

Karbon Yoğunluğunu Azaltmada Gelir Eşitsizliğinin Asimetrik Etkisi: Kurumsal Kalite Önemli mi?

Burhan DURGUN¹

¹ Dr. Arş. Gör., Dicle Üniversitesi, İİBF, burhan.durgun@dicle.edu.tr, ORCID: 0000-0001-7742-6059

Öz: Özellikle gelişmekte olan ülkelerde artan çevresel bozulma ve gelir eşitsizliği sürdürülebilirliğin önündeki en büyük tehditlerdir. Bu iki sorunu derinleştiren etkenlerin tespit edilmesi sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik ve sosyal yönünü kontrol altına almada yardımcı olabilmektedir. Ayrıca eşitsizlik ve çevresel bozulmanın belirleyicileri kadar aralarındaki bağın anlaşılması da sürdürülebilirliğin tesisine yönelik politika geliştirmede önem arz etmektedir. Çevre-eşitsizlik ilişkisini inceleyen literatür aralarında hem geri besleme etkisinin hem de fırsat maliyetinin bulunduğunu ileri sürmektedir. Üretim düzeyindeki artışla birlikte atmosfere salınan karbon miktarı da artmaktadır. Ancak verimlilik ve yenilenebilir enerji kullanımının artmasıyla üretimde karbon yoğunluğundaki azalma araştırmacıların gözünden kaçmıştır. Bu bağlamda bu çalışma Türkiye’de gelir eşitsizliğinin karbon yoğunluğunu azaltmadaki rolünü insani gelişme, doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi ve kurumsal kalite bağlamında değerlendirmektedir. 1990-2022 döneminin ele alındığı çalışmada gelir eşitsizliğinin asimetrik etkisini ortaya çıkarmak için genişletilmiş doğrusal olmayan ARDL yöntemine başvurulmuştur. Ampirik bulgular gelir eşitsizliğinin karbon yoğunluğunu arttırdığını, doğrudan yabancı yatırımlar, insani gelişme ve yenilenebilir enerji tüketiminin azalttığını, kurumsal kalitenin ise etkisinin anlamsız olduğunu göstermiştir. Bu sonuçlar Türkiye’de gelir eşitsizliğini azaltmaya yönelik girişimlerin aynı zamanda üretim sürecinin dekarbonize bir yapıya bürünmesine yardımcı olabileceğini ima etmektedir. Kurumsal kalite göstergelerinin etkisinin anlamsız olması Türkiye’de kurumların henüz arzu edilen etkinliğe kavuşamadığından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel bozulma, Gelir eşitsizliği, Kurumsal kalite, Yenilenebilir enerji, Karbon yoğunluğu

Jel Kodları: O13, O15, Q56, E02, O43

The Asymmetric Effect of Income Inequality in Reducing Carbon Intensity: Does Institutional Quality Matter?

Abstract: Increasing environmental degradation and income inequality, especially in developing countries, are the greatest threats to sustainability. Identifying the factors that exacerbate these two problems can help to contain the ecological and social aspects of sustainable development. Moreover, understanding the determinants of inequality and environmental degradation, as well as the interconnections between them, is crucial for policy development towards sustainability. The literature on the environment-inequality relationship suggests that there is both a feedback effect and an opportunity cost between them. As production levels rise, so too does the amount of carbon emitted into the atmosphere. However, the reduction in carbon intensity associated with increased efficiency and the utilisation of renewable energies has been overlooked by researchers. In this context, this study assesses the impact of income inequality on carbon intensity in Türkiye, considering the interrelationships with human development, foreign direct investment (FDI), renewable energy consumption and institutional quality. In the study, which encompasses the period 1990-2022, the augmented nonlinear ARDL method is employed to elucidate the asymmetric impact of income inequality. Empirical findings show that income inequality increases carbon intensity, while FDI, human development and renewable energy consumption decrease it. The effect of institutional quality is insignificant. These results suggest that efforts to reduce income inequality in Türkiye may also facilitate decarbonisation of the production process. The negligible impact of institutional quality indicators is presumed to be attributable to the fact that institutions in Türkiye have not yet attained the desired level of efficiency.

Atf: Durgun, B. (2025).

Karbon yoğunluğunu azaltmada gelir eşitsizliğinin asimetrik etkisi: Kurumsal kalite önemli mi?

Fiscaeconomia 9(1), 656-685.

<https://doi.org/10.25295/fsecon.1569931>

Geliş Tarihi: 21.10.2024

Kabul Tarihi: 06.12.2024



Telif Hakkı: © 2025. (CC BY)

(<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).

Keywords: Environmental degradation, Income inequality, Institutional quality, Renewable energy, Carbon intensity

Jel Codes: O13, O15, Q56, E02, O43

1. Giriş

İklim değişikliği ve biyosfer bütünlüğü gibi bazı alanlarda gezegenin sınırlarına ulaşıldığı raporlanmıştır (Steffen vd., 2015). İklim değişikliğinin temel sebeplerinden biri olan karbon emisyonlarının küresel atmosferik yoğunluğundaki artışlar çevre ve ekonomi için ciddi tehditler oluşturmaya devam etmektedir. Bu yüzden düşük karbonlu bir ekonomiye geçiş sürdürülebilir kalkınma ve çevre için artan bir önem arz etmektedir (Amuakwa-Mensah & Adom, 2017). Gelişmekte olan ülkeler ekonomik büyüme ve kalkınmalarını teşvik etmek için daha çok fosil yakıtları kullandıklarından karşılaştıkları çevresel zorlukları aşmada dezavantajlı durumda olmaktadır (Khan vd., 2021).

Özellikle yükselen ekonomilerin büyümeyi öncelleyen politikaları kalkınma yolunda çeşitli maliyetler çıkarabilmektedir. Yüksek büyüme oranları hedeflenirken çevresel bozulmanın artması ve gelir eşitsizliğinin derinleşmesi gibi sonuçlar maddi refahın fırsat maliyeti olabilmektedir. Büyüme sürecinin bu iki istenmeyen sonucunu birlikte ele alabilme fikri araştırmacıları çevre-eşitsizlik bağını araştırmaya yöneltmiştir. İlk olarak Boyce (1994), daha fazla güç ve servet eşitsizliğinin daha fazla çevresel bozulma yaratacağını ileri sürmüştür. Torras & Boyce (1998) da bu teoriyi test etmiş ve gücün eşit bir şekilde dağıtılmasının daha iyi çevre kalitesiyle ilişkili olacağını tespit etmişlerdir. Buna karşın Ravallion vd. (2000), yüksek eşitsizliğin daha düşük karbon emisyonlarıyla ilişkili olduğunu savunmaktadırlar.

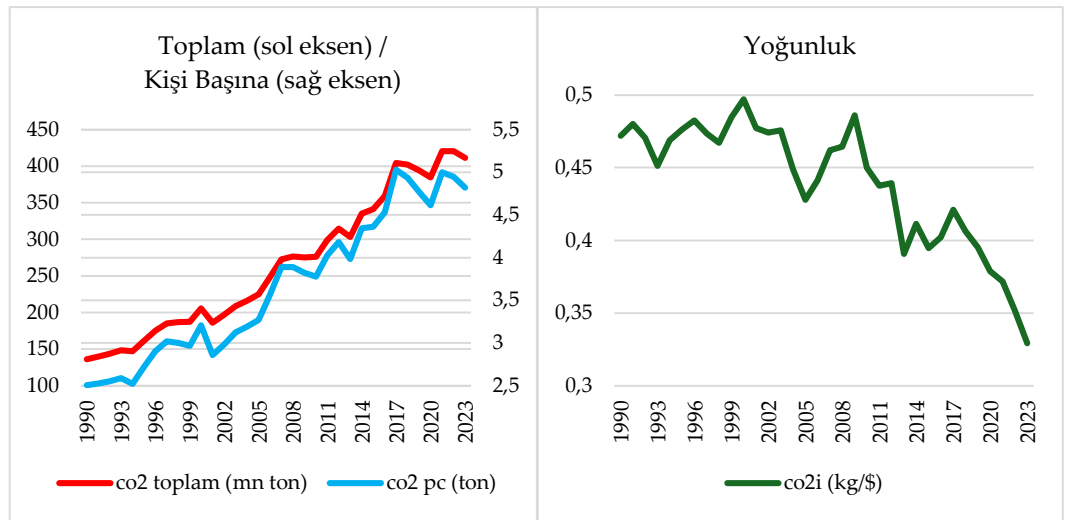
Gelir eşitsizliğinin yanı sıra ekonomik büyüme, enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, bilgi ve iletişim teknolojileri ve finansal gelişme gibi değişkenlerin çevresel bozulmayla ilişkisi farklı yaklaşımlarla incelenirken son yıllarda kurumsal kalitenin de denkleme dahil edilmesi gerektiğine yönelik kanıtlar bulunmuştur (Al-Mulali & Ozturk, 2015; Bhattacharya vd., 2017; Adams & Nsiah, 2019; Danish & Ulucak, 2020; Kwakwa, 2023; Qayyum vd., 2024). Khan vd.'ne (2022) göre kurumsal kalitenin yüksek olması, çevresel sorunların üstesinden gelebilecek politikalar oluşturulabilmesine zemin hazırlayabilmektedir. Nitekim çoğu araştırmacı gelişmiş ülkelerdeki çevresel bozulma derecesinin düşük olmasının bu ülkelerin yenilenebilir enerji kullanması ve bu ülkelerdeki kurumların kalitesinin daha iyi olmasından kaynaklandığını ileri sürmektedir (Khan vd., 2021).

Kurumsal kalitenin makroekonomik performansla ilişkisini inceleyen Kaufmann vd. (1999) iyi yönetişimin daha yüksek makroekonomik performansa neden olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu çalışmayı ekonomik özgürlüklerin büyümeye neden olduğunu bildiren Dawson (2003), Ulubasoglu & Doucouliagos (2004) ve Justesen (2008) takip etmiştir. Yine farklı kurumsal göstergeler kullanılarak kurumsal kalitenin ekonomik büyüme yaratacağı çeşitli araştırmalarda bulgulanmıştır (Easterly vd., 2006; Góes, 2016; Hayat, 2019; Pradhan vd., 2022; Addi & Abubakar, 2024). Buna karşın kurumsal kalitenin makro göstergelere olumlu etkisi kesin değildir. Wang vd. (2021), petrol üreten ülkelerde kurumsal kalitenin büyümeyi teşvik ettiğini ancak petrol üretmeyen ülkelerde büyüme üzerinde anlamlı bir etki yaratmadığını tespit etmişlerdir. Ancak her iki ülke grubunda da kurumsal kalitenin çevreyi iyileştirdiğini bulmuşlardır. Doré & Teixeira (2023) da Brezilya'nın uzun dönemli büyümesinde kurumsal kalitenin etkisinin olmadığını bildirmişlerdir. Wawrzyniak & Doryń (2020) ise büyüme sürecinde karbon emisyonlarının azaltılmasında hükümet etkinliğinin etkili olduğunu fakat yolsuzluğun önlenmesinin etkisiz olduğunu ileri sürmüşlerdir.

Küresel ölçekte daha proaktif bir tutum sergilenmesi gereken iklim değişikliği ve çevresel bozulmanın belirleyicilerinin tespit edilmesi çevre koruma politikalarının daha efektif ve daha bütüncül bir şekilde tasarlanmasını sağlayacaktır. Bu bakış açısıyla bu çalışma temelde gelir eşitsizliği, insani gelişme, yenilenebilir enerji tüketimi ve doğrudan yabancı yatırımların karbon yoğunluğunu nasıl etkilediğini ve kurumsal kalitenin bu ilişkiye etkisini açığa çıkarmak için kaleme alınmıştır. Mevcut çalışma önceki çalışmalardan birkaç yönüyle ayrılmaktadır. Öncelikle çalışmada çevre göstergesi olarak karbon emisyonu yerine üretimde karbon yoğunluğu kullanılmıştır. Nüfusla birlikte artan üretim toplam karbon emisyonunu arttırabilmektedir. Ancak üretim teknolojisi

geliştikçe, verimlilik arttıkça ve karbon salınımı yapmayan (yenilenebilir) enerji kaynakları üretim sürecine dahil edildikçe salınan karbon miktarı aynı oranda artmayabilmektedir. Karbon yoğunluğu değişkeniyle üretim sürecinin daha yeşil bir kimliğe bürünüp bürünmediği daha net izlenebilmektedir. İkinci olarak, analiz dönemi boyunca dalgalı bir seyir izleyen gelir eşitsizliği asimetrik bileşenleriyle modellenmiştir. Üçüncü olarak, tespit edilen ilişki, modele beş farklı kurumsal kalite göstergesi eklenerek yeniden tahmin edilmiş, böylece kurumsal kalitenin karbon yoğunluğuna etkisi ve diğer değişkenlerin etki değerlerini katalize edip etmediği değerlendirilmiştir. Ampirik analizde kullanılan genişletilmiş doğrusal olmayan ARDL (ANARDL) sınır testiyle de metodolojik açıdan özgünlük ortaya konulmuştur.

Karbon emisyonu (toplam veya kişi başına) yerine karbon yoğunluğu göstergesi kullanılmasının önemi bu göstergeler kıyaslandığında daha net anlaşılmaktadır. Şekil 1’de 1990-2022 yılları arasında Türkiye’de toplam karbon emisyonu, kişi başına karbon emisyonu ve üretimde karbon emisyonu yoğunluğunun seyri gösterilmektedir. Toplam ve kişi başına emisyon miktarlarında artış yaşanırken karbon yoğunluğunda azalma olmuştur. Bu dönemde Türkiye’de toplam karbon emisyonu %209, kişi başına karbon emisyonu ise %97 oranında artmıştır. Bu olumsuz gelişmelere rağmen üretimde karbon yoğunluğu %25 oranında azalmıştır. Dönem içinde büyüyen ekonomi ve artan nüfus yüksek karbon emisyonuna sebep olsa da Türkiye’nin verimlilikle birlikte yenilenebilir enerji oranının artışıyla 21. yüzyılda karbon yoğunluğunu azaltma yönünde kayda değer bir mesafe katettiği söylenebilir.



Şekil 1. Türkiye’de Karbon Emisyonu ve Karbon Yoğunluğu (1990-2022)
Kaynak: Energy Institute, World Bank WDI.

Araştırmanın motivasyon kaynağını oluşturan bazı hususlar bulunmaktadır. Öncelikle genel olarak karbon salınımı etrafında şekillenen literatürde üretim artışıyla doğal olarak artan karbon dioksit salınımı göstergesi, kullanılan enerjide verimliliği, teknolojik ilerlemeyi ve enerji dönüşümünü göz ardı etmektedir. Bu açıdan bu çalışmanın yeni bir bakış açısı kazandırması hedeflenmiştir. İkinci husus Türkiye ile ilgili sürdürülebilirlik çalışmalarında kurumsal göstergelerin kullanımındaki yetersizliktir. Son olarak politika geliştirmede daha düşük gelir eşitsizliği ile daha yüksek çevre kalitesi arasında fırsat maliyeti mi yoksa kazan-kazan stratejisinin geçerli olduğunun açığa çıkarılmak istenmesidir.

Çalışmanın izleyen bölümlerinde ilk olarak söz konusu değişkenlerin çevre kalitesini nasıl etkilediğinin açıklandığı literatür özeti yer almaktadır. Daha sonra ampirik analiz için kullanılan veri ve yöntemler tanıtılmış, ardından analiz sonuçları yorumlanmıştır. Son olarak genel değerlendirme yapıp politika önerilerinde bulunulmuştur.

2. Teorik Çerçeve ve Literatür Özeti

Çevresel bozulmanın makroekonomik nedenleri ilk kez Grossman & Krueger (1991) tarafından irdelenmiştir. Yazarlar Kuzey Amerika ülkelerini baz alarak yaptıkları çalışmalarında çevresel bozulma ile kalkınma ilişkisini test etmişlerdir. Elde ettikleri sonuçlar kalkınma sürecinde önce çevrenin kirlendiğini ve bir dönüm noktasından sonra çevre kalitesinin arttığını göstermiştir. Ters U şeklinde bir yön izleyen bu ilişki çevre ekonomisi literatüründe çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezi olarak bilinmekte ve bu hipotez halen hem ulusal hem de uluslararası bazda test edilmeye devam etmektedir. Zamanla yapılan çalışmalarda farklı değişkenler modele eklenip daha geniş bir bakış açısıyla makroekonomik değişkenlerin çevreye etkisi değerlendirilmiştir.

