

Gelir Eşitsizliği, Ekonomik Büyüme, Küreselleşme ve Karbondioksit Emisyonları Arasındaki Bağlantının Ortaya Çıkarılması: E7 Ülkelerinden Kanıtlar

Unveiling the Nexus Between Income Inequality, Economic Growth, Globalization, and Carbon Dioxide Emissions: Evidence from E7 Nations

Gazi POLAT *
Volkan HAN **

ÖZ

İklim değişikliği ve gelir dağılımında adaletsizlik, ekonomi literatüründe geniş kapsamlı araştırmalara konu olmuş, önemli ve çok boyutlu meselelerdir. Gelir eşitsizliği, ekonomik büyüme ve kalkınma üzerindeki olumsuz etkilerinin yanı sıra, çeşitli mekanizmalar aracılığıyla çevresel kaliteyi ve toplum sağlığını da negatif yönde etkileyebilir. Bu çalışmada, karbon emisyonları ve gelir dağılımında adaletsizlik arasındaki dinamik ilişkiyi ekonomik büyüme ve küreselleşme bağlamında E7 ülkeleri için analiz etmek amaçlanmıştır. Literatürde, gelir dağılımındaki adaletsizliğin çevresel kaliteyi, özellikle karbon emisyonlarını etkileyebileceği vurgulanırken, karbon emisyonlarındaki değişimin de gelir dağılımını etkileyebileceğine ilişkin çeşitli mekanizmalar önerilmektedir. Bu çalışmada, 1990-2018 yılları arasında E7 ülkeleri için yıllık veriler kullanılarak Panel VAR analizi gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları, karbon emisyonlarının ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini artırdığını, küreselleşmenin ise gelir eşitsizliğini azalttığını göstermektedir. Granger nedensellik analizinde ise, gelir dağılımı ve CO2 arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmuştur; bu, gelir dağılımını iyileştirmeye yönelik politikaların CO2 emisyonlarını azaltabileceğini ve benzer şekilde, CO2 emisyonlarının kontrol edilmesinin de gelir dağılımını daha adil hale getirebileceğini göstermektedir. Gelir dağılımı ile küreselleşme arasında da çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir, bu da küreselleşmenin gelir dağılımını iyileştirebileceğini ve daha adil bir gelir dağılımının küreselleşmeyi teşvik edebileceğini ortaya koymaktadır. Son olarak, ekonomik büyümenin gelir dağılımındaki adaletsizliği artırıcı bir etki yaptığı belirlenmiştir. Bu bulgular, çevresel ve ekonomik politikaların gelir dağılımı üzerindeki etkilerini dikkate alarak, politika yapıcıların daha dengeli ve adil bir büyüme stratejisi geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Bu çalışma, E7 ülkeleri gibi hızlı ekonomik büyüme dinamiklerine sahip gelişmekte olan ülkeler için çevre ve ekonomi politikalarının uyumlu ve entegre bir şekilde ele alınması gerektiğini göstermektedir.

ANAHTAR KELİMELER

Gelir Eşitsizliği, Karbon Emisyonu, Panel Var Analizi

* Öğr. Gör. Dr., Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi, Yönetim Bilişim Sistemleri, gazipolat@ahievran.edu.tr, ORCID: 0000-0002-9797-4017

** Doç. Dr., Nevşehir Hacı Bektaş Veli Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, volkanhan@nevsehir.edu.tr, ORCID: 0000-0003-3180-4186

ABSTRACT

Climate change and injustice in income distribution are important and multidimensional issues that have been the subject of extensive research in the economic literature. Income inequality, in addition to its negative effects on economic growth and development, can also negatively affect environmental quality and public health through various mechanisms. This study aims to analyze the dynamic relationship between carbon emissions and injustice in income distribution for the E7 countries in the context of economic growth and globalization. While it is emphasized in the literature that injustice in income distribution can affect environmental quality, especially carbon emissions, various mechanisms are suggested for how changes in carbon emissions can also affect income distribution. In this study, Panel VAR analysis was carried out using annual data for the E7 countries between 1990 and 2018. The analysis results show that carbon emissions and economic growth increase income inequality, while globalization decreases income inequality. In the Granger causality analysis, a bidirectional causality relationship was found between income distribution and CO₂; This shows that policies to improve income distribution can reduce CO₂ emissions and similarly, controlling CO₂ emissions can make income distribution more equitable. A bidirectional causality relationship has also been found between income distribution and globalization, which suggests that globalization can improve income distribution and that a more equitable income distribution can encourage globalization. Finally, it has been determined that economic growth has an increasing effect on income distribution inequality. These findings emphasize that policy makers should develop a more balanced and equitable growth strategy by taking into account the effects of environmental and economic policies on income distribution. This study shows that environmental and economic policies should be addressed in a harmonious and integrated manner for developing countries with rapid economic growth dynamics, such as the E7 countries.

