

TÜRKİYE’NİN KARBON NÖTRLÜĞÜ HEDEFİNDE EKONOMİK FAKTÖRLERİN ROLÜ*

The Role of Economic Factors in Turkey’s Carbon Neutrality Target

Münevvere YILDIZ**

Öz

Son yıllarda artış gösteren çevresel bozulmalar, dünyada pek çok canlının hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. Ülkeler refah düzeylerini artırırken, dünyaya verdikleri zararı çoğu zaman göz ardı etmektedirler. Ancak son on yıla damgasını vuran iklim değışikliği ve sıra dışı hava olayları sorunun ciddiyetini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Şüphesiz bu durumun en önemli sebeplerinden birisi ülkelerin ekonomik faaliyetleridir. Bu doğrultuda çalışmada Türkiye’de ekonomik büyüme ve finansal gelişmenin karbon nötrlüğü üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. 1980-2020 dönemi verileri ile gerçekleştirilen analizlerde eşbütünlük ilişkisinin tespit edilmesi amacıyla ARDL sınır testi kullanılmıştır. ARDL testi uzun dönem tahminlerinin sağlamlık kontrolü için FMOLS, DOLS ve CCR eşbütünlük regresyonları uygulanmıştır. Uzun ve kısa dönem katsayı tahminlerine göre hem finansal gelişme hem de ekonomik büyüme karbon nötrlüğünü pozitif yönde etkilemekte ve Türkiye’nin 2050 yılı karbon nötrlüğü hedefine ulaşmasını engellemektedir. Ayrıca Türkiye için EKC hipotezinin geçerliliği ortaya konulmuştur. Nedensellik testi sonuçları kısa ve uzun dönemde tüm değışkenler arasında çift yönlü nedenselliğin varlığını göstermektedir. Çalışma, Türkiye’de karbon nötrlüğü literatürüne katkı sağlayarak politika yapımcılar için öneriler sunmaktadır.

Abstract

Environmental degradation, which has increased in recent years, adversely affects the lives of many living beings in the world. While countries are increasing their level of prosperity, they often ignore the damage they cause to the world. However, climate change and extraordinary weather events that have left their mark on the last decade have once again revealed the seriousness of the problem. Undoubtedly, one of the most important reasons for this situation is the economic activities of the countries. In this context, the aim of this study is to investigate the effects of economic growth and financial development on carbon neutrality in Turkey. In the analyses carried out with the data of the 1980-2020 period, the ARDL boundary testing was used to determine the cointegration relationship. FMOLS, DOLS, and CCR cointegration regressions were applied to check the robustness of long-term estimates of the ARDL test. According to the short- and long-term coefficient estimates, both financial development and economic growth positively affect carbon neutrality and prevent Turkey from achieving its carbon neutrality target for 2050. In addition, the validity of the EKC hypothesis for Turkey has been demonstrated. The results of the causality test show the presence of bidirectional causality between all variables in the short and long term. The study provides suggestions for policymakers by contributing to the carbon neutrality literature in Turkey.

Anahtar

Kelimeler:

Karbon Nötrlüğü,
Finansal Gelişme,
Ekonomik
Büyüme, ARDL.

JEL Kodları:

C22, G10,
O44, Q43.

Keywords:

Carbon
Neutrality,
Financial
Development,
Economic
Growth, ARDL.

JEL Codes:

C22, G10,
O44, Q43.

* Bu çalışma 10-12 Kasım tarihleri arasında İzmir’de düzenlenen III. Ulusal Uygulamalı Sosyal Bilimler Kongresi’nde (C-IASOS 2022) özet olarak sunulmuştur.

** Dr. Öğr. Üyesi, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Bolvadin Uygulamalı Bilimler Fakültesi, Türkiye, munevveyildiz@aku.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9541-2603

Makale Geliş Tarihi (Received Date): 20.11.2022 Makale Kabul Tarihi (Accepted Date): 21.03.2022

Bu eser Creative Commons Atıf 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. Giriş

Son on yıldır artan çevresel bozulmalar ve buna ilişkin yapılan araştırmalar, alınmak istenilen tedbirler, hayatımıza yeni kavramların girmesine neden olmuştur. Bu kavramların en güncel olanlarından birisi “karbon nötrlüğü”dür. Konunun doğrudan muhatabı olan üretim tesisleri açısından nispeten daha eski bir kavram olsa da özellikle akademik literatür için yeni ve ilgi odağı bir konudur. Bu yönüyle konuyla ilgili henüz kısıtlı bir literatür mevcuttur. Peki nedir karbon nötrlüğü? Karbon nötr olmak, atmosfere salınan karbon emisyonundan daha fazla karbon emen ve depolayan, ormanlar gibi karbon yutakları sayesinde, salınan karbon miktarının atmosferden emilen karbon miktarına eşit olması anlamına gelir (Grainger ve Smith, 2021). Diğer bir deyişle ülkelerin ürettikleri karbon emisyonu miktarının atmosferden uzaklaştırdıkları karbon emisyonu miktarı ile aynı olmasıdır.

Kyoto Protokolü’ne göre ülkelerin sera gazı emisyonlarını %5 oranında azaltması ve küresel ısınmasının 1,5 derecenin altında tutulması hedeflenmekteydi. Ancak dünyadaki tüm ülkeler bu hedefin çok uzağında kaldılar ve Paris İklim Anlaşması (2015) ile hedefler somutlaştırılarak karbon nötrlüğü kavramı dile getirildi ve ülkelerin bu konuda eylem planı yapması istenildi. Bu çerçevede 130’den fazla ülke 2050 yılında karbon nötrlüğünü sağlayarak sıfır emisyonu ulaşmayı hedeflemektedir (Dong vd., 2022). Bu hedefe ulaşabilme konusunda politikacılar hem kişilerin yaşam standartlarını korumak hem de çevresel bozulmaya etkiyi en aza indirebilmek için ciddi politikalar oluşturmakta ve yol haritaları belirlemektedir. Bu yönüyle çevre ve ekonomi arasında hassas bir denge ilişkisinin sağlanması zaman almaktadır.

Ülkelerin karbon nötrlüğü hedeflerine ulaşabilmesindeki temel etkenlerden birisi şüphesiz enerji üretiminde fosil kaynakların yerini yenilenebilir enerji kaynaklarının almasıdır. Bu geçiş zaman ve finansman gerektirmektedir, bu nedenle hızlı bir geçiş süreci gerçekleşmemektedir. Lahiani vd. (2021) yenilenebilir enerji tesislerinin kurulum maliyetlerinin yüksekliği ve yatırım geri dönüş sürecinin uzun olması, buna bağlı olarak yüksek finansman gerektirmesini yenilenebilir enerjiye geçişin önündeki temel engeller olarak ifade etmiştir. Ülkelerin sahip olduğu güçlü bir finansal sistem ve yenilenebilir enerji yatırımlarına fon aktarım politikalarının benimsenmesi emisyonu azaltmada etkili bir unsur olacaktır. Avrupa Kıtası, 2050 yılında iklim-nötrlüğünü hedefleyen ilk kıta olmuş ve sürdürülebilir ekonomi anlayışı çerçevesinde Avrupa Yeşil Mutabakatı ile planlamasını gerçekleştirmiştir (Lahiani vd., 2021). Mutabakatın temel amacı daha iyi iklim ve çevre koşullarına geçişte eşitlik ilkesine dayalı olarak geniş kitleleri kapsayacak şekilde hayata geçirme düşüncesidir. Bu mutabakat yalnızca Avrupa Birliği ülkeleri için değil ilgili ülkelere ihracat yapan tüm ülkeler içinde bağlayıcı hususlar içermektedir. Örneğin Avrupa ülkelerine ihracat yapan ülkeler yakın gelecekte sınırda karbon düzenlemesi çerçevesinde ürünleri için karbon ayak izi sertifikalandırmasına gitmek durumunda kalacaktır. Avrupa Kıtasının bu somut adımları ilgili ülkelerle ticari ilişkileri olan tüm ülkeler gibi Türkiye’yi de ilgilendirmektedir.

Geçmişten günümüze çevresel bozulma, hava kalitesi, çevre kirliliği, çevresel sürdürülebilirlik, ekolojik ayak izi şeklindeki çerçevelerde karbon emisyonunun hem ekonomik hem de nüfus, küreselleşme, enerji tüketimi, yenilenebilir enerji gibi değişkenlerle ilişkisi araştırmacıların odağındadır. Farklı ülkeler, yöntemler ve dönemler dikkate alınarak çok sayıda çalışma literatüre kazandırılmıştır. Bu çerçevede çalışmada Türkiye için finansal gelişme ve ekonomik büyümenin karbon nötrlüğüne etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. 1980-2020 dönemi verileri kullanılarak değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi gecikmesi dağıtılmış

otoregresif sınır testi (ARDL) ile araştırılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkilerin sağlıklı kontrolü için eşbütünleşme regresyonlarına başvurulmuş ve sonuçların birbirini desteklediği tespit edilmiştir. Ayrıca hata düzeltme modeline (VECM) dayalı Granger nedensellik testi ile kısa ve uzun dönem nedensellik ilişkileri ortaya konulmuştur.

Bu çalışmayı literatürden ayıran temel noktalar i) Konunun karbon nötrlüğü çerçevesinde ele alınacak olması, ii) Türkiye için kısıtlı sayıda karbon nötrlüğü özelinde çalışmanın varlığı, iii) Ekonometrik metodoloji açısından değerlendirildiğinde ise kullanılan ARDL yönteminin özellikle az gözlemin olduğu veri setleri için sağlam sonuçlar üretebilmesi ve farklı düzeylerde durağan olan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisini araştırılabilmesi açısından önemlidir. Tek bir yöntem ile hem eşbütünleşme ilişkisi hem de kısa ve uzun dönem etkiler ortaya konulabilmektedir. Ayrıca eşbütünleşme regresyonları ile ARDL sonuçlarının sağlıklı kontrolünün yapılabilmesi de önemli bir avantaj sunmaktadır. Çalışmanın özellikle sonuçlar ve öneriler kısmının karbon nötrlüğü boyutuyla değerlendirilmesi Türkiye'nin 2050 hedefindeki konumuna ışık tutacağı değerlendirilmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümü sonrasında Türkiye ve karbon nötrlüğüne ilişkin bilgilere yer verilmiştir. nc bölümde ise literatür anlatılarak çalışma hipotezleri ortaya konulmuştur. Sonrasında kullanılan yöntemlerin teorik temelleri Metodoloji bölümünde anlatılarak, elde edilen bulgulara beşinci bölümde yer verilmiştir. Altıncı bölümde elde edilen sonuçlar ve tartışma bölümü ile çalışma tamamlanmıştır.

2. Türkiye'de Karbon Nötrlüğüne İlişkin Gelişmeler

Ekonomik gelişmişliğini artırmayı hedefleyen bir ülke olarak Türkiye özellikle yatırımlar için bir cazibe merkezi olmayı ve bu sayede ihracatı artırma yönünde stratejiler ve politikalar izlemektedir. Bu durum büyüme hızının yüksek tutulabilmesi için enerji kaynaklarının daha fazla kullanılmasını gerektirmektedir. Ülkemiz enerji kaynağı oluşturma noktasında hala yoğun olarak yenilenemeyen enerji kaynaklarından (kömür, gaz, petrol) yararlanmaktadır (Xu vd., 2022: 429). En nihayetinde büyüme ve gelişmiş bir ekonomiye dönüşme yolunda Türkiye'nin çevresel bozulmaya katkısı artmaktadır. Akla gelen ve yanıt aranan sorulardan bazıları bu durumda ne yapmalı ve nasıl bir yol izlenmelidir? Bir taraftan büyüme sağlanırken diğer taraftan çevreye olan olumsuz etkileri bertaraf etmek mümkün müdür? Ekonomik gelişme ve çevresel bozulma arasındaki hassas dengenin sağlanabilmesine yönelik tüm faaliyetler ve politikalar "mümkün" olmasına yönelik cevaplar üretmeye çalışmaktadır.

Tüm dünya iklim krizi ile karşı kaşıya iken özellikle çevresel bozulmaya en yüksek katkıyı sağlayan ülkelere büyük görevler düşmektedir. Her ne kadar ülkemiz 2021 yılında Paris Anlaşmasını imzalamış olsa da İklım Eylem Takibi raporları ülkemizin iklim değişikliği ile mücadele ve anlaşma gerekliliklerini yerine getirme konusunda kritik derecede yetersiz olduğunu belirtmektedir (CAT, 2022). Anlaşma gereği Türkiye'den beklentiler şöyle sıralanabilir: enerji üretiminde yenilebilir enerji kaynaklarının kullanımının artırılması, sanayi, tarım, ulaştırma gibi alanlarda düşük karbonlu politikaların takip edilmesi, atıkların bertarafı ve şehirleşme oranının artışında enerji verimliliğinin ön planda tutulması ve tüm bu uygulamalar ile sera gazı emisyon miktarını azaltılmasıdır. Anlaşma sadece emisyonun azaltılmasını değil beraberinde karbon ntrlğnn de belirlenen hedefler doğrultusunda sağlanmasını talep etmektedir. Karbon nötr olmak her türlü faaliyet sonucunda atmosfere gönderilen karbondioksite eşdeğer miktarda

karbondioksitin atmosferden uzaklaştırılması anlamına gelmektedir. Pek çok sektör kendi içinde karbon nötrlüğünü sağlamak amacıyla yenilikçi stratejiler geliştirmekte ve dijitalleşme, temiz teknoloji kullanımı gibi unsurları hayata geçirerek olumsuz çevresel etkilerini minimize etme yolunda adımlar atmaktadırlar.