Bu çalışmada ise büyüme yerine refahı daha kapsamlı bir şekilde temsil eden insanı gelişme hem sosyal hem de ekonomik sorunlara neden olabilen gelir eşitsizliği, doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi ve son yıllarda daha çok çalışılmaya başlanan kurumsal göstergelerin çevresel bozulmaya etkisi incelenmiştir.

Çevre-eşitsizlik bağına teorik zeminde tartışıldığı ilk çalışmada Boyce (1994) eşitsizliğin daha fazla çevresel bozulmayı arttırdığını üç nedene dayandırarak ileri sürmektedir. İlki, gelir ayrışmasında kazananların neden olduğu çevresel bozulma kaybedenlerin önlediği çevresel bozulmadan fazladır. İkincisi, eşitsizlikte zenginlerin elde ettiği faydalar yoksulların katlandığı maliyetlere göre yüksek olmaktadır. Son olarak eşitsizlik, sırayla yoksulluk ve siyasi güvensizliği artırarak hem yoksul kesimin hem de zengin kesimin çevresel kaynaklara uyguladıkları zaman tercihi oranını yükseltmektedir. Boyce'un (1994) teorik yaklaşımı ve Torras & Boyce'un (1998) ampirik kanıtlarının aksine Ravallion vd. (2000), daha eşit gelir dağılımı ile çevre kalitesi arasında bir ödünleşim olduğunu ileri sürmüşlerdir. Bu şekilde bir fırsat maliyetinin varlığında politika yapımcılar sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik ve sosyal boyutu arasında tercihe zorlanmaktadırlar.

Konu ile ilgili önceki çalışmalar değişkenlerin etki yönü hakkında fikir verebilmektedir. Bunun için ilk olarak ampirik literatürün gözden geçirilmesi gerekmektedir. Literatür taramasında ilk olarak çevre-gelir eşitsizliği bağlantısı incelenmiştir. Seçilmiş bazı çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Heerink vd. (2001) 64 ülke için 1985 yılı verileriyle çevre hasarı ve gelir eşitsizliği ilişkisini yatay kesit analizini kullanarak araştırmışlardır. Gelir eşitsizliğinin genel çevre hasarıyla negatif ilişkili olduğu, çevre hasarı ayrıştırılınca bu ilişkinin sadece karbon emisyonunda geçerli olduğu ve sülfür oksit ve partikül maddeyle ilişkisinin anlamsız olduğu bulunmuştur. Coondoo & Dinda (2008), 1960-1990 yılları arasında 88 ülkede karbon emisyonu ile gelir eşitsizliği bağlantısını incelemişlerdir. Tüm panel için gelir eşitsizliğinin çevre üzerindeki etkisi anlamlı bulunmuştur. Ancak ülke gruplarına göre sonuçlar farklılaşmaktadır. Avrupa ve Amerika ülkelerinde düşük eşitsizlik-yüksek çevresel bozulmayla ilişkilendirilirken Asya için buna zıt, Afrika için anlamsız bir sonuç elde edilmiştir. Holland vd. (2009) ise çevre göstergesi olarak biyoçeşitliliği kullanmış ve 90 ülkede 1975-1999 dönemini ele almıştır. Çalışma eşitsizlik ile biyoçeşitlilik kaybını ilişkilendiren bulgular ortaya koymuştur. Guo (2013), 88 ülke için 1980-2006 yılları arasındaki dönemi incelediği çalışmasında eşitsizliğin karbon emisyonunu azalttığını ancak bu azaltıcı etkinin gelir artışıyla azaldığını vurgulamıştır. Ülke bazında bir araştırma yapan ve Çin'de 28 eyaletin 1995-2010 dönemini inceleyen Zhang & Zhao (2014), gelir eşitsizliğindeki düşüşlerin karbon emisyonunu azalttığını ortaya koymuştur. Hao vd. (2016) de Çin'in eyalet verilerini kullanmış ve 23 eyaletin 1995-2012 dönemini ele almıştır. Çalışma bulguları, ÇKE hipotezini doğrulamış ve eşitsizlik ile karbon emisyonlarının pozitif ilişkili olduğunu göstermiştir. Liu vd. (2018) ise 1996-2015 dönemi verileriyle 31 eyaleti incelemiş ve önceki iki çalışmadan farklı olarak eşitsizliğin belli bir dereceye kadar çevresel bozulmayı azalttığını bulmuştur. Destek (2019), Türkiye'yi ele almış ve 1990-2015 dönemini incelemiştir. Çalışmasında eşitsizliğin kısa dönemde çevresel bozulmayı arttırdığını, uzun dönemde ise azalttığını göstermiştir. Rojas-Vallejos ve Lastuka (2020), 68 ülke için 1961-2010 yılları arasında incelemişlerdir. Genel olarak eşitsizlikteki düşüşlerin karbon emisyonlarını arttırdığının vurgulandığı çalışmada

düşük ve orta gelirli ülkelerde eşitsizlik-kirlilik bağlantısının negatif yönlü yüksek gelir ülkelerde ise belli bir eşikten sonra pozitif yönlü olduğu sonucuna varılmıştır. Gelir eşitsizliği ile çevre ilişkisini sektörel bazda ele alan Alataş & Akın (2022), 28 OECD ülkesinin 1990-2018 dönemini incelemiştir. Eşitsizliğin diğer sektörler için enerji ve inşaat sektöründeki emisyonları daha fazla arttırdığını ileri sürmüşlerdir. Khan & Yahong (2022), 18 Asya ülkesinde 2006-2017 dönemi özelinde yaptığı çalışmada gelir eşitsizliğinin ekolojik ayak izini karbon emisyonuna göre daha fazla arttırdığını tespit etmişlerdir. Uzar & Eyuboglu (2023), diğer çalışmalara göre daha geniş gözlem aralığı (1965-2017) kullanıp ABD’de gelir eşitsizliğinin ekolojik ayak izi ve ekolojik ayak izi bileşenlerine etkisini incelemiştir. Çalışmanın bulguları, gelir eşitsizliğinin ekolojik ve ekili alan ayak izini pozitif etkilediğini göstermiştir. Uzar & Eyuboglu (2024) bir başka çalışmalarında Türkiye için gelir eşitsizliği, finansal gelişme ve insani gelişme ile ekolojik ayak izi arasındaki asimetric bağlantıları analiz etmişlerdir. Gelir eşitsizliğinde asimetricin anlamsız bulunduğu çalışmada insani gelişme ve kentleşmenin çevre koruyucu finansal gelişmenin, büyümenin, enerji tüketiminin ve ticari açıklığın ise çevre kirlilikçi olduğu vurgulanmıştır.

Çevre-eşitsizlik literatürü genel olarak değerlendirildiğinde karışık sonuçların raporlandığı görülmektedir. Bazı çalışmalar eşitsizlikle çevresel bozulmayı ilişkilendirirken (Holland vd., 2009; Zhang & Zhao, 2014; Hao vd., 2016; Alataş & Akın, 2022; Khan & Yahong, 2022; Uzar & Eyuboglu, 2023) bazı çalışmalar da tam tersi olarak eşitsizlikteki artışların çevre koruyucu etki yarattığını (Heerink vd., 2001; Guo, 2013; Liu vd., 2018) ortaya koymuştur. Diğer bir grup ise iki farklı etkinin geçerli olduğunu (Coondoo & Dinda, 2008; Destek, 2019; Rojas-Vallejos & Lastuka, 2020) ileri sürmektedir. Bunlara ek olarak literatürde gelir eşitsizliğinin çevre üzerindeki etkisinin nötral olduğu (Uzar & Eyuboglu, 2024) da raporlanmıştır.

Gelir eşitsizliğindeki artışların çevreyi ne şekilde etkileyeceği konusunda net bir yorum yapmak zordur. Önceki çalışmalarda karmaşık sonuçların elde edilmesi kurulan model, ele alınan ülke ve dönemlerden kaynaklı olabilmektedir. Ayrıca analize tabi tutulan ülke/lerin farklı eşitsizlik seviyelerinde olması da elde edilebilecek sonucun farklılaşmasında etken olabileceği düşünülmektedir.

Çevresel bozulma ile insani gelişme ilişkisi literatürde son yıllarda çalışılmaya başlanan konulardan biridir. Grossman & Krueger’in (1991) çalışmasını takip eden araştırmacılar büyümenin çevre üzerindeki etkisini analiz etmiştir. Ancak refahın sadece gayrisafi yurt içi hasıla artışıyla ifade edilmesi insan faktörünü dışlamaktadır. Bu yüzden eğitim, sağlık ve gelir boyutlarıyla refahın daha kapsamlı bir şekilde temsil edildiği insani gelişme değişkeni özellikle son yıllarda birçok çalışmada analizlere dahil edilmektedir. Bu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Manga & Akar (2020), 9 Akdeniz ülkesi için 1998-2014 dönemini panel ARDL yöntemiyle incelemiştir. Çalışmada ÇKE hipotezi doğrulanmış ve insani gelişmenin çevresel bozulmayı azaltıcı etkisi vurgulanmıştır. Nathaniel (2020), N11 ülkelerinde 1990-2016 döneminde insani gelişme ile çevre etkileşimini doğal kaynaklar, biyokapasite, küreselleşme, kentleşme ve finansal gelişme değişkenlerini kullanarak incelemiştir. Çalışma insani gelişmenin ekolojik ayak izini arttırdığını ve aynı şekilde ekolojik ayak izinin de insani gelişmeyi arttırdığını öne sürmektedir. Pata vd. (2021), 1992-2016 döneminde ekolojik ayak izi en büyük 10 ülkede küreselleşme, yenilenebilir enerji tüketimi, doğal kaynak bolluğu ve insani gelişmenin çevresel bozulmaya etkisini incelemiştir. Çalışmaya göre insani gelişme ve yenilenebilir enerji ekolojik ayak izini azaltmaktadır. Çok ülkeli çalışan Damirova & Yayla (2021) 10 Avrupa ülkesi ve Türkiye için 1995-2016 dönemini ele almış ve kişi başına gelir, doğrudan yabancı yatırımlar, insani gelişme ve çevre vergileri değişkenlerini kullanmışlardır. Panel eşbütünleşme yöntemi sonuçlarına göre insani gelişme çevresel bozulmayı azaltırken çevresel vergiler zıt etki yapmaktadır. Bucak (2022) da panel eşbütünleşme yöntemini kullanmış ve ekonomik özgürlüklerle modellediği çalışmada E7 ülkelerinin 2000-2017 yılları arasında analiz etmiştir. Önceki çalışmanın aksine insani gelişmenin ekolojik ayak izini arttırarak çevresel

bozulmayı teşvik ettiğini raporlamıştır. Balsalobre-Lorente vd. (2024), daha geniş bir gözlem aralığı ile çalışmış ve G7 ülkelerinde insani gelişme, ekonomik karmaşıklık, yenilenebilir enerji ve inovasyon ile ekolojik ayak izi bağlantılarını değerlendirmiştir. Yazarlar tüm değişkenlerin çevre koruyucu etkisi olduğunu bildirmiştir. Son olarak Nguea & Fotio (2024), 1996-2018 yılları arasında 31 Afrika ülkesi için biyokütle enerjisi tüketimi, insani gelişme ve ekolojik ayak izi bağlantılarını incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre, biyokütle enerjisi tüketimi çevreyi olumsuz etkilerken insani gelişme olumlu etkilemektedir.

İnsani gelişme ve çevre ilişkisini inceleyen çalışmalar değerlendirildiğinde, genel olarak insani gelişmenin çevre kalitesini artırıcı etkisinin olduğu görüşü ağır basmaktadır. Bu çalışmalar insan refahının artırılmasının aynı zamanda yüksek çevre kalitesi sağlayabileceği yönünde fikir vermektedir.

Çalışmada kontrol değişkeni olarak yer alan doğrudan yabancı yatırımların çevre üzerindeki etkisi literatürde sıkça çalışılan konulardan biridir. Bu çalışmalar Pethig (1976) tarafından ortaya atılan kirlilik cenneti hipotezine dayanmaktadır. Bu hipotez katılaştırılmış çevre politikalarıyla ortaya çıkan ek maliyetlerin doğrudan yabancı yatırım akışlarının gelişmiş ülkelere az gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelere yönelmesini açıklamaktadır (Yilanci vd., 2023). Balsalobre-Lorente vd. (2019) çevre standartlarının düşüklüğü sebebiyle daha fazla doğrudan yabancı yatırım çekebilen ülkelerin küresel çevresel baskının artmasında önemli rol oynadığını ileri sürmüşlerdir.

Kirlilik cenneti tartışmaları devam ederken Porter & van der Linde (1995) çevre düzenlemeleri iyi bir şekilde düzenlendiğinde, inovasyon teşvik edilip kaynak kullanımında verimliliğin teşvik edilebileceğini ve böylece firmalardan kaynaklanan kirliliğin azalabileceğini savunmuşlardır. Doğrudan yabancı yatırımların ev sahibi ülkenin çevre kalitesini iyileştirdiğini ileri süren bu durum kirlilik hale hipotezi olarak ifade edilmektedir. Literatürde sıklıkla test edilen kirlilik cenneti hipoteziyle ilgili literatür aşağıda özetlenmiştir.

Tek ülkeli çalışmalarda Ur Rahman vd. (2019), Pakistan'ın, Rana & Sharma (2019) Hindistan'ın, Bulus & Koc (2021) Güney Kore'nin kirlilik cenneti olduğunu tespit ederken, Yilanci vd. (2023) Endonezya'da ve Zheng vd. (2024) Çin'de kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kim & Seok (2023) ise Güney Kore'de düşük gelir düzeyinde kirlilik cenneti yüksek gelir düzeyinde ise kirlilik hale hipotezlerinin geçerli olduğunu göstermiştir. Çok ülkeli çalışmalarda ise Gyamfi vd. (2021) 43 Afrika ülkesinde, Balsalobre-Lorente vd. (2022) PIIGS ülkelerinde, Musah vd. (2022), G20 ülkelerinde kirlilik cenneti hipotezine yönelik bulgular elde ederken, Balsalobre-Lorente vd. (2019) MINT ülkelerinde, Benzerrouk vd. (2021) 131 ülkede, Abbasi vd. (2023) 13 Asya ülkesinde karışık sonuçlar elde etmişlerdir. Türkiye özelinde yapılan çalışmalarda ise Temurlenk & Lögün (2022) kirlilik cenneti hipotezi, Mert & Caglar (2020) ise kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu ileri sürmüştür.

Doğrudan yabancı yatırımlar-çevresel bozulma literatürü incelendiğinde bazı çalışmalarda kirlilik cenneti hipotezi doğrulanırken bazı çalışmalarda ise kirlilik hale hipotezinin doğrulandığı görülmektedir. Çok ülkeli veya doğrusal olmayan yöntemlerin kullanıldığı çalışmalarda ise karışık sonuçlar bulunmuştur. Konu üzerinde fikir birliğinin sağlandığını söylemek pek mümkün değildir. Farklı sonuçların ortaya çıkmasında ülkeye akan doğrudan yabancı yatırımların niteliği, ev sahibi ülkelerdeki farklı katlıktaki çevresel düzenlemeler, kurulan modeldeki değişkenler ele alınan dönem ve kullanılan yöntemler etkili olabilmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kalitesine etkisini inceleyen çalışmalarda elde edilen sonuçlar beklendiği gibi çevre kalitesini arttırdığı yönünde olmaktadır (Dogan & Ozturk, 2017; Cheng vd., 2019; Uzar, 2020; Salari vd., 2021; Magazzino vd., 2022; Kwakwa, 2023; Nuță vd., 2024; Adebayo & Özkan, 2024). Ancak nadiren de olsa yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kalitesini etkilemediği veya olumsuz etkilediği bulgular da raporlanmıştır. Al-Mulali vd. (2015), 23 Avrupa ülkesinde yenilenebilir enerjilerden elektrik üretimini ayırıştırarak çevre üzerindeki etkiyi analiz ettikleri çalışmalarında

hidroelektrik, nükleer, yanıcı yenilenebilirler ve atıklardan elektrik üretiminin çevre koruyucu etkisini raporlamışlardır. Güneş ve rüzgâr enerjilerinin anlamsız bulunan etkisi ise bu enerjilerin toplam içindeki oranlarından kaynaklanmaktadır. Al-Mulali, Solarin vd. (2016), 58 ülkede 1980-2009 döneminde yenilenebilir enerjiler ile çevresel bozulma arasında U şekilli bir ilişki olduğu ve gelecekte su ve toprak verimsizliğini arttırabileceğini ileri sürmüşlerdir. Al-Mulali, Ozturk vd. (2016) ise diğer bölgelerin aksine Sahra altı Afrika ülkelerinde yenilenebilir enerjilerin çevre üzerindeki etkisinin anlamsız olduğunu göstermişlerdir. Söz konusu ülkelerin enerji tüketim profilinde yenilenebilir enerjilerin %1 oranında olması bu etkisizliği açıklayabilmektedir. Adams & Nsiah (2019), Sahra altı Afrika ülkelerinde hem yenilenebilir hem de yenilenemez enerji tüketiminin karbon emisyonlarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Yenilenebilir enerjilerle ilgili sonuç yine tüketim oranının düşüklüğüyle ilişkilendirilmiştir. Yang vd. (2022), yenilenebilir enerjilere en çok yatırım yapan ülkeleri inceledikleri çalışmalarında artan yenilenebilir enerji yatırım ölçeğinin çarpan etkisiyle emisyonları arttırabileceğini değerlendirmişlerdir. Türkiye'ye odaklanan Yurtkuran (2022) ise ağırlığı hidroelektrikten oluştuğu için yenilenebilir enerjilerin karbon emisyonlarını arttırdığını vurgulamıştır.