KEYWORDS

Income Inequality, Carbon Emission, Panel Var Analysis

	Makale Geliş Tarihi / Submission Date 31.07.2024	Makale Kabul Tarihi / Date of Acceptance 01.10.2024
Atıf	Polat, G. ve Han, V. (2024). Gelir Eşitsizliği, Ekonomik Büyüme, Küreselleşme ve Karbondioksit Emisyonları Arasındaki Bağlantının Ortaya Çıkarılması: E7 Ülkelerinden Kanıtlar. <i>Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi</i> , 27 (2), 641-656.	

GİRİŞ

Karbon emisyonları ve gelir adaletsizliği arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek, uygulanacak politikalar ve oluşacak maliyetler hakkında bilgi sağlanması için kritik bir rol oynar (Piketty, 2014; UN, 2016). Her iki konu birçok çalışma da yer almış olsa da bu konuların birlikte ele alındığı çalışmalar nadirdir. İklim değişikliği konusunda temel bir gösterege olan karbon emisyonu ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek için teorik ve ampirik çalışmalar yapılmış çeşitli modeller geliştirilmiştir (Padhan, vd. 2019). Gelir eşitsizliği hakkında yapılan çalışmalarda ve oluşturulan modellerde, gelir adaletsizliğinin toplumsal gerginliği artırabileceği, yoksulluk kaynaklı göçü teşvik edebileceği ve çevre kalitesini düşürebileceği vurgulanmaktadır (Baek ve Gweisah 2013; Hao vd. 2016; Jorgenson vd. 2017). Bu nedenle gelir adaletsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi açıklayabilmek, sürdürülebilir kalkınmaya ulaşmak için gelir tahsisini iyileştirmeye destek sağlayabilir (Hübler, 2017). Aynı şekilde, çevre kalitesinde meydana gelen bozulmaların da oluşacak dışsallıklar yoluyla gelir adaletsizliğini etkileyebileceği çalışmalarda vurgulanmaktadır (Boyce, 1994; Khan ve Yahong, 2022; Khan, vd., 2023; Akçayır, 2024).

Gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki bağlantıyı kuran ilk mekanizmalardan birisi tüketim kalıplarıdır. Yüksek gelir düzeyine sahip haneler lüks mal ve hizmet tüketimi sebebiyle daha yüksek karbon emisyonlarına sebep olurken, düşük gelir düzeyine sahip haneler temel ihtiyaçlarını karşılamaya çalıştıklarından daha düşük karbon emisyonlarına sahip olabilir (Gilens ve Page, 2014). Tüketime dayalı emisyon sorumluluğu kamu politikalarının şekillenmesinde önemli bir role sahip olup bu durumun takip edilmesi mümkün olabilir. İkinci mekanizma ise politik ekonomi teorisidir. Gelir adaletsizliğinde meydana gelen artış, toplumda siyasi gücün eşit dağılmamasından dolayı zayıf çevresel politikaların uygulanmasına sebep olabilir (Torras ve Boyce, 1998).

