendirmekte ve şirketler yeşil endüstriye dönüşüm yoluyla doğal ekolojik çevrenin iyileştirmesine katkı sağlayabilmektedir. Bununla birlikte yeşil finans, çevre bilincini teşvik etmekte ve üreticilerin ve tüketicilerin yeşil enerjiye uyum sağlayarak ve biyolojik olarak parçalanabilen düşük karbonlu ürünler kullanarak çevreyi korumalarını sağlamaktadır (Cai & Guo, 2021, s. 3). Yeşil finans, enerji tasarrufu ve çevrenin korunmasını temel gereksinim olarak kabul etmekte, çevresel sorunları dikkate almakta ve finans endüstrisi ile sosyal ekonomi arasındaki bağlantıyı güçlendirerek sürdürülebilir kalkınmayı sağlamayı amaçlamaktadır (Guo vd., 2022, s. 2).

Yeşil finans, sermaye desteği, kaynak tahsisi, denetim ve yenilik aracılığıyla çevreyi etkileyebilmektedir. Sermaye desteği açısından yeşil finans, yüksek verimliliğe sahip, düşük kirlilik ve düşük enerji tüketen endüstrilere yönelik finansman desteğini daha da artırmakta, bu da endüstriyel sermaye girdisini önemli ölçüde iyileştirebilmekte ve finansal ve doğal kaynakların verimliliğinin artmasını sağlayabilmektedir. Kaynak tahsisi etkisi açısından yeşil finans, finansal kaynakların yüksek kirlilik içeren ve düşük verimli sektörlerden düşük kirliliğe sahip ve yüksek verimli endüstrilere akışını yönlendirebilir; bu da ekonomik çıktıyı artırmak ve çevre kalitesini iyileştirmek için endüstriyel yapının ve enerji yapısının iyileştirilmesini ve optimizasyonunu teşvik edebilir. Kurumsal denetim açısından yeşil finans, finansal kuruluşların finansman sürecinde işletmelerin çevresel ve sosyal birleşik etkilerinin kapsamlı bir değerlendirmesini yapmasını gerektirmektedir. İşletmelerin denetim etkisi, verimliliği artırmak ve çevre kirliliğini azaltmak için işletme

faaliyetlerinin çevresel ve sosyal etkilerine odaklanmaya zorlayabilir. Yenilik açısından yeşil finans, gelişmekte olan teknoloji endüstrisine yönelik yeşil mali destek sağlamaya, teknolojik yeniliği teşvik etmeye, sermaye yatırımı ölçeğini genişletmeye ve mevcut kaynakların kullanım verimliliğini artırmaya yardımcı olabilmekte, buna bağlı olarak da endüstriyel ve enerji yapılarının optimizasyonu ve iyileştirilmesi suretiyle çevre kalitesini iyileştirebilmektedir (Liu vd., 2019, s. 325-326).

## 1.2. Yenilenebilir Enerji

Yıllar içerisinde nüfusun hızla artış göstermesi ve sanayinin gün geçtikçe daha da gelişmesi ile birlikte enerji ihtiyacı da artmaktadır. Geleneksel enerji kaynakları, doğada halen mevcut olmakla birlikte, zaman içinde tükenmekte ve kendini yenileyememektedir. Yenilenemez enerji kaynakları genellikle kömür, petrol, doğal gaz ve nükleer enerji olarak sınıflandırılmaktadır (Bekar, 2020, s. 41).

Fosil yakıtların yanması (kömür, petrol, doğal gaz) sonucu karbondioksit (CO<sub>2</sub>) ortaya çıkmakta ve CO<sub>2</sub> miktarı ormanların azalmasıyla giderek artmaktadır. Bu yüzden, atmosferde bulunan diğer gazlarla birlikte güneş ışınlarının yansımını engelleyerek “sera etkisi” oluşturmakta ve bu durum iklim değişikliklerine neden olmaktadır. Bununla birlikte fosil yakıtlar yandığında karbonmonoksit (CO) ve kükürtdioksit (SO<sub>2</sub>) gazları da açığa çıkmaktadır. CO vücuttaki oksijen oranını azaltarak ölümlere, SO ise kansere yol açmaktadır. Doğalgazın yanması sonucunda kokusuz ve gözle görülemeyen azotoksit (NO) oluşmakta ve NO ise atmosferde diğer gazlarla etkileşime girmek suretiyle vücudun bağışıklık sistemini yerle bir etmektedir (Özkaya, 2004).

Atmosferin korunmasına yönelik tedbirler, 1970’li yıllardan başlayarak günümüze kadar sanayileşmiş birçok ülke tarafından alınmaya başlanmış olsa da, kirleticilerin hava olaylarıyla taşınması ve uluslararası boyutta olumsuz etkiler yaratması engellenememiştir. Bununla birlikte petrolün ve doğal gazın gelecekte tükeneceğinin öngörülmesi, insanoğlunu doğa dostu, temiz ve daha ucuz enerji kaynaklarını arama sürecine yöneltmiştir. İnsanoğlunun arayış süreci dünyanın her bölgesinde var olabilen yenilenebilir enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasını gündeme getirmiştir (Özkaya, 2004).

Yenilenebilir enerji kaynakları, doğada tükenmeyen ve kendi kendini sürekli yenileyebilen kaynaklar olup güneş, rüzgâr, jeotermal, hidrojen, deniz-dalga ve biyokütle enerjileri şeklinde sınıflandırılmaktadır. Yenilenebilir enerjiler mevcut durumda elde edilmeleri yenilenemez enerjilere göre daha pahalı ve dolayısıyla daha kısıtlı görünmekle birlikte doğaya en az zarar

veren kaynaklardır (Bekar, 2020, s. 43). Yenilenebilir enerji kaynakları, enerjiyle ilişkili çevre sorunlarının hafifletilmesine yardımcı olabilecek ve fosil yakıtların yerine geçebilecek uygun bir alternatif olarak görülmektedir. Ayrıca, yenilenebilir enerjinin, enerji sepetine dahil edilmesiyle, fosil yakıtlara olan bağımlılığın kademeli olarak azaltılması ve çevresel açıdan sürdürülebilir büyümeye olanak sağlanması beklenmektedir (Adebayo vd., 2022).