Bu bölümde son olarak kurumsal kalite ile çevre kalitesinin etkileşimine değinilmiştir. Son yarım yüzyılda kurumsal kalitenin incelendiği literatür, zayıf kurumsal kalite ve kötü yönetimi daha düşük özel yatırım, daha düşük ekonomik büyüme, daha kötü kalkınma sonuçları ve daha yüksek eşitsizlikle ilişkilendirmiştir (Sherani, 2019, s. 40). Siyasi kurumsal kalite, iklim değişikliğini ve etkilerini azaltmaya yönelik sosyal, yönetimsel ve ekonomik hazırlıkta büyük bir rol oynamaktadır. Bu nedenle, uyum seçeneklerinin hayata geçirilebilmesi için kaliteli siyasi kurumlar tarafından sıkı sosyal, yönetim ve ekonomik reform ve politikalar yapılması gerekmektedir (Sarkodie & Adams, 2018). Ayrıca, daha iyi kurumsal düzenlemeler ve daha kaliteli kurumlar, hükümetlerin kirlilikten kaynaklanan dışsallıkları içselleştirmesini sağlar. Daha iyi hükümet ve politik durumlar, enerji sektöründe karbon emisyonlarını azaltmak için uygun vergi oranları, sübvansiyonlar ve ilgili politikaların uygulanmasını da sağlayabilir (Bhattacharya vd., 2017). Dasgupta & De Cian (2018), demokratik ülkelerin ve açık toplumların çevre koruma gibi kamu malları sağlama olasılığının daha yüksek olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca bu ülkeler uluslararası çevre anlaşmalarına daha fazla katılım sağlamak ve daha iyi çevresel performans göstermektedir.

Kurumsal kaliteyi temsil eden çeşitli göstergelerle çevresel bozulmanın göstergeleri arasındaki bağlantıyı inceleyen çalışmaların sayısı özellikle son yıllardaki artışla konuya geniş bir perspektif kazandırmıştır. Söz konusu çalışmalardan bazıları aşağıda özetlenmiştir.

Al-Mulali & Ozturk (2015), 14 MENA ülkesinin 1996-2012 dönemini ele almış ve politik istikrarın çevresel hasarı azalttığını değerlendirmişlerdir. Adams & Klobodu (2017), 38 Afrika ülkesinde 1970-2011 döneminde bürokratik kalite ve kurumsal demokrasinin çevresel bozulmayı azaltmada etkili olduğunu bildirmişlerdir. Daha geniş bir ülke grubunu ele alan (85 gelişmiş ve gelişmekte olan ülke) Bhattacharya vd. (2017), 1991-2012 dönemini inceledikleri çalışmalarında ekonomik özgürlükler endeksindeki artışların karbon emisyonlarını azaltıcı etkide bulunduğunu bulmuşlardır. Sarkodie & Adams (2018), Güney Afrika'da 1971-2017 yılları arasında siyasal kurumsal kalitenin uzun vadede çevre kirliliğini azalttığını tespit etmişlerdir.

Adams & Nsiah (2019), 1980-2014 döneminde 28 Sahra altı Afrika ülkesini rejim yetkisi yelpazesi (otokrasi-demokrasi) açısından incelemiş ve daha az demokratik ülkelerin daha demokratik ülkelere göre çevreyi kirlileme olasılığının daha yüksek olduğunu raporlamışlardır. Danish & Ulucak (2020), 1992-2015 dönemi için 18 APEC ülkesinde kurumsal kalitenin (12 göstergeden oluşan politik risk endeksi) çevre koruyucu etkisinin olduğunu tespit etmişlerdir. Daha gelişmiş ülkeleri analiz eden Cao vd. (2022), 36 OECD ülkesini ele almış ve 1985-2018 döneminde kurumsal kalitenin (hükümet istikrarı, demokratik hesap verebilirlik, bürokratik kalite, yolsuzluk ve hukuk-düzen) kısa dönemde çevreyi iyileştirirken uzun dönemde kötüleştirdiğini raporlamışlardır.

Kwakwa (2023), çalışmasında 2002-2021 döneminde 32 Afrika ülkesinde kurumsal kalitenin (yolsuzluğun kontrolü, hukukun üstünlüğü, düzenleyici kalite, siyasi istikrar ve şiddetin olmaması, söz hakkı ve hesap verebilirlik, hükümet etkinliği) karbon emisyonlarını azalttığı ve yenilenebilir enerji tüketiminin emisyon azaltıcı etkisini güçlendirdiğine yönelik kanıtlar sunmuştur. Kurumsal kalitenin kötüleşmesine odaklanan Asif vd. (2024), 4 Güney Asya ülkesinde 1996-2019 dönemini incelemiş ve yolsuzluk ve siyasi istikrarsızlığın hem karbon ayak izini hem de ekolojik ayak izini arttırdığını tespit etmişlerdir. Qayyum vd. (2024), 1990-2021 yılları arasında MERCOSUR ülkelerinde bilgi ve iletişim teknolojileri ve kurumsal kalitenin (6 göstergeden oluşan endeks) ekolojik ayak izini azalttığını bulmuşlardır.

Hâkim görüş olarak yüksek kurumsal kalite-yüksek çevresel performans bağının ileri sürüldüğü literatürde kurumların çevre kalitesini kötüleştirdiği veya kurumsal kalite ile çevre kalitesinin ilişkisiz olduğu sonuçlar da raporlanmıştır. Dasgupta & De Cian (2018) da kurumsal kalitenin çevre kalitesine etkisinin ortaya çıkarılmasında kullanılan kurumsal kalite göstergelerinin farklı sonuçlar doğurabileceğini bildirmişlerdir.

Midlarsky (1998), demokrasinin 6 farklı çevre göstergesiyle ilişkisini incelediği çalışmasında demokrasinin ormansızlaşma, karbondioksit emisyonu ve suyla toprak erozyonunu arttırdığını, korunan arazi alanını arttırdığını ve tatlı su mevcudiyeti ve kimyasallarla toprak erozyonuyla anlamlı bir ilişkisinin olmadığını bulmuştur. Bu sonuç çevre-kurumlar ilişkisinde kurumsal göstergeler kadar kullanılan çevre göstergelerinin de ilişkiyi etkileyebileceğini göstermektedir.

Hassan vd. (2020), Pakistan'da 1984-2016 döneminde 12 farklı göstergeden oluşan kurumsal kalite endeksinin karbon emisyonlarını arttırdığını bunun da ülkenin zayıf kurumsal yapısından kaynaklanabileceğini açıklamışlardır. Pakistan ile ilgili başka bir çalışmada ise 1980-2020 dönemini ele alan Abid vd. (2022) hukukun üstünlüğü, yolsuzluk, hesap verebilirlik ve siyasi istikrardan oluşan kurumsal kalite endeksinin kullanmış ve bu endeksin asimetric etkisini incelemişlerdir. Çalışma bulguları önceki çalışmanın aksine kurumsal kalitenin çevre kalitesiyle ilişkili olduğunu göstermiştir. Aynı ülkenin hemen hemen aynı döneminin analiz edildiği çalışmalarda ortaya çıkan farklı sonuçlar kullanılan kurumsal kalite göstergeleri ve analiz yöntemlerinden kaynaklanabilmektedir.

Karışık etkilerin tespit edildiği Khan vd.'nin (2022) çalışmalarında Kuşak ve Yol Girişimi ülkeleri ele alınmıştır. Çalışmaya göre hukukun üstünlüğü, düzenleyici kalite ve siyasal istikrar çevre kalitesini artırırken hükümet etkinliği, söz hakkı ve hesap verebilirlik ve yolsuzluğun kontrolü ise karbon emisyonlarını teşvik etmektedir. Azam vd. (2021), 66 gelişmekte olan ülkenin 1991-2017 dönemini analiz ettikleri çalışmalarında kurumsal kalitenin (6 göstergeden oluşan endeks) çeşitli çevre göstergeleriyle ilişkisini değerlendirmişlerdir. Çalışmada kurumsal kalitenin orman alanı, karbon ve metan emisyonları ile enerji tüketimini arttırdığını, organik su kirliliğini ise azalttığını raporlamışlardır. Hükümet etkinliği ile ölçülen kurumsal kalite Dam vd.'nin (2023) çalışmasına göre (22 OECD ülkesi, 1999-2018) ters yük kapasite faktörünü arttırarak, Dam vd.'nin (2024) çalışmasına göre (30 OECD ülkesi, 1996-2020) ise ekolojik ayak izi ve karbon emisyonunu arttırarak çevresel kaliteyi düşürmektedir. Appiah vd. (2024), 1996-2019 yılları arasında 30 Sahra altı Afrika ülkesinde 6 farklı kurumsal kalite göstergesinin karbon emisyonlarına etkisini incelemişlerdir. Çalışma bulgularına göre karbon emisyonlarını yolsuzluğun kontrolü, düzenleyici kalite ve hukukun üstünlüğü azaltmakta, hükümet etkinliği ve siyasi istikrar arttırmakta ve hesap verebilirlik ise anlamlı etkide bulunmamaktadır.

Türkiye özelinde yapılan çalışmada Mukiyen-Avcı (2023), 1984-2018 dönemini incelemiş ve doğrudan yabancı yatırımların ekolojik ayak izini arttırdığını ancak doğrudan yabancı yatırımlarla etkileşime giren kurumsal kalitenin (12 göstergeden oluşan endeks) bu etkiyi terse çevirerek çevreyi koruduğunu bildirmiştir. Diğer bir çalışmada ise Kirikkaleli & Osmanlı (2023), 1990-2019 döneminde siyasi istikrarın karbon emisyonlarını azalttığını tespit etmişlerdir.

Genel olarak kurumsal kalitenin görece daha düşük olduğu az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerin ele alındığı literatür -her ne kadar yüksek kurumsal kalite-yüksek çevre kalitesi bağı ağır bassa da- incelenen ilişki hakkında net bir yorum yapılmasına yardımcı olamadığı söylenebilmektedir. Kurumsal kalite alanına yeni bir katkı sunmayı amaçlayan bu çalışmanın sonuçlarıyla kurumsal kalite-çevre kalitesi bağlantısına yönelik çıkarımlar yapılması hedeflenmiştir. Ayrıca Türkiye'yi ele alan çalışmaların çok sınırlı olması da Türkiye özelinde bu ilişkinin irdelenmesi gerektiğini ortaya koyan bir başka husustur. Bu bakış açısıyla ampirik uygulamada kullanılacak veri ve yöntemlerden izleyen bölümde bahsedilmiştir.

3. Veri ve Yöntem

Türkiye'de karbon yoğunluğunun belirleyicilerinin araştırıldığı bu çalışmada ikincil veriler kullanılarak zaman serisi tekniklerine başvurulmuştur. Modelde karbon yoğunluğu, gelir eşitsizliği, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar ve insani gelişme değişkenleri bulunmaktadır. Karbon yoğunluğu verileri bir birim gayrisafi yurt içi hasılanın üretimi için salınan karbon miktarını ifade etmektedir. Çıktı başına salınımı ifade etmesi dolayısıyla karbondioksit salınımı verilerine göre daha kapsamlı olmaktadır. Gelir eşitsizliğinin temsilcisi olarak kullanılan gini katsayısı gelir dağılımı analizlerinde sıklıkla başvurulan bir göstergedir. Modele eklenen kişi başına yenilenebilir enerji tüketimi hidroelektrik enerjisini de kapsamaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olması nedeniyle Türkiye'ye doğrudan yabancı yatırım akışının çevresel etkisi olabileceğinden doğrudan yabancı yatırımlar modele kontrol değişkeni olarak dahil edilmiştir. Modelde refah değişkeni olan ve kalkınmanın insani yönünü temsil eden insani gelişme endeksiyle Türkiye'nin kalkınma yolunun dekarbonize bir etki yaratıp yaratmadığı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Bu değişkenlerle kurulan modele hesap verebilirlik, sivil özgürlükler, politik yolsuzluk, katılımcı demokrasi ve hukukun üstünlüğü endeksi gibi kurumsal göstergeler ayrı ayrı eklenerek oluşturulan modeller yeniden tahmin edilmiştir. Literatürde sıkça kullanılan hükümet etkinliği göstergesi ise veri kısıtı nedeniyle modellere dahil edilememiştir.

Yıllık verilerin kullanıldığı çalışmada insani gelişme verilerinin 1990 yılından itibaren erişilebilir olması nedeniyle analize konu dönem 1990-2022 yılları arası şeklinde belirlenmiştir. Verileri uyumlaştırmak ve değişen varyans sorununu kontrol etmek için büyük değerler içeren karbon yoğunluğu, gelir eşitsizliği ve yenilenebilir enerji tüketiminin doğal logaritması alınmıştır (Yang, 2024). Shahbaz (2010) ve Amoah vd.'nin (2020) de önerdiği gibi küçük değerler içeren ve dar bir aralıkta değerler alan değişkenler logaritmik dönüşüm yapılmadan modelde yer almaktadır. Modelde karbon yoğunluğu *lco2i*, gelir eşitsizliği *lgini*, yenilenebilir enerji tüketimi *lrnw*, doğrudan yabancı yatırımlar *fdi*, insani gelişme endeksi *hdi*, hesap verebilirlik endeksi *acco*, sivil özgürlükler endeksi *civlib*, politik yolsuzluk endeksi *corr*, katılımcı demokrasi endeksi *pdem* ve hukukun üstünlüğü endeksi *rolaw* şeklinde gösterilmektedir. Tablo 1'de kullanılan değişkenlerin birimi ve kaynakları gösterilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlere İlişkin Ayrıntılar

Kısaltma	Değişken	Birim	Kaynak
<i>lco2i</i>	Üretimde Karbon Yoğunluğu	Milyon Ton/\$	Energy Institute
<i>lgini</i>	Gelir Eşitsizliği (Gini Katsayısı)	Düşük (0→100) Yüksek	SWIID (Solt, 2020)
<i>fdi</i>	Doğrudan Yabancı Yatırımlar	Net Akış, GSYİH %'si	Worldbank, WDI
<i>hdi</i>	İnsani Gelişme Endeksi	Düşük (0→1) Yüksek	UNDP
<i>lrnw</i>	Yenilenebilir Enerji Tüketimi	Kişi Başına, MegaJoule	Energy Institute
<i>acco</i>	Hesap Verebilirlik Endeksi	Düşük (0→1) Yüksek	V-Dem Project (Coppedge vd., 2024)
<i>ciolib</i>	Sivil Özgürlükler Endeksi	Düşük (0→1) Yüksek	
<i>corr</i>	Politik Yolsuzluk Endeksi	Yüksek (1→0) Düşük	
<i>pdem</i>	Katılımcı Demokrasi Endeksi	Düşük (0→1) Yüksek	
<i>rolaw</i>	Hukukun Üstünlüğü Endeksi	Düşük (0→1) Yüksek	

Karbon yoğunluğunun bağımlı değişken, gelir eşitsizliğinin asimetric değişken, yenilenebilir enerji tüketimi, insani gelişme ve kurumsal göstergelerin simetric değişken ve doğrudan yabancı yatırımların kontrol değişkeni olarak yer aldığı modellerin ekonometrik gösterimi aşağıda yer almaktadır:

$$\text{Model 1: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Model 2: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \beta_6 a c c o_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Model 3: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \beta_6 c i o l i b_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Model 4: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \beta_6 c o r r_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Model 5: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \beta_6 p d e m_t + \varepsilon_t$$

$$\text{Model 6: } lco2i_t = \beta_0 + \beta_1 l gini_t + \beta_2 l gini_t + \beta_3 l r n w_t + \beta_4 f d i_t + \beta_5 h d i_t + \beta_6 r o l a w_t + \varepsilon_t$$

Modelde β_0 , otonom katsayıyı β_1 ve β_2 asimetric değişkenin pozitif ve negatif bileşenlerinin esnekliğini, β_3 , β_4 , β_5 ve β_6 ise simetric değişkenlerin esnekliklerini ve ε_t ise hata terimini göstermektedir. β_1 katsayısının pozitif olması gelir eşitsizliğindeki artışların çevre kirleticisi etkisini, β_2 katsayısının pozitif olması gelir eşitsizliğindeki düşüşlerin çevre kirleticisi etkisini, β_3 , β_4 , β_5 ve β_6 katsayılarının pozitif olması ise sırasıyla yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, insani gelişme ve kurumsal göstergelerin çevre kirleticisi etkisini ifade etmektedir. Otonom katsayı haricindeki katsayıların negatif olarak tespit edilmesi değişkenlerin çevre kalitesini artırıcı etkisini yansıtmaktadır. Değişkenler arasındaki ilişkiyi sınamadan önce kullanılan yöntemlerin arka planı anlatılmıştır. Değişkenlerin durağanlıkları için ADF, DF-GLS ve KPSS testinden, uzun dönem ilişkileri içinse NARDL yöntemi kullanılmıştır.