Sektörel bazda karbon nötrlüğüne olan katkılar şüphesiz Avrupa Yeşil Mutabakatı’nda yer alan kuralların uygulamaya geçilmesi ile artış gösterecektir. 2026 yılından itibaren uygulanması beklenen Sınırdaki Karbon Düzenleme Mekanizması, Avrupa Birliği ülkeleri ile ticari faaliyeti olan ülkeler için özellikle yenilenemeyen enerji kullanımının terk edilmesi noktasında zorunlu da olsa önemli eylemleri beraberinde getirecektir (SEFIA Raporu, 2021). Ürünlerini Avrupa pazarına sunmak isteyen işletmelerin her bir ürünü için karbon ayak izi sertifikasına sahip olması ve gerekli standardın sağlanması durumunda pazara girebilmesi ve devamlılığını sağlayabilmesi mümkün olacaktır. Bu önemli yaptırım pek çok sektörün karbon nötrlüğüne yönelik ciddi katkılar sağlayacaktır.

Dünya genelinde uygulanan/uygulanacak politikalar ülkeleri pek çok yönden hem emisyonun azaltılması hem de karbon nötrlüğü hedefine yaklaştırması bakımından önemlidir. Bu süreçte Türkiye’de de çeşitli politikalar benimsenmekle birlikte henüz hedefe ulaşma yolunda büyük adımların atılması mümkün olamamıştır. Bu nedenle karbon nötrlüğü özelinde literatürün zenginleşmesinde, konuya ilişkin sektörel bazda raporların oluşturulmasında ve veri toplama süreçlerinin geliştirilmesinde yarar görülmektedir.

3. İlgili Literatür ve Hipotez Geliştirme

Çalışmada yer alan değişkenler arasındaki ilişkiler karbon nötrlüğü odağında incelenmektedir. Ancak literatürde karbon nötrlüğü üzerine yapılan az sayıda çalışma bulunmaktadır. Bu nedenle literatür incelemesinde öncelikle karbon nötrlüğü hakkında yapılan çalışmalara yer verilmiştir, ardından ilgili değişkenler arasındaki ilişkiler açıklanarak literatürde Türkiye ve diğer ülkeler için en güncel çalışmalar üzerinden özetlenmiştir.

3.1. Karbon Nötrlüğü

Bu bölümde karbon nötrlüğü kavramı çerçevesinde literatürde yer alan çalışmalar tartışılmıştır. Dong vd. (2022), karbon emisyonu etkinliği ile ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji üretim oranı, finansal gelişme, kentleşme oranı gibi çeşitli değişkenler çerçevesinde gerçekleştirdikleri araştırmalarında 32 gelişmiş ülkeyi dikkate almışlardır. Yenilenebilir enerji gelişiminin karbon emisyon etkinliği için iletken bir role sahip olduğu, olumlu etkisinin enerji tüketim yoğunluğu ile azaldığı ancak finansal gelişme ile arttığı yönünde bulgulara ulaşılmıştır. Yenilenebilir enerji ve karbon emisyon etkinliği arasındaki olumlu etkileşimin gelir düzeyinin azalması ile önemli ölçüde azaldığı da diğer bir önemli sonuç olmuştur. Murshed vd. (2022), Arjantin’de karbon nötrlüğü hedefi için yenilenebilir enerji geçişi ve ticari küreselleşmenin rolünü araştırmıştır. Sonuçlar sektörel emisyonları azaltmada teknolojik yeniliğin gerekliliğini vurgularken, finansal gelişme ve kentleşmenin emisyonu teşvik ettiğini göstermektedir. Üç farklı finansal gelişmişlik ölçütünü dikkate aldığı çalışmasında Lahiani vd. (2021) ABD’de 1975-2019 dönemi için karbon nötrlüğüne ulaşmada yenilenebilir enerjinin rolünü araştırmıştır. Genel finansal gelişmişlik ölçütü ile hisse senedi bazlı finansal gelişmişlik göstergeleri yenilenebilir enerji üzerinde asimetric etkiler göstermişlerdir. Finansal gelişmedeki pozitif ve negatif şoklar

yenilenebilir enerji tüketimini artırmaktadır. Karbon nötrlüğünde yeşil teknoloji inovasyonu ve yenilenebilir enerji etkisini Türkiye için araştıran Shan vd. (2021) 1990-2018 dönemi verilerini kullanmıştır. Çalışmada yeşil teknoloji inovasyonu, yenilenebilir enerji, enerji tüketimi, nüfus, kişi başına gelir ve karbon emisyonu arasında uzun dönem denge ilişkisinin yanı sıra yeşil teknoloji inovasyonu ve yenilenebilir enerjinin emisyonu azalttığı, enerji tüketimi ve kişi başına gelirin ise artırdığı sonuçları elde edilmiştir.

Qin vd. (2021), dünyanın en yüksek sera gazı emisyonu üreticilerinden olan Çin'in karbon nötrlüğü hedefinde finansal gelişme ve yenilenebilir enerji elektriğinin rolünü araştırmışlardır. 1988-2018 dönemi verilerini kapsayan çalışmada finansal gelişmenin karbon emisyonu üzerinde negatif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca çalışmada Çin'in 2030 iklim hedeflerine ulaşabilmesi için elektrikte yenilenebilir enerjinin artırılması ve finansal kalkınmasının teşvik edilmesi yönünde öneriler sunulmuştur. Çin'in karbon nötrlüğü konusuna odaklanan bir başka çalışma Tan vd. (2021) tarafından yapılmıştır. Çalışma sonuçları Çin'de yurt içi kredileri ve finansal gelişmenin kısa vadede hava kalitesini olumlu yönde etkilediğini gösterirken, doğrudan yabancı yatırımlar ve kredilerden hava kalitesine doğru tek yönlü bir nedensellik belirlenmiştir. Shi vd. (2021) ise Çin'in karbon nötrlüğü hedefine ilişkin öngörü yaptıkları çalışmalarında Çin hükümeti tarafından belirlenen "Beautiful China 2035" hedefine ulaşabileceğini ifade etmişlerdir. Liu vd. (2021), Çin'de karbon nötrlüğü hedefi çerçevesinde yurt içi gayri safi hasıla ve doğrudan yabancı yatırımların emisyonu artırıcı, dış ticaret, yenilenebilir enerji tüketimi ve teknolojik inovasyonun ise emisyonu azaltıcı etki yarattığını ortaya koymuştur.

Orta ve yüksek gelir grubundan 61 ülkeden oluşan panel için Thampanya vd. (2021) finansal gelişme karbon emisyonu ilişkisini ARDL, NARDL ve panel nedensellik analizleri çerçevesinde araştırmışlardır. Yüksek gelirli ülkelerde finansal gelişmenin emisyonun azaltılmasında etkili olduğu ancak orta gelirli ülkelerde etkinin pozitif yönde olduğu tespit edilmiştir. Su vd. (2021) Brezilya'da özellikle politik riskin karbon nötrlüğüne ulaşmada etkisini araştırdıkları çalışmalarında finansal gelişme, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve teknoloji inovasyonunu da dikkate almışlardır. Bayer ve Hanck eşbütünleşme yönteminin yanı sıra dinamik en küçük kareler ve kanonik korelasyon regresyonunun kullanıldığı çalışmada; finansal gelişme, teknolojik inovasyon, ticari açıklık ve reel büyümenin emisyonu artırdığını, iyi bir politik ortamın ise kirliliği azaltmada etkili olduğunu ortaya koymuşlardır.

3.2. Karbon Emisyonu ve Finansal Gelişme İlişkisi

Finansal gelişme ve karbon emisyonu arasındaki ilişki literatürde üç boyutta ele alınmaktadır. Bu boyutlar ilişkinin pozitif, negatif yönde olduğu ve aralarında ilişki olmadığı şeklindedir. Pozitif yöndeki ilişki, hane halkının ve firmaların finansal gelişme ile birlikte finansmana erişiminin kolaylaşması, yüksek enerji gerektiren ürünlere talebi artırarak ilave enerji ihtiyacı doğuracak ve neticede karbon emisyonunu artırıcı etki yaratacağı şeklinde açıklanmaktadır (Acheampong, 2019). Diğer taraftan finansal gelişme ve yabancı yatırımlar arasında sıkı bir ilişki söz konusudur. Özellikle yatırımlarda temiz enerji kaynaklarından enerjinin temini, enerji verimliliği sağlayan teknolojilerin kullanımı, yeşil teknolojinin ağırlıkta olduğu sektörlere imkanların sunulması ise karbon emisyonunu negatif yönde etkileyecektir (Tamazian vd., 2009; Safi vd., 2021). Literatürde finansal gelişmenin karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştıran ampirik çalışmalar Tablo 1'de sunulmuştur.

3.3. Karbon Emisyonu ve Ekonomik Büyüme İlişkisi

Ekonomik büyüme ve karbon emisyonu ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi ile tanımlanmaktadır (Grossman ve Krueger, 1991). Bu hipoteze göre büyüme ve kirlilik arasında ters-U şeklinde bir ilişki söz konusudur. Ülkeler ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel koşulları göz ardı ederek tamamen refah düzeyinin ve milli gelirin artırılmasına odaklanmaktadır. Ancak belirli bir gelişme seviyesine erişmesinin ardından çevresel farkındalık artmakta ve ülkeler çevreye verdikleri zararı gözlemlemeye başlamaktadır. Bu noktadan sonra politikalar farklılaştırılarak temiz enerji kaynaklarının kullanımına, emisyonu azaltıcı teknolojilere yönelik desteklerine artmasına götüren bir süreç yaşanmakta ve ülkenin büyümeyle birlikte çevreye verdiği zarar bu noktadan sonra azalışa geçmektedir. Bu çerçevede literatürde gelişmekte olan ülkeler için ekonomik büyümenin emisyonu diğer bir deyişle çevresel bozulmayı pozitif yönde etkilediği, gelişmiş ülkelerde ise ilişkinin ters yönde olduğu dikkat çekmektedir (Shafik ve Bandyopadhyay, 1992; Panayotou, 2003). Tablo 2’de ilgili literatür özetlenmiştir.

Türkiye özelinde yapılan araştırmalarda karbon emisyonu, çevresel bozulma ve çevre kalitesi olguları çerçevesinde tarım sektörü etkileri (Çetin vd., 2020), sağlık harcamalarının etkinliği (Demir vd., 2023), kentleşme (Çetin vd., 2018) ve gelir eşitsizliği (Ozturk vd., 2022) yönüyle incelemeler de gerçekleştirilmiştir. Diğer taraftan ticari açıklığın çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin yeni sanayileşmiş ülkelerde araştırıldığı çalışmada Çetin vd. (2015), ticari açıklığın emisyonu artırdığını ortaya koymuştur. Çetin ve Ecevit (2015), Sahra Altı ülkelerinde yaptıkları araştırmada ise enerji tüketimi ve kentleşmenin çevresel bozulma için ciddi tehdit oluşturduğunu tespit etmişlerdir. Literatür özetinden de anlaşılacağı gibi bilim insanları çevresel ortamda yaşanan bozulmaları tetikleyen unsurların belirlenmesi noktasında geçmişten günümüze çok sayıda çalışmayı farklı değişkenler ve yöntemler ile inceleyerek literatüre kazandırmaktadırlar.

Yapılan literatür incelemesi sonrasında finansal gelişme ve ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerinde üç farklı (pozitif, negatif ve etkisi yok) etkiye sahip olduğu açıktır. Bu etkilerin bilhassa çalışmalara dahil edilen ülkelerin ekonomik yapıları ve gelişmişlik düzeyleri açısından farklılaştığı göze çarpmaktadır. Literatür özellikle gelişmekte olan ülkelerde ekonomik değişkenlerin karbon emisyonu üzerinde pozitif yönlü etkiye sahip olduğunu göstermektedir (Chunyu vd., 2021). Gelişmekte olan ülkelerin temel odağı refahı düzeyini artırma yönündedir. Bu bağlamda temiz enerjiden faydalanma, enerji verimliliği yüksek teknolojik makine ekipmanların temini gibi konular fon kaynağı gerektirmesinden dolayı çoğu zaman ikinci planda tutulmaktadır. Böylece gelişmekte olan ülkelerin refah düzeyini artırma çabaları çevreye olumsuz etkiler olarak geri dönmektedir. Bu yönüyle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ilgili değişkenlerin karbon emisyonunu pozitif yönde etkilemesi beklenmektedir. Bu doğrultuda araştırma hipotezleri aşağıdaki gibi kurgulanmıştır.

Hipotez-1: Finansal gelişme karbon emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Hipotez-2: Ekonomik büyüme karbon emisyonu üzerinde pozitif etkiye sahiptir.