Yenilenemeyen enerji kaynaklarının yarattığı çevresel sonuçlar göz önünde bulundurulduğunda, politika yapıcılar giderek daha fazla yenilenebilir enerjiye odaklanmaktadır. Yenilenebilir enerji kaynakları sahip olduğu bazı özellikler nedeniyle çevre kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji toksik maddelerin üretilmesine neden olmamakta ve çevre kalitesini bozmamaktadır. Bununla birlikte bu kaynaklar yenilenemeyen enerji kaynaklarına ikame olarak kullanılarak çeşitli gazların (CO<sub>2</sub>, CO, SO<sub>2</sub> gibi) emisyonlarını azaltmaktadır. Ayrıca yenilenebilir enerji kendini sürekli yenileyen ve tükenmeyen bir yapıda olduğu için yenilenemeyen kaynaklar için gerekli olan çıkarma ve madencilik faaliyetlerine ihtiyaç duymamakta ve çevreye ilave bir yük getirmemektedir. Yenilenebilir enerji, ölçek ekonomisi ve yayılma etkileri nedeniyle dinamik etkiler üreterek çevre kalitesini artırmaktadır (Qamruzzaman vd. 2022, s. 122).

### 1.3. Ekonomik Büyüme

Ekonomik büyüme, bir ülkeye ait gayri safi yurt içi hasılanın (GSYH) önceki yıla göre reel olarak artış göstermesi anlamına gelmektedir. Ekonomik büyüme, daha fazla iş imkanının yaratılması, GSYH'nin artırılması ve insanların gelirlerinin ve refah düzeylerinin artırılması gibi bir ülke üzerinde pek çok olumlu etkiyi beraberinde getirmektedir. Ancak ekonomik büyümenin yol açtığı olumsuz etkiler çevre kirliliği gibi önemli sorunların ortaya çıkmasına neden olabilmektedir. Ekonomik büyümenin hızlanmasına bağlı olarak şirket, fabrika ve işletme sayıları da hızla artmakta ve bu durum işgücünde de yoğun bir artış yaşanmasını sağlamaktadır. İnsan faaliyetlerinin artışına bağlı olarak CO<sub>2</sub> emisyonlarında meydana gelen yükseliş, insan yaşam alanları ve doğal ekosistemler üzerinde olumsuz etkilere neden olabilmektedir (Tran, 2022).

Ekonomik büyüme ile çevre arasındaki ilişkinin açıklanmasında en çok incelenen hipotez Çevresel Kuznet Hipotezi'dir (EKC). EKC, çevre kalitesi ile kişi başına düşen gelir arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu ifade etmektedir. EKC, sanayileşmenin ilk aşamalarında üretimin artırılmasına öncelik verildiğinden çevresel bozulmanın arttığını ve insanların çevre ve kaynaklardan daha çok iş ve gelire ilgilendiğini iddia etmektedir. Ancak

daha yüksek ekonomik faaliyet, daha yüksek enerji ve diğer doğal kaynak girdilerini gerektirmekte ve buna bağlı olarak daha yüksek kirletici emisyonlar ortaya çıkararak çevre koşullarını kötüleştirmektedir. Sanayileşmenin sonraki aşamalarında gelir, belirli bir seviyenin üzerine çıktıkça, temiz bir çevre için ödeme yapma isteği, gelir elde etme isteğine göre daha büyük bir oranda artmakta, düzenleyici kurumlar kirlilik seviyelerini azaltmada daha etkili hale gelmekte ve bu da çevresel koşulların kademeli olarak iyileşmesini sağlamaktadır (Onafowora & Owoye, 2014).

EKC'nin temel felsefesi bir ekonominin ekonomik gücüne dayanmaktadır. Başka bir ifade ile zengin ekonomilerde ekonomik büyüme çevreyi olumlu etkileyebilirken, gelir seviyesi düşük ülkelerde bu etki olumsuz olabilmektedir. Bu tür heterojen etkilerin ortaya çıkmasında etkili olan nedenlerden biri, yoksul ülkelerin yoğun teknoloji kullanarak yüksek ekonomik büyüme elde etmek için çevreden taviz vermesi, zengin ülkelerin ise çevreye değer vermesi ve yeşil ve çevre dostu teknolojileri benimsemesidir. Bununla birlikte yoksul ülkelerin geleneksel enerji kaynaklarını, zengin ülkelerin ise yenilenebilir temiz enerji kaynaklarını kullanması da ekonomik büyümenin çevre üzerinde yarattığı etkiyi farklılaştırabilmektedir (Majeed & Tauqir, 2020, s. 655).

## 2. Literatür

Konu ile ilgili literatür incelendiğinde, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkinin incelendiği çok sayıda çalışma olduğu, yeşil finans ve CO2 emisyonu ilişkisinin son dönemlerde incelenmeye başladığı görülmekle birlikte araştırmanın konusunu oluşturan dört değişkenin birlikte yer aldığı çalışmaların yeterli düzeyde olmadığı söylenebilir. Ulusal ve uluslararası literatür kapsamında yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi bir arada veya ayrı ayrı ele alan ve geliştirmekte olan ülkelerde yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Öztürk ve Acaravcı (2013) tarafından yapılan çalışmada 1960–2007 dönemi için Türkiye’de finansal gelişme, dış ticaret, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. Eşbütünlüşme analizinin yapıldığı çalışma sonucunda, karbon emisyonları, enerji tüketimi, kişi başına düşen gelir, kişi başına düşen gelirin karesi, dış ticaret ve finansal gelişme arasında uzun vadeli bir ilişki olduğunu, dış ticaretteki artışın karbon emisyonlarında artışa yol açtığını ve finansal gelişmenin karbon emisyonları üzerinde anlamlı bir etkisinin olmadığını doğrulayan bulgular elde edilmiştir.

Sebri ve Ben-Salha (2014) BRICS (Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin, Güney Afrika) ülkelerinde 1971-2010 dönemine ait verileri kullanarak



yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik analizleri ile araştırmış ve değişkenler arasında eş bütünleşme olduğunu ve ekonomik büyüme ile yenilenebilir enerji arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuştur.

Saidi ve Mbarek (2017) tarafından yapılan çalışmada bazı gelişmekte olan ülkelerde (Brezilya, Kolombiya, Meksika, Peru, Çek Cumhuriyeti, Mısır, Macaristan, Fas, Polonya, Rusya, Güney Afrika, Türkiye, Çin, Hindistan, Endonezya, Kore, Malezya, Filipinler, Tayland) 1990-2013 dönemi için finansal gelişme ekonomik büyüme, ticari açıklık ve kentleşmenin CO2 emisyonları üzerindeki etkisi panel eşbütünleşme analizi kullanılarak incelenmiştir. Sonuçlar, ekonomik büyümenin CO2 emisyonunu pozitif, finansal gelişmenin CO2 emisyonunu negatif yönde etkilediğini göstermektedir.