Güçlü mertebeden otoregresif süreçlerin mevcudiyeti durumunda kullanılan ve kökleşik birim kök testlerinden biri olan ADF sınaması, Dickey & Fuller (1981) tarafından geliştirilmiştir. Üç farklı sınama modeli bulunan test, MacKinnon'ın (1996) çalışmasında yer alan kritik değerleri kullanmaktadır.

Literatürde Dickey-Fuller t testi olarak bilinen ve trendden arındırılan zaman serilerine tatbik edilen Dickey-Fuller genelleştirilmiş en küçük kareler (DF-GLS) metodu Elliott vd. (1996) tarafından geliştirilmiştir. Test, bilhassa örneklem boyutunun küçük olduğu çalışmalarda iyi başarımla sergileyerek sınamanın gücünü ortaya çıkarmaktadır (Elliott vd., 1996, s. 830). Trendden arındırılan veriyi sembolize eden bağımlı değişken dahilinde testin modeli,

$$\Delta y_t^d = b_0 y_{t-1}^d + \sum_{i=1}^p b_i \Delta y_{t-i}^d + error \quad (1)$$

şeklinde ifade edilmektedir. Test, Elliott vd.'nin (1996) çalışmasında yer alan kritik değerleri kullanmaktadır.

Kwiatkowski vd. (1992) tarafından geliştirilen ve geleneksel birim kök testlerinin aksine karşıt hipoteze sahip olan KPSS birim kök testi, boş hipotezinde gözlenen bir

serinin deterministik trend etrafında durağanlık sergilediğini ileri sürmektedir. Durağanlığı test etmek için tek taraflı Lagrange Multiplier (LM) test istatistiğini kullanmakta ve varsayımsal olarak seriyi deterministik bir trend, rassal bir yürüyüş ve durağan bir hatanın toplamına ayrıştırmaktadır (Kwiatkowski vd., 1992, s. 159). Testin modeli,

$$y_t = \xi t + r_t + \varepsilon_t \text{ ve } r_t = r_{t-1} + u_t \text{ ile } u_t \sim WN(0, \sigma_u^2) \quad (2)$$

şeklindeyken test istatistiği,

$$LM = \sum_{t=1}^T S_t^2 / \hat{\sigma}_\varepsilon^2 \text{ ve } S_t = \sum_{i=1}^t e_i \quad (3)$$

şeklindedir (Kwiatkowski vd., 1992, s. 162-163).

Kritik değerler Kwiatkowski vd.'nin (1992) çalışmasında yer almaktadır.

Shin vd. (2014) tarafından geliştirilen doğrusal olmayan ARDL testi değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisini tespit ederken asimetrik bir bağlantı olup olmadığını da belirlemektedir. Test, bağımsız değişkenin bağımlı değişken üzerinde yarattığı asimetrik etkiyi ortaya çıkarabilmek için bağımsız değişkenin hem pozitif hem de negatif değişimlerinin kısmi toplamını dikkate almakta ve bu asimetrik etkiyi hem uzun dönem hem de kısa dönem için gösterebilmektedir. Testin işleyebilmesi için değişkenlerin I(0) ve/veya I(1) düzeyinde durağan olması gerekmektedir. Asimetri testi χ^2 dağılımına sahiptir. Uzun dönem ilişkisinin tespit edilebilmesi için en az bir dönemde asimetrik ilişkinin var olması gerekmektedir. Uzun dönem ilişkisi içinse Pesaran vd.'nin (2001) önerdiği F test istatistiği kullanılmaktadır. Çalışmaya göre,

$$lgini_t^+ = \sum_{j=1}^t \Delta l gini_j^+ = \sum_{j=1}^t \max(\Delta l gini_j, 0) \quad (4)$$

$$lgini_t^- = \sum_{j=1}^t \Delta l gini_j^- = \sum_{j=1}^t \min(\Delta l gini_j, 0)$$

$lgini_t$ 'nin sırasıyla pozitif ve negatif değişimlerin kısmi toplamı olmak üzere testin asimetrik uzun dönem modeli,

$$lco2i_t = \beta^+ l gini_t^+ + \beta^- l gini_t^- + u_t \quad (5)$$

şeklinde gösterilmektedir. Çalışmanın kısıtlanmasız hata düzeltme modeli,

$$\begin{aligned} \Delta lco2i_t = & b_0 + \sum_{i=1}^{p-1} b_{1i} \Delta lco2i_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} (\omega_{1i}^+ \Delta l gini_{t-i}^+ + \omega_{1i}^- \Delta l gini_{t-i}^-) \\ & + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{2i} \Delta l r n w_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{3i} \Delta f d i_{t-i} + \sum_{i=0}^{q-1} \omega_{4i} \Delta h d i_{t-i} + b_3 lco2i_{t-1} \\ & + b_4 l gini_{t-1}^+ + b_5 l gini_{t-1}^- + b_6 l r n w_{t-1} + b_7 f d i_{t-1} + b_8 h d i_{t-1} + \varepsilon_i \end{aligned} \quad (6)$$

şeklindedir. Testin sıfır hipotezleri; $H_0: \frac{-b_4}{b_3} = \frac{-b_5}{b_3}$ uzun dönem için simetrik etki

vardır; $H_0: \omega_{1i}^+ = \omega_{1i}^-$ kısa dönem için simetrik etki vardır; $H_0: \omega_{1i}^+ = \omega_{1i}^- \forall i$ değeri için ve $H_0: \frac{-b_4}{b_3} = \frac{-b_5}{b_3}$ ortak (kısa ve uzun) dönem için simetrik etki vardır şeklindedir. Uzun dönem ilişkisine ait sıfır hipotezi ise $H_0: b_3 = b_4 = b_5 = 0$ eşbütünleşme yoktur şeklinde ifade edilmektedir.

Değişkenlerin (bağımlı ve bağımsız) farklı mertebeden [I(0) ve/veya I(1)] durağanlık sergileyebildiği durumlar için kullanılabilen AARDL yönteminde bütünleşme seviyesinin I(2) olmaması gerekmektedir. Uygun gecikme uzunluğu ile sınanan yöntem için testin modeli,

$$\Delta Y = a_0^1 + \beta_{yy}^1 Y_{t-1} + \beta_{yx.x}^1 X_{t-1} + \sum_{i=1}^{p-1} \psi_{y,i}^1 \Delta Y_{t-i} + \sum_{j=1}^{q-1} \psi_{x,j}^1 \Delta X_{t-j} + \omega^1 \Delta X_t + \sum_{k=1}^r \delta_{k}^1 D_{t,k}^1 + \varepsilon_t^1 \quad (7)$$

şeklinde ifade edilmektedirken uzun dönem ilişkisinin belirlenebilmesi için hem bağımlı hem de bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerini göz önünde bulunduran genel F testi, bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinden elde edilen t testi ve bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerini kullanan F testi uygulanmaktadır. Genel F testinin sıfır hipotezi $H_0 = \beta_{yy} = \beta_{yx.x} = 0$ şeklinde t testinin sıfır hipotezi $H_0 = \beta_{yy} = 0$ şeklinde ve F testinin sıfır hipotezi ise $H_0 = \beta_{yx.x} = 0$ şeklinde gösterilmektedir. Bu testlerin sıfır hipotezlerinin reddedilmesi güçlü bir uzun dönem ilişkisi olduğunu göstermektedir. Genel F testinin kritik değerleri için Pesaran vd.'nin (2001) ya da Narayan'ın (2005) çalışmasından gözlem sayısına göre yararlanılmaktadır t testi için Pesaran vd.'nin (2001) çalışmasından ve bağımsız değişkenlere uygulanan F testi için ise Sam vd.'nin (2019) çalışmasından faydalanılmaktadır. Kritik değerler çerçevesinde bazen genel F testi anlamlı olurken t ve F testi farklılık gösterebilmektedir. Bu sonuçlar dejenere duruma yol açmaktadır. Birinci dejenere duruma bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin anlamsız bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerinin anlamlı olması yol açmaktadır ikinci dejenere duruma bağımsız değişkenin gecikmeli değerlerinin anlamsız bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin anlamlı olması neden olmaktadır. En az bir dejenere durumun belirlenmesi halinde güçlü uzun dönem ilişkisinden bahsedilememektedir.

4. Ampirik Bulgular

Değişkenlerin durağanlıkları ilk olarak ADF birim kök testiyle sınanmıştır. Tablo 2'deki test sonuçları düzey değerlerinin birim kök içerdiğini yani durağan olmadığını göstermiştir. Fark serilerinde ise *lgini* ve *corr* serilerinin yine birim kök içerdiği diğer değişkenlerin ise durağan olduğu görülmektedir. ADF birim kök testi sonuçları *lgini* ve *corr* değişkenlerinin I(2) diğer değişkenlerin ise I(1) sürecine tabi olduğunu ima etmiştir.

Durağanlık analizi için kullanılan DF-GLS birim kök testinin sonuçları da aynı tabloda verilmiştir. Test sonuçları incelendiğinde *fdi*, *civlib* ve *corr* serilerinin seviyesinde durağan olduğu, diğer değişkenlerin ise birim köklü olduğu görülmektedir. Değişkenlerin farkı alındığında *corr* haricindeki tüm seriler durağan olmaktadır. DF-GLS testi genel olarak *fdi*, *civlib* ve *corr* değişkenleri için I(0) diğer değişkenler için I(1) sürecini ima etmiştir.

Değişkenlerin durağanlıkları son olarak KPSS testiyle sınanmıştır. Tablodaki sonuçlar sadece *lco2i*, *lgini* ve *hdi* değişkenlerinin seviyesinde durağan olmadığını diğer değişkenlerin ise seviyesinde farklı anlamlılık düzeylerinde durağan olduğunu göstermektedir. Fark serilerine bakıldığında ise tüm değişkenlerin durağan olduğu görülmektedir.

Üç testle yapılan durağanlık analizinin sonuçları çoğu değişkende örtüşse de bazı noktalarda ayrılmaktadır. ADF birim kök testi *lgini* ve *corr* değişkeni için I(2) sürecini ima ederken diğer testler bu iki değişkenin seviyesinde veya birinci farkında durağanlık sergilediğine yönelik sonuçlar vermişlerdir. DF-GLS ve KPSS testleri ADF birim kök testine göre daha üstün oldukları için bu iki testin sonuçlarına güvenmek daha doğru olmaktadır. Buna göre değişkenlerin seviyesinde veya birinci farklarında durağan oldukları yani I(2) sürecine tabi olmadıkları sonucuna varılabilmektedir. Bu koşullar altında değişkenler arasındaki uzun dönem ilişkisi ARDL yöntemiyle incelenebilmektedir.

Tablo 2. Durağanlık Analizi

Test	ADF		DF-GLS		KPSS	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
<i>lco2i</i>	0.1443	-6.2267***	-0.0911	-6.1902***	0.8776	0.2240 ^a
<i>lgini</i>	-0.9356	-1.8961	-1.5402	-1.8085*	0.7536	0.1330 ^a
<i>fđi</i>	-2.1206	-8.7101***	-2.1117**	-5.3104***	0.3073 ^a	0.0490 ^a
<i>hđi</i>	0.1126	-4.5378***	0.5422	-4.5153***	3.6379	0.1371 ^a
<i>lrnw</i>	-0.6447	-7.3545***	-0.6208	-6.7407***	0.3688 ^b	0.1074 ^a
<i>acco</i>	-0.9272	-5.4239***	-0.9997	-5.5148***	0.3058 ^a	0.1862 ^a
<i>corr</i>	-1.7827	-1.6992	-1.9527**	-1.5381	0.6575 ^c	0.3413 ^a
<i>civlib</i>	-1.7495	-5.3606***	-1.6874*	-5.4503***	0.2775 ^a	0.0751 ^a
<i>pdem</i>	0.6872	-4.2125***	0.4717	-4.2795***	0.6134 ^c	0.4538 ^b
<i>rolaw</i>	-0.3017	-5.1331***	-0.4500	-5.1940***	0.7045 ^c	0.3215 ^a
0.01	-3.654		-2.64		0.739	
0.05	-2.957		-1.95		0.463	
0.10	-2.617		-1.61		0.347	

Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı a, b ve c sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde durağanlığı göstermektedir.

NARDL tahmin sonuçları toplu olarak Tablo 3'te sunulmuştur. İlk olarak modele asimetric değişken olarak dahil edilen *lgini* değişkeninin asimetric testi yapılmıştır. Test sonuçları hem kısa dönemde hem de uzun dönemde asimetric etkinin bulunduğunu göstermiştir. Panel B'deki sınır testi sonuçlarına bakıldığında tüm değişkenler için hesaplanan F test istatistiğinin %1 üst kritik değerden, bağımlı değişken için hesaplanan t istatistiğinin %5 üst kritik değerden ve bağımsız değişkenler için hesaplanan F test istatistiğinin de %1 üst kritik değerden büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda değişkenler arasında uzun dönem ilişkisinin bulunduğu yani eşbütünleşik olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca bu ilişkide dejenere durum bulunmadığı ve eşbütünleşik ilişkinin sağlam olduğu ifade edilebilmektedir.

Sonraki aşamada değişkenler arasındaki uzun dönem esneklikleri tahmin edilmiştir. Tahmin sonuçlarına göre simetric değişkenlerin tümü karbon yoğunluğu üzerinde azaltıcı etki yaratmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlardaki bir birimlik artış karbon yoğunluğunu %0,07 insani gelişmedeki bir birimlik artış %2,73 ve yenilenebilir enerji tüketimindeki %1'lik artış %0,26 azaltmaktadır. Gelir eşitsizliğinde ise pozitif şokların karbon yoğunluğunu arttırıcı etkisi negatif şokların karbon yoğunluğunu azaltıcı etkisinden daha şiddetlidir. Gelir eşitsizliğindeki %1'lik pozitif çok karbon yoğunluğunu %10,58 arttırırken %1'lik negatif çok karbon yoğunluğunu %5,24 azaltmaktadır.