Tablo 1. CO2 ve Finansal Gelişme İlişkisini İnceleyen Çalışmalar

Çalışma	Dönem	Yöntem	Bulgular
Çetin vd. (2022)	1990-2018	Dumitrescu-Hurlin panel bootstrap nedensellik	18 yüksek-orta gelirli ülkenin dikkate alındığı çalışma sonuçları finansal gelişme ve yenilenebilir enerjinin emisyonu azalttığı, büyüme, kentleşme ve ticari açıklığın ise çevre üzerinde olumsuz etki yarattığını göstermiştir. Ayrıca finansal gelişme ve emisyon arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir.
Abid vd. (2022)	1990-2019	Westerlund panel eşbütünleşme, panel FMOLS, panel DOLS, Dumitrescu Hurlin panel nedensellik	G8 ülkelerinde doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelişme ve teknolojik yenilik CO2 ile negatif ilişkilidir. Ekonomik büyüme, finansal gelişme, kentleşme, ticari açıklık, CO2 ve enerji kullanımı arasında çift yönlü, CO2'den doğrudan yabancı yatırımlara doğru tek yönlü nedensellik belirlenmiştir.
Anwar vd. (2022)	1990-2014	Pedroni panel eşbütünleşme, panel FMOLS, DOLS	15 Asya ekonomisinde kentleşme, finansal gelişme ve ekonomik büyüme emisyonu artırırken, yenilenebilir enerji tüketimi azaltmaktadır.
Hung vd. (2022)	1990-2020	Kantil regresyon	Analiz sonuçları Vietnam'da pek çok kantil düzeyinde finansal gelişme ve emisyonun negatif ilişkili olduğunu, ekonomik büyüme ve emisyonun ise tüm kantillerde pozitif ilişkili olduğunu göstermektedir. Nedensellik sonuçları çalışmada yer alan tüm değişkenler arasında karşılıklı nedenselliğin varlığına dikkat çekmektedir.
Usman vd. (2022)	1990-2017	Westterlund eşbütünleşme, AMG (genişletilmiş ortalama grup)	8 Arktik ülkesinde finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketimi çevresel bozulmanın azaltılmasına, küreselleşme, ekonomik büyüme ve yenilenemeyen enerji ise artırılmasına katkı sağlamaktadır.
Weili vd. (2022)	2000-2019	GMM, genelleştirilmiş en küçük kareler (GLS)	Kuşak ve Yol ülkelerinde bilgi ve iletişim teknolojilerinin yanı sıra enerji tüketimi, finansal gelişme, finansal gelişme ve ekonomik büyüme emisyon düzeyini artırmaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımı ve uluslararası ticaretin ise azaltıcı etkisi belirlenmiştir.
Adebayo vd. (2022)	1985-2019	Kantil regresyon, parametrik olmayan Granger nedensellik	Türkiye'de 1985-2019 dönemi verileri kullanılarak finansal gelişme, ekonomik büyüme, kentleşme ve tarım kantiller boyunca karbon emisyonunu artırmaktadır. Ayrıca kantiller boyunca değişkenlerin emisyonun tahmin etmede kullanılabileceği belirlenmiştir.
Adebayo vd. (2021)	1980-2017	ARDL, Bayer ve Hank eşbütünleşme, FMOLS, DOLS	Güney Afrika için yapılan incelemede finansal gelişmenin çevresel bozulmayı azaltıcı, ekonomik büyümedeki artışın ise çevre kalitesini azalttığı belirlenmiştir. Nedensellik sonuçları finansal gelişmenin CO2'nin Granger nedeni olduğunu göstermektedir.
Kihombo vd. (2021)	1990-2017	STIRPAT	Teknolojik inovasyon, finansal gelişme, ekonomik büyüme ilişkisinin ekolojik ayak izi çerçevesinde Batı Asya ve Orta Doğu ülkelerinde araştırıldığı çalışmada, ekolojik ayak izi üzerinde teknolojik inovasyon azaltıcı etkiye, finansal gelişme ise artırıcı etkiye sahiptir. Finansal gelişmeden ekolojik ayak izine tek yönlü nedensellik, teknolojik inovasyon ile ekolojik ayak izi arasında ise karşılıklı nedensellik bulunmuştur.
Kirikaleli vd. (2022)	1990-2017	ARDL, FMOLS, DOLS	Şili'de tüketime dayalı karbon emisyonu üzerinde finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketiminin etkilerinin araştırıldığı çalışmada, her iki değişkenin de emisyonu azaltıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.

Tablo 1. Devamı

Nurgazina vd. (2021)	1978-2018	ARDL	Malezya için yapılan incelemede, finansal gelişmenin CO2 üzerinde kısa dönem etkisinin olmadığı ancak uzun dönemde pozitif anlamlı etki sergilediği, büyümenin ise hem kısa hem de uzun dönemde pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür.
Chunyu vd. (2021)	2010-2019	Panel ARDL	Gelişmekte olan Avrupa ve Orta Asya ülkelerin incelendiği çalışmada finansal gelişmenin karbon emisyonu üzerinde pozitif, karesinin ise negatif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Finansal gelişme üzerinden ilgili ülkelerde EKC hipotezinin varlığı ortaya konulmuştur.
Doğanlar vd. (2021)	1965-2018	RALS-EG (kalıntılarla genişletilmiş en küçük Kareler-Engle ve Granger) eşbütünleşme, Hacker ve Hatemi-J nedensellik	Türkiye için yapılan çalışmada değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu, karbon emisyonunu ekonomik büyümenin negatif, enerji tüketimi ve finansal gelişmenin ise pozitif etkiye sahip olduğu belirlenmiştir. Nedensellik sonuçlarına göre finansal gelişmeden CO2, ekonomik büyüme ve enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik mevcuttur.
Rjoub vd. (2021)	1960-2016	ARDL ve Bayer-Hanck eşbütünleşme testi, FMOLS, DOLS ve CCR	Türkiye’de ekonomik büyüme, sermaye oluşumu, enerji tüketimi, kentleşme ve finansal gelişme emisyonu artırmaktadır. Ayrıca finansal gelişme, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasında düzenleyici etkiye sahiptir.
Szymczyk vd. (2021)	1990-2014	Sabit etkiler modeli, Driscoll-Kraay tahmincisi, Dumitrescu-Hurlin nedensellik	Çevresel performans endeksi en yüksek OECD ülkeleri üzerinde yapılan araştırmada, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve kentsel nüfus CO2’yi pozitif yönde etkilerken, finansal gelişme negatif yönde etkilemektedir. Ayrıca enerji tüketimi ve emisyon arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.
Aslan vd. (2021)	1980-2018	Panel vektör otoregresif model	N-11 ülkeleri için gerçekleştirilen çalışma enerji tüketimi ve finansal gelişmenin ilgili ülkelerde emisyonu azalttığı, yabancı yatırımların ise kirliliği artırdığı belirlenmiştir. Finansal gelişme ve emisyon arasında karşılıklı, CO2’de büyümeye doğru tek yönlü nedensellik vardır.
Gözbaşı vd. (2021)	1995-2017	Panel kuantil yaklaşımı	Yüksek gelirli ülkeler üzerinde yapılan incelemede finansal gelişmenin bu ülkelerde sera gazını artırıcı etkiye sahip olduğu belirlenmiştir.
Gokmenoglu vd. (2020)	1960-2014	Maki eşbütünleşme testi, FMOLS, Toda Yamamoto nedensellik	Türkiye’de askeri harcamaları, enerji kullanımı ve ekonomik büyüme çevresel kirlenmeyi artırmakta, finansal gelişme ise iyileştirmektedir. Ayrıca askeri harcamalardan CO2 ve ekolojik ayak izine doğru tek yönlü nedensellik bulunmaktadır.
Raheem vd. (2020)	1990-2014	Westerlund panel eşbütünleşme, havuzlanmış ortalama grup (PMG), ortalama grup (MG), dinamik sabit etkiler (DFE)	Bilgi ve iletişim teknolojileri (ICT) ile finansal gelişmenin emisyon ve büyüme üzerindeki etkilerinin G7 ülkelerinde araştırıldığı çalışma sonuçları, ICT’nin uzun dönemde CO2’yi pozitif yönde etkilediğini, finansal gelişmenin etkisinin ise zayıf olduğunu ortaya koymaktadır.
Çetin vd. (2018)	1960-2013	Johansen-Juselius eşbütünleşme, Granger nedensellik	Türkiye’de çevre kirliliğinin belirleyicilerinin tespit edildiği çalışmada büyüme, finansal gelişme, enerji tüketimi gibi değişkenlerin emisyon ile eşbütünleşme ilişkisine sahip olduğu, emisyonun enerji tüketimine, dış ticaretten emisyonu doğru nedensellik olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 2. CO2 ve Ekonomik Büyüme İlişkisini İnceleyen Çalışmalar

Çalışma	Dönem	Yöntem	Bulgular
Qashou vd. (2022)	1988-2018	Bootstrap ARDL, Granger nedensellik	Türkiye’de emlak piyasasının hava kalitesi üzerindeki etkisinin araştırıldığı çalışmada reel gelir kısa ve uzun dönemde karbon emisyonunu pozitif yönde etkilemektedir. Emlak piyasası için belirlenen pozitif etkinin yanı sıra her iki değişkenden emisyonla doğru nedensellik ilişkisi de bulunmaktadır.
Eren vd. (2022)	1960-2013	Maki eşbütünleşme testi, FMOLS	Çalışmada gelir artışı, enerji kullanımı, finansal gelişme ve kayıt dışı ekonomik faaliyetler ile çok değişkenli bir EKC hipotezi modeli oluşturulmuştur. Sonuçlar Türkiye’de EKC hipotezinin sağlandığını göstermektedir.
Karaaslan ve Çamkaya (2022)	1980-2016	ARDL, Toda Yamamoto nedensellik	Türkiye için gerçekleştirilen analizlerde ekonomik büyümenin hem kısa hem de uzun dönemde CO2’yi artırıcı etkiye sahip olduğu, ayrıca büyümeden CO2 yönünde tek yönlü nedensellik olduğu tespit edilmiştir.
Cao vd. (2022)	1985-2018	Kao, Westerlund ve Pedroni eşbütünleşme, havuzlanmış ortalama grup (PMG) tahmincisi	23 OECD ülkesinde finansal gelişme, hisse senedi piyasaları, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme emisyonu artırmakta, yenilenebilir enerji tüketimi, küreselleşme ve kurumsal kalite ise azaltmaktadır.
Qudrat-Ullah ve Nevo (2022)	2000-2020	PMG, DOLS	Sahra Altı 5 Afrika ülkesi üzerinde yapılan incelemede, ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki pozitif, yenilenebilir enerji ve finansal gelişmenin CO2 ile ilişkisi ise negatiftir.
Rahman ve Alam (2022)	1960-2020	Driscoll ve Kraay tahmincisi	17 Asya-Pasifik ülkesi üzerinde yapılan çalışmada, enerji tüketimi, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve uluslararası ticaretin emisyon düzeyini artırarak çevresel bozulmaya neden olduğu, ekonomik büyümenin karesinin ise negatif etkilediği bu yönüyle EKC hipotezinin doğrulandığı görülmektedir.
Ohajionu vd. (2022)	1995-2016	Moment kantil regresyon, Dumitrescu ve Hurlin panel nedensellik	Akdeniz ülkelerinde turizm karbon emisyonunu negatif yönde, gelir pozitif karesi ise negatif yönde, yabancı yatırımlar ve özel sektör kredileri pozitif yönde etkilemektedir. Sonuçlar ilgili ülkelerde EKC hipotezini doğrulamıştır.
Akca (2021)	1965-2018	ARDL, Fourier Toda-Yamamoto nedensellik	Çalışmada Türkiye için EKC hipotezi doğrulanırken, finansal gelişmenin emisyon üzerinde anlamlı etkisinin olmadığı, ayrıca değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı belirlenmiştir.
Kılavuz ve Doğan (2021)	1961-2018	ARDL	Karbon emisyonu, büyüme, endüstri ve ticari açıklık arasındaki ilişkisinin araştırıldığı çalışma, Türkiye’de EKC hipotezinin varlığını ortaya koymaktadır.
Malik (2021)	1970-2014	Genelleştirilmiş momentler (GMM), üç-aşamalı en küçük kareler (3SLS)	Nedensellik testi sonuçları CO2 ve ekonomik büyüme arasında çift yönlü bir nedensellik olduğunu, ayrıca Türkiye’de emisyon ve ekonomik büyüme arasında monoton artan ilişki, EKC hipotezinin var olmadığını göstermektedir.
Tirgil vd. (2021)	1961-2014	FMOLS, sabit etkiler modeli	Türkiye’de CO2 ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki N şeklindedir.