Aye ve Edoja (2017) 1971-2013 dönemi için gelişmekte olan 31 ülkede ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus ve finansal gelişmenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisini dinamik panel eşik modeli ile araştırmıştır. Çalışma sonucunda ekonomik büyümenin, düşük büyüme rejiminde CO2 emisyonu üzerinde negatif, yüksek büyüme rejiminde CO2 emisyonu üzerinde pozitif, enerji tüketiminin ve nüfusun da CO2 emisyonu üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu kanıtlayan bulgulara rastlanmıştır. Bununla birlikte panel nedensellik analizleri sonucunda CO2 emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve finansal gelişme arasında anlamlı nedensellik ilişkisi olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

Aydoğan ve Vardar (2020) tarafından yapılan çalışmada E7 (Brezilya, Çin, Endonezya, Hindistan, Meksika, Rusya ve Türkiye) ülkelerinde 1990-2014 dönemi için panel eşbütünleşme ve nedensellik analizleri kullanılarak yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, tarımsal katma değer ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonuçları, uzun vadede CO2 emisyonları ile ekonomik büyüme, yenilenemeyen enerji tüketimi ve tarımsal katma değer arasında pozitif, CO2 emisyonları ile ekonomik büyümenin karesi ve yenilenebilir enerji tüketimi arasında ise negatif bir ilişki, yenilenemeyen enerji tüketimi ile CO2 emisyonları arasında ise çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Wang vd. (2021) BRICS ülkelerinde 2000-2018 döneminde yeşil finans, yenilenebilir enerji ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi panel kantil regresyon modelini kullanarak araştırmıştır. Çalışma sonucunda elde edilen bulgular, yeşil finansmanın ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonlarını negatif yönde etkilediğini, ekonomik büyüme, ticari açıklık,

enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonlarını artırdığını ortaya koymuştur.

Tran (2022) tarafından yapılan çalışmada Vietnam'da yeşil finans, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, enerji ithalatı ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki, eşbütünleşme ve nedensellik analizleri kullanılarak incelenmiştir. Çalışma sonuçları değişkenler arasında eşbütünleşmenin olduğunu, yenilenebilir enerji tüketiminden CO2 emisyonuna ve yeşil yatırımlardan CO2 emisyonuna doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi göstermektedir.

Wan vd. (2022) gelişmiş ve gelişmekte olan 100 ülkeden oluşan bir örneklem için panel veri regresyon analizini kullanarak yeşil mülk finansmanı ile inşaat sektörünün karbondioksit emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Çalışma sonucunda, özellikle gelişmekte olan ülkelerde daha belirgin olmakla birlikte yeşil mülk finansmanındaki büyümenin, endüstrinin dünya çapındaki karbondioksit emisyonlarıyla güçlü ve olumsuz bir ilişki içerisinde olduğunu gösteren bulgular elde edilmiştir.

Cui vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada 2004-2019 dönemi için Çin'de bulunan 30 il için yeşil finansın ve işsizlik oranının CO2 emisyonları üzerindeki etkisi incelenmiştir. Panel regresyon ve GMM analizlerinin kullanıldığı çalışma sonuçları yeşil finansın karbon emisyonları üzerinde önemli ölçüde engelleyici bir etkisinin olduğunu, yeşil finansın işsizlik oranını önemli ölçüde azalttığını ve işsizlik oranının artmasıyla birlikte karbon emisyonlarının önemli ölçüde arttığını göstermektedir.

Ping ve Shah (2022) BRICS ülkelerinde 2000-2019 dönemine ait verileri kullanarak ve yüksek öğrenimin düzenleyici etkisini dikkate alarak CO2 emisyonları, ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, yeşil finansman ve doğrudan yabancı yatırım arasındaki ilişkileri araştırmıştır. PARDL sınır testinin uygulandığı çalışma sonucunda, değişkenlerin eşbütünleşik olduğu, uzun vadede yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme, yeşil finans, doğrudan yabancı yatırım ve yüksek öğrenimin CO2 emisyonlarını etkilediği; ancak kısa vadede yalnızca ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji ve yüksek öğrenimin CO2 emisyonlarını etkilediği ve bireysel ve toplumsal düzeyde artan yüksek öğrenimin kısa ve uzun vadede CO2 emisyonlarını azalttığı yönünde kanıtlar elde edilmiştir.

Adebayo vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada 1990-2018 dönemi için MINT ülkelerinde (Meksika Endonezya Nijerya Türkiye) küreselleşme, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve yenilenemeyen enerji ile CO2 emisyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel eşbütünleşme ve nedensellik

analizlerinin kullanıldığı çalışma sonuçları, değişkenler arasında eşbütünleşme olduğunu, ekonomik büyümenin ve yenilenemeyen enerji kullanımının çevrenin bozulmasına katkıda bulunduğunu, küreselleşme ve yenilenebilir enerji kullanımının ise çevrenin bozulmasını engellemeye yardımcı olduğunu ve tüm değişkenler ile CO2 emisyonları arasında nedensellik ilişkisinin olduğunu göstermektedir.

Baskaya vd. (2022) tarafından yapılan çalışmada 2002-2019 dönemi için BRICS ülkelerinde finansal katılım, yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketimi ve karbon emisyonları arasındaki ilişki panel eşbütünleşme, nedensellik ve panel kantil regresyon yöntemleri kullanılarak incelenmiştir. Eşbütünleşme analizleri sonucunda elde edilen bulgular ekonomik büyümenin CO2 emisyonunu pozitif, yenilenebilir enerjinin ve finansal katılımın ise CO2 emisyonunu negatif yönde etkilediğini, nedensellik analizi sonucunda tespit edilen kanıtlar ise tüm değişkenler ile CO2 emisyonu arasında tek yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu ortaya koymaktadır. Bununla birlikte panel kantil tahminlerinden elde edilen bulgular, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal katılıma ilişkin katsayıların, CO2 emisyonları için tüm seviyeler boyunca negatif olduğunu başka bir ifade ile CO2 emisyon seviyelerinin finansal katılım ve yenilenebilir enerji yoluyla azaltıldığını göstermektedir.

Bakry vd. (2023) geliştirmekte olan ülkelerde yeşil finansmanın çevresel performans üzerindeki etkisini araştırmıştır. 2010-2019 dönemi için geliştirmekte olan 76 ekonomiden oluşan bir örneklem üzerinde panel eşbütünleşme analizi ve vektör hata düzeltme modeli kullanılan çalışmada, karbon emisyonlarının (CO2) yeşil finans, ekonomik büyüme, kentleşme ve yenilenebilir enerji ile eşbütünleşik olduğunu ve yeşil finans ve yenilenebilir enerjinin CO2 emisyonları üzerinde önemli ve engelleyici etkiler yarattığını doğrulayan bulgular elde edilmiştir.

Udeagha ve Ngepah (2023) tarafından yapılan çalışmada yeşil finansın ve finansal teknolojinin BRICS ülkelerinin 2000-2018 döneminde karbon nötrlüğüne ulaşma hedefine nasıl katkıda bulunabileceği ve bununla birlikte enerji inovasyonu, ekonomik büyüme ve doğal kaynak kirası ile CO2 emisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Çalışma sonuçları, yeşil finans, finansal teknoloji ve enerji inovasyonunun çevresel sürdürülebilirliği desteklediğini, doğal kaynak kirası ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerinde olumsuz etkiye sahip olduğunu, CO2 emisyonları ile yeşil finans, finansal teknoloji ve doğal kaynak kirası arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu, GSYH ve enerji inovasyonu ile CO2 emisyonları arasında ise tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğunu göstermektedir.