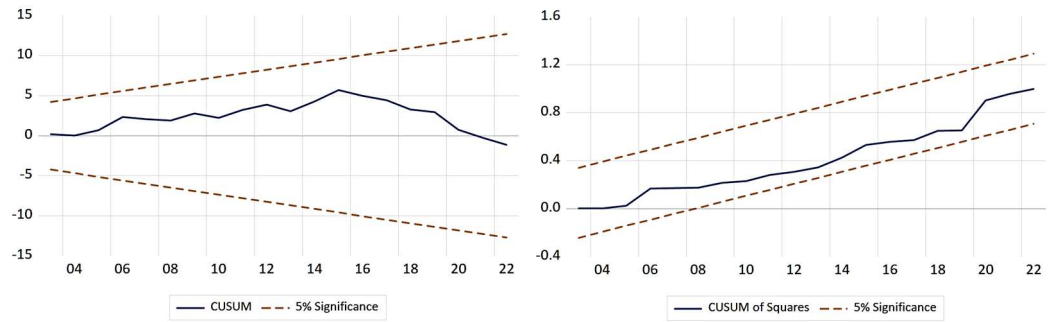
Modelin kısa dönem dinamikleri analiz edilmiş ve sonuçlar Panel D'de verilmiştir. Hata düzeltme terimi negatif ve anlamlı bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde oluşabilecek dengesizliklerin %58'i takip eden dönemde düzelmektedir. Bu sonuçlar hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını göstermektedir. Kısa dönemdeki katsayılar bakıldığında gelir eşitsizliğinin etkisinin yönü uzun dönem katsayılarıyla örtüşmektedir. Ancak farklı olarak negatif şokların etkisinin pozitif şoklara göre daha şiddetli olduğu görülmektedir.

Tablo 3. NARDL (1,0,0,0,1) Sonuçları

Panel A: Asimetri Testi				
Değişken	Uzun Dönem (W_{LR})		Kısa Dönem (W_{SR})	
	F-ist.	Olasılık	F-ist.	Olasılık
<i>lgini</i>	22.9218	0.0001	17.8398	0.0003
Panel B: Sınır Testi				
	Kritik Değerler	0.10	0.05	0.01
$F_{ALL} = 8.8767^{***}$	I(0)	2.508	3.037	4.257
Narayan (2005) k=5	I(1)	3.763	4.443	6.040
$t_{DV} = -4.2209^{**}$	I(0)	-2.570	-2.860	-3.430
Pesaran vd. (2001) k=5	I(1)	-3.860	-4.190	-4.790
$F_{IDV} = 10.6458^{***}$	I(0)	2.070	2.590	3.700
Sam vd. (2019) k=5	I(1)	3.670	4.400	6.150
Panel C: Uzun Dönem Katsayıları				
Değişken	Katsayı	St. Hata	t-ist.	Olasılık
<i>fdi</i>	-0.0732	0.0211	-3.4681	0.0018
<i>hdi</i>	-2.7310	0.8488	-3.2174	0.0035
<i>lrnw</i>	-0.2659	0.0638	-4.1660	0.0003
<i>lgini+</i>	10.5863	3.6196	2.9247	0.0071
<i>lgini-</i>	-5.2435	1.7528	-2.9915	0.0060
Panel D: Kısa Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	St. Hata	t-ist.	Olasılık
<i>ect(-1)</i>	-0.5828	0.0721	-8.0848	0.0000
<i>lgini+</i>	11.4959	2.0667	5.5624	0.0000
<i>lgini-</i>	-13.6664	1.8588	-7.3522	0.0000
Sabit	5.8315	0.7254	8.0392	0.0000
Panel E: Diagnostik Testler				
Test	İstatistik	Olasılık		
χ^2_{JB}	1.3876	0.4997		
χ^2_{BG}	0.0495	0.9571		
χ^2_{BPG}	6.8863	0.5489		
χ^2_{RR}	0.0030	0.9571		
<i>CUSUM</i>	<i>Stabil</i>	<i>(Şekil 2)</i>		
<i>CUSUMQ</i>	<i>Stabil</i>	<i>(Şekil 2)</i>		

Not: F_{ALL} , tüm model için F testini, t_{DV} , bağımlı değişken için t testini ve F_{IDV} bağımsız değişkenler için F testini ifade etmektedir. ** ve *** sırasıyla %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

NARDL (1,0,0,0,1) modelinin uzun dönem katsayılarında muhtemel sistematik ve ani kırılmaların varlığı CUSUM ve CUSUMQ testleriyle incelenebilmektedir. Şekil 2'de hata terimine ait eğriler %5 anlamlılık çizgilerinin arasında seyretmektedir. Bu durumda modele kukla değişken eklemeye gerek olmadığı ve katsayıların istikrarlı olduğu sonucuna varılmaktadır.



Şekil 2. CUSUM ve CUSUMQ Testleri (Model 1)

Kurumsal göstergelerin eklendiği modellerin sınır testi sonuçları Tablo 4'te sunulmuştur. Tüm modeller için uygun model NARDL (1,0,0,0,1,0) olarak belirlenmiştir. Sınır testi sonuçları incelendiğinde tüm modellerde modelin tümü için hesaplanan F test istatistiğinin %1 düzeyinde anlamlı olduğu görülmektedir. Bağımlı değişken için hesaplanan t istatistiği ise hesap verebilirlik ve sivil haklar modellerinde %10 düzeyinde anlamlıyken katılımcı demokrasi, hukukun üstünlüğü ve politik yolsuzluk modellerinde anlamsızdır. Buna göre Model 4, Model 5 ve Model 6'da birinci dejenere durumun bulunduğu söylenebilmektedir. Bağımsız değişkenler için hesaplanan F test istatistiği ise üç modelde de %1 düzeyinde anlamlıdır. Sınır testi sonuçları Model 2 ve Model 3'te güçlü eşbütünlüşmeyi, Model 4, Model 5 ve Model 6'daki eşbütünlüşme ilişkisinin dejenere olduğunu ima etmektedir.

Tablo 4. NARDL (1,0,0,0,1,0) Sınır Testi

Modeller	F_{ALL}		t_{DV}		F_{IDV}		Eşbütünlüşme
Model 2 (acco)	7.7086***		-4.3183*		8.9882***		Var
Model 3 (civlib)	7.2915***		-4.1314*		8.5018***		Var
Model 4 (corr)	7.1688***		-3.3879		8.3531***		DD 1
Model 5 (pdem)	7.3746***		-3.9667		8.5987***		DD 1
Model 6 (rolaw)	6.0901***		-2.9998		7.0964***		DD 1
Kritik Değerler	Narayan (2005)		Pesaran vd. (2001)		Sam vd. (2019)		
k=6	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)	
0.10	2.387	3.671	-2.57	-4.04	2.00	3.52	
0.05	2.864	4.324	-2.86	-4.38	2.47	4.22	
0.01	4.016	5.797	-3.43	-4.99	3.58	5.82	

Not: F_{ALL} , tüm model için F testini, t_{DV} , bağımlı değişken için t testini ve F_{IDV} bağımsız değişkenler için F testini, DD 1, birinci dejenere durumu ifade etmektedir. * ve *** sırasıyla %10 ve %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

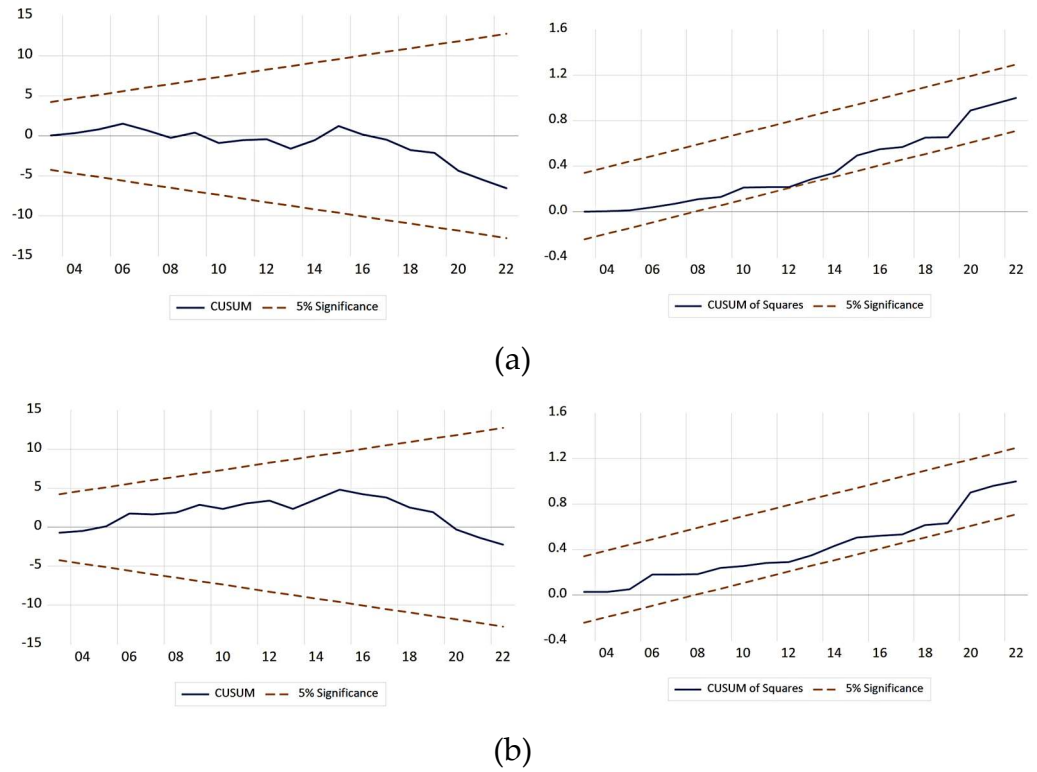
Model 2 ve Model 3 için tahmin edilen NARDL tahmin sonuçları Tablo 5'te verilmiştir. Hesap verebilirlik ve sivil özgürlükler değişkenlerinin eklendiği modellerin asimetri testleri Panel A'da görüldüğü gibi gelir eşitsizliği değişkeninde hem kısa hem de uzun dönemde asimetrinin varlığına yönelik kanıt sunmuştur. Uzun dönem katsayılarının yer aldığı Panel B'de hesap verebilirlik ve sivil özgürlükler değişkenlerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Etki yönleri incelendiğinde hesap verebilirlik karbon azaltıcı iken sivil özgürlükler karbon yoğunluğunu artırıcıdır. Diğer değişkenlerin etkileri Model 1'deki etkilerle paralellik göstermektedir. Katsayılar Model 1'deki gibi anlamlı, işaretleri aynı olmakla birlikte etki büyüklüklerinde çok küçük farklılıklar bulunmaktadır. Aynı durum kısa dönem analizinde de görülmektedir. Hata

düzeltilme teriminin anlamlılığı, işareti ve büyüklüğü Model 1’de elde edilen sonuçlara yakındır. Gelir eşitsizliğinin kısa dönem katsayıları Model 1’de olduğu gibi anlamlı ve negatif şokların etki büyüklüğü pozitif şokların etki büyüklüğünden yüksektir. Diagnostik testlerin bulunduğu Panel D’de her iki model için de hata terimlerinin normal dağıldığı, otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarıyla model kurma hatasının bulunmadığı tespit edilmiştir.

Tablo 5. NARDL (1,0,0,0,1,0) Sonuçları

Panel A: Asimetri Testi				
Değişken	Model 2 (acco)		Model 3 (civlib)	
İgini	F-ist.	Olasılık	F-ist.	Olasılık
W_{LR}	12.1113	0.0022	21.5961	0.0001
W_{SR}	18.4661	0.0003	16.5854	0.0005
Panel B: Uzun Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
<i>fdi</i>	-0.0720	0.0014	-0.0702	0.0079
<i>hdi</i>	-2.2749	0.0163	-2.8240	0.0067
<i>lrnw</i>	-0.2680	0.0002	-0.2574	0.0016
<i>lgini+</i>	8.8410	0.0218	10.3967	0.0099
<i>lgini-</i>	-4.3184	0.0255	-5.4862	0.0137
<i>acco</i>	-0.0317	0.3392		
<i>civlib</i>			0.0390	0.8095
Panel C: Kısa Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
<i>ect(-1)</i>	-0.6097	0.0000	-0.5866	0.0000
<i>lgini+</i>	10.5322	0.0000	11.3869	0.0000
<i>lgini-</i>	-15.2909	0.0000	-13.5951	0.0000
<i>Sabit</i>	5.9407	0.0000	5.8504	0.0000
Panel D: Diagnostik Testler				
Test	İstatistik	Olasılık	İstatistik	Olasılık
χ^2_{JB}	0.7786	0.6775	1.5534	0.4599
χ^2_{BG}	0.3158	0.8540	0.0708	0.9652
χ^2_{BPG}	11.9039	0.2188	7.4759	0.5877
χ^2_{RR}	0.3883	0.5402	0.0094	0.9237
<i>CUSUM</i>	<i>Stabil</i>	(Şekil 3-a)	<i>Stabil</i>	(Şekil 3-b)
<i>CUSUMQ</i>	<i>Stabil</i>	(Şekil 3-a)	<i>Stabil</i>	(Şekil 3-b)

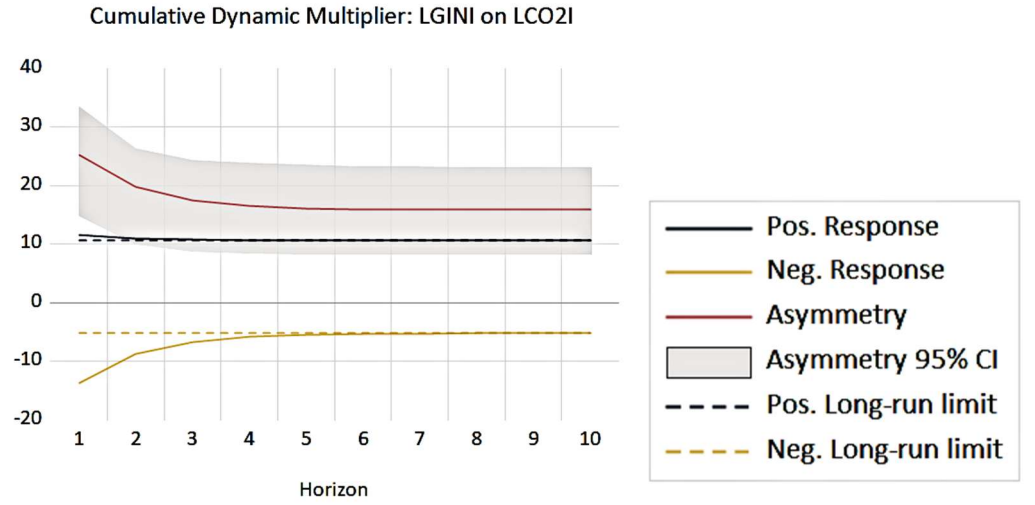
Model 2 ve Model 3 için yapılan CUSUM ve CUSUMQ testlerinin sonuçları Şekil 3’te gösterilmektedir. Model 1’de olduğu gibi bu modellerde de katsayıların istikrarlı olduğu görülmektedir.



Şekil 3. CUSUM ve CUSUMQ Testleri (Model 2 (üstte) ve Model 3 (altta))

Hesap verebilirlik ve sivil özgürlükler gibi kurumsal göstergelerin ayrı ayrı Model 1'e eklenmesi sonucu yapılan tahminlemelerde katsayıların işaretlerinin değişmediği ve şiddetlerinde çok küçük değişikliklerin yaşandığı, kurumsal göstergelerin etkilerinin anlamsız olduğu görülmüştür. Bu sonuçlarla Türkiye'de kurumsal göstergelerin karbon yoğunluğunu azaltmada katalizör etkisinin olmadığı tespit edilmiştir.

NARDL (1,0,0,0,1) modelinin (Model 1) kümülatif dinamik çarpan grafiği Şekil 4'te sunulmuştur. Bu grafik bağımsız değişkendeki bir değişimin bağımlı değişken üzerindeki etkisinin kaç dönem sonra uzun dönem değerinde istikrarlı hale geleceğini göstermektedir. Şekle göre gelir eşitsizliğindeki artışların karbon yoğunluğunu arttırıcı etkisi, gelir eşitsizliğindeki düşüşlerin karbon yoğunluğunu azaltıcı etkisinden daha şiddetlidir. Gelir eşitsizliğindeki pozitif şokların karbon emisyonu üzerindeki etkisi daha karardır. Gelir eşitsizliğindeki negatif şokların karbon yoğunluğunu azaltıcı etkisi daha geç istikrara kavuşmaktadır. Burada kırmızı renkli asimetri eğrisi negatif bileşenin 6. dönemde yatay hale gelmesi sebebiyle 6. dönemden itibaren istikrarlı bir seyir izlemektedir. Kümülatif dinamik çarpan grafikleri modele asimetric değişken olarak eklenen değişkenlerin asimetrisinin anlamlılığını da görsel olarak sunmaktadır. Şekilde asimetri eğrisinin güven aralığının (gri gölge) yatay eksenini kesmemesi asimetrisinin anlamlı olduğunu ifade etmektedir.