Tablo 2. Devamı

Yıldırım ve Yıldırım (2021)	1970-2015	ARDL, FMOLS, DOLS, CCR	Karbon emisyonu, büyüme, enerji kullanımı, ticaret, finansal gelişme ve inşaat sektörü hareketlerinin EKC hipotez çerçevesinde incelendiği çalışmada, büyüme CO2’yi artırmakta, finansal gelişmenin uzun dönem etkisi bulunmamaktadır. Ayrıca EKC hipotezi Türkiye için sağlanmıştır.
Baydoun ve Aga (2021)	1995-2018	Westerlund eşbütünleşme, panel ARDL, Dumitrescu ve Hurlin nedensellik,	Körfez İşbirliği Konseyi ülkeleri için gerçekleştirilen analizlerde, panel ARDL sonuçları ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin çevre üzerinde olumsuz etkiye, küreselleşme ise iyileştirici yönde etkiye sahiptir. Ekonomik büyüme-CO2 ve finansal gelişme-CO2 arasında karşılıklı nedensellik bulunmuştur. Ayrıca EKC hipotezinin de geçerliliği ortaya konulmuştur.
Pejović vd. (2021)	2008-2018	Panel VAR, GMM	27 Avrupa Birliği ve Batı Balkan ülkelerine ilişkin araştırmada, ekonomik büyüme ve emisyon arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi mevcuttur. Ayrıca büyüme, emisyonu negatif yönde etkilemektedir.
Farooq vd. (2021)	1972-2018	ARDL	Pakistan’da EKC hipotezinin varlığının araştırılmasında ekonomik büyüme, finansal gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar ve kentleşmenin yer aldığı çalışmada, kısa dönemde yalnızca doğrudan yabancı yatırımlar CO2’yi pozitif yönde etkilerden, diğer değişkenler uzun dönemde aynı etkiyi göstermiş ve EKC hipotezi Pakistan için doğrulanmıştır.
Khan vd. (2021)	1990-2017	Görünürde ilişkisiz regresyon (SUR), iki aşamalı fark sistemi, geliştirilmiş momentler yöntemi (GMM)	184 ülke üzerinde yapılan çalışmada, finansal gelişmenin iki aşamalı fark yöntemi ve GMM modelinde CO2’i üzerinde negatif etkisinin olduğu, SUR modelinde ise pozitif etkiye sahip olduğu görülmüştür. Ekonomik büyüme ise tüm modellerde CO2 üzerinde pozitif etkili bulunmuş ilgili ülkelerde EKC hipotezinin geçerliliği ortaya konulmuştur.
Nosheen vd. (2021)	1995-2017	LM bootstrap panel eşbütünleşme, panel DOLS	Asya ekonomilerinde turizm, enerji kullanımı, ticaret, finansal gelişme ve kentleşmenin CO2 üzerindeki etkisi EKC hipotezi çerçevesinde incelenmiş, sonuçlar EKC hipotezinin geçerliliğinin yanı sıra tüm değişkenlerin CO2 üzerinde doğrudan ve derin etkiler barındırdığı turizmin Asya ekonomilerinde çevresel bozulmayı artırıcı etki yarattığı ortaya konulmuştur.
Özdemir ve Koç (2020)	1960-2017	ARDL	Bulgular Türkiye’de EKC hipotezinin sağlanmadığını, ilişkinin N şeklinde kübik polinomial yapıda olduğu belirlenmiştir. Ayrıca enerji tüketimi, ticari dışa açıklık emisyon üzerinde pozitif, yenilenebilir enerji ise negatif etkiye sahiptir.
Öcal vd. (2020)	1968-2016	ARDL	Türkiye’de ekonomik büyüme ve çevre kirlenmesi arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Enerji tüketimindeki artış ise Türkiye’nin ekolojik ayak izini artırıcı etkiye sahiptir. EKC hipotezi büyüme ve çevre arasında ters U şeklinde ilişkiyi ortaya koymuştur.
Aydın (2020)	1961-2016	Toda-Yamamoto nedensellik, Fouries Toda Yamamoto nedensellik	Sonuçlar Türkiye’de ekonomik büyümeden askeri harcamalar yönünde bir nedenselliğin olduğunu ortaya koyarken, büyüme ve çevre kirliliği arasında nedensellik tespit edilememiştir.
Çetin ve Yüksel (2018)	1960-2014	GMM ve DOLS	Sonuçlar Türkiye’de EKC hipotezinin geçerliliğini ortaya koyarken ilişkinin ters-U şeklinde olduğu görülmektedir. Ayrıca enerji tüketiminin karbon emisyonunu artırıcı etkiye sahip olduğu da çalışmanın bir diğer sonucudur.

4. Metodoloji

4.1. Araştırma Modeli ve Veriler

Çalışmada finansal gelişim ve ekonomik büyümenin Türkiye’de karbon nötrlüğüne etkisinin araştırılması amaçlanmıştır. 1980-2020 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada finansal gelişim (FG) göstergesi Uluslararası Para Fonu (IMF) veri tabanından, ekonomik büyüme göstergesi olarak kişi başına gayrisafı yurt içi hasıla (\$) (GSYİH) Dünya Bankası veri tabanından elde edilmiştir. Çalışmaya ayrıca GSYİH’nin karesi de eklenerek EKC hipotezinin geçerliliğinin sınanması amaçlanmıştır. Karbon nötrlüğü göstergesi olarak ise Thampanya vd. (2021), Su vd. (2021) ve Dong ve diğerlerine (2022) ait çalışmalarından hareketle kişi başına karbon emisyonu miktarı (ton) (CO₂) olarak belirlenmiş ve www.ourworldindata.org sayfası Türkiye raporundan elde edilmiştir. Çalışmada yer alan tüm değişkenlerin doğal logaritmaları alınarak analizlere dahil edilmişlerdir. Değişkenler arasındaki ilişkilerin açıklanmasında araştırmanın genel modeli Eşitlik 1 ile ifade edilmiştir.

$$CO2_t = \beta_0 + \beta_1 FG_t + \beta_2 GSYIH_t + \beta_3 GSYIH_t^2 + \varepsilon_i \quad (1)$$

4.2. ARDL Sınır Testi

Pesaran ve Shin (1999) tarafından önerilen, Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin ortaya konulmasında sunmuş olduğu avantajlar nedeniyle sıklıkla kullanılmaktadır. Araştırmacılara sunduğu en önemli avantaj değişkenlerin durağanlık seviyesinin ikinci düzey (I(2)) olmadığı ve bağımlı değişken birinci farkta durağan (I(1)) olduğu sürece kullanımına, ayrıca farklı düzeylerde durağan değişkenler arasındaki eşbütünleşmeyi de belirleyebilmesine olanak sağlamasıdır (Churchill vd., 2019). Diğer taraftan yöntem yalnızca eşbütünleşme tespitini yapmayıp bunun yanı sıra kısa ve uzun dönem ilişkileri de ortaya koyabilmektedir. ARDL yönteminin genel formu Eşitlik 2’de verilmiştir.

$$\begin{aligned} \Delta CO2 = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \beta_{1i} \Delta CO2_{t-i} + \sum_{i=0}^n \beta_{2i} \Delta FG_{t-i} + \sum_{i=0}^k \beta_{3i} \Delta GSYIH_{t-i} \\ & + \sum_{i=0}^n \beta_{4i} \Delta GSYIH_{t-i}^2 + \beta_5 CO2_{t-1} + \beta_6 FG_{t-1} + \beta_7 GSYIH_{t-1} + \beta_8 GSYIH_{t-1}^2 + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (2)$$

Eşitlik 2’de α_0 sabit terimi, Δ fark operatörünü ve ε_i hata terimini ifade etmekte, m, n, k ve l ise gecikme uzunluklarını göstermektedir (Menegaki, 2019). Oluşturulan modelde optimal gecikme uzunluğu Akaike, Schwarz Bilgi Kriterleri gibi kriterlerin kullanılması ile belirlenir. Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesinde sınır testinden yararlanılır. Bu test için yokluk hipotezi eşbütünleşmenin olmadığı, alternatif hipotez ise eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu şeklinde kurulur. Eşbütünleşmenin tespit edilmesi durumunda Eşitlik 3 ile uzun dönem tahmini gerçekleştirilir.

$$CO2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \alpha_{1i} CO2_{t-i} + \sum_{i=0}^n \alpha_{2i} FG_{t-i} + \sum_{i=0}^k \alpha_{3i} GSYIH_{t-i} + \sum_{i=0}^l \alpha_{4i} GSYIH_{t-i}^2 + \varepsilon_i \quad (3)$$

Değişkenler arasında kısa dönem ilişkinin tespit edilmesinde Hata Düzeltme Modeli’nden yararlanılmaktadır. İlgili parametreler Eşitlik 4’ün tahmininden elde edilmektedir.

$$\Delta CO2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^m \delta_{1i} \Delta CO2_{t-i} + \sum_{i=0}^n \delta_{2i} \Delta FG_{t-i} + \sum_{i=0}^k \delta_{3i} \Delta GSYIH_{t-i} + \sum_{i=0}^l \delta_{4i} \Delta GSYIH_{t-i}^2 + \delta_5 ECM_{t-1} + \varepsilon_i \quad (4)$$

Eşitlik 4'te ECM'ye ilişkin katsayının değerinin negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması istenilen durumdur (Ozturk ve Acaravci, 2010). Çalışmada ARDL sınır testi ile belirlenen uzun dönem tahmin sonuçlarının kontrolünün yapılması amacıyla eşbütünleşme regresyonlarından yararlanılacaktır. FMOLS, DOLS ve CCR eşbütünleşme regresyonları Phillips ve Hansen (1990), Stock ve Watson (1993) ve Park (1992) tarafından geliştirilmiş yöntemlerdir. Yöntemler özellikle standart tahmincilerden kaynaklı diagnostik sorunların ortadan kaldırılarak sağlam tahminlerin yapılmasında oldukça etkilidir. Yöntemlerin kullanılmasında en önemli kriter değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olmasıdır. Eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu değişkenler arasında uzun dönem katsayıların tahmini üç yöntem ile gerçekleştirilebilmektedir.

5. Analiz ve Bulgular

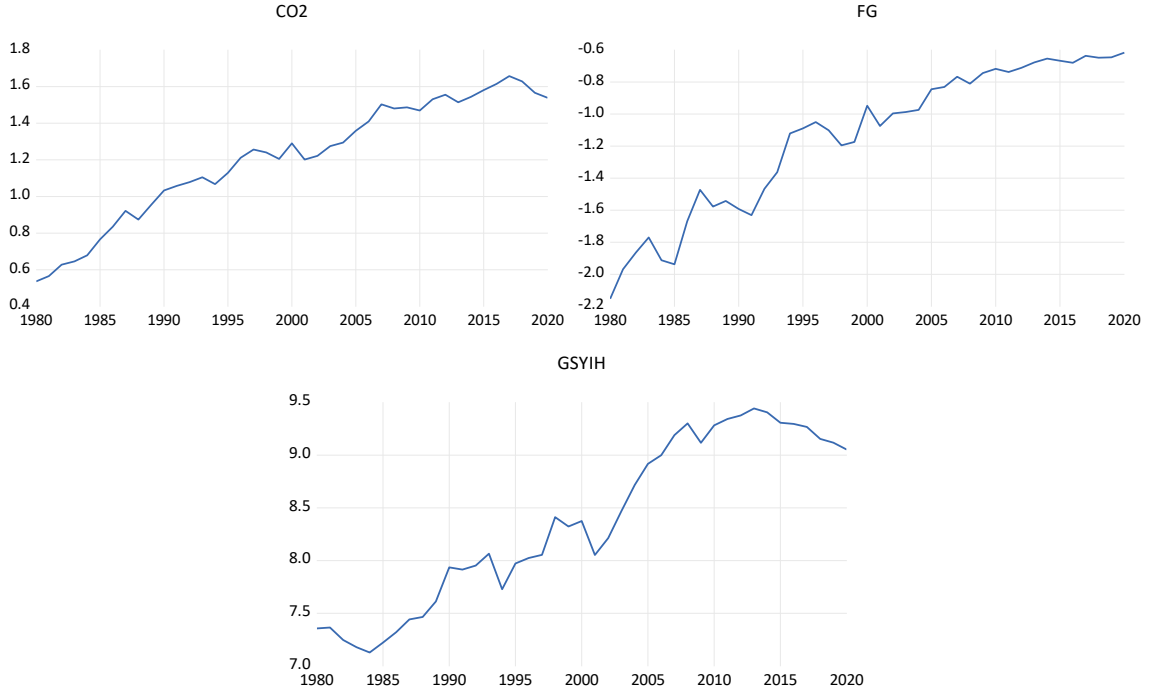
5.1. Tanımlayıcı İstatistikler

Bir değişkene ait tanımlayıcı istatistiklere bakılarak çeşitli bilgiler elde etmek mümkündür. Değişkenin ilgili dönemdeki ortalaması, değişkenliği, normal dağılıma uygunluğu gibi. Tablo 3 çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerini sunmaktadır.

Tablo 3. Tanımlayıcı İstatistikler

	CO2	FG	GSYİH	GSYİH ²
Ortalama	1.207	-1.146	8.368	70.630
Medyan	1.240	-1.049	8.322	69.266
Maksimum	1.656	-0.617	9.442	89.163
Minimum	0.536	-2.152	7.128	50.813
Std. Sapma	0.325	0.456	0.784	13.095
Çarpıklık	-0.519	-0.598	-0.078	-0.003
Basıklık	2.206	2.082	1.555	1.518
Jarque-Bera	2.918	3.884	3.608	3.748
Olasılık	0.232	0.143	0.164	0.153
Gözlem Sayısı	41	41	41	41

Tablo 3 doğal logaritması alınmış değişkenlerin ortalamalarının CO2 için (1.207), FG için (-1.146) ve GSYİH için (8.368) olduğu görülmektedir. Değişkenlerin normal dağılıma uygunluğu basıklık ve çarpıklık değerlerine bakılarak yorumlanabileceği gibi Jarque-Bera istatistiği ile de test edilebilmektedir. Test istatistiğine ait olasılık değeri tüm değişkenler için 0.05'ten daha büyüktür. Buradan hareketle değişkenlerin normal dağıldığını söyleyen yokluk hipotezi reddedilemez ve değişkenlerin normal dağılım koşulunu sağladığı ifade edilir. Değişkenlerin zaman içinde değerlerindeki değişimi görmek amacıyla bireysel grafikleri Şekil 1'de sunulmuştur.