Cao (2023) 2005-2018 dönemi için E7 ülkelerinde yeşil ekonomik performans endeksi, yeşil finans, kişi başına gelir, kurumsal sosyal sorumluluklar, yeşil enerji ve teknik yenilikler arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Panel eşbütünleşme analizinin kullanıldığı çalışma sonucunda yeşil ekonomik performans endeksi, yeşil finans, kişi başına gelir, teknolojik yenilik, kurumsal sosyal sorumluluk ve yeşil enerji arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna, yeşil finans, teknolojik inovasyon ve kurumsal sosyal sorumluluğun CO2 emisyonlarını azalttığına, yeşil ekonomik büyümeyi artırdığına, kişi başına gelirin karbon emisyonlarını önemli ölçüde artırdığına ilişkin kanıtlar sunulmaktadır.

Hailiang vd. (2023) tarafından yapılan çalışmada BRICS ülkelerinde 2000-2018 dönemine ait veriler kullanılarak yeşil finans, yenilenebilir enerji, ticari açıklık, doğrudan yabancı yatırım, ekonomik büyüme, teknolojik yenilik ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki incelenmiştir. Panel eşbütünleşme, nedensellik ve panel kantil regresyon analizlerinin kullanıldığı çalışmada elde edilen sonuçlar, yeşil finans, yenilenebilir enerji ve teknolojik yeniliklerin CO2 emisyonlarını azalttığını; yenilenemeyen enerji, ekonomik büyüme, doğrudan yabancı yatırım ve ticari açıklığın çevre kalitesine zarar verdiğini göstermektedir.

Literatür kapsamında incelenen çalışmalar göz önünde bulundurulduğunda yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkinin çok uzun zamandan beri incelendiği ve finansal piyasaların CO2 ile ilişkisinde genellikle finansal gelişme kavramının kullanıldığı görülmektedir. Bununla birlikte son dönemlerde yapılan çalışmalar, finansal piyasalar açısından, finansal gelişme kavramından daha çok yeşil finans kavramı ile CO2 arasındaki ilişki üzerine yoğunlaşmaktadır. Buna rağmen yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişkiyi birlikte inceleyen çalışmalar yeterli düzeyde değildir. Bu çerçevede, söz konusu dört değişkenin birlikte kullanıldığı bu çalışmanın ulusal ve uluslararası literatüre önemli katkılar sağlayacağı öngörülmektedir.

### 3. Veri

Bu çalışmada gelişmekte olan 21 ülkede (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Çin, Kolombiya, Mısır, Hindistan, Endonezya, Ürdün, Malezya, Meksika, Fas, Nepal, Pakistan, Peru, Filipinler, Güney Afrika, Sri Lanka, Tayland, Türkiye, Vietnam) 2006 – 2019 dönemi için yeşil finans, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi araştırılmaktadır. Çalışmada incelenen ülkelerin ve analiz döneminin belirlenmesinde değişkenlere ait yeterli verinin bulunmaması etkili olmuştur. Çalışmada kullanılan değişkenlere ilişkin bilgiler Tablo 1’de sunulmaktadır.

Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Bilgiler

| Değişkenin adı       | Değişkenin açıklaması   | Değişkenin Kısaltması | Veri Kaynağı      |
|----------------------|---|-----------------------|-------------------|
| CO2 emisyonu         | Kişi başına karbon salınımı (metrik ton cinsinden)  | lnCO2                 | Dünya Bankası     |
| Yeşil finans         | Hibrit sistemler de dahil olmak üzere temiz enerji araştırma ve geliştirmesi ile yenilenebilir enerji üretimini desteklemek amacıyla gelişmekte olan ülkelere yapılan uluslararası fon akımları | lnYF                  | Our World in Data |
| Yenilenebilir enerji | Yenilenebilir enerji tüketimi (toplam enerji tüketiminin %'si)  | lnYE                  | Dünya Bankası     |
| Ekonomik büyüme      | Kişi başına GSYH  | lnGSYH                |                   |

Çalışmada değişkenler belirlenirken Bakry vd. (2023) ve Wang vd. (2023) tarafından yapılan çalışma göz önünde bulundurulmuştur. Çalışma kapsamında 21 ülkeye ait 14 yıllık veri seti kullanıldığından, panel veri şeklinde bir yapılanma söz konusudur. Yeşil finans, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi panel veri regresyon yöntemi kullanılarak araştırılmıştır. Kullanılan yöntem uygun olarak çalışmanın modeli Denklem 1'de gösterilmektedir.

$$\ln CO2_{it} = \alpha_{it} + \beta_1 \ln GF_{it} + \beta_2 \ln RE_{it} + \beta_3 \ln GDP_{it} + u_{it} \quad i = 1,2, \dots, 21 \quad t = 1,2, \dots, 14 \quad (1)$$

Denklem 1'de  $i$  ülkeleri,  $t$  yılı, lnCO2 karbon emisyonu değişkeninin değerinin logaritmasını, lnYF yeşil finans değişkeninin logaritmasını, lnYE yenilenebilir enerji tüketimi değişkeninin logaritmasını ve lnGSYH ekonomik büyüme değişkeninin logaritmasını göstermektedir.

#### 4. Yöntem

Hem zaman hem de yatay kesit birimlerinden meydana gelen ve yatay kesit birimlerinin farklı dönemlere ait değerlerinden oluşan veriler panel veri olarak ifade edilmektedir. Her bir yatay kesit için aynı zaman birimleri bulunuyorsa dengeli, zaman birimlerinin sayısı her bir yatay kesit birimi için farklılık gösteriyorsa dengesiz panel söz konusudur (Zulfikar & STp, 2018).

Panel veri modelleri, içerdiği geniş veri seti ile serbestlik derecesini artırarak ve açıklayıcı değişkenler arasındaki eş doğrusallığı azaltarak tahmin

sonuçlarının etkinliğini sağlamaktadır. Bununla birlikte zaman serisi veya yatay kesit veri modellerine kıyasla daha fazla ekonomik soruyu analiz edebilmesi, bu sayede daha bilgilendirici bir yapıya sahip olması ve birimler arasındaki heterojenliği kontrol edebilmesi sağladığı diğer faydalar arasında yer almaktadır (Hsiao, 2014, s. 4-6).