Şekil 4. Kümülatif Dinamik Çarpan Grafiği

5. Tartışma

Analizlerden elde edilen bulgular literatürdeki sonuçlarla karşılaştırıldığında hâkim görüşle paralel veya zıt sonuçlar olduğu görülmektedir. İlk olarak doğrudan yabancı yatırımların karbon yoğunluğu üzerindeki negatif etkisi Türkiye’de kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Çevre politikası katılığının arzulan düzeyde olmamasına rağmen elde edilen bu sonuç kullanılan çevre değişkeninin niteliğiyle ilgili olduğu düşünülmektedir. Şekil 1’de görüldüğü üzere karbon emisyonlarındaki artışa rağmen karbon yoğunluğunda azalma yaşanmıştır. Türkiye özelindeki çalışmalarla kıyaslandığında Temurlenk & Lögün’ün (2022) çalışmasına zıt Mert & Çağlar’ın (2020) çalışmasıyla paralel bir sonuç elde edilmiştir.

İnsani gelişmedeki ilerlemelerin çevre koruyucu etkisinin tespit edilmesi eğitim, sağlık ve gelir düzeyindeki artışların karbon yoğunluğunu azaltacağı anlamına gelmektedir. Çok yüksek insani gelişmişlik düzeyinde olan Türkiye’de yükselen gelirle birlikte artan sağlık ve beşeri sermaye yatırımları kalkınmanın daha çevreci bir hüviyete kavuşmasını sağlamaktadır. Çalışmanın bulguları insani gelişmenin çevre kalitesini arttıracaklarını ileri süren ve Türkiye’yi ele alan Uzar & Eyuboglu’nun (2024) çalışmalarının yanı sıra Manga & Akar (2020), Damirova & Yayla (2021), Balsalobre-Lorente vd. (2024) ve Nguea & Fotio’nun (2024) da çalışmalarıyla paraleldir. Bu çalışmalarda ele alınan ülkelerin farklı gelişmişlik düzeyinde olmaları insani gelişmenin çevre üzerindeki etkisinin kurulan model veya karışık ülke grubundan kaynaklanabileceğini düşündürmektedir. Ancak zıt bir etki bulan çalışmaların N11, E7 ve en büyük ekolojik ayak izine sahip 10 ülke özelinde olması daha düşük insani gelişme ile daha kötü çevre kalitesi bağlantısının daha makul bir görüş olduğu fikrini ön plana çıkarmaktadır (Nathaniel, 2020; Pata vd., 2021; Bucak, 2022). Katsayı açısından bakılacak olursa insani gelişmedeki ilerlemelerin çevre kalitesinin arttırılması açısından doğrudan yabancı yatırımlardan daha etkili olduğu görülmektedir.

Yenilenebilir enerji tüketiminin (hidroelektrik dahil) etkisine bakıldığında ise beklendiği gibi karbon yoğunluğunu azaltıcı etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Literatürdeki çalışmalara kıyaslandığında Dogan & Ozturk (2017), Cheng vd. (2019), Uzar (2020), Salari vd. (2021), Magazzino vd. (2022), Kwakwa (2023), Nuță vd. (2024) ve Adebayo & Özkan’ın (2024) çalışmalarıyla uyumlu olmaktadır. Her ne kadar çevre koruyucu etki tespit edilmiş olsa da esnekliğin mutlak değerce birim esneklikten düşük olması Türkiye’nin yenilenebilir enerjiler içinde hidroelektrik santrallerinin hala yüksek ağırlıkta olmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

Çalışmanın temel değişkeni olan gelir eşitsizliğinin etkisi pozitif yönlü olarak tespit edilmiştir. Hem pozitif hem de negatif şokların esnekliklerinin yüksek olduğu görülmekle

birlikte uzun dönemde pozitif şokların etkisi daha şiddetli olmaktadır. Kısa dönemde etkilerin yönü aynı olmakla birlikte negatif şokların şiddeti daha yüksektir. Bu bulgu gelir eşitsizliğindeki artışların çevre kalitesini bozucu etkisinin gelir eşitsizliğindeki düşüşlerin çevre kalitesini artırıcı etkisinden daha fazla olacağını ima etmektedir. Literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında Türkiye'yi ele alan ve gelir eşitsizliğini simetrik olarak modelleyen Destek'in (2019) çalışmasındaki kısa dönem bulgularıyla uyumlu uzun dönem bulgularıyla zıt sonuçlara varılmıştır. Türkiye'nin incelendiği bir başka çalışmada gelir eşitsizliği asimetrik değişken olarak modellenmiş fakat değişkenin asimetrisi anlamsız bulunmuştur (Uzar & Eyuboglu, 2024). Çalışmada kısa ve uzun dönemde eşitsizlikteki hem pozitif şoklar hem de negatif şokların çevresel bozulmayı azalttığı tespit edilmiştir. Negatif şokların etkisi her ne kadar mevcut çalışmayla uyumlu görünse de anlamlı asimetrinin yokluğundan dolayı çalışmayla bağlantı kurulması uygun olmamaktadır. Aynı yazarların 2023 yılında ABD'yi değerlendirdikleri çalışmalarıyla birlikte son yıllarda yayınlanan çalışmalar (Alataş & Akın, 2022; Khan & Yahong, 2022) mevcut çalışmayla uyumluluk göstermektedir. Çalışmada gelir eşitsizliğiyle ilgili elde edilen tutarlı bulgular çalışmanın katkısını daha net olarak ortaya çıkarmaktadır.

Son olarak kurumsal kalitenin etkisinin araştırıldığı modellerde tespit edilen anlamsız etki Türkiye'nin kurumsal kalite düzeyi de göz önüne alındığında daha sağlıklı değerlendirilebilmektedir. Veri kaynağında (V-Dem Project) bulunan küresel haritalarda (Ek) Türkiye'nin kurumsal kalite düzeyinin dünya ortalamasının altında ve aynı ligde yer aldığı birçok ülkenin de gerisinde olduğu görülmektedir. Hassan vd.'nin (2020) Pakistan'ı inceledikleri çalışmalarında tespit ettikleri kurumsal kalitenin etkisizliği bulgusunu görece düşük kurumsal kaliteye bağlamaları mevcut çalışmadaki bulgunun da açıklanmasına yardımcı olabileceği düşünülmektedir. Bu önermenin yanı sıra kullanılan kurumsal kalite göstergelerinin farklılığı, araştırma modeli ve dönemi de elde edilen sonuçta etkili olabilmektedir.

Sadece kurumsal kalite bulgusu değil diğer değişkenlerin de etkilerinin modeldeki bağımlı değişken olan karbon yoğunluğundan farklılaşabileceği göz ardı edilmemelidir. Türkiye özelindeki çalışmalarla karşılaştırıldığında mevcut çalışma dönem açısından Mukiyen-Avcı'nın (2023) çalışmasına göre daha güncel olmakta ve Kirikkaleli & Osmanlı'nın (2023) çalışmalarına göre daha geniş gözlem aralığını incelemektedir. Her iki çalışma da yüksek kurumsal kaliteyi yüksek çevre kalitesiyle ilişkilendirmiştir. Mevcut çalışma hem çevre kalitesi hem de kurumsal kalite için kullanılan göstergeler bakımından bu çalışmalardan ayrılarak literatüre katkı yapmıştır.

6. Sonuç

Bu çalışma Türkiye'de 1990-2022 döneminde gelir eşitsizliği, yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, insani gelişme ve kurumsal kalitenin karbon yoğunluğuna etkisini değerlendirmektedir. Analiz bulguları gelir eşitsizliğindeki artışların çevreyi kirlettiğini, eşitsizlikteki azalmanın ise çevre koruyucu etki yarattığını ortaya koymuştur. Ayrıca yenilenebilir enerji, doğrudan yabancı yatırımlar ve insani gelişmenin çevresel bozulmayı azalttığı sonucuna varılmıştır. Beş farklı kurumsal kalite göstergesinin kullanıldığı modellerde ise kurumlardaki gelişmelerin çevre üzerindeki etkisinin anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Eşitsizlik ile çevresel bozulma arasında ödünleşim olmaması Türkiye için gelirin daha eşit dağılması için uygulanan politikaların aynı zamanda çevre kalitesini de arttırabileceğini göstermektedir. Bu bulgu Türkiye için sürdürülebilir kalkınmanın ekolojik ve sosyal boyutunun kazan kazan stratejisiyle sağlanabileceğini ima etmektedir. Ayrıca gelir eşitsizliğindeki artışların çevre kalitesini bozucu etkisinin gelir eşitsizliğindeki düşüşlerin çevre kalitesini artırıcı etkisinden daha fazla olabileceği bulgusu gelir eşitsizliğini arttırabilecek girişimlerden uzak durulmasını gerektirmektedir.

Gelir eşitsizliğindeki artışların üretimde karbon yoğunluğunu yükseltmesi en üst ve en alt gelir dilimlerindeki bireylerin davranışlarıyla açıklanabilmektedir. En üst gelir dilimindeki nüfus arttıkça bu gruptaki bireyler özel veya tarifeli uçak seyahati, büyük

motorlu spor araçlar, yatlar, ithal gıdalar, daha büyük evler gibi daha fazla karbon yayan mal ve hizmet talebinde bulunmaktadırlar. Gelir uçurumunun diğer ucunda da yine çevreci kaygılar daha farklı nedenlerle ikinci plana atılabilmektedir. Gelir eşitsizliğinin derinleştiği durumda nüfus en alt gelir grubunda yoğunlaşmaktadır. Kişisel ihtiyaçlarını karşılama konusunda yetersiz kalan bireyler üretimi ve tüketimi düşük karbon emisyonlu çevre dostu ürünleri yüksek fiyatlardan dolayı talep edememektedir. Yaşamsal kaygıların çevresel kaygıların önüne geçtiği bu durum karbon emisyonlarındaki yukarı yönlü eğilimi daha da dikleştirebilmektedir. En üst gelir dilimindeki nüfusun davranışlarını çevre dostu düzlemde tutmak için karar alıcıların yüksek oranda karbon salan lüks harcamaları vergi kaçırma veya vergiden kaçınmaya neden olmayacak oranda vergilendirmesi gerekmektedir. Toplanan vergiler alt gelir grubundaki nüfusun daha çevre dostu ürünlere erişmesini sağlamada kullanılması durumunda bir yandan gelir eşitsizliği kontrol edilirken diğer yandan çevresel bozulmayı hafifletecek etki yaratılabilecektir.

Doğrudan yabancı yatırım girişinin üretimde karbon yoğunluğunu düşürebileceği bulgusu Türkiye için ülke içine doğrudan yabancı yatırım akışını arttırabilecek politika ve kurumsal düzenlemelerin geliştirilmesi yönünde karar alıcılara faydalı fikir sunmaktadır. Yatırım için cazibe merkezi olma hedefinin yanında daha çok çevre dostu teknolojilerin ve düşük karbonlu üretim sistemlerin teşvik mekanizmasıyla ülke içine çekilmesi amaçlanmalıdır.

Yükselen insani gelişmenin çevresel bozulmayı azaltabileceğinin tespit edilmesi politika yapıcılara beşeri sermaye yatırımları ve çevre koruma politikalarını birlikte uygulayabilme fırsatı verebilmektedir. Toplumun eğitim düzeyi yükseldikçe çevreci kaygılar artmakta ve daha çevre dostu ürünler talep edilmektedir. Beşeri sermaye birikimindeki artışla birlikte yeşil ve sürdürülebilir teknoloji yatırımları da artmaktadır. Ayrıca yükselen doğumda yaşam beklentisiyle bireyler ilerleyen yaşlarını daha sağlıklı bir ortamda geçirmek istemektedir. Yine gelir artışıyla bireylerin mal ve hizmet talebi ucuz ve yüksek karbon yoğunluklu yerine olabildiğince karbon nötr profile dönüşmektedir. Artan insani gelişmenin çevre koruyucu etkisinin daha anlamlı ve devamlı olabilmesi için gelir artışı ile eğitim ve sağlık hizmetlerinin daha kapsamlı bir şekilde sunulması ve fırsat eşitliğinin sağlanması hayati önem taşımaktadır.

Yenilenebilir enerji tüketiminin beklendiği gibi karbon yoğunluğunu azaltıcı etkisi yeşil ve sürdürülebilir enerji yatırımlarının arttırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Ancak yeni yatırımlarla yenilenebilir enerji bileşimi hidroelektrikten daha az; güneş, rüzgâr, dalga ve biyoyakıttan daha fazla olacak şekilde tasarlanmalıdır. Çok yüksek insani gelişmişlik düzeyinde bulunan Türkiye’de eğitim yatırımlarının yenilenebilir teknolojilerin benimsenmesi ve yayılması yönünde etkiler sunması gerekmektedir. Ayrıca hem özel hem de toplu taşımada ulaşımın elektrifikasyonunun arttırılması ve enerji verimliliğinin arttırılması da karbon yoğunluğunun azaltılmasında faydalı olabilmektedir.

Karbon nötr hedefine ulaşmada kurumların etkisinin incelendiği bu çalışmada çevresel bozulmanın kontrol altına alınmasında kurumsal kalitenin katalizör etkisinin olmadığı görülmüştür. Bu etkisizlik yeryüzü ortalamasının altında bir kurumsal kaliteye bağlanabilse de literatürdeki çalışmalar göz önüne alındığında kurumların kalitesinin yükseltilmesi gerektiği aşikardır. Hükümetlerin ekonomik hedefleri belirlerken büyümede ısrar etmeleri çevresel etkileri ikinci plana atabilmektedir. Üretim sürecinin negatif dışsal maliyetinin çevre kirletici faillerine yansıtılabilmesi için öncelikle kurumların denetim ve yaptırım mekanizmalarının güçlü olması gerekmektedir. Çevreci şirketlere teşvik ve vergi indirimindeki kararlılığın çevreyi kirleten şirketlere uygulanacak cezalarda da olması için toplumun güçlü kurumlara inancının tesis edilmesi gerekmektedir. Çevre konusunda hukuki boşluğun olması ve cezasızlığın yaygınlaşması çevre felaketlerinin de kapısını aralayabilmektedir. Ülkede sivil özgürlükler üzerinde bir baskı olması durumunda çevreci sivil toplum örgütlerinin sesleri kısılmakta ve etkileri azaltılmaktadır.

Literatüre farklı kurumsal kalite göstergeleri ve farklı bir çevresel bozulma değişkeniyle katkı sağlamayı amaçlayan bu çalışma farklı bakış açılarıyla geliştirilebilir. Öncelikle her ne kadar Türkiye özelinde yapılan çalışmalar çok sınırlı olsa da örneklem sadece Türkiye'yi kapsamaması konunun küresel veya bölgesel boyutunu göz önüne alamamaktadır. Farklı ülke veya ülke grupları ele alınarak tekrarlanması kıyaslama imkânı verecektir. Farklı veri kaynaklarından tekil veya kompozit kurumsal kalite göstergelerinin kullanımıyla anlamlı bir sonuç elde edilebilme ihtimali artabilmektedir. Bunun yanında farklı çevre değişkenleri (sera gazı emisyonu veya yoğunluğu, karbon verimliliği (karbon emisyonu/enerji tüketimi), karbon laneti endeksi, ekolojik ayak izi veya bileşenleri vs.) kullanılarak karşılaştırma yapılması da konunun farklı yönden araştırılmasına olanak tanıyacaktır. İlerleyen zamanlarda daha geniş gözlem aralığının erişilebilir olmasıyla yapılacak analizlerde değişkenler arasındaki ilişkiler farklılaşabilecektir.