Şekil 1. Değişkenlerin Zaman İçindeki Değişimi

Tüm değişkenlerin 1980-2020 döneminde bazı yıllarda iniş ve çıkışlar gösterebilirler de genel olarak artış trendi içinde oldukları görülmektedir. Özellikle FG'nin 2000 yılı sonrasındaki istikrarlı artışı Türkiye'de finans sektörünün gelişim süreci konusunda önemli bilgiler sunmaktadır.

5.2. Durağanlık Düzeyi Sınaması

Zaman serisi analizlerinde kullanılacak yönteme karar verilmesi sürecinde değişkenin durağanlık düzeyi en önemli unsurdur. Bir zaman serisinde durağanlık ilgili dönemde değişkenin belirli bir ortalama etrafında yayılım gösterdiği ve sabit varyansa sahip olduğu şeklinde ifade edilir. Durağanlığı tespit etmek amacıyla sıklıkla birim kök testlerine başvurulur. Çalışmada değişkenlerin durağanlığı Augmented-Dickey Fuller (1981) ve Phillips-Perron (1988) birim kök testleri ile araştırılmış, sonuçlar Tablo 4'te verilmiştir. Tablo 4'te yer alan tüm birim kök testleri CO₂, FG, GSYİH ve GSYİH² değişkenlerinin birinci farkta (I(1)) durağan olduklarını göstermektedir. Bu yönüyle değişkenler birinci farkta durağanlığın uygun olduğu yöntemlerle analiz edilebilir ilişkiler ortaya konulabilir.

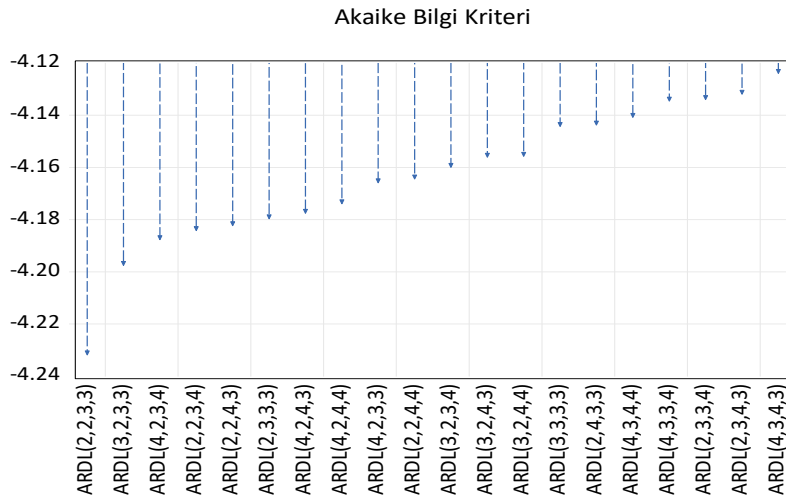
Tablo 4. Değişkenlere Ait Birim Kök Testleri

Değişken	Augmented Dickey-Fuller (ADF)		Phillips-Perron (PP)		Sonuç
	Sabit	Trend+ Sabit	Sabit	Trend+ Sabit	
CO2	-2.432	-1.394	-3.247	-0.949	I(1)
Δ CO2	0.139	0.847	0.024**	0.939	
FG	-5.945	-6.647	-5.944	-7.426	I(1)
Δ FG	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	
GSYİH	-2.122	-2.728	-3.770	-2.544	I(1)
Δ GSYİH	0.237	0.231	0.006***	0.306	
GSYİH ²	-6.259	-6.339	-7.081	-16.168	I(1)
Δ GSYİH ²	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	
GSYİH	-0.984	-1.449	-0.990	-1.821	I(1)
Δ GSYİH	0.749	0.830	0.747	0.675	
GSYİH ²	-6.158	-6.146	-6.164	-6.145	I(1)
Δ GSYİH ²	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	
GSYİH ²	-0.956	-1.412	-0.965	-1.794	I(1)
Δ GSYİH ²	0.759	0.842	0.756	0.688	
GSYİH ²	-6.083	-6.065	-6.093	-6.071	I(1)
Δ GSYİH ²	0.000***	0.000***	0.000***	0.000***	

Not: ***, %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

5.3. ARDL Testi Sonuçları

ARDL testi, ikinci farkta (I(2)) durağan olabilen değişkenler dışındaki tüm değişkenler arasında eşbütünlüme ilişkisinin araştırılmasına olanak sağlayan bir yöntemdir. Çalışmada yer alan tüm değişkenlerin birinci farkta (I(1)) durağan olması yöntemin uygulanması için gerekli koşulu sağlamaktadır. Uygulama sürecinde öncelikle uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Bu amaçla Akaike Bilgi Kriteri (AIC) çerçevesinde maksimum gecikme sayısı literatürde yıllık veriler için sıklıkla kullanılan 4 değeri olarak alınmış (Çıraklı, 2019; Terzi ve Bekar, 2019) ve model seçimine ilişkin sonuçlar Şekil 2'de sunulmuştur.



Şekil 2. Model Seçimi

ARDL yönteminin uygulama sürecinde ilgili kriteri minimum yapan model uygun model olarak belirlenir. Şekil 2’de ARDL (2,2,3,3) modeli en küçük AIC kriterini vermektedir. Yöntemin bundan sonraki uygulamaları bu model üzerinden ilerlemiştir. ARDL (2,2,3,3) modeli ve model varsayımları sonuçları Tablo 5’te sunulmuştur.

Tablo 5. ARDL (2,2,3,3) Modeli ve Varsayımların Testi

Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistiği	Olasılık
CO2(-1)	0.668	0.179	3.731	0.001
CO2(-2)	-0.459	0.181	-2.529	0.018
FG	0.250	0.066	3.762	0.001
FG(-1)	-0.173	0.087	-1.982	0.059
FG(-2)	0.173	0.071	2.438	0.022
GSYİH	2.536	0.695	3.646	0.001
GSYİH (-1)	-1.543	0.852	-1.810	0.082
GSYİH (-2)	0.787	0.829	0.950	0.351
GSYİH (-3)	-1.085	0.591	-1.835	0.078
GSYİH ²	-0.144	0.041	-3.447	0.002
GSYİH ² (-1)	0.091	0.051	1.787	0.086
GSYİH ² (-2)	-0.046	0.050	-0.920	0.366
GSYİH ² (-3)	0.067	0.035	1.875	0.072
C	-2.357	1.736	-1.357	0.187
Düzeltilmiş R ² : 0.988 Olasılık (F-ist.): 0.000				
Tanımsal Testler	Test İstatistiği		Olasılık	
Jarque-Bera	0.011		0.994	
Breusch-Godfrey LM	2.515		0.103	
Breusch-Pagan-Godfrey	1.345		0.255	
Ramsey Reset	0.732		0.400	

ARDL modeli ile geçerli ve güvenilir kısa-uzun dönem sonuçların üretilebilmesi için uygun modelin belli varsayımları yerine getirmesi gerekmektedir. Bunlardan ilk hata terimlerinin normal dağılıma uygunluğudur ve Jarque-Bera istatistiği sonuçları varsayımın sağlandığını göstermektedir. Diğer taraftan hata terimleri arasında otokorelasyonun olmaması Breusch-Godfrey LM testi ile test edilerek otokorelasyon olmadığını ifade eden yoklu hipotezi reddedilememiştir. Değişen varsayansa ilişkin incelemelerde Breusch-Pagan-Godfrey testi kullanılarak hata terimleri arasında değişen varyans olmadığı tespit edilmiştir. Ramsey Reset testi ise modelde herhangi bir spesifikasyon sorunu olup olmadığı hakkında bilgi vermektedir ve istenilen durum yokluk hipotezinin reddedilmemesidir. Sonuçlar ilgili hipotezin reddedilmediğini ortaya koymaktadır. ARDL sınır testi sonuçları Tablo 6’da verilmiştir.

Tablo 6. ARDL Sınır Testi

Test İstatistiği	Değer	Anlamlılık Düzeyi	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
F İst.	6.001	%10	2.933	4.020
K	3	%5	3.548	4.803
		%1	5.018	6.610

Çalışmanın örneklem miktarının az olmasından dolayı F istatistiği için sınır değerleri Narayan (2005) tarafından ortaya konulan kritik değerler üzerinden belirlenmiştir. Sınır testi sonuçlarına göre ARDL(2,2,3,3) modeli için bulunan F istatistiği değeri (6.001), alt ve üst sınır değerleri ile karşılaştırıldığında %5 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşme ilişkisinin olmadığını

söyleyen yokluk hipotezinin reddedildiğini göstermektedir. Bu sonuç CO₂, FG, GSYİH ve GSYİH² arasında uzun dönem denge ilişkisinin varlığını ortaya koymaktadır. Tablo 7'de değişkenler arasındaki uzun ve kısa dönem ilişkiler görülmektedir.

Tablo 7. ARDL (2,2,3,3) Modeli Kısa ve Uzun Dönem Katsayıları

Uzun Dönem Tahmini				
Bağımlı Değişken: CO ₂				
Değişken	Katsayı	Standart Hata	Test İstatistiği	Olasılık
FG	0.317	0.076	4.130	0.000***
GSYİH	0.878	0.412	2.132	0.043**
GSYİH ²	-0.039	0.022	-1.717	0.098*
Kısa Dönem Tahmini				
C	-2.357	0.454	-5.180	0.000
D(CO ₂ (-1))	0.459	0.144	3.186	0.004***
D(FG)	0.250	0.054	4.626	0.000***
D(FG(-1))	-0.173	0.060	-2.855	0.008***
D(GSYİH)	2.536	0.539	4.702	0.000***
D(GSYİH) (-1))	0.298	0.568	0.524	0.604
D(GSYİH) (-2))	1.085	0.536	2.024	0.054*
D(GSYİH ²)	-0.144	0.032	-4.423	0.000***
D(GSYİH ² (-1))	-0.021	0.034	-0.621	0.539
D(GSYİH ² (-2))	-0.067	0.032	-2.072	0.049**
CointEq(-1)	-0.790	0.152	-5.196	0.000***

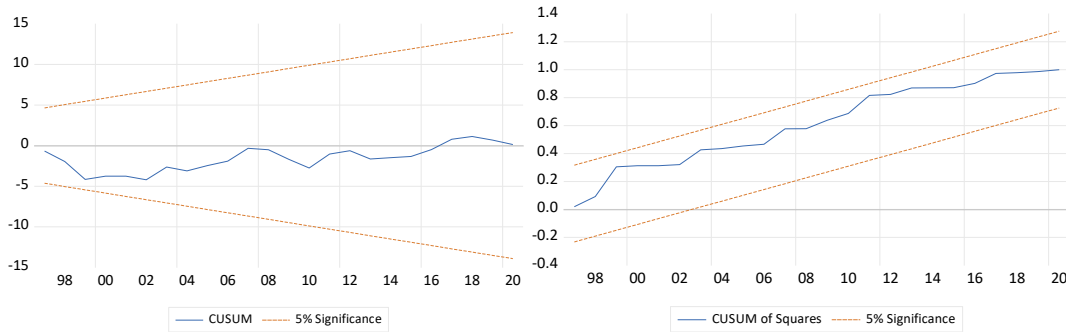
Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 7'teki sonuçlar finansal gelişim ve gayrisafı milli hasılanın uzun dönemde karbon emisyonu üzerinde pozitif yönde ve istatistiksel olarak anlamlı etkiye sahip olduğunu, gelirin karesinin ise negatif etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bunun anlamlı Türkiye'de finansal gelişimde ya da gayrisafı milli hasıladaki yükselişler karbon emisyonunu artırarak çevresel bozulmaya katkı sunmakta ve Türkiye'yi karbon nötrlüğü hedefinden uzaklaştırmaktadır. Finansal gelişimin emisyonu artırıcı yöndeki etkisi Adebayo vd. (2022), Rjoub vd. (2021), Doğanlar ve diğerlerine (2021) ait çalışmalar ile benzerlik ortaya koymaktadır. Diğer taraftan büyümenin CO₂ ile ilişkisindeki pozitif sonuç ise literatürde Karaaslan ve Çamkaya (2022), Qashou (2022) ve Gökmenoğlu ve diğerlerinin (2020) çalışmaları ile paraleldir. GSYİH'nin kare formunun negatif ve anlamlı katsayı değeri ise Türkiye'de EKC hipotezinin varlığını ortaya koymaktadır. Literatürde Türkiye için ilgili hipotezi doğrulayan çalışmalar bulunmaktadır (Akca, 2021; Kılavuz ve Doğan, 2021; Eren vd., 2022). Kısa dönem etkilere bakıldığında ise sonuçlar uzun dönemdeki ile paralellik göstermektedir. Kısa dönemde FG ve GSYİH pozitif anlamlı etki, GSYİH² ise negatif ve anlamlıdır. Ayrıca bu tabloda CointEq(-1)'e ait katsayının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması önemlidir. CointEq(-1) her iki durumu da karşılamaktadır, ancak burada ilgili değer anlamlılığı için t-istatistiği ve bu istatistiğe ilişkin kritik değerlerine bakılmasında yarar vardır. Tablo 8'de ilgili t-istatistiği değerinin tüm anlamlılık düzeyleri için sınır değerlerini mutlak değerce aştığı ve hata düzeltme terimi katsayısının anlamlı olduğu görülmektedir. İlgili katsayı değeri kısa dönemde meydana gelen sapmaların yaklaşık olarak %79'unun uzun dönemde ortadan kalkacağını ifade etmektedir.