Doğrusal bir panel veri regresyon modeli Denklem 2'deki gibi gösterilebilir (Brooks, 2019, s. 626)

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

Denklem 2'de  $y_{it}$  bağımlı değişkeni,  $\alpha$  sabit terimi,  $\beta$   $k \times 1$  boyutlu parametreler vektörünü,  $x_{it}$  açıklayıcı değişkenlere ait gözlemlerin  $k \times 1$  boyutlu vektörünü,  $i$  yatay kesit birimlerini,  $t$  zaman kesitini ve  $u_{it}$  hata terimini göstermektedir ( $t = 1, \dots, T$ ;  $i = 1, \dots, N$ ) (Brooks, 2019, s. 626).

Denklem 2'de yer alan hata teriminin yapısı, panel veri modelinin tek yönlü veya iki yönlü olabilmesini sağlayabilmektedir.  $\mu_{it}$  gözlemlenemeyen birim etkisini,  $\lambda_{it}$  gözlemlenemeyen zaman etkisini ve  $v_{it}$  ise geriye kalan stokastik hata terimini göstermek üzere iki yönlü panel veri modeli Denklem 3'te sunulmaktadır (Baltagi, 2021, s. 47).

$$u_{it} = \mu_{it} + \lambda_{it} + \vartheta_{it} \quad t = 1, \dots, T \quad i = 1, \dots, N \quad (3)$$

Tek yönlü modeller sadece birime göre, çift yönlü modeller ise hem birime hem de zamana bağlı olarak değişmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2013, s. 40).

Panel veri kullanılarak tahmin edilen regresyon analizlerinde üç model bulunmaktadır. Bunlar; havuzlanmış en küçük kareler (klasik model), sabit etkiler ve rassal etkiler modelleridir. Klasik modelde yatay kesit birimlerine ait sabit terimlerin ve eğim parametrelerinin zaman içerisinde değişmediği ve birim ve zaman etkilerinin olmadığı ifade edilmektedir (Sapuan & Roly, 2021, s. 94). Sabit etkiler modeli eğim parametrelerinin tüm yatay kesit birimleri için sabit olduğunu ve sabit terimin yatay kesit birimleri için farklı değerler aldığını varsaymaktadır. Rassal etkiler modelinde ise yatay kesit birimlerinin her biri için farklı sabit terim önerilmekte ve bu terimin zaman içerisinde sabit olduğu belirtilmektedir. Örnekleme yer alan varlıkların popülasyondan rastgele seçildiği durumda rassal etkiler modelinin, örnekleme yer alan varlıkların popülasyonun tamamını oluşturduğu durumda ise sabit etki modelinin daha makul olduğu söylenmektedir (Brooks, 2019, s. 628-638).

## 5. Bulgular

Çalışma kapsamında kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 2’de yer almaktadır.

*Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler*

|      | Ort.   | Std. Sap. | Min.   | Maks.  | Jarque-Bera | p     | Gözlem |
|------|--------|-----------|--------|--------|-------------|-------|--------|
| CO2  | 0,672  | 0,922     | -2,315 | 2,133  | 23,182      | 0,000 | 294    |
| YF   | 16,795 | 4,237     | 2,835  | 21,943 | 273,983     | 0,000 | 294    |
| YE   | 2,961  | 0,897     | 0,673  | 4,514  | 16,700      | 0,000 | 294    |
| GSYH | 8,223  | 0,856     | 5,832  | 9,590  | 16,577      | 0,000 | 294    |

Tablo 2 incelendiğinde ortalama (16,795) ve standart sapma (4,237) değerleri içerisinde en büyük değer YF değişkenine, en küçük ortalamanın (0,672) CO2 değişkenine, en küçük standart sapmanın (0,856) ise GSYH değişkenine ait olduğu görülmektedir. Bununla birlikte değişkenlerin minimum (2,835) ve maksimum (21,943) aldığı değerler, ülkeler arasında en büyük farklılığın YF değişkeni açısından gerçekleştiğini göstermektedir. Ayrıca YE ve GSYH değişkenlerinin de ülkeler arasında önemli ölçüde farklılık gösterdiği ve CO2 açısından ülkelerin aldığı değerler arasında büyük bir farklılık olmadığı söylenebilir.

*Tablo 3. Değişkenlere Ait Korelasyon Matrisi*

|      | CO2    | YF     | YE     | GSYH |
|------|--------|--------|--------|------|
| CO2  | 1      |        |        |      |
| YF   | -0,011 | 1      |        |      |
| YE   | -0,736 | 0,064  | 1      |      |
| GSYH | 0,806  | -0,132 | -0,516 | 1    |

Tablo 3’te yer alan korelasyon matrisi YF ve RE değişkenlerinin CO2 ile negatif, GSYH değişkeninin ise CO2 ile pozitif bir ilişki içerisinde olduğunu ortaya koymaktadır. Bunun yanı sıra CO2 değişkeni ile YF ve YE değişkenleri arasında güçlü, YF değişkeni arasında ise zayıf bir ilişki bulunduğu söylenebilir. Ayrıca YF değişkeni YE ve GSYH değişkenleri arasında zayıf bir ilişki varken GSYH ile YE değişkeni arasında güçlü ve negatif bir ilişki söz konusudur.

CO<sub>2</sub>, YF, YE ve GSYH değişkenleri arasındaki ilişkin panel veri regresyon ile incelendiği çalışmada, hangi modelin kullanılacağına karar vermek için çeşitli testler kullanılmaktadır. Model açısından sabit etkilerin test edilmesinde F testleri, rassal etkilerin test edilmesinde ise Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testleri ve Honda (1985) testleri kullanılmaktadır. Söz konusu testlere ait sıfır hipotezi etkilerin olmadığını ifade etmektedir (Baltagi, 2021, s. 75-90).

*Tablo 4. Sabit ve Rassal Etkiler Modellerine İlişkin Test Sonuçları*

| Test                 | Test İstatistiği | p     |
|----------------------|------------------|-------|
| F-birim              | 177,789          | 0,000 |
| F-zaman              | 2,075            | 0,016 |
| F-birim ve zaman     | 115,668          | 0,000 |
| LM-birim             | 1366,646         | 0,000 |
| LM-zaman             | 0,097            | 0,756 |
| LM-birim ve zaman    | 1366,743         | 0,000 |
| Honda-birim          | 36,968           | 0,000 |
| Honda-zaman          | 0,311            | 0,378 |
| Honda-birim ve zaman | 26,361           | 0,000 |

Panel veri regresyon modeline ilişkin F testi sonuçları incelendiğinde (Tablo 4) sabit birim ve zaman etkilerinin olmadığını ifade eden sıfır hipotezinin reddedildiği ( $p < 0,05$ ) ve sabit birim ve zaman etkilerinin söz konusu olduğu görülmektedir. Bununla birlikte LM ve Honda test sonuçlarına göre rassal birim etkisinin olmadığını ilişkin sıfır hipotezi reddedilmekte ( $p < 0,05$ ), rassal zaman etkisinin olmadığını belirten sıfır hipotezi kabul edilmekte ( $p > 0,05$ ) olup sadece rassal birim etkisinin bulunduğu ifade edilmektedir. Bu durum sabit etkiler modeline göre iki yönlü, rassal etkiler modeline göre ise tek yönlü modelin uygun olduğunu göstermektedir.