Gelir adaletsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkinin dinamiklerini derinlemesine analiz edebilmek için panel veri modelleri oldukça uygun bir yöntem olarak öne çıkmaktadır (Barros vd. 2020). Panel veri analizleri hem zamana hem de birimler arası farklılıklara duyarlılık gösterdiğinden, bu tür karmaşık ilişkilerin daha kapsamlı bir şekilde incelenmesine olanak tanır. Özellikle gelir eşitsizliğinin karbon emisyonları üzerindeki etkisinin homojen olmadığı, zaman ve mekâna göre değişiklik gösterebileceği literatürde vurgulanmaktadır. Liu vd. (2019) çalışmasında da belirtildiği gibi, daha yüksek gelir eşitsizliği kısa vadede karbon emisyonlarını artırma eğiliminde olmasına rağmen, uzun vadede özellikle kişi başına daha yüksek emisyonlara sahip bölgelerde karbon azaltımını teşvik edebileceği ortaya konmuştur. Bu bulgu, gelir eşitsizliğinin çevresel etkilerinin yalnızca ekonomik kalkınma düzeyi ve politikalarla sınırlı kalmayıp, bölgesel farklılıklarla da şekillendiğini göstermektedir. Küreselleşme ve ekonomik büyümenin çevresel bozulmayı artırma potansiyeli ise, gelir adaletsizliğini daha da derinleştirebilir; dolayısıyla iklim değişikliği ile mücadele politikaları oluşturulurken bu faktörlerin dikkate alınması gerekmektedir (Starr vd. 2023). Bu bağlamda, makalemizde panel veri analizini tercih etmemizin temel nedeni, gelir eşitsizliği ile karbon emisyonları arasındaki çok boyutlu ilişkiyi daha hassas bir şekilde ölçebilme kapasitesine sahip olmasıdır.

Bu çalışma, literatürdeki diğer araştırmalardan farklı olarak, gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi incelerken, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve küreselleşmenin bu eşitsizlik üzerindeki etkilerini de kapsamlı bir şekilde analiz etmektedir. Panel Vektör Otoregresyon (PVAR) yöntemi kullanılarak gerçekleştirilen bu analiz, değişkenler arasındaki dinamik etkileşimleri ve dışsal şoklara karşı tepkileri ölçme yeteneğiyle diğer yaklaşımlardan ayrılmaktadır. Ayrıca, sonuçların güvenilirliğini artırmak amacıyla, destekleyici analizler de yapılmış ve elde edilen bulguların tutarlılığı dikkatle incelenmiştir. Çalışmamızın temel amacı, gelir eşitsizliği ile karbon emisyonları arasındaki ilişkinin daha geniş bir perspektiften incelenmesine katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda, gelir eşitsizliği bağımlı değişken olarak modele dahil edilirken, karbon emisyonları, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve küreselleşme endeksi bağımsız değişkenler olarak modele eklenmiştir. Bu yapı, gelir adaletsizliği üzerinde karbon emisyonlarının ve diğer ekonomik faktörlerin dinamik etkilerini analiz etmeyi amaçlamaktadır.

Araştırma, 1990-2018 yılları arasında E7 ülkeleri (Çin, Hindistan, Brezilya, Meksika, Endonezya, Rusya ve Türkiye) için yıllık veriler kullanılarak gerçekleştirilmiş ve bu ilişkinin incelenmesinde Panel Vektör Otoregresyon (PVAR) yöntemi tercih edilmiştir. PVAR yöntemi, değişkenler arasındaki karşılıklı etkileşimi dikkate alması, içsellik sorunlarını azaltması ve sistemde meydana gelen dışsal şoklara tepkileri ölçme yeteneği gibi önemli avantajlar sunmaktadır (Teng vd., 2021). Bu nedenle, gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkinin çok boyutlu dinamiklerini daha doğru bir şekilde değerlendirmek için PVAR yöntemini kullanmak uygun görülmüştür.

Çalışmanın ilerleyen bölümlerinde, önce teorik ve ampirik literatür ayrıntılı şekilde ele alınmış, ardından kullanılan veri seti ve metodoloji açıklanmıştır. Son olarak, ampirik bulgular tablolar halinde sunulmuş ve bu

bulgular ışığında politika önerilerine yer verilmiştir. Bu çalışma, gelir eşitsizliğinin yalnızca karbon emisyonlarının bir sonucu olarak değil, aynı zamanda ekonomik büyüme, küreselleşme ve doğrudan yabancı yatırımlar gibi diğer faktörlerin etkileşimiyle de nasıl şekillendiğini inceleyen özgün bir bakış açısı sunmaktadır.