Tablo 8. Hata Düzeltme Terimi İçin t-İstatistiği Sonuçları

Test İstatistiği	Değeri	Anlamlılık	I(0)	I(1)
t-istatistiği	-5.196875	10%	-2.57	-3.46
		5%	-2.86	-3.78
		2.5%	-3.13	-4.05
		1%	-3.43	-4.37

Uzun dönem katsayılarının parametre istikrarını sağlayıp sağlamadıklarını görmek amacıyla oluşturulan CUSUM ve CUSUMQ grafikleri de Şekil 3'te sunulmuştur. CUSUM ve CUSUMQ grafikleri incelendiğinde uzun dönem katsayılarının parametre istikrarını sağladığı görülmektedir.



Şekil 3. CUSUM ve CUSUMQ Sonuçları

5.4. Eşbütünleşme Regresyonları

Çalışmada ARDL yöntemi ile belirlenen uzun dönem katsayılar içinde elde edilen sonuçları doğrulamak amacıyla eşbütünleşme regresyonlarından yararlanılmıştır. FMOLS, DOLS ve CCR yöntemlerinin kullanıldığı araştırmada değişkenlere ait katsayı tahmini ve anlamlılıkları Tablo 9'da görülmektedir.

Tablo 9. FMOLS, DOLS ve CCR Modelleri

Yöntem	Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	p-Değeri
Bağımlı Değişken: CO2					
FMOLS	FG	0.419	0.052	7.924	0.000***
	GSYH	0.818	0.308	2.653	0.011**
	GSYİH ²	-0.038	0.017	-2.180	0.035**
	C	-2.437	1.376	-1.770	0.085*
DOLS	FG	0.297	0.080	3.690	0.001***
	GSYİH	1.074	0.384	2.792	0.009***
	GSYİH ²	-0.050	0.021	-2.404	0.024**
	C	-3.852	1.818	-2.119	0.044**
CCR	FG	0.413	0.048	8.479	0.000***
	GSYİH	0.841	0.292	2.879	0.006***
	GSYİH ²	-0.039	0.016	-2.370	0.023**
	C	-2.546	1.300	-1.958	0.058*

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Eşbütünleşme regresyonlarının tamamında FG, GSYİH ve GSYİH² değişkenlerine ait katsayı değerlerinin üç modelde de istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Model sonucuna göre FG'de meydana gelen bir birimlik artış FMOLS modelinde CO₂'de 0.419, DOLS modelinde 0.297 ve CCR modelinde 0.413 birimlik artışa neden olacaktır. Diğer taraftan GSYİH değişkenindeki bir birimlik artış CO₂'de FMOLS modelinde 0.818 birim, DOLS modelinde 1.074 birim ve CCR modelinde 0.841 birimlik artışa neden olacaktır. GSYİH²'nin katsayı değeri ise FMOLS modelinde (-0.038), DOLS modelinde (-0.05) ve CCR modelinde (-0.039) olarak belirlenmiştir. Üç model ile elde edilen sonuçların ARDL modeli uzun ve kısa dönem tahmin sonuçları ile örtüştüğü hem FG hem de GSYİH'nin emisyonu artırıcı etki yarattığı GSYİH²'nin ise negatif etkisinin varlığı doğrulanmıştır.

5.5. Nedensellik Testi

Değişkenler arasında belirlenen eşbütünleşme ilişkisi bu değişkenler arasında en az bir nedensel ilişkinin varlığına işaret eder. Çalışmada ARDL yaklaşımı ile değişkenler arasında belirlenen eşbütünleşme ilişkisi nedenselliğin yönü hakkında bilgi vermemektedir. Bu noktada hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik yaklaşımı ile değişkenler arasındaki nedensel ilişkiyi kısa ve uzun dönem boyutuyla ortaya koyabiliriz. Bu yaklaşımda iki aşamalı bir süreç takip edilmektedir. İlk aşamada uzun dönem nedenselliğin belirlenebilmesi için hata düzeltme modeli tahmin edilir. İkinci aşamada ise kısa dönem nedenselliği belirlemek amacıyla Wald istatistiğine başvurulmaktadır (Alam vd., 2021). Engle ve Granger (1987) tarafından önerilen vektör otoregresif modele dayalı Granger nedensellik araştırmasında birinci farkta durağan olan seriler durağan halleri ile analize dahil edildikleri için bilgi kaybı yaşanabilmektedir. Bu yönüyle uygulanan iki aşamalı yöntemin sonuçları daha güçlü nedensellik bilgisi ortaya koyabilmektedir. Hata düzeltme modeline dayalı Granger nedensellik testine ilişkin formül Eşitlik 5'te sunulmuştur.

$$\begin{bmatrix} \Delta CO2_t \\ \Delta FDI_t \\ \Delta GSYIH_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha_1 \\ \alpha_2 \\ \alpha_3 \end{bmatrix} + \sum_{k=1}^n \begin{bmatrix} \alpha_{1k} & \alpha_{12k} & \alpha_{13k} \\ \alpha_{21k} & \alpha_{22k} & \alpha_{23k} \\ \alpha_{31k} & \alpha_{32k} & \alpha_{33k} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \Delta CO2_{t-1} \\ \Delta FDI_{t-1} \\ \Delta GSYIH_{t-1} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \delta_1 \\ \delta_2 \\ \delta_3 \end{bmatrix} [cointEq(-1)] + \begin{bmatrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \\ \varepsilon_{3t} \end{bmatrix} \quad (5)$$

Eşitlikte cointEq(-1) hata düzeltme terimini, α ve δ tahmin edilen katsayıları, ε hata terimini ve Δ birinci fark operatörünü göstermektedir. Ayrıca eşitlikte hata düzeltme terimi katsayılarına ilişkin t istatistiği uzun dönemli nedensel etkileri, açıklayıcı değişkenlere ilişkin F testi ise kısa dönemli nedensel etkileri ortaya koymaktadır (Alam vd., 2021; Nazir vd., 2018; Ozturk ve Acaravci, 2013). CO₂, FDI ve GSYİH değişkenleri arasındaki kısa ve uzun dönem nedensellik sonuçları Tablo 10'da verilmiştir.

Tablo 10. VECM Granger Nedensellik Testi

Değişkenler	Kısa dönem (Wald İstatistiği)			Uzun dönem
	$\Delta CO2$	ΔFDI	$\Delta GSYİH$	cointEq(-1)
$\Delta CO2$	-	5.891*** (0.004)	3.976** (0.013)	-0.790*** (0.000)
ΔFDI	6.757*** (0.000)	-	4.087** (0.011)	-0.981*** (0.000)
$\Delta GSYİH$	9.413*** (0.000)	4.343** (0.016)	-	-0.561*** (0.000)

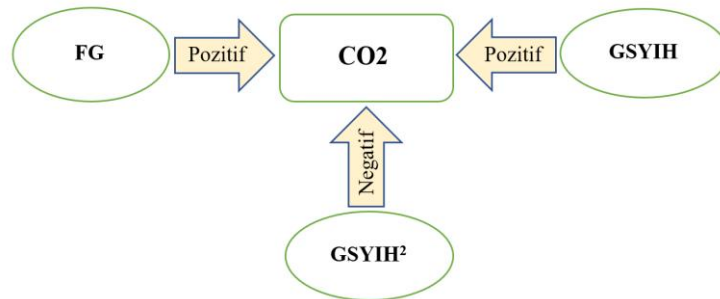
Not: Parantez içindeki değerler ilgili istatistiğe ilişkin olasılık değerini göstermektedir. ** ve *** ise %5 ve %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Tablo 10'a göre kısa dönemde nedensellik olmadığını ifade eden yokluk hipotezlerinin tüm değişken etkileşimlerinde %1 ve %5 anlamlılık düzeyinde reddedildiği görülmektedir. Bunun anlamı CO₂, FD ve GSYİH değişkenleri arasında kısa dönemde karşılıklı (iki yönlü) nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Uzun dönem nedensellik testi sonuçlarına bakıldığında hata düzeltme teriminin (cointEq(-1)) değerinin negatif ve istatistiksel anlamlı bulunması rneğin CO₂ denkleminde FD ve GSYİH değişkenlerinin CO₂'nin nedeni olduğu görülmektedir. Ayrıca FD ve GSYİH denklemlerinde de benzer sonuçlar elde edilmiş kısa dönem nedensellik etkisine benzer şekilde değişkenler arasında uzun dönemde de karşılıklı nedensellik ilişkilerinin varlığı tespit edilmiştir. Tespit edilen nedensellik ilişkileri Vietnam üzerinde yapmış oldukları incelemede Huang vd. (2022) alışmasından elde edilen sonuçlar ile Avrupa Birliği ve Batı Balkan lkeleri üzerinde yaptđı incelemede Pejovi vd. (2021), Körfez İşbirliği Konseyi lkeleri için gerçekleştirdikleri çalışma ile Baydoun ve Aga (2021) alışması sonuçları ile örtüşmektedir. Ayrıca Türkiye özelinde gerçekleştirdiği çalışmasında Malik (2021) ekonomik büyüme ve emisyon arasında çift yönlü nedensellik tespit etmiştir.

6. Sonuç ve Tartışma

Son yıllarda artış gösteren çevresel bozulmalar, dünyada yaşam mücadelesi veren pek çok canlının hayatını olumsuz yönde etkilemektedir. lkeler refah düzeylerini artırmada dünyaya verdikleri zararı çoğu zaman göz ardı etmektedirler. Ancak son on yıla damgasını vuran iklim değişikliği ve beraberinde getirdiği sıra dışı hava olayları (görülme sıklığı artan sel, hortum ve kasırgalar, kiş mevsiminde normallerinin üstünde seyreden hava sıcaklığı ve bu konuda sürekli rekor kırılması, yaz mevsiminde ise yine aşırı sıcaklıklar vb.) sorunun ciddiyetini bir kez daha gözler önüne sermiştir. Ülkelerin karbon salınımının azaltımında yaşadıkları başarısızlığın, karbon nötrlüğü sayesinde dengelenmesi amaçlanmaktadır. Türkiye gibi gelişmekte olan kısıtlı sermayeden kaynaklı fonların yenilenebilir enerji yatırımları ve temiz teknolojilere yoğun olarak aktarılmadığı ülkeler gezenimizin gelecekte yaşayacağı olumsuzlar konusunda önemli bir yere sahip olacaktır. Bu yönüyle çalışma özelinde Türkiye'nin karbon nötrlüğü hedefinde finansal gelişme ve ekonomik büyümenin rolü merak konusu olmuştur.

Türkiye'nin 2050 yılı karbon nötrlüğü hedefine giden yolda finansal gelişme ve ekonomik büyümenin etkilerinin bu çerçevede araştırılması amaçlanmıştır. 1980-2020 dönemi verilerinin kullanıldığı çalışmada hem ARDL yöntemi hem de eşbütünleşme yöntemleri birbirini destekleyen sağlam sonuçlar vermiştir. Değişkenlerin CO₂ zerindeki etkileri şekil 4'te gösterilmiştir.



şekil 4. Değişkenlerin CO₂ zerindeki etkisi

şekil 4'e göre finansal gelişme Türkiye'de emisyon artırımcı bir etkiye sahiptir. Finansal gelişmenin karbon emisyonu üzerindeki pozitif yönlü etkisi farklı mekanizmalar ile ifade

edilebilir. Örneğin finansal hizmetler yönündeki artış hem bireylere hem de işletmelere sağladığı fonlar yoluyla emisyonu artırıcı tercihlere yöneltebilmektedir. Banka kredilerine kolay ve uygun erişim ile kişi ya da kurumların otomobil alması/yenilemesi bunun en önemli örneğidir. Yine kredi kanalıyla tüketimdeki artış çoğu zaman emisyonu tetikleyicidir. Ayrıca finansal gelişmedeki artışlar işletmelerin büyümesine katkı sağlayarak enerji ihtiyacını artıracaktır. Bu noktada ülkemizde yenilenebilir enerji kaynaklarının yeterli düzeyde ihtiyaca cevap vermemesinden dolayı fosil kaynaklardan enerji teminine devam edilerek karbon emisyonunu artmaya devam edecektir. Gelecek dönemdeki beklenti ise gelişmenin belirli bir noktasından sonra hem bireylerin hem de işletmelerin çevre bilincine sahip olarak tüketimlerinde çevre dostu ürün ve hizmetlere yönelmeleri ve emisyon azaltımına katkı sağlamaları yönündedir. Bu sayede karbon nötrlüğü hedefine ulaşmak mümkün olabilecektir.