Kaynakça

- Abbasi, M. A., Nosheen, M. & Rahman, H. U. (2023). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(17), 49270-49289. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-25548-x>
- Abid, M. Y., Khan, M. T. & ur Rehman, H. (2022). Does institutional quality improve environmental quality? New evidence from NARDL approach. *Review of Economics and Development Studies*, 8(2), 97-109. <https://doi.org/10.47067/reads.v8i2.439>
- Adams, S. & Klobodu, E. K. M. (2017). Urbanization, democracy, bureaucratic quality, and environmental degradation. *Journal of Policy Modeling*, 39(6), 1035-1051. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.04.006>
- Adams, S. & Nsiah, C. (2019). Reducing carbon dioxide emissions; Does renewable energy matter?. *Science of the Total Environment*, 693, 133288. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.07.094>
- Addi, H. M. & Abubakar, A. B. (2024). Investment and economic growth: do institutions and economic freedom matter?. *International Journal of Emerging Markets*, 19(4), 825-845. <https://doi.org/10.1108/IJOEM-07-2021-1086>
- Adebayo, T. S. & Özkan, O. (2024). Investigating the influence of socioeconomic conditions, renewable energy and eco-innovation on environmental degradation in the United States: A wavelet quantile-based analysis. *Journal of Cleaner Production*, 434, 140321. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2023.140321>
- Alataş, S. & Akın, T. (2022). The impact of income inequality on environmental quality: A sectoral-level analysis. *Journal of Environmental Planning and Management*, 65(10), 1949-1974. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2050684>
- Al-Mulali, U. & Ozturk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382-389. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.004>
- Al-Mulali, U., Ozturk, I. & Lean, H. H. (2015). The influence of economic growth, urbanization, trade openness, financial development, and renewable energy on pollution in Europe. *Natural Hazards*, 79, 621-644. <https://doi.org/10.1007/s11069-015-1865-9>
- Al-Mulali, U., Ozturk, I. & Solarin, S. A. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis in seven regions: The role of renewable energy. *Ecological indicators*, 67, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.02.059>
- Al-Mulali, U., Solarin, S. A., Sheau-Ting, L. & Ozturk, I. (2016). Does moving towards renewable energy cause water and land inefficiency? An empirical investigation. *Energy Policy*, 93, 303-314. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.03.023>
- Amoah, A., Kwablah, E., Korle, K. & Offei, D. (2020). Renewable energy consumption in Africa: the role of economic well-being and economic freedom. *Energy, Sustainability and Society*, 10, 1-17. <https://doi.org/10.1186/s13705-020-00264-3>
- Amuakwa-Mensah, F. & Adom, P. K. (2017). Quality of institution and the FEG (forest, energy intensity, and globalization)-environment relationships in sub-Saharan Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 17455-17473. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9300-2>
- Appiah, M., Li, M., Onifade, S. T. & Gyamfi, B. A. (2024). Investigating institutional quality and carbon mitigation drive in Sub-Saharan Africa: Are growth levels, energy use, population, and industrialization consequential factors?. *Energy & Environment*, 35(4), 2031-2057. <https://doi.org/10.1177/0958305X2211476>

- Asif, K., Sabir, S. & Qayyum, U. (2024). Corruption, political instability, and environmental degradation in South Asia: A comparative analysis of carbon footprint and ecological footprint. *Journal of the Knowledge Economy*, 15(1), 4072-4096. <https://doi.org/10.1007/s13132-023-01133-y>
- Azam, M., Liu, L. & Ahmad, N. (2021). Impact of institutional quality on environment and energy consumption: Evidence from developing world. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 1646-1667. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-00644-x>
- Balsalobre-Lorente, D., Gokmenoglu, K. K., Taspinar, N. & Cantos-Cantos, J. M. (2019). An approach to the pollution haven and pollution halo hypotheses in MINT countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23010-23026. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05446-x>
- Balsalobre-Lorente, D., Ibáñez-Luzón, L., Usman, M. & Shahbaz, M. (2022). The environmental Kuznets curve, based on the economic complexity, and the pollution haven hypothesis in PIIGS countries. *Renewable Energy*, 185, 1441-1455. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.10.059>
- Balsalobre-Lorente, D., Nur, T., Topaloglu, E.E. & Evcimen, C. (2024). Assessing the impact of the economic complexity on the ecological footprint in G7 countries: Fresh evidence under human development and energy innovation processes. *Gondwana Research*, 127, 226-245. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.03.017>
- Benzerrouk, Z., Abid, M. & Sekrafi, H. (2021). Pollution haven or halo effect? A comparative analysis of developing and developed countries. *Energy Reports*, 7, 4862-4871. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.07.076>
- Bhattacharya, M., Churchill, S. A. & Paramati, S. R. (2017). The dynamic impact of renewable energy and institutions on economic output and CO2 emissions across regions. *Renewable Energy*, 111, 157-167. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2017.03.102>
- Boyce, J. K. (1994). Inequality as a cause of environmental degradation. *Ecological Economics*, 11(3), 169-178. [https://doi.org/10.1016/0921-8009\(94\)90198-8](https://doi.org/10.1016/0921-8009(94)90198-8)
- Bucak, Ç. (2022). Ekonomik özgürlük endeksi, insani gelişme endeksi ve ekolojik ayak izi: E7 ülkeleri için ampirik bir analiz. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 141-158. <https://doi.org/10.53092/duiibfd.992572>
- Bulus, G. C. & Koc, S. (2021). The effects of FDI and government expenditures on environmental pollution in Korea: the pollution haven hypothesis revisited. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 38238-38253. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13462-z>
- Cao, H., Khan, M. K., Rehman, A., Dagar, V., Oryani, B. & 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(16), 24191-24202. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17076-3>
- Cheng, C., Ren, X., Wang, Z., & Yan, C. (2019). Heterogeneous impacts of renewable energy and environmental patents on CO2 emission-Evidence from the BRIICS. *Science of the Total Environment*, 668, 1328-1338. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.02.063>
- Coondoo, D. & Dinda, S. (2008). Carbon dioxide emission and income: A temporal analysis of cross-country distributional patterns. *Ecological Economics*, 65(2), 375-385. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2007.07.001>
- Coppedge, M., Gerring, J., Knutsen, C. H., Lindberg, S. I., Teorell, J., Altman, D., ... & Ziblatt, D. (2024). V-Dem dataset v14. *Varieties of Democracy (V-Dem) Project*. <https://doi.org/10.23696/mcwt-fr58>
- Dam, M. M., Durmaz, A., Bekun, F. V. & Tiwari, A. K. (2024). The role of green growth and institutional quality on environmental sustainability: A comparison of CO2 emissions, ecological footprint and inverted load capacity factor for OECD countries. *Journal of Environmental Management*, 365, 121551. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2024.121551>
- Dam, M. M., Işık, C. & Ongan, S. (2023). The impacts of renewable energy and institutional quality in environmental sustainability in the context of the sustainable development goals: A novel approach with the inverted load capacity factor. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(42), 95394-95409. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29020-8>
- Damirova, S. & Yayla, N. (2021). Çevre kirliliği ile makroekonomik belirleyicileri arasındaki ilişki: Seçilmiş ülkeler için bir panel veri analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 30, 107-126. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.804787>
- Danish & Ulucak, R. (2020). The pathway toward pollution mitigation: does institutional quality make a difference?. *Business Strategy and the Environment*, 29(8), 3571-3583. <https://doi.org/10.1002/bse.2597>
- Dasgupta, S. & De Cian, E. (2018). The influence of institutions, governance, and public opinion on the environment: Synthesized findings from applied econometrics studies. *Energy Research & Social Science*, 43, 77-95. <https://doi.org/10.1016/j.erss.2018.05.023>
- Dawson, J. W. (2003). Causality in the freedom-growth relationship. *European Journal of Political Economy*, 19(3), 479-495. [https://doi.org/10.1016/S0176-2680\(03\)00009-0](https://doi.org/10.1016/S0176-2680(03)00009-0)
- Dickey, D. A. & 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>

- Destek, M. (2019). Türkiye’de gelir dağılımının çevre kirliliği üzerindeki etkileri üzerine bir inceleme. *Gaziantep University Journal of Social Sciences*, 18(4), 1477-1488. <https://doi.org/10.21547/jss.556006>
- Dogan, E. & Ozturk, I. (2017). The influence of renewable and non-renewable energy consumption and real income on CO2 emissions in the USA: Evidence from structural break tests. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 10846-10854. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-8786-y>
- Doré, N. I. & Teixeira, A. A. (2023). The role of human capital, structural change, and institutional quality on Brazil's economic growth over the last two hundred years (1822–2019). *Structural Change and Economic Dynamics*, 66, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2023.04.003>
- Easterly, W., Ritzen, J. & Woolcock, M. (2006). Social cohesion, institutions, and growth. *Center for Global Development Working Paper*, (94). <https://doi.org/10.1111/j.1468-0343.2006.00165.x>
- Elliott, G., Rothenberg, T. J. & Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836. <https://doi.org/10.3386/t0130>
- Góes, C. (2016). Institutions and growth: A GMM/IV panel VAR approach. *Economics Letters*, 138, 85-91. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2015.11.024>
- Guo, L. (2013). Cross-country income disparity and its effect on carbon emissions. *Chinese Journal of Population Resources and Environment*, 11(1), 33-50. <https://doi.org/10.1080/10042857.2013.777208>
- Gyamfi, B. A., Bein, M. A., Udemba, E. N. & Bekun, F. V. (2021). Investigating the pollution haven hypothesis in oil and non-oil sub-Saharan Africa countries: Evidence from quantile regression technique. *Resources Policy*, 73, 102119. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.102119>
- Hao, Y., Chen, H. & Zhang, Q. (2016). Will income inequality affect environmental quality? Analysis based on China's provincial panel data. *Ecological Indicators*, 67, 533-542. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2016.03.025>
- Hassan, S. T., Khan, S. U. D., Xia, E. & Fatima, H. (2020). Role of institutions in correcting environmental pollution: An empirical investigation. *Sustainable Cities and Society*, 53, 101901. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101901>
- Hayat, A. (2019). Foreign direct investments, institutional quality, and economic growth. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 28(5), 561-579. <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1564064>
- Heerink, N., Mulatu, A. & Bulte, E. (2001). Income inequality and the environment: Aggregation bias in environmental Kuznets curves. *Ecological Economics*, 38(3), 359-367. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(01\)00171-9](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(01)00171-9)
- Holland, T. G., Peterson, G. D. & Gonzalez, A. (2009). A cross-national analysis of how economic inequality predicts biodiversity loss. *Conservation Biology*, 23(5), 1304-1313. <https://doi.org/10.1111/j.1523-1739.2009.01207.x>
- Justesen, M. K. (2008). The effect of economic freedom on growth revisited: New evidence on causality from a panel of countries 1970–1999. *European Journal of Political Economy*, 24(3), 642-660. <https://doi.org/10.1016/j.ejpoleco.2008.06.003>
- Kaufmann, D., Kraay, A. & Zoido, P. (1999). Governance matters. <https://ssrn.com/abstract=188568>
- Khan, H., Weili, L. & Khan, I. (2022). The role of financial development and institutional quality in environmental sustainability: Panel data evidence from the BRI countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(55), 83624-83635. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21697-7>
- Khan, I., Han, L., Khan, H. & Kim Oanh, L. T. (2021). Analyzing renewable and nonrenewable energy sources for environmental quality: Dynamic investigation in developing countries. *Mathematical Problems in Engineering*, 2021(1), 3399049. <https://doi.org/10.1155/2021/3399049>
- Khan, S. & Yahong, W. (2022). Income inequality, ecological footprint, and carbon dioxide emissions in Asian developing economies: What effects what and how?. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(17), 24660-24671. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17582-4>
- Kim, S. E. & Seok, J. H. (2023). The impact of foreign direct investment on CO2 emissions considering economic development: Evidence from South Korea. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 32(4), 537-552. <https://doi.org/10.1080/09638199.2022.2122538>
- Kirikaleli, D. & Osmanlı, A. (2023). The impact of political stability on environmental quality in the long run: The case of Turkey. *Sustainability*, 15(11), 9056. <https://doi.org/10.3390/su15119056>
- Kwakwa, P. A. (2023). Climate change mitigation role of renewable energy consumption: does institutional quality matter in the case of reducing Africa's carbon dioxide emissions?. *Journal of Environmental Management*, 342, 118234. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2023.118234>

- Kwiatkowski D., Phillips P. C. B., Schmidt P. & Shin Y. (1992). Testing the null hypothesis of stationarity against the alternative of a unit root: How sure are we that the economic time series have a unit root?, *Journal of Econometrics*, 54(1-3), 159-178. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(92\)90104-Y](https://doi.org/10.1016/0304-4076(92)90104-Y)
- Liu, Q., Wang, S., Zhang, W. & Li, J. (2018). Income distribution and environmental quality in China: A spatial econometric perspective. *Journal of Cleaner Production*, 205, 14-26. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.09.090>
- MacKinnon, J. G. (1996). Numerical distribution functions for unit root and cointegration tests. *Journal of Applied Econometrics*, 11(6), 601-618.
- Magazzino, C., Toma, P., Fusco, G., Valente, D., & Petrosillo, I. (2022). Renewable energy consumption, environmental degradation and economic growth: the greener the richer?. *Ecological Indicators*, 139, 108912. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2022.108912>
- Manga, M. & Akar, P. G. (2020). Ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve insani gelişmişlik arasındaki ilişki: Seçilmiş Akdeniz ülkeleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 405-419. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.555415>
- Mert, M. & Caglar, A. E. (2020). Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933-32943. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09469-7>
- Mukiyen Avcı, G. (2023). Environmental impact of foreign direct investment in Turkey: Does the quality of institutions matter? Evidence from time series analysis using the Fourier extension. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(49), 107841-107853. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29964-x>
- Musah, M., Mensah, I. A., Alfred, M., Mahmood, H., Murshed, M., Omari-Sasu, A. Y., ... & Coffie, C. P. K. (2022). Reinvestigating the pollution haven hypothesis: the nexus between foreign direct investments and environmental quality in G-20 countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 31330-31347. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-17508-0>
- Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990. <https://doi.org/10.1080/00036840500278103>
- Nathaniel, S. P. (2021). Ecological footprint and human well-being nexus: accounting for broad-based financial development, globalization, and natural resources in the Next-11 countries. *Future Business Journal*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.1186/s43093-021-00071-y>
- Nguea, S. M. & Fotio, H. K. (2024). Synthesizing the role of biomass energy consumption and human development in achieving environmental sustainability. *Energy*, 130500. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130500>
- Nuță, F. M., Sharafat, A., Abban, O. J., Khan, I., Irfan, M., Nuță, A. C., ... & Asghar, M. (2024). The relationship among urbanization, economic growth, renewable energy consumption, and environmental degradation: A comparative view of European and Asian emerging economies. *Gondwana Research*, 128, 325-339. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.10.023>
- Pata, U. K., Aydin, M. & Haouas, I. (2021). Are natural resources abundance and human development a solution for environmental pressure? Evidence from top ten countries with the largest ecological footprint. *Resources Policy*, 70, 101923. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2020.101923>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Pethig, R. (1976). Pollution, welfare, and environmental policy in the theory of Comparative Advantage. *Journal of Environmental Economics and Management*, 2(3), 160-169. [https://doi.org/10.1016/0095-0696\(76\)90031-0](https://doi.org/10.1016/0095-0696(76)90031-0)
- Porter, M. E. & Linde, C. V. D. (1995). Toward a new conception of the environment-competitiveness relationship. *Journal of economic Perspectives*, 9(4), 97-118. <http://www.jstor.org/stable/2138392>.
- Pradhan, R. P., Arvin, M. B., Nair, M., Hall, J. H. & Bennett, S. E. (2022). Institutional development in an information-driven economy: Can ICTs enhance economic growth for low-and lower middle-income countries?. *Information Technology for Development*, 28(3), 468-487. <https://doi.org/10.1080/02681102.2022.2051417>
- Qayyum, M., Zhang, Y., Ali, M. & Kirikkaleli, D. (2024). Towards environmental sustainability: The role of information and communication technology and institutional quality on ecological footprint in MERCOSUR nations. *Environmental Technology & Innovation*, 34, 103523. <https://doi.org/10.1016/j.eti.2023.103523>
- Rana, R. & Sharma, M. (2019). Dynamic causality testing for EKC hypothesis, pollution haven hypothesis and international trade in India. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 28(3), 348-364. <https://doi.org/10.1080/09638199.2018.1542451>
- Ravallion, M., Heil, M. & Jalan, J. (2000). Carbon emissions and income inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651-669. <https://doi.org/10.1093/oep/52.4.651>