1. LİTERATÜR TARAMASI

Gelir adaletsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkinin temelindeki teorik çerçeve, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezini de içerecek şekilde çevresel araştırmaların birçok dalından faydalanır. EKC hipotezi, çevresel bozulma ile ekonomik büyüme arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürerken, ekonominin ilk aşamalarında meydana gelen büyümenin kirlilik artışına yol açtığını ve belirli bir büyüklüğe (gelir seviyesine) ulaştıktan sonra meydana gelecek büyümenin çevresel iyileştirmede etkili olduğunu ileri sürmektedir (Huang ve Duran, 2020). Gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi anlamak için, literatürde gelir eşitsizliğinin çevre kalitesini dolaylı olarak etkilediğini vurgulayan politik ekonomi teorisi (Torras ve Boyce, 1998) ve gelir eşitsizliğinin tüketimdeki değişiklikler ile kirliliği etkilediğini vurgulayan tüketim teorisi (Ravallion vd. 2000; Heerink vd. 2001) geliştirilmiştir.

Gelir adaletsizliği ve karbon emisyonları arasındaki dinamik ilişki ise, çevre politikaları ve sosyoekonomik eşitlikler için karmaşık etkileri olan bir alandır. Bu etkileşim gelir seviyesindeki farklılıklardan etkilenen karbon ayak izindeki değişimlerden dolayı ilgi görmüştür. Bu ilişkiyi araştırmak için, regresyon, kantil regresyon, panel regresyon modelleri de dahil olmak üzere farklı araştırma metodolojileri kullanılmıştır.

Kuznets, (2019) ve Fodha ve Zaghoud (2010), ülkelerin hızlı ekonomik büyümesine gelir eşitsizliğindeki artış ve çevresel bozulmanın eşlik ettiğini belirtmektedir. Jorgenson vd. (2017) ise gelir adaletsizliği ve karbon emisyonu arasındaki ilişkinin son dönemler de uluslararası literatür tarafından büyük ilgi gördüğünü yazmıştır. İki faktör arasındaki ilişki ampirik ve teorik çalışmalarda incelenmiş olup teorik çalışmalar üç farklı şekilde sınıflandırılmaktadır.

Birincisini, Schor (1998) ve Bowles ve Park (2005), gelir adaletsizliğinde meydana gelen sürekli bir artışın, iş gücü piyasasında daha uzun çalışma saatlerine yol açabileceğini ve bu durumda enerji tüketimini arttırarak karbon emisyonlarını yükseltebileceği şeklinde açıklamaktadır. İkincisini, Ravallion vd. (2000), gelir artışı sonucunda marjinal emisyon eğilimi daha düşük hale gelebilir bu durumda karbon emisyonlarını düşürebilir yönünde açıklamaktadır. Sonuncusu ise, Boyce (1994) tarafından, gelir eşitsizliğinin çevresel bozulmaya yol açmasındaki sebep toplumda üst gelir grubunda yer alanların lüks tüketimleri sonucunda daha fazla karbon emisyonuna sebep olmaları olarak açıklanmaktadır.

Örneğin son durumla ilgili olarak, Golley ve Meng (2012) de, farklı gelir seviyelerine sahip kesimlerin karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz etmek için Çin'e ait anket verileri kullanarak yaptıkları analiz de zengin hanelerin daha fazla harcama ve enerji tüketimine sebep olduğu bunun sonucunda fakir hanelerden daha fazla kişi başı karbon emisyonu ortaya çıkardıkları sonucuna ulaşılmıştır. Zhang ve Zhao (2014) de ise yine Çin örneği için adil bir gelir dağılımının karbon emisyonlarını kontrol etmede daha etkili olabileceğini vurgulamıştır.

Ampirik analizlerde ise gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi araştırmak için farklı veri türleri ve metotlar kullanılmış olup mevcut literatür önemli sonuçlara ulaşmıştır. Bu sonuçlara ilişkin örnekler Tablo 1'de paylaşılmıştır. Dolayısıyla karbon emisyonları ve gelir eşitsizliği arasında hem teorik hem ampirik olarak fikir birliğine varılan bir durum yoktur.

Tablo 1: Karbon Emisyonları ve Gelir Eşitsizliği Arasındaki İlişkiye Dair Ampirik Çalışmalar.