Elde edilen bu sonuç çerçevesinde politika yapıcıların ilgili süreçlerin yönetiminde finansal kaynakların işletmelere sunumunda temiz teknoloji yatırımlarını teşvik etmeleri, bunun yanı sıra özellikle yenilenebilir enerji tesislerine ilişkin yatırımlara daha fazla fon ve destek aktararak bu yönde özendirici faaliyetleri artırmaları 2050 yılında karbon nötr bir ülke olabilmemiz açısından önemlidir. Ekonomik büyümenin kendi değerinin emisyon üzerinde pozitif ve karesinin negatif etkiye sahip olması Türkiye’de EKC hipotezinin varlığına ilişkin kanıtlar sunmaktadır. Her ne kadar literatürde farklı sonuçlar gözlemlense de gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye’de elde edilen bu bulgular beklenen bir durumdur. Bu yönüyle politikacılar farklı kanallardan farklı kesimlere yönelik emisyonu azaltma yolları benimseyebilirler. Ekonomik büyüme hane halklarının gelirlerinde genel olarak bir artışa neden olacaktır. Gelirdeki artış beraberinde tüketimi getirecektir. Çevresel bozulmalara ilişkin farkındalık faaliyetleri kişilerin tüketim alışkanlıklarının daha bilinçli olması ve çevreci ürünlere yönelmesinde etkili olabilir. Yine üretim işletmelerine yönelik enerji verimli makine-ekipman kullanımına ve yeni alımlarda temiz teknoloji ürünlerine yönlendirme faaliyetleri ve bu konuda sağlanacak destekler emisyonu azaltmada olumlu katkı sunacaktır.

Çalışmada elde edilen diğer bir önemli sonuç değişkenler arasında kısa ve uzun dönemde çift yönlü belirlenen nedensellik ilişkileridir. Bunun anlamlı Türkiye’de ekonomik unsurlar ile emisyon birbirlerini karşılıklı olarak etkilemekte ve tetiklemektedir. Hem çevresel bozulmaların azaltılması yönündeki eylemler de hem de ekonomik yönden alınacak kararlarda bu etkileşimlerin dikkate alınması politika yapıcılar yönünden fayda sağlayacaktır.

Çalışmada finansal gelişme ölçütü olarak IMF veri tabanından elde edilen ölçütün kullanılması, yine bu değişkene ait verinin 1980 yılından itibaren var olmasından dolayı 1980-2020 döneminin tercih edilmesi temel kısıtları oluşturmuştur. Gelecekteki çalışmalarda özellikle karbon nötrlüğü için literatürde farklı ölçütlerin geliştirilmesi söz konusu olduğunda bu yeni ölçütlerin kullanılması ile ilişkilerin araştırılması ve farklı değişkenlerin de analizlere dahil edilerek sonuçların değerlendirilmesi literatüre katkı sağlanması noktasında faydalı olacaktır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı

Etik kurul izni ve/veya yasal/özel izin alınmasına gerek olmayan bu çalışmada araştırma ve yayın etiğine uyulmuştur.

Araştırmacıların Katkı Oranı Beyanı

Yazar, makalenin tamamına yalnız kendisinin katkı sağlamış olduğunu beyan eder.

Araştırmacıların Çıkar Çatışması Beyanı

Bu çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Kaynakça

- Abid, A., Mehmood, U., Tariq, S. and Haq, Z.U. (2022). The effect of technological innovation, FDI, and financial development on CO2 emission: Evidence from the G8 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 11654–11662. doi:10.1007/s11356-021-15993-x
- Acheampong, A.O. (2019). Modelling for insight: Does financial development improve environmental quality? *Energy Economics*, 83, 156-179. doi:10.1016/j.eneco.2019.06.025
- Adebayo, T.S., Agyekum, B.E., Kamel, S., Zawbaa, H.M. and Altuntaş, M. (2022). Drivers of environmental degradation in Turkey: Designing an SDG framework through advanced quantile approaches. *Energy Reports*, 8(29), 2008-2021. doi:10.1016/j.egyr.2022.01.020
- Adebayo, T.S., Kirikkaleli, D., Adesholac, I., Oluwajanad, D., Akinsolae, G.D. and Osemeahonf, O.S. (2021). Coal consumption and environmental sustainability in South Africa: The role of financial development and globalization. *International Journal of Renewable Energy Development*, 10(3), 527-536. doi: 10.14710/ijred.2020.34982
- Akca, H. (2021). Environmental Kuznets Curve and financial development in Turkey: Evidence from augmented ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 69149–69159. doi:10.1007/s11356-021-15417-w
- Alam, K.M., Li, X., Baig, S., Ghanem, O. and Hanif, S. (2021). Causality between transportation infrastructure and economic development in Pakistan: An ARDL analysis. *Research in Transportation Economics*, 88, 100974. doi:10.1016/j.retrec.2020.100974
- Anwar, A., Sinha, A., Sharif, A., Siddique, M., Irshad, S., Anwar, W. and Malik, S. (2022). The nexus between urbanization, renewable energy consumption, financial development, and CO2 emissions: Evidence from selected Asian countries. *Environment, Development and Sustainability*, 24(5), 6556–6576. doi:10.1007/s10668-021-01716-2
- Aslan, A., Altinoz, B. and Polat Atay, M. (2021). The nexus among climate change, economic growth, foreign direct investments, and financial development: New evidence from N-11 countries. *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 40(3), e13585. doi:10.1002/ep.13585
- Aydın, M. (2020). Askeri harcamalar, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki: Türkiye için yapısal kırılmalı nedensellik testinden kanıtlar. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 261-275. doi:10.30784/epfad.710276
- Baydoun, H. and Aga, M. (2021). The effect of energy consumption and economic growth on environmental sustainability in the GCC countries: Does financial development matter? *Energies*, 14, 5897. doi:10.3390/en14185897
- Cao, H., Khan, M.K., Rehman, A., Dagar, V., Oryani, B. and Tanveer, A. (2022). Impact of globalization, institutional quality, economic growth, electricity and renewable energy consumption on carbon dioxide emission in OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 24191–24202. doi:10.1007/s11356-021-17076-3
- CAT. (2022). *Climate action tracker*. Retrieved from <https://climateactiontracker.org/countries/turkey/policies-action/>
- Cetin, M., Ecevit, E. and Yucel, A.G. (2018). Structural breaks, urbanization and CO2 emissions: Evidence from Turkey. *Journal of Applied Economics and Business Research (JAEBR)*, 8(2), 122-139. Retrieved from <http://www.aebrjournal.org/>
- Chunyu, L., Zain-ul-Abidin, S., Majeed, W. Raza, S.M.F. and Ahmad, I. (2021) The non-linear relationship between carbon dioxide emissions, financial development and energy consumption in developing European and Central Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 63330–63345. doi:10.1007/s11356-021-15225-2
- Churchill, S.A., Inekwe, J., Ivanovskic, K. and Smyth, R. (2019). Dynamics of oil price, precious metal prices and the exchange rate in the long-run. *Energy Economics*, 84, 104508. doi:10.1016/j.eneco.2019.104508

- Çetin, M., Aslan, A. and Sarıgül, S.S. (2022). Analysis of the dynamics of environmental degradation for 18 upper middle-income countries: The role of financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 64647–64664. doi:10.1007/s11356-022-20290-2
- Çetin, M. and Ecevit, E. (2015). Urbanization, energy consumption and CO2 emissions in Sub-Saharan countries: A panel cointegration and causality analysis. *Journal of Economics and Development Studies*, 3(2), 66-76. doi:10.15640/jeds.v3n2a7
- Çetin, M., Kırıcı, B., Saygın, S. ve Alaşahan, Y. (2018). Ekonomik büyüme, finansal gelişme, enerji tüketimi ve dış ticaretin çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir nedensellik analizi (1960-2013). *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(13), 26-43. Erişim adresi: <http://acikerisim.nku.edu.tr>
- Çetin, M., Saygın, S. ve Demir, H. (2020). Tarım sektörünün çevre kirliliği üzerindeki etkisi: Türkiye ekonomisi için bir eşbütünleşme ve nedensellik analizi. *Tekirdağ Ziraat Fakültesi Dergisi*, 17(3), 329-345. doi:10.33462/jotaf.678764
- Çetin, M., Seker, F. and Cavlak, H. (2015). The impact of trade openness on environmental pollution: A panel cointegration and causality analysis. E. Sorhun, Ü. Hacıoğlu and H. Dinçer (Eds.), *Regional economic integration and the global financial system* (pp. 221-232). doi:10.4018/978-1-4666-7308-3.ch017
- Çetin, M. ve Yüksel, Ö. (2018). Türkiye ekonomisinde enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisi. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5(2), 169-186. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.409119>
- Çıraklı, Ü. (2019). Türkiye’de ekonomik göstergeler ile intihar hızı arasındaki ilişkinin incelenmesi: Ekonometrik bir analiz. *Sağlık ve Hemşirelik Yönetimi Dergisi*, 3(6), 218-227. doi:10.5222/shyd.2019.92053
- Demir, S., Demir, H., Karaduman, C. and Cetin, M. (2023). Environmental quality and health expenditures efficiency in Türkiye: The role of natural resources. *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 15170–15185. doi:10.1007/s11356-022-23187-2
- Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica*, 49, 1057-1072. <https://doi.org/10.2307/1912517>
- Doğanlar, M., Mike, F., Kızılkaya, O. and Karlılar, S. (2021). Testing the long-run effects of economic growth, financial development and energy consumption on CO2 emissions in Turkey: New evidence from RALS cointegration test. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 32554–32563. doi:10.1007/s11356-021-12661-y
- Dong, F., Li, Y., Gao, Y., Zhu, J., Qin, C. and Zhang, X. (2022). Energy transition and carbon neutrality: Exploring the non-linear impact of renewable energy development on carbon emission efficiency in developed countries. *Resources, Conservation and Recycling*, 177. doi:10.1016/j.resconrec.2021.106002
- Engle, R.F. and Granger, C.W.J. (1987). Cointegration and error correction: Representation, estimation and testing. *Econometrica*, 55 (2), 251-276. doi:10.2307/1913236
- Eren, B.M., Katircioglu, S. and Gokmenoglu, K.K. (2022). The moderating role of informal economy on financial development induced EKC hypothesis in Turkey. *Energy & Environment*, 33(6), 1203–1226. doi:10.1177/0958305X211070775
- Farooq, A., Anwar, A., Ahad, M., Shabbir, G. and Imran, Z.A. (2021). A validity of environmental Kuznets curve under the role of urbanization, financial development index and foreign direct investment in Pakistan. *Journal of Economic and Administrative Sciences*, Advance online publication. <https://doi.org/10.1108/JEAS-10-2021-0219>
- Gokmenoglu, K.K., Taspınar, N. and Rahman, M.M. (2021). Military expenditure, financial development and environmental degradation in Turkey: A comparison of CO2 emissions and ecological footprint. *International Journal of Finance & Economics*, 26(1), 986-997. <https://doi.org/10.1002/ijfe.1831>
- Gözbaşı, O., Altınöz, B. and Öcal, O. (2021). The effect of financial development, renewable and non-renewable energy consumption and international tourism on greenhouse gas emission in high-

income countries from different continents. *Journal of Research in Economics, Politics & Finance*, 6(2), 371-384. doi:10.30784/epfad.959039

- Grainger, A. and Smith, G. (2021). The role of low carbon and high carbon materials in carbon neutrality science and carbon economics. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 49, 164–189. doi:10.1016/j.cosust.2021.06.006
- Grossman, G.M. and Krueger, A.B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (NBER Working Paper No. 3914). Retrieved from <https://www.nber.org/papers/w3914>
- Hung, N.T., Trang, N.T. and Thang, N.T. (2022). Quantile relationship between globalization, financial development, economic growth, and carbon emissions: Evidence from Vietnam. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 60098–60116. doi:10.1007/s11356-022-20126-z
- Karaaslan, A. and amkaya, S. (2022). The relationship between CO2 emissions, economic growth, health expenditure, and renewable and non-renewable energy consumption: Empirical evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 190, 457-466. doi:10.1016/j.renene.2022.03.139
- Khan, S., Khan, M.K. and Muhammad, B. (2021). Impact of financial development and energy consumption on environmental degradation in 184 countries using a dynamic panel model. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 9542–9557. doi:10.1007/s11356-020-11239-4
- Kılavuz, E. and Doğan, İ. (2021). Economic growth, openness, industry and CO2 modelling: Are regulatory policies important in Turkish economies? *International Journal of Low-Carbon Technologies*, 16(2), 476–487. doi:10.1093/ijlct/ctaa070
- Kihombo, S., Ahmed, Z., Chen, S., Adebayo, T.S. and Kirikkaleli, D. (2021). Linking financial development, economic growth, and ecological footprint: What is the role of technological innovation? *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 61235–61245. doi:10.1007/s11356-021-14993-1
- Kirikkaleli, D., Gngr, H. and Adebayo, T.S. (2022). Consumption-based carbon emissions, renewable energy consumption, financial development and economic growth in Chile. *Business Strategy and the Environment*, 31(3), 1123-1137. doi:10.1002/bse.2945
- Lahiani, A., Mefteh-Wali, S., Shahbaz, M. and Vo, X.V. (2021). Does financial development influence renewable energy consumption to achieve carbon neutrality in the USA? *Energy Policy*, 158, 112524. doi:10.1016/j.enpol.2021.112524
- Liu, X., Wahab, S., Hussain, M., Sun, Y. and Kirikkaleli, D. (2021). China carbon neutrality target: Revisiting FDI-trade-innovation nexus with carbon emissions. *Journal of Environmental Management*, 294, 113043. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113043
- Malik, M.A. (2021). Economic growth, energy consumption, and environmental quality nexus in Turkey: Evidence from simultaneous equation models. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(31), 41988-41999. doi:10.1007/s11356-021-13468-7
- Menegaki, A.N. (2019). The ARDL method in the energy-growth nexus field; best implementation strategies. *Economies*, 7(4), 105. doi:10.3390/economies7040105
- Murshed, M., Mahmood, H., Ahmad, P., Rehman, A. and Alam, M.S. (2022). Pathways to Argentina's 2050 carbon-neutrality agenda: The roles of renewable energy transition and trade globalization. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(20), 29949–29966. doi:10.1007/s11356-021-17903-7
- Narayan, P.K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990. doi:10.1080/00036840500278103
- Nazir, M.I., Nazir, M.R., Hashmi, S.H. and Ali, Z. (2018). Environmental Kuznets Curve hypothesis for Pakistan: Empirical evidence form ARDL bound testing and causality approach. *International Journal of Green Energy*, 15(14-15), 947-957. doi:10.1080/15435075.2018.1529590
- Nosheen, M., Iqbal, J. and Khan, H.U. (2021). Analyzing the linkage among CO2 emissions, economic growth, tourism, and energy consumption in the Asian economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 16707–16719 (2021). doi:10.1007/s11356-020-11759-z