- Rojas-Vallejos, J. & Lastuka, A. (2020). The income inequality and carbon emissions trade-off revisited. *Energy Policy*, 139, 111302. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111302>
- Salari, M., Javid, R. J. & Noghanibehambari, H. (2021). The nexus between CO2 emissions, energy consumption, and economic growth in the US. *Economic Analysis and Policy*, 69, 182-194. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2020.12.007>
- Sam, C. Y., McNown, R. & Goh, S. K. (2019). An augmented autoregressive distributed lag bounds test for cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130-141. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.001>
- Sarkodie, S. A. & Adams, S. (2018). Renewable energy, nuclear energy, and environmental pollution: accounting for political institutional quality in South Africa. *Science of the total environment*, 643, 1590-1601. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.06.320>
- Shahbaz, M. (2010). Income inequality-economic growth and non-linearity: A case of Pakistan. *International Journal of Social Economics*, 37(8), 613-636. <https://doi.org/10.1108/03068291011060652>
- Sherani, S. (2019). Institutional reforms in Pakistan: Missing piece of the development puzzle. S. S. Aneel, U. T. Haroon, & I. Niazi (Eds.), 70, 39-61.
- Shin, Y., Yu, B. & Greenwood-Nimmo, M. (2014). Modelling asymmetric cointegration and dynamic multipliers in a nonlinear ARDL framework. *Festschrift in Honor of Peter Schmidt: Econometric Methods and Applications*, 281-314. https://doi.org/10.1007/978-1-4899-8008-3_9
- Solt, F. (2020). Measuring income inequality across countries and over time: The standardized world income inequality database. *Social Science Quarterly* 101(3), 1183-1199. SWIID Version 9.6, December 2024. <https://doi.org/10.1111/ssqu.12795>
- Steffen, W., Richardson, K., Rockström, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., ... & Sörlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855. DOI: 10.1126/science.1259855
- Temurlenk, M. S. & Lögün, A. (2022). An analysis of the Pollution Haven Hypothesis in the context of Turkey: A nonlinear approach. *Economics and Business Review*, 8(1), 5-23. <https://doi.org/10.18559/ebr.2022.1.2>
- Torras, M. & Boyce, J. K. (1998). Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecological economics*, 25(2), 147-160. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00177-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00177-8)
- Ulubasoglu, M. A., & Doucouliagos, C. (2004). Institutions and economic growth: A systems approach. *In Econometric Society 2004 Australasian Meetings Paper* 63, 1-33.
- Ur Rahman, Z., Chongbo, W., & Ahmad, M. (2019). An (a) symmetric analysis of the pollution haven hypothesis in the context of Pakistan: a non-linear approach. *Carbon Management*, 10(3), 227-239. <https://doi.org/10.1080/17583004.2019.1577179>
- Uzar, U. (2020). Is income inequality a driver for renewable energy consumption?. *Journal of cleaner production*, 255, 120287. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.120287>
- Uzar, U. & Eyuboglu, K. (2023). Does income inequality increase the ecological footprint in the US: evidence from FARDL test?. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(4), 9514-9529. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22844-w>
- Uzar, U. & Eyuboglu, K. (2024). Testing the asymmetric impacts of income inequality, financial development and human development on ecological footprint in Türkiye: A NARDL approach. *Journal of Cleaner Production*, 461, 142652. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2024.142652>
- Wang, M. L., Ntim, V. S., Yang, J., Zheng, Q. & Geng, L. (2021). Effect of institutional quality and foreign direct investment on economic growth and environmental quality: evidence from African countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 4065-409. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.2010112>
- Wawrzyniak, D. & Doryń, W. (2020). Does the quality of institutions modify the economic growth-carbon dioxide emissions nexus? Evidence from a group of emerging and developing countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 33(1), 124-144. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2019.1708770>
- Yang, H. (2024). Research on factors influencing and forecasting regional gross domestic product—A case study of Sichuan province. *Journal of Theory and Practice in Humanities and Social Sciences*, 1(4), 21-32. <https://woodyinternational.com/index.php/jtphss/article/view/53>
- Yang, Z., Zhang, M., Liu, L. & Zhou, D. (2022). Can renewable energy investment reduce carbon dioxide emissions? Evidence from scale and structure. *Energy Economics*, 112, 106181. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106181>
- Yilanci, V., Cutcu, I., Cayir, B. & Saglam, M. S. (2023). Pollution haven or pollution halo in the fishing footprint: Evidence from Indonesia. *Marine Pollution Bulletin*, 188, 114626. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2023.114626>
- Yurtkuran, S. (2021). The effect of agriculture, renewable energy production, and globalization on CO2 emissions in Turkey: A bootstrap ARDL approach. *Renewable Energy*, 171, 1236-1245. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.009>

Zhang, C. & Zhao, W. (2014). Panel estimation for income inequality and CO2 emissions: A regional analysis in China. *Applied Energy*, 136, 382-392. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2014.09.048>

Zheng, J., Assad, U., Kamal, M. A & Wang, H. (2024). Foreign direct investment and carbon emissions in China: "Pollution Haven" or "Pollution Halo"? Evidence from the NARDL model. *Journal of Environmental Planning and Management*, 67(3), 662-687. <https://doi.org/10.1080/09640568.2022.2130194>

Çıkar Çatışması: Yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

Etik Onay: Yoktur.

Yazar Katkısı: Burhan DURGUN (%100)

Conflict of Interest: None.

Funding: None.

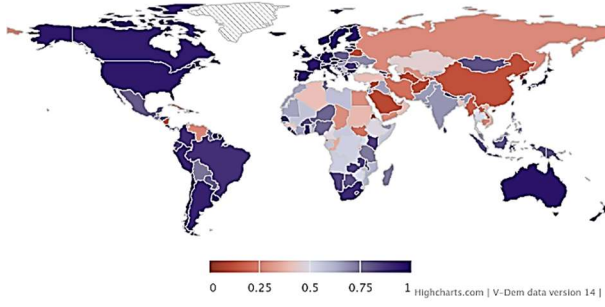
Ethical Approval: None

Author Contributions: Burhan DURGUN (100%)

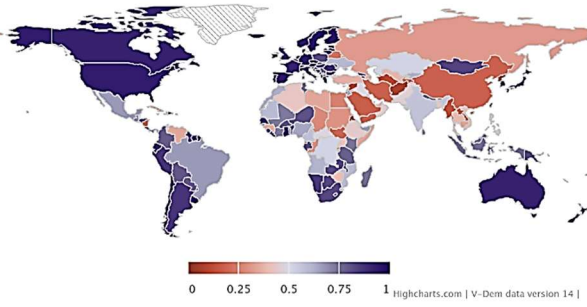
EKLER

Ek 1: Küresel Kurumsal Kalite Haritaları (2022)

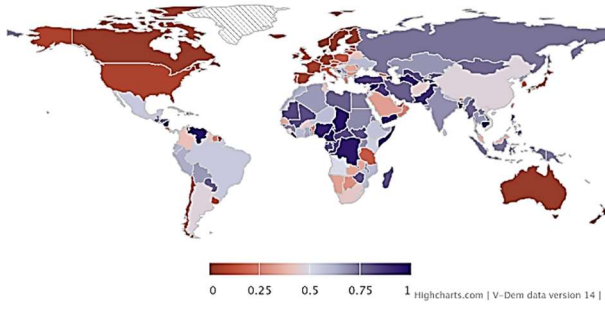
Hesap Verebilirlik Endeksi
Accountability index (2022)



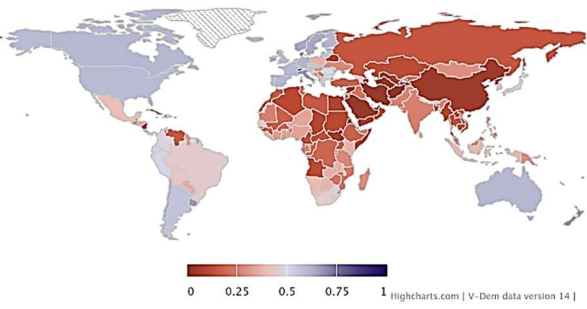
Sivil Özgürlükler Endeksi
Civil liberties index (2022)



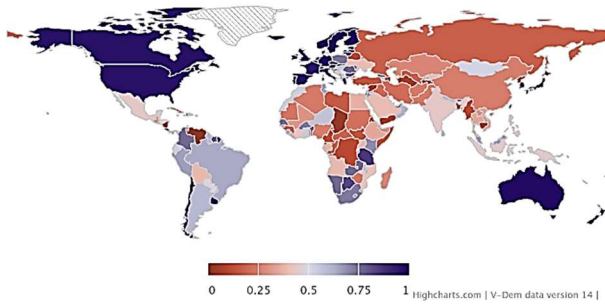
Politik Yolsuzluk Endeksi
Political corruption (2022)



Katılımcı Demokrasi Endeksi
Participatory Democracy Index (2022)



Hukukun Üstünlüğü Endeksi
Rule of law index (2022)



The Asymmetric Effect of Income Inequality in Reducing Carbon Intensity: Does Institutional Quality Matter?

Burhan DURGUN

Extended Abstract

The growth-oriented policies of developing countries may impose a variety of costs on the path of development. While aiming for high growth rates, the pursuit of material welfare may result in increased environmental degradation and deepening income inequality, which could be considered the opportunity cost of such a path. The concept of addressing these two undesirable consequences of the growth process together has led researchers to investigate the environment-inequality nexus.

In addition to income inequality, the relationship between a number of variables, including economic growth, energy consumption, foreign direct investment, information and communication technologies and financial development, with environmental degradation has been analysed from a variety of perspectives. In recent years, there has been mounting evidence that the quality of institutions should also be included in this equation (Al-Mulali & Ozturk, 2015; Bhattacharya et al., 2017; Adams & Nsiah, 2019; Danish & Ulucak 2020; Kwakwa, 2023; Qayyum et al., 2024).

The extant literature on the subject of institutional quality over the last half-century has established a clear correlation between poor institutional quality and poor governance, and a range of adverse economic outcomes, including lower private investment, lower economic growth, worse development outcomes and higher inequality (Sherani, 2019, p. 40). The objective of this study is to make a contribution to the design of more effective and comprehensive environmental protection policies by addressing the determinants of environmental degradation. The effects of income inequality, human development, renewable energy consumption and foreign direct investment on carbon intensity are analysed, as is the contribution of institutional quality to these relationships. The purpose of the study is to monitor the green transformation process in production more clearly by using carbon intensity as an environmental indicator instead of carbon emissions.

While income inequality is analysed with its asymmetric components, five indicators representing institutional quality are also included in the model separately. The augmented non-linear ARDL test used in the empirical analysis provides methodological originality. The study offers a new perspective on sustainable development by taking into account energy efficiency and technological advances. Furthermore, it investigates the validity of a win-win strategy between low income inequality and high environmental quality in the context of Türkiye.

The initial analysis of the macroeconomic causes of environmental degradation was conducted by Grossman & Krueger (1991).

In the environment-inequality relationship, Boyce (1994) first argued that greater inequality of power and wealth would lead to greater environmental degradation. This hypothesis was subsequently tested by Torras & Boyce (1998), who observed that an equal distribution of power was associated with enhanced environmental outcomes. Conversely, Ravallion et al. (2000) proposed that elevated levels of inequality are linked to reduced carbon emissions.

A review of the literature on environmental inequality reveals a mixed set of findings. While some studies link inequality to environmental degradation (Holland et al., 2009; Zhang & Zhao, 2014; Hao et al., 2016; Alataş & Akin, 2022; Khan & Yahong, 2023), others have demonstrated that increased inequality can have a protective effect on the environment (Heerink et al., 2001; Guo, 2013; Liu et al., 2018). Additionally, some researchers argue that two distinct effects are valid (Coondoo & Dinda, 2008; Destek, 2019; Rojas-Vallejos & Lastuka, 2020). Furthermore, the literature also indicates that the impact of income inequality on the environment is neutral (Uzar & Eyuboglu, 2024).

The relationship between environmental degradation and human development is one of the issues that has been the subject of considerable study in the literature in recent years. The use of gross domestic product growth as the sole measure of welfare fails to take account of the human element. Consequently, the human development variable, which represents welfare in a more comprehensive manner by incorporating the dimensions of education, health and income, has been included in the analyses of many studies in recent years.

The impact of foreign direct investments on the environment, which is included as a control variable in the study, is one of the most frequently studied issues in the literature. These studies are based on the pollution haven hypothesis proposed by Pethig (1976). However, Porter & van der Linde (1995) argue that the pollution halo hypothesis may also be valid.

In the literature, the dominant view is that there is a positive relationship between institutional quality and environmental performance. However, there are also reports that institutions can have a negative impact on the

environment, and that there is no relationship between institutional quality and environmental quality. Furthermore, Dasgupta & De Cian (2018) highlight that the indicators used to assess the impact of institutional quality on environmental quality can produce different results.

In a Türkiye-specific study, Mukiyen-Avcı (2023) analysed the period 1984-2018 and reported that foreign direct investments increase the ecological footprint, but institutional quality (an index consisting of 12 indicators), which interacts with foreign direct investments, reverses this effect and protects the environment. In another study, Kirikkaleli & Osmanlı (2023) found that political stability reduced carbon emissions in the period 1990-2019.

In this study, the determinants of carbon intensity in Türkiye are investigated through the application of time series techniques utilising secondary data. The model incorporates a number of variables, including carbon intensity, income inequality, renewable energy consumption, foreign direct investment and human development variables. In order to gain a more comprehensive understanding of the factors influencing carbon intensity, a series of institutional indicators were incorporated into the model. These included accountability, civil liberties, political corruption, participatory democracy and the rule of law index. The models, which were established using the aforementioned variables, were then re-estimated with the additional institutional indicators. Given that the first available data on human development is from 1990, the period subject to analysis was defined as 1990-2022.

In order to elucidate the asymmetric impact of income inequality in the study, the augmented nonlinear ARDL method was employed in accordance with the procedures outlined by Pesaran et al. (2001), Shin et al. (2014) and Sam et al. (2019). The stationarity of the variables was evaluated through the implementation of ADF, DF-GLS and KPSS preliminary tests.

The stationarity tests indicate that the variables are stationary at the level or first differences, thereby ruling out the possibility of an I(2) process. Consequently, the long-run relationship between the variables can be analysed using the ARDL method.

The analysis of Model 1 revealed an asymmetry in the income inequality variable. The results of the Bounds test indicated the presence of a strong cointegrated relationship. The long-run coefficient estimation results demonstrated that all symmetric variables exert a negative influence on carbon intensity.

A one-unit increase in foreign direct investment is associated with a reduction in carbon intensity of 0.07%. Similarly, a one-unit increase in human development is linked to a 2.73% reduction in carbon intensity, while a 1% increase in renewable energy consumption is associated with a 0.26% reduction in carbon intensity. With regard to income inequality, the impact of positive shocks on carbon intensity is more severe than that of negative shocks. A 1% positive shock in income inequality is associated with an increase in carbon intensity of 10.58%, while a 1% negative shock is linked to a decrease in carbon intensity of 5.24%.

In the models where institutional indicators were incorporated, cointegration relationships could be confirmed only in the models with accountability and civil rights indices. The long-run elasticity coefficient of both indices was found to be insignificant. The introduction of institutional quality indicators into the model did not result in a change to the significance or direction of other variables, nor did it lead to a significant alteration in their severity.

This study examines the influence of income inequality, renewable energy consumption, foreign direct investment, human development and institutional quality on carbon intensity in Türkiye over the period 1990-2022. The findings of the analysis indicate that increases in income inequality have a detrimental impact on the environment, whereas decreases in inequality have a protective effect. Additionally, the results suggest that renewable energy, foreign direct investment, and human development can contribute to reducing environmental degradation. However, in models where five distinct institutional quality indicators are employed, the influence of institutional developments on the environment is found to be inconsequential.

The absence of a trade-off between inequality and environmental degradation indicates that policies designed to promote a more equitable distribution of income in Türkiye can simultaneously enhance environmental quality. This finding implies that the ecological and social dimensions of sustainable development for Türkiye can be achieved through a mutually beneficial strategy. Furthermore, the finding that the detrimental impact of increased income inequality on environmental quality may outweigh the positive effect of decreased income inequality necessitates the avoidance of initiatives that may exacerbate income inequality.

This study, which examines the influence of institutions on the attainment of carbon neutrality, reveals that institutional quality does not serve as a driving force in the mitigation of environmental degradation. While this ineffectiveness may be attributed to an institutional quality that falls below the global average, it is evident that the quality of institutions should be enhanced when the findings of previous studies are taken into account. The prioritisation of economic growth by governments may inadvertently result in environmental considerations being relegated to a secondary position. In order for the negative external costs of the production process to be reflected on the perpetrators of environmental

pollution, it is first necessary to ensure that the control and sanction mechanisms of the institutions in question are sufficiently robust. In order for the incentives and tax reductions for environmentally friendly companies to be applied to penalties imposed on polluting companies, it is first necessary to establish public confidence in the strength of the institutions responsible for enforcing these policies. The existence of legal loopholes in environmental legislation and the widespread impunity that results from them may lead to environmental disasters. Furthermore, if there is pressure on civil liberties in a country, the voices of environmental non-governmental organisations are muted and their influence is reduced.