Yazar	Ülke	Yöntem	Sonuç
Qu ve Zhang (2011)	36 Ülke	Panel Regresyon	Negatif
Baek ve Gweisah (2013)	ABD	Panel ARDL	Pozitif
Hao vd. (2016)	23 Çin Eyaleti	Panel GMM	Pozitif
Ali vd. (2016)	18 Afrika Ülkesi	Panel ARDL	-
Jorgenson vd. (2017)	ABD	Sabit ve Rastagele Etki Modelleri	Pozitif
Hübler (2017)	Panel Kantil Regresyon	149 Ülke	Pozitif

Grunewald vd. (2017)	158 Ülke	Panel Regresyon	Düşük ve Orta Gelirli Ülkeler (-) Yüksek Gelirli Ülkeler (+)
Demir vd. (2019)	Panel ARDL	Türkiye	Negatif
Liu vd. (2019)	50 ABD Eyaleti	Panel Kantil Regresyon	Pozitif, Negatif ve Karmaşık
Khan (2019)	Asya Ülkeleri	GMM	Negatif
Hailemariam vd., (2020)	17 OECD	Panel Regresyon	Pozitif
Chen vd. (2020)	G20	Panel Kantil Regresyon	Negatif
Uddin vd. (2020)	G7	Panel Regresyon	1870 – 1880 Pozitif 1950 – 2000 Negatif 2000 – 2014 İlişki Yok
Wu ve Xie (2020)	78 Ülke	Panel ARDL	Pozitif
Cho (2021)	OECD	Panel Regresyon	Negatif
Wan vd. (2022)	217 Ülke	Panel Regresyon	Pozitif
Safar (2022)	Fransa	ARDL	-
Gao ve Fan (2023)	38 Ülke	GMM	Pozitif
Uzar ve Eyüboğlu (2023)	ABD	Panel ARDL	Pozitif
Wang vd., (2023)	139 Ülke	Panel Regresyon	Negatif
Hou vd. (2024)	43 Ülke	MRIO Modeli (Girdi Çıktı)	Negatif
Ogede vd., (2024)	32 Afrika Ülkesi	Panel ARDL	Negatif

Tablo 1 de verilen ampirik çalışmaların sonuçları incelendiğinde, gelir adaletsizliğinin çevre kalitesi üzerinde kötü bir etki yaptığını ve eşitsizliğin karbon yoğun ürünlerin tüketiminde artışa yol açtığını öne süren (Baek ve Gweisah (2013), Hao vd. (2016), Jorgenson vd. (2017), Hübler (2017), Hailemariam vd., (2020), Uzar ve Eyüboğlu (2023)) sonuçlara ulaşıldığı gibi, gelir eşitsizliğinin çevresel kaliteyi iyileştirebileceği yani gelir dağılımının dengeli olması durumunda orta kesime geçiş yapan yoksul sınıfın daha az karbon yoğun ürünler tüketeceği (Ou ve Zhang (2011), Demir vd. (2019), Khan (2019), Chen (2020), Cho. (2021), Wang vd., (2023), Ogede vd., (2024)) sonucuna ulaşan çalışmalar mevcuttur.

Yukarıda özetleri verilen literatürden anlaşılacağı üzere, gelir eşitsizliği ve karbon emisyonları arasındaki ilişki hem teorik hem de ampirik olarak detaylı araştırılan konular olmuştur. Sonuçlar seçilen ülke örneklemini ve analiz yöntemlerine göre farklılıklar göstermektedir. Çalışmalarda genellikle benzer olarak gelir eşitsizliğinin, karbon emisyonu üzerindeki etkisi farklı kontrol değişkenler kullanılarak incelenmiştir. Şöyle ki çevresel bozulmanın, gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini incelemeye odaklanan çalışmalar (Khan ve Yahong, 2022; Khan, vd. 2023) ise literatür de yetersiz kalmıştır. Karbon emisyonlarının gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini inceleyen Khan ve Yahong (2022), 18 gelişmekte olan Asya ülkesi için panel veri analizi yöntemini kullanmış ve karbon emisyonlarındaki artışın, gelir eşitsizliğini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Khan, vd. (2023) ise, karbon emisyonlarının, gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini panel veri analizi yöntemini kullanarak, gelişmiş, gelişmekte olan ve kuşak yol ülkeleri için incelemiş ve karbon emisyonlarındaki artışın gelir eşitsizliğini azalttığı şeklinde ters bir ilişkiye ulaşmıştır.