Sabit etkiler modelinde kullanılan en yaygın yöntem Grup İçi Tahmin (GİT), iken rassal etkiler modelinde ise Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (GEKK) yöntemidir. GİT ve GEKK yöntemlerinden hangisinin uygun olduğu Hausman testi ile belirlenmekte ve bu test GİT ve GEKK tahmincilerinin varyans kovaryans matrisleri arasındaki farktan yararlanılarak hesaplanmaktadır. Hausman testine ait sıfır hipotezi rassal etkilerle açıklayıcı değişkenler arasında ilişki olmadığını, alternatif hipotez ise ilişki olduğunu belirtmektedir. Hausman test istatistiğine ilişkin olasılık değeri 0,05'ten küçük ( $p < 0,05$ ) ise sıfır hipotezi reddedilmekte ve bu durumda GEKK'nın sapmalı, GİT'in tutarlı olduğu ifade edilmektedir. Hausman testinin olasılık



değeri 0,05'ten büyük olduğu durumda ise sıfır hipotezi kabul edilmekte ve her iki yöntemin de tutarlı olduğu ancak GEKK'nin daha etkin olduğu belirtilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2013).

*Tablo 5. Hausman Test Sonuçları*

|         | Test İstatistiği | p     |
|---------|------------------|-------|
| Hausman | 10,657           | 0,014 |

Hausman test sonuçları dikkate alındığında (Tablo 5) sıfır hipotezinin reddedildiği görülmektedir. Alternatif hipotezin kabulü çerçevesinde sabit etkiler modelinde kullanılan GİT tutarlı olmaktadır. Bu durumda çift yönlü sabit etkiler modelinin uygun olduğu söylenebilir. Çift yönlü sabit etkiler modeline ait otokorelasyon ve değişen varyans test sonuçları Tablo 6'da yer almaktadır.

*Tablo 6. Otokorelasyon ve Değişen Varyans Test Sonuçları*

| Değişen Varyans Testi  | Test İstatistiği | p     |
|------------------------|------------------|-------|
| LMh_fixed              | 830,575          | 0,000 |
| Otokorelasyon Testleri |                  |       |
| LMp-stat               | 161,328          | 0,000 |
| LMp*-stat              | 198,574          | 0,000 |
| Durbin-Watson          | 0,318            |       |

Tablo 6 incelendiğinde testlere ilişkin olasılık değerlerinin 0,05'ten küçük olduğu ve değişen varyans ve otokorelasyon olmadığını belirten sıfır hipotezlerinin reddedildiği ve modelde değişen varyans ve otokorelasyon bulunduğu görülmektedir. Değişen varyans ve otokorelasyon sorunlarının çözülmesi için gerekli düzeltme (White düzeltmesi) yapılmış ve çift yönlü sabit etkiler modeli Tablo 7'de sunulmuştur.

*Tablo 7. Çift Yönlü Sabit Etkiler Modeli*

| Değişken                      | Katsayı | Std. Hata     | Test İstatistiği | p     |
|-------------------------------|---------|---------------|------------------|-------|
| C                             | -1,780  | 1,141         | -1,560           | 0,143 |
| YF                            | -0,008  | 0,006         | -1,397           | 0,186 |
| YE                            | -0,318  | 0,081         | -3,895           | 0,002 |
| GSYH                          | 0,430   | 0,133         | 3,230            | 0,007 |
| R <sup>2</sup> <sub>adj</sub> | 0,986   | F-istatistiği | 554,668          | 0,000 |

Çift yönlü sabit etkiler modeli göz önünde bulundurulduğunda (Tablo 7) modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu ( $F = 554,6676$  ve  $p < 0,05$ ) görülmektedir. Modele ait  $R^2_{adj}$  değeri oldukça yüksek olup bağımsız değişkenlerin, bağımlı değişkende meydana gelen değişmelerin yaklaşık %99'unu açıkladığını ortaya koymaktadır. YE ve GSYH değişkenlerine ilişkin olasılık değerleri %1 anlamlılık düzeyinde anlamlı olup YE ve GSYH değişkenleri CO2 değişkenini sırasıyla negatif ve pozitif yönde etkilemektedir. Bu durumda yenilenebilir enerjide meydana gelen bir birim artışın, karbon emisyonunu 0,32 kat azalttığı, ekonomik büyümede meydana gelen bir birim artışın ise karbon emisyonunu 0,43 kat artırdığı söylenebilir. Yeşil finans değişkeninin ise karbon emisyonu üzerinde herhangi bir etkisi bulunmamaktadır.

Yenilenebilir enerjinin CO2 emisyonunu negatif, ekonomik büyümenin CO2 emisyonunu pozitif yönde etkilediğini gösteren bulgular, Aydoğan & Vardar (2020), Wang vd. (2021), Adebayo vd. (2022), Baskaya vd. (2023), Bakry vd. (2023) ve Hailing vd. (2023) tarafından yapılan çalışma sonuçları ile benzerlik göstermektedir.

## Sonuç

Bu çalışmada 2006–2019 dönemi için gelişmekte olan 21 ülkede (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Çin, Kolombiya, Mısır, Hindistan, Endonezya, Ürdün, Malezya, Meksika, Fas, Nepal, Pakistan, Peru, Filipinler, Güney Afrika, Sri Lanka, Tayland, Türkiye, Vietnam) yeşil finans, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi incelenmektedir.

Çalışma kapsamında sabit ve rassal etkileri içeren panel veri regresyon modellerinin hangisinin geçerli olduğunu belirlemek için çeşitli testler yapılmış ve sabit etkiler modeline göre iki yönlü, rassal etkiler modeline göre ise tek yönlü modelin uygun olduğu sonucuna varılmıştır. Bununla birlikte regresyon modellerinde hangi tahmincilerin kullanılacağı Hausman testi ile araştırılmış ve çift yönlü sabit etkiler modelinde grup içi tahmincinin tutarlı olduğu yönünde bulgular elde edilmiştir. Analizler sonucunda çift yönlü sabit etkiler modelinin uygun olduğu belirlenmiş ve modeldeki değişen varyans ve otokorelasyon sorunu düzeltilerek nihai model elde edilmiştir. Çalışmada elde edilen bulgular; yeşil finansın CO2 emisyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını, yenilenebilir enerji kaynaklarının CO2 emisyonlarını azalttığını ve ekonomik büyümenin CO2 emisyonlarını artırdığını göstermektedir.