- Nurgazina, Z., Ullah, A., Ali, U., Koondhar, M.A. and Lu, Q. (2021). The impact of economic growth, energy consumption, trade openness, and financial development on carbon emissions: Empirical evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 60195–60208. doi:10.1007/s11356-021-14930-2
- Ohajionu, U.C., Gyamfi, B.A., Haseki, M.I. and Bekun, F.V. (2022). Assessing the linkage between energy consumption, financial development, tourism and environment: Evidence from method of moments quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 30004–30018. doi:10.1007/s11356-021-17920-6
- Ozturk, I. and Acaravci, A. (2010). The causal relationship between energy consumption and GDP in Albania, Bulgaria, Hungary and Romania: Evidence from ARDL bound testing approach. *Applied Energy*, 87, 1938–1943. doi:10.1016/j.apenergy.2009.10.010
- Ozturk, I. and Acaravci, A. (2013). The long-run and causal analysis of energy, growth, openness and financial development on carbon emissions in Turkey. *Energy Economy*, 36, 262–67. doi:10.1016/j.eneco.2012.08.025
- Ozturk, S., Cetin, M. and Demir, H. (2022). Income inequality and CO2 emissions: Nonlinear evidence from Turkey. *Environment, Development and Sustainability*, 24, 11911–11928. doi:10.1007/s10668-021-01922-y
- Öcal, O., Altınöz, B. and Aslan, A. (2020). The effects of economic growth and energy consumption on ecological footprint and carbon emissions: Evidence from Turkey. *Journal of Research in Economics, Politics & Finance*, 5(3), 667-681. doi:10.30784/epfad.773461
- Özdemir, B.K. ve Koç, K. (2020). Türkiye’de karbon emisyonları, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 11(1), 66-86. doi:10.18354/esam.665191
- Panayotou, T. (2003). Economics growth and environment. *Economic Survey of Europe*, 2, 45-72. Retrieved from <https://unece.org/>
- Park, J. (1992). Canonical cointegrating regressions. *Econometrica*, 60, 119-143. doi:10.2307/2951679
- Pejović, B., Karadžić, V., Dragašević, Z. and Backović, T. (2021). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in the countries of the European Union and the Western Balkans. *Energy Reports*, 7, 2775-2783. doi:10.1016/j.egy.2021.05.011
- Pesaran, M. and Shin, Y. (1999). An autoregressive distributed lag modeling approach to cointegration analysis. In S. Strom (Ed.), *Econometrics and economic theory in the 20th century: The Ragnar Frisch Centennial Symposium* (pp. 371-413). Cambridge: Cambridge University Press.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. and Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. Retrieved from <https://www.jstor.org/>
- Phillips, P. and Hansen, B. (1990). Statistical inference in instrumental variables regression with I(1) processes. *Review of Economic Studies*, 57, 99-125. doi:10.2307/2297545
- Phillips, P.C.B. and Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regressions. *Biometrika*, 75, 335-346. doi:10.2307/2336182
- Qashou, Y., Samour, A. and Abumunshar, M. (2022). Does the real estate market and renewable energy induce carbon dioxide emissions? Novel evidence from Turkey. *Energies*, 15, 763. doi:10.3390/en15030763
- Qin, L., Hou, Y., Miao, X., Zhang, X., Rahim, S. and Kirikkaleli, D. (2021). Revisiting financial development and renewable energy electricity role in attaining China's carbon neutrality target. *Journal of Environmental Management*, 297, 113335. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113335
- Quadrat-Ullah, H. and Nevo, C.M. (2022). Analysis of the dynamic relationships among renewable energy consumption, economic growth, financial development, and carbon dioxide emission in five Sub-Saharan African countries. *Energies*, 15, 5953. doi:10.3390/en15165953

- Raheem, I.D., Tiwari, A.K. and Balsalobre-Lorente, D. (2020). The role of ICT and financial development in CO₂ emissions and economic growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 1912–1922. doi:10.1007/s11356-019-06590-0
- Rahman, M.M. and Alam, K. (2022). CO₂ emissions in Asia–Pacific region: Do energy use, economic growth, financial development, and international trade have detrimental effects? *Sustainability*, 14, 5420. doi:10.3390/su14095420
- Rjoub, H., Odugbesan, J.A., Adebayo, T.S. and Wong, W.-K. (2021). Sustainability of the moderating role of financial development in the determinants of environmental degradation: Evidence from Turkey. *Sustainability*, 13, 1844. doi:10.3390/su13041844
- Safi, A., Chen, Y., Wahab, S., Ali, S., Yi, X. and Imran, M. (2021). Financial instability and consumption-based carbon emission in E-7 countries: The role of trade and economic growth. *Sustainable Production and Consumption*, 27, 383-391. doi:10.1016/j.spc.2020.10.034
- SEFİA Raporu. (2021). *Karbon nötr Türkiye yolunda ilk adım kömürden çıkış 2030 raporu* (Sürdürülebilir Ekonomi ve Finans Araştırmaları Derneği). Erişim adresi: <https://sefia.org/arastirmalar/karbon-notr-turkiye-yolunda-ilk-adim-komurden-cikis-2030/>
- Shafik, N. and Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: Time series and cross-country evidence* (The World Bank Policy Research Working Paper No. 0904). Retrieved from <http://documents1.worldbank.org/curated/en/833431468739515725/pdf/multi-page.pdf>
- Shan, S., Yılmaz Genç, S., Kamran, H.W. and Dinca, G. (2021). Role of green technology innovation and renewable energy in carbon neutrality: A sustainable investigation from Turkey. *Journal of Environmental Management*, 294, 2021, 113004. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113004
- Shi, X., Zheng, Y., Lei, Y., Xue, W., Yan, G., Liu, X., ... Wang, J. (2021). Air quality benefits of achieving carbon neutrality in China. *Science of the Total Environment*, 795, 148784. doi:10.1016/j.scitotenv.2021.148784
- Stock, J. and Watson, M. (1993). A simple estimator of cointegrating vectors in higher order integrated systems. *Econometrica*, 61(4), 783-820. doi:10.2307/2951763
- Su, Z. W., Umar, M., Kirikkaleli, D. and Adebayo, T. S. (2021). Role of political risk to achieve carbon neutrality: Evidence from Brazil. *Journal of Environmental Management*, 298, 113463. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113463
- Szymczyk, K., şahin, D., Bağcı, H. and Kaygın, C.Y. (2021). The effect of energy usage, economic growth, and financial development on CO₂ emission management: An analysis of OECD countries with a high environmental performance index. *Energies*, 14(15), 4671. doi:10.3390/en14154671
- Tamazian, A., Chousa, J.P. and Vadlamannati, K.C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: Evidence from BRIC countries. *Energy Policy*, 37(1), 246-253. doi:10.1016/j.enpol.2008.08.025
- Tan, Z., Koondhar, M.A., Nawaz, K., Malik, M.N., Khan, Z.A. and Koondhar, M.A. (2021). Foreign direct investment, financial development, energy consumption, and air quality: A way for carbon neutrality in China. *Journal of Environmental Management*, 299, 113572. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113572
- Terzi, H. ve Bekar, S. (2019). Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, turizm ve dışa açıklık arasındaki ilişki: 1974-2014 dönemi. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 20(1), 15-30. doi:10.31671/dogus.2019.414
- Thampanya, N., Wu, J. and Cowton, C. (2021). Carbon neutrality targets, optimal environmental management strategies & the role of financial development: New evidence incorporating non-linear effects and different income levels. *Journal of Environmental Management*, 297, 113352. doi:10.1016/j.jenvman.2021.113352
- Tirgil, A., Acar, Y. and Ozgur, O. (2021). Revisiting the environmental Kuznets curve: Evidence from Turkey. *Environment Development Sustainability*, 23, 14585–14604. doi:10.1007/s10668-021-01259-6
- Usman, M., Jahanger, A., Makhdom, M.S.A., Balsalobre-Lorente, D. and Bashir, A. (2022). How do financial development, energy consumption, natural resources, and globalization affect Arctic

countries' economic growth and environmental quality? An advanced panel data simulation. *Energy*, 241, 122515. doi:10.1016/j.energy.2021.122515

Weili, L., Khan, H., Khan, I. and Han, L. (2022). The impact of information and communication technology, financial development, and energy consumption on carbon dioxide emission: Evidence from the Belt and Road countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 27703–27718. doi:10.1007/s11356-021-18448-5

Xu, Y., Umar, M., Kirikkaleli, D., Adebayo, T.S. and Altuntaş, M. (2022). Carbon neutrality target in Turkey: Measuring the impact of technological innovation and structural change. *Gondwana Research*, 109, 429–441. doi:10.1016/j.gr.2022.04.015

Yıldırım, A.E. and Yıldırım, M.O. (2021). Revisiting the determinants of carbon emissions for Turkey: The role of construction sector. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 42325–42338. doi:10.1007/s11356-021-13722-y

THE ROLE OF ECONOMIC FACTORS IN TURKEY'S CARBON NEUTRALITY TARGET

EXTENDED SUMMARY

Purpose of Study

From past to present, the relationship between carbon emissions and variables such as population, globalization, energy consumption, and renewable energy is the focus of researchers in the framework of environmental degradation, air quality, environmental pollution, environmental sustainability, and ecological footprint. Many studies have been brought to the literature by considering different countries, methods, and periods. This study aims to investigate the effect of financial development and economic growth on carbon neutrality in Turkey. In the study, carbon emission per capita is the dependent variable while financial development, economic growth, and its square are the independent variables. The data were obtained from the International Monetary Fund (IMF), the World Bank, and the www.ourworldindata.org web page. The analyses were carried out by taking the natural logarithm of the annual data of the 1980-2020 period.

Literature Review

There are few studies related to carbon neutrality in the literature (Lahiani et al., 2021; Shan et al., 2021; Qin et al., 2021; Tan et al., 2021; Shi et al., 2021; Liu et al., 2021; Thampanya et al., 2021; Su et al., 2021; Dong et al., 2022; Murshed et al., 2022). In addition, the relationships between the variables used in our study were investigated for different countries in the literature (Gokmenoglu et al., 2020; Akca, 2021; Malik, 2021; Baydoun and Aga, 2021; Kirikkaleli et al., 2022; Adebayo et al., 2022; Usman et al., 2022; Hung et al., 2022; Abid et al., 2022; Anwar et al., 2022). What distinguishes this study from the literature is that the subject will be discussed within the framework of carbon neutrality. Another one is that there are a limited number of studies on Turkey's carbon neutrality. In addition, the results of the study will shed light on Turkey's position in the 2050 target with its carbon neutrality dimension.

Methodology

In the study, Augmented Dickey-Fuller (1981) and Phillips-Perron (1988) unit root tests were used to determine the stationarity levels of the variables. Afterward, the cointegration relationship between the variables and short-long-term results were examined by the ARDL test. FMOLS, DOLS, and CCR cointegration regressions validated the ARDL test results. In addition, short- and long-term causality was determined by the Granger causality test based on the error correction model.

Results

Unit root test results showed that all variables were stationary at their first difference (I (1)). The ARDL (2,2,3,3) model was appropriate for the Akaike Information Criteria. The bound test revealed a long-term cointegration relationship between the variables. Both the short-term and long-term estimation results of the ARDL model presented similar findings. Accordingly, financial development and economic growth increase carbon emissions in Turkey. The negative detection of the coefficient for the square of economic growth provides evidence for the validity of the EKC hypothesis in Turkey. The results of FMOLS, DOLS, and CCR models confirmed the long-term results obtained by the ARDL test. The results of the causality test revealed that there is a bidirectional causality relationship between all variables in the short and long term.

Conclusion

The role of financial development and economic growth in Turkey's goal of becoming carbon neutral has been a matter of curiosity. Turkey aims to achieve carbon neutrality by 2050. There is no doubt that economic activities play a critical role in achieving this goal. The results obtained within the framework of the study show that the financial resources offered to enterprises should be shifted to clean technology investments by policymakers. In addition, in order to become a carbon neutral country by 2050, we need to transfer more resources and support to investments in renewable energy facilities and increase incentive activities in this direction. Another result of the study reveals the validity of the ECC hypothesis in Turkey. In this respect, politicians can adopt ways to reduce emissions through different channels. Economic growth will result in an overall increase in household incomes. The increase in income will bring consumption with it. Awareness-raising activities on environmental degradation can effectively change people's consumption habits and direct people to ecological products. The use of energy-saving machinery and equipment in production enterprises, the preference for clean technology products in new purchases, and the incentives offered by the government in this direction will contribute positively to reducing emissions.