2. METODOLOJİ

2.1. Veri Seti, Yöntem ve Model

Bu çalışmada, E7 (Çin, Hindistan, Brezilya, Meksika, Endonezya, Rusya, Türkiye) ülkeleri için gelir eşitsizliği ile karbon emisyonu, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, ekonomik büyüme ve küreselleşme arasındaki ilişkinin incelenmesi amaçlanmıştır. Ampirik analiz, E7 ülkelerinin 1990-2018 yılları arasındaki

yıllık veri seti kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Gelir eşitsizliği verileri, Solt'un Standartlaştırılmış Dünya Gelir Eşitsizliği Veri Tabanı'ndan (SWIID) elde edilen Gini katsayısı ile ölçülmüştür. E7 ülkeleri, hızla gelişen ekonomileri ve küresel ekonomideki artan rolleri nedeniyle seçilmiştir. Analizde kullanılan değişkenlerin tanımları ve veri kaynakları Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: Değişken Tanımları ve Veri Kaynakları.

Değişken	Kısaltma	Veri Tabanı
Gelir Eşitsizliği	GINI	SWIID V.9.3
Karbon Emisyonu	CO2	BP
Doğrudan Yabancı Yatırımlar	FDI	Dünya Bankası (DB)
Ekonomik Büyüme (2017 Sabit \$)	GDP	Dünya Bankası (DB)
Küreselleşme Endeksi	KOF	KOF Swiss Economic Institute

Çalışmanın analiz kısmında model ve tanımlayıcı istatistiklere yer verildikten sonra, analizlerde değişkenlerin kararlılıklarını test etmek için birim kök testleri kullanılır. Birim kök testleri değişkenlerin zaman için de durağan olup olmadığını yani birim kök içerip içermediğinin anlaşılması bakımından önemlidir. Durağanlık denklem 1 de gösterildiği şekilde hesaplanabilir.

$$Y_{it} = \alpha_1 Y_{it-1} + \beta_1 X_{it} + \mu_{it} + \epsilon_{it} \quad (1)$$

Birim kök testi sonrasında analiz olarak Panel Vektör Otoregresyon (PVAR) modeli tercih edilmiştir ve vektör otoregresyonunun avantajlarını panel veri analiziyle birleştirme kabiliyetleri nedeniyle uygulamalı araştırmalarda giderek daha popüler hale gelmiştir. Bu metodoloji, bireysel heterojenliği etkili bir şekilde ele alarak makroekonomik etkiler, ekonomik büyüme ve çevre koruma gibi çeşitli disiplinlerde uygulanabilir (Yang vd. 2023). PVAR modeli hem birinci fark hem de sistem GMM tahmin edicilerini içeren Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) çerçevesini kullanır ve içsel değişkenlerin yanı sıra önceden belirlenmiş ve dışsal değişkenlerin çoklu gecikmelerini barındırır (Sigmund ve Ferstl 2021). Bu yöntem, standart VAR tekniğini panel veri yaklaşımıyla bütünleştirerek gözlemlenemeyen bireysel heterojenliği hesaba katar (Love ve Zicchino 2006; Abrigo ve Love 2016). Bu strateji, eş zamanlı ve gecikmeli hareket biçimlerine ve değişkenler ile uluslararası dalgaların zamanla değişen korelasyon modellerine izin verir (Canova vd. 2007). Sonuç olarak, PVAR metodolojisi, doğru ve tutarlı tahminler, olası içsellik sorunlarının azaltılması, değişkenler arasındaki etkileşimlerin analizi ve dışsal şoklara yanıt verme yeteneği gibi çeşitli avantajlar sunar (Teng vd. 2021). Bu avantajlarından dolayı çalışmada tercih edilmiştir.

PVAR yöntemi, klasik VAR modellerinin panel veri setlerine uygulanmış versiyonu olup, değişkenler arasındaki eş zamanlı etkileşimlerin dinamik bir şekilde incelenmesine olanak tanır. Bu yöntem, özellikle etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırması yoluyla değişkenler arasındaki nedensellik ve dışsal şokların etkilerini değerlendirme açısından oldukça faydalıdır. Klasik VAR modelleri, PVAR modeli, tüm değişkenleri içsel olarak ele alır ve bireysel gözlemlenmeyen heterojenliği hesaba katar, bu da PVAR modelini büyük veri kümelerini değerlendirmek için özellikle daha faydalı yapar. Sims (1980) tarafından tanımlanan standart VAR tekniği, tüm değişkenleri dinamik ve statik olarak ele alarak çok değişkenli ve eş zamanlı denklem modellerine bir alternatif sunar. PVAR modelleri, hata terimlerinin kovaryans matrisine bir yapı dayatarak kesitsel heterojenliği dahil eder (Canova ve Ciccirelli, 2013). Bu çalışmada Love ve Zicchino (2006) tarafından geliştirilen ve Abrigo ve Love (2016) tarafından güncellenen PVAR yönteminin son versiyonu tercih edilmiştir. PVAR modelinde, bağımlı değişkenlerin geçmiş değerlerine ve dışsal değişkenlere dayalı etkileşimler dikkate alınarak sistematik bir analiz yapılmaktadır. PVAR modeli şu şekilde tanımlanır:

$$A_{it} = A_{it-1}S_1 + A_{it-2}S_2 + A_{it-3}S_3 + \dots + A_{it-p+1}S_{f-1} + A_{it-p}S_f + L_{it}Z + k_i + u_{it} \quad (2)$$

Burada, A_{it} , bağımlı değişkenlerin vektörünü, L_{it} ise dışsal değişkenlerin vektörünü temsil eder. k_i panel sabit etkileri, u_{it} ise hata terimidir. S_1, S_2, \dots, S_f matrisleri ve Z parametreleri, modelde tahmin edilen katsayılardır (Abrigo ve Love, 2016). Bu yapı, modeldeki tüm değişkenlerin eş zamanlı etkileşimlerini incelemek ve içsellik sorunlarını azaltmak için kullanışlı bir çerçeve sunmaktadır. Gelir eşitsizliğini ifade eden GINI değişkeni, bağımlı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Bağımsız değişkenler ise karbon emisyonu (CO2), doğrudan yabancı yatırımlar (FDI), ekonomik büyüme (GDP) ve küreselleşme endeksi (KOF) olarak belirlenmiştir. Bu değişkenler, araştırmanın amacına uygun olarak, karbon emisyonu, doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve küreselleşmenin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisini incelemek üzere

seçilmiştir. Analizde kullanılan tüm değişkenlerin doğal logaritması alınmış olup, modelde kullanılan değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 3'te sunulmuştur.

Tablo 3: Tanımlayıcı İstatistikler

	<i>GINI</i>	<i>CO2</i>	<i>FDI</i>	<i>GDP</i>	<i>KOF</i>
Gözlem	203	203	203	203	203
Mean	1.62929	-.5295055	.1822167	12.01919	1.759246
Mak.	1.740363	.1285866	.7914718	13.13012	1.857513
Min.	1.38739	-.8987963	-1.565023	11.43178	1.501991
St. Hata	.0611894	.2623414	.3896183	.3414809	.0739433
Skewness	-0.787459	0.710235	-1.258964	1.074165	-1.170096
Jarque-Bera	30.79964	20.60823	93.03995	60.53322	58.12593

Bu çalışmada, analizlere başlamadan önce değişkenlerin durağanlığı incelenmiş ve daha sonra PVAR yaklaşımı kullanılmıştır. PVAR yaklaşımı, gelir eşitsizliği ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi E7 ülkeleri bağlamında incelemek için sağlam bir çerçeve sunar. Gelişmiş ekonometrik teknikleri kullanarak ve bireysel heterojenliği ile çeşitli bağımlılık biçimlerini ele alarak, PVAR modeli bu değişkenler arasındaki dinamik etkileşimlere dair değerli içgörüler sağlar ve ekonomik büyümeyi çevresel sürdürülebilirlikle dengelemeyi amaçlayan politika kararlarını bilgilendirir.

3. AMPİRİK BULGULAR

Bu bölüm, panel veri analizi çerçevesinde uygulanan birim kök testleri, gecikme uzunluğu seçimi, Panel VAR analizi, Granger nedensellik testi, etki-tepki fonksiyonları ve varyans ayrıştırması gibi temel ekonometrik yöntemleri içermektedir.