Konu ile ilgili literatür yeşil finansın gelişmekte olan ülkelerde genellikle CO2 emisyonlarını azalttığı yönünde bulgular sunsa da bu çalışmada

elde edilen sonuçlar yeşil finansın CO2 emisyonları üzerinde herhangi bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Analiz döneminin, ülke sayısının ve analiz yönteminin farklılık göstermesi literatürden farklı sonuçlar elde edilmesinde etkili olmuş olabilir. Bununla birlikte analiz kapsamına dahil edilen ülkelerin yeşil finans piyasasının daha az gelişmiş olması, yeşil finansman tekniklerinin çevre kalitesi açısından önemli olduğuna yönelik farkındalığın gelişmemiş olması, çevrenin iyileştirilmesinde yeşil finansman daha çok yenilenebilir enerji kaynaklarının önemli görülmesi yeşil finansın CO2 emisyonlarını etkilememesi yönünde elde edilen bulgunun nedenleri arasında yer alabilir. Gelişmekte olan ülkelerin yeşil ekonomiyi destekleyecek yeşil finans kaynaklarını teşvik etmesi, yeşil finans piyasasının çeşitli eğitim programları ile kamuoyuna ve girişimcilere detaylı bir şekilde tanıtması, yeşil finansmanın yeşil enerjiyi destekleyeceğini ve böylece çevrenin korunmasında büyük öneme sahip olduğunu yapılacak projeler ile göstermesi, yeşil finans piyasasının gelişimine yönelik yasal düzenleme yapması ve bu düzenlemelerin piyasada uygulanabilirliğini sağlaması yeşil finans piyasasının gelişmesini ve CO2 emisyonlarının azaltılmasındaki rolünün anlaşılmasını sağlayabilir.

Yenilenebilir enerji kaynaklarının CO2 emisyonlarını azaltması, gelişmekte olan ülkelerde fosil yakıtlardan yeşil enerji kaynaklarına geçişin çevrenin korunmasına katkı sağlayabileceğini göstermektedir. Bu nedenle gelişmekte olan ülkelerde yeşil ekonominin oluşturulması ve çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesine katkı sağlayacak şekilde yenilenebilir enerjiye yatırımın teşvik edilmesine yönelik uygulamaların artırılması gerekmektedir. Gelişmekte olan ülke hükümetlerinin; yenilenebilir enerji ile ilgili teknolojilerin yayılmasını teşvik etmesi, yenilenebilir enerji projelerine yönelik sübvansiyonlar, vergi teşvikleri ve hibeler sağlaması, yenilenebilir enerji kullanımına ilişkin yasal prosedürleri ve onay sürecini kolaylaştırması çevre kalitesinin iyileştirilmesi açısından sunulan önemli politika önerileri olabilir.

Ekonomik büyümenin CO2 emisyonlarını artırması, yurt içinde üretilen ve tüketilen mal ve hizmetlerin artmasıyla birlikte çevre dostu olmayan kaynak ve teknolojilerin kullanılmasının ve nüfus yoğunluğunun artmasının çevreye zarar verdiğini ortaya koymaktadır. Bu durumda gelişmekte olan ülkelerde bir yandan ekonomik büyümenin artırılması dikkate alınırken diğer yandan çevreyi de dikkate alan sürdürülebilir kalkınma planlarının oluşturulması ve uygulanması gerekmektedir. Kirliliği minimum seviyeye düşürecek, doğal kaynakları koruyacak, çevre kalitesinin iyileştirilmesine yönelik çevresel standartları göz önünde bulunduracak düzenleme ve uygulamaların geliştirilmesi, çevresel standartlara uygunluğun düzenli olarak denetlenmesi ve gerekli yaptırımların uygulanması gelişmekte olan ülke politika yapıcılarının dikkate alması gereken öneriler olabilir.

Gelişmekte olan ülkelerde yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları ile ilgili olarak yapılan bu çalışma sonucunda elde edilen bulgular önemli bilgiler sunmakla birlikte bazı sınırlamalara sahiptir. Öncelikle yeşil finans uygulamalarına ilişkin verilerin ülke bazında elde edilebilirliği ve kalitesi sınırlı olabilmektedir. Bu nedenle analizler zaman ve ülke boyutu açısından yeterli derinlikte olmayabilir. Bununla birlikte yeşil finans, yenilenebilir enerji, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi etkileyen ülkeye özgü siyasi, sosyal ve ekonomik faktörlerin dikkate alınmaması, bulguların genellenebilirliği açısından bir sınırlılık oluşturabilir. Ayrıca çalışma kapsamında incelenen ilişkiyi etkileyebileceği düşünülen farklı dinamiklerin analizlerde hesaba katılmaması sonuçların farklılaşmasına neden olabilir.

Çalışmanın kısıtları dikkate alınarak, konu ile ilgili olarak gelecekte yapılacak çalışmalar için yeşil finans verilerinin çeşitlendirilmesi, zaman ve ülke boyutu açısından verilerin genişletilmesi, ülkelere özgü siyasi, ekonomik ve sosyal faktörlerin dikkate alınması, CO2 emisyonunu etkileyeceği düşünülen diğer faktörlerin analize dahil edilmesi, kapsamlı ve derin bir analiz yapılması ve sonuçların detaylandırılması açısından önemli olabilir.

## Kaynakça

- Adebayo, T. S., Awosusi, A. A., Rjoub, H., Agyekum, E. B., & Kirikkaleli, D. (2022). The influence of renewable energy usage on consumption-based carbon emissions in MINT economies. *Heliyon*, 8(2), 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e08941>
- Al-Sheryani, K., & Nobanee, H. (2020). Green finance: A mini-review. [https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract\\_id=3538696](https://papers.ssrn.com/sol3/papers.cfm?abstract_id=3538696)
- An, W. (2008). A probe into the connotation, mechanism and practice of green finance. *Econ. Surv*, 25(5), 156-158.
- Andreeva, O. V., Vovchenko, N. G., Ivanova, O. B., & Kostoglodova, E. D. (2018). Green finance: Trends and financial regulation prospects. In *Contemporary issues in business and financial management in Eastern Europe* (pp. 9-17). Emerald Publishing Limited.
- Aydoğan, B., & Vardar, G. (2020). Evaluating the role of renewable energy, economic growth and agriculture on CO2 emission in E7 countries. *International Journal of Sustainable Energy*, 39(4), 335-348. <https://doi.org/10.1080/14786451.2019.1686380>
- Aye, G. C., & Edoja, P. E. (2017). Effect of economic growth on CO2 emission in developing countries: Evidence from a dynamic panel threshold model. *Cogent Economics & Finance*, 5(1), 1-22. <https://doi.org/10.1080/23322039.2017.1379239>
- Bai, J., Chen, Z., Yan, X., & Zhang, Y. (2022). Research on the impact of green finance on carbon emissions: Evidence from China. *Economic research-Ekonomiska istraživanja*, 35(1), 6965-6984. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2054455>
- Bakry, W., Mallik, G., Nghiem, X. H., Sinha, A., & Vo, X. V. (2023). Is green finance really “green”? Examining the long-run relationship between green finance, renewable energy and environmental performance in developing countries. *Renewable Energy*, 208, 341-355. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2023.03.020>
- Baltagi, B. H. (2021). *Econometric analysis of panel data* (Third edition). John Wiley & Sons, Ltd
- Baskaya, M. M., Samour, A., & Türsoy, T. (2022). The financial inclusion, renewable energy and CO2 emissions nexus in the BRICS nations: New evidence based on the method of moments quantile regression. *Applied Ecology & Environmental Research*, 20(3), 2577-2595. [http://dx.doi.org/10.15666/aecer/2003\\_25772595](http://dx.doi.org/10.15666/aecer/2003_25772595)
- Bekar, N. (2020). Yenilenebilir enerji kaynakları açısından Türkiye'nin enerji jeopolitiği. *Türkiye Siyaset Bilimi Dergisi*, 3(1), 37-54.
- Brooks, C. (2019). *Introductory econometrics for finance* (4th edition). Cambridge University Press.

- Cai, R., & Guo, J. (2021). Finance for the environment: A scientometrics analysis of green finance. *Mathematics*, 9(13), 1-15. <https://doi.org/10.3390/math9131537>
- Cao, L. (2023). How green finance reduces CO2 emissions for green economic recovery: Empirical evidence from E7 economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(2), 3307-3320. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22365-6>
- Chaudhary, R. & Bhattacharya, V. (2006). Clean development mechanism: Strategy for sustainability and economic growth. *Indian Journal for Environmental Protection*, 27(10), 919-922.
- Cowan, E. (1999). Topical issues in environmental finance. Research paper was commissioned by the Asia Branch of the Canadian International Development Agency (CIDA) 1, 1-20.
- Branch of the Canadian International Development Agency (CIDA) 1:1-20
- Cui, Y., Wang, G., Irfan, M., Wu, D., & Cao, J. (2022). The effect of green finance and unemployment rate on carbon emissions in China. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-16. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.887341>
- Guo, C. Q., Wang, X., Cao, D. D., & Hou, Y. G. (2022). The impact of green finance on carbon emission--analysis based on mediation effect and spatial effect. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-17. <https://doi.org/10.3389/fenvs.2022.844988>
- Hailiang, Z., Iqbal, W., Yin Chau, K., Raza Shah, S. A., Ahmad, W., & Hua, H. (2023). Green finance, renewable energy investment, and environmental protection: empirical evidence from BRICS countries. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 36(2), 1-23. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2022.2125032>
- Hsiao, C. (2014). *Analysis of panel data*. Cambridge University.
- Majeed, M. T., & Tauqir, A. (2020). Effects of urbanization, industrialization, economic growth, energy consumption, financial development on carbon emissions: an extended STIRPAT model for heterogeneous income groups. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences (PJCSS)*, 14(3), 652-681.
- Liu, R., Wang, D., Zhang, L., & Zhang, L. (2019). Can green financial development promote regional ecological efficiency? A case study of China. *Natural Hazards*, 95, 325-341. <https://doi.org/10.1007/s11069-018-3502-x>
- Onafowora, O. A., & Owoye, O. (2014). Bounds testing approach to analysis of the environment Kuznets curve hypothesis. *Energy economics*, 44, 47-62. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2014.03.025>

- Özkaya, S. Y. (2004). Yenilenebilir enerji kaynakları. *Uluslararası Ekonomik Sorunlar Dergisi*, XIV, <https://www.mfa.gov.tr/yenilenebilir-enerji-kaynaklari.tr.mfa>
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy economics*, 36, 262-267. <http://dx.doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Ping, S., & Shah, S. A. A. (2023). Green finance, renewable energy, financial development, FDI, and CO2 nexus under the impact of higher education. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(12), 33524-33541. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-24582-5>
- Qamruzzaman, M., Karim, S., & Jahan, I. (2022). Nexus between economic policy uncertainty, foreign direct investment, government debt and renewable energy consumption in 13 top oil importing nations: Evidence from the symmetric and asymmetric investigation. *Renewable Energy*, 195, 121-136. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2022.05.168>
- Saidi, K., & Mbarek, M. B. (2017). The impact of income, trade, urbanization, and financial development on CO 2 emissions in 19 emerging economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 12748-12757. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6303-3>
- Sapuan, N. M., & Roly, M. R. (2021). The impact of ICT and FDI as drivers to economic growth In ASEAN-8 countries: A panel regression analysis. *International Journal of Industrial Management*, 9, 91-98. <https://doi.org/10.15282/ijim.9.0.2021.5958>
- Sebri, M., & Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, CO2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>
- Sun, C. (2023). How are green finance, carbon emissions, and energy resources related in Asian sub-regions?. *Resources Policy*, 83, 1-7. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103648>
- Tran, Q. H. (2022). The impact of green finance, economic growth and energy usage on CO2 emission in Vietnam—a multivariate time series analysis. *China Finance Review International*, 12(2), 280-296. <https://doi.org/10.1108/CFRI-03-2021-0049>
- Udeagha, M. C., & Ngepah, N. (2023). The drivers of environmental sustainability in BRICS economies: Do green finance and fintech matter?. *World Development Sustainability*, 3, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2023.100096>
- Wang, X., Huang, J., Xiang, Z., & Huang, J. (2021). Nexus between green finance, energy efficiency, and carbon emission: Covid-19 implications

- from BRICS countries. *Frontiers in Energy Research*, 9, <https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.786659>
- Wan, Q., Qian, J., Baghirli, A., & Aghayev, A. (2022). Green finance and carbon reduction: implications for green recovery. *Economic Analysis and Policy*, 76, 901-913. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2022.09.022>
- Wang, T., Umar, M., Li, M., & Shan, S. (2023). Green finance and clean taxes are the ways to curb carbon emissions: An OECD experience. *Energy Economics*, 124, 1-14. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106842>
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2013). *Panel veri ekonometrisi: Stata uygulamalı* (2. baskı). Beta.
- Zhou, H., & Xu, G. (2022). Research on the impact of green finance on China's regional ecological development based on system GMM model. *Resources Policy*, 75, 1-9. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102454>
- Zulfikar, R., & STp, M. M. (2018). Estimation model and selection method of panel data regression: an overview of common effect, fixed effect, and random effect model. *JEMA: Jurnal Ilmiah Bidang Akuntansi*, 1-10. <https://doi.org/10.31227/osf.io/9qe2b>