3.1. Birim Kök Testi Sonuçları

Panel yöntemlerinin güvenilir ve tutarlı sonuçlar verebilmesi için, veri setinin özelliklerinin önceden incelenmesi gerekmektedir. Bu bağlamda, yatay kesit bağımlılığını göz önünde bulundurarak Pesaran (2007) tarafından önerilen ikinci nesil CIPS ve CADF birim kök testleri kullanılmıştır. Özellikle CADF birim kök testi, geleneksel Dickey-Fuller testinin yatay kesit açısından genişletilmiş bir versiyonu olup, mekânsal otokorelasyona dikkat etmektedir. Bu test, her bir yatay kesitin zaman içerisindeki dinamiklerinin farklı olabileceği varsayımına dayanmaktadır (Pesaran, 2007). Bu sayede, farklı ekonomik birimler arasında gözlemlenen heterojenite dikkate alınmış ve bu doğrultuda birim kök testi uygulanmıştır. Tablo 4'te, heterojen panel veri setleri için CADF birim kök testi sonuçları ve Im, Pesaran ve Shin (2003) tarafından geliştirilen kesitsel bağımsızlık varsayımına dayalı CIPS birim kök testi sonuçları sunulmaktadır. Bu sonuçlar, analizin geçerliliği ve güvenilirliği açısından önemli bir temel teşkil etmektedir.

Tablo 4: Birim Kök Testi Sonuçları (CADF ve CIPS)

Değişken	CADF		CIPS	
	Stat, noc	Stat, noc (1.dif)	Stat, noc	Stat, noc (1.dif)
GINI	-1.734	-2.386**	-0.789	-1.916***
CO2	-1.603	-2.559***	-1.283	-3.752***
FDI	-3.258***	-3.873***	-1.973*	-5.340***
GDP	-2.386**	-3.014***	-1.222	-2.738***
KOF	-1.947	-3.650***	-1.475	-5.065***

Birim kök testlerinde sıfır hipotezi, serinin birim kök içerdiğini, yani durağan olmadığını belirtir. Otomatik gecikme uzunluğu seçimi, Schwartz Bilgi Kriteri'ne (SIC) dayalı olarak belirlenmiştir. Testlerde deterministik bileşenler olarak sabit terim (c) ve trend (t) kullanılmış olup, bu bileşenler sırasıyla bireysel kesişimin ve kesişim ile eğilimin istatistiksel olarak anlamlı olduğunu ifade eder. (***) %1 ** %5 * %10 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tüm değişkenler için kesitsel olarak artırılmış Augmented Dickey-Fuller (CADF) ve Cross-sectionally Augmented Im, Pesaran and Shin (CIPS) birim kök testleri uygulanmıştır. Her iki teste göre de tüm değişkenler birinci farkta (ΔX) ve g_{10} %5 düzeyinde diğer değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde durağan bulunmuştur, yani değişkenler I(1) olarak tanımlanmıştır. Bu, değişkenlerin birinci farklarının durağan olduğunu ve birim kök içermediğini göstermektedir. Bu durum belirli değişkenler için birim kök sürecinin sıfır hipotezinin

reddedilebileceğini göstermektedir. Sonuç olarak, analizin ikinci aşamasına geçilebilir. Analizin ikinci aşaması, en uygun gecikmeyi belirlemektir. En küçük MBIC, MAIC ve MQIC değerleri en uygun gecikmeyi belirler.

3.2. Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi ve Panel VAR Analizi

Birim kök testi analizinin ardından, aşırı parametrelendirme sorununu önlemek amacıyla, model için en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Gecikme uzunluğunun fazla ayarlanması durumunda değişkenler daha yüksek bir varyans gösterebilir (Katos, vd., 2000). Bu bağlamda, Tablo 5, E7 ülkeleri için optimum gecikme uzunluğunu belirlemek üzere modelde kullanılan gecikme uzunluğu seçim kriterlerini sunmaktadır. Akaike Bilgi Kriteri (AIC), Bayesian Bilgi Kriteri (BIC) ve Hannan-Quinn Bilgi Kriteri (HQIC) temel alınarak, en kısa gecikme süresinin optimum olduğu tespit edilmiştir.

Tablo 5: Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

(E7 Ülkeleri)	Cd	J	J pvalue	MBIC	MAIC	MQIC
1	1	81.3868	.2872407	-302.9105	-68.6132	-163.7025
2	1	35.42892	.9406783	-220.7693	-64.57108	-127.9639
3	.9999951	.021498	1	-179.3172	-60.9785	-114.3535

Tablo 5'te verilen sonuçlar, Panel Vektör Otoregresyon (PVAR) modeline geçişi sağlayan optimum gecikmenin 1 olduğunu belirtmektedir. Sonuç olarak, panel VAR (Vektör Otoregresyon) modeli uygulaması için bir dönemlik gecikme benimsenmiştir. Bu seçim, değişkenler arasındaki dinamiklerin ve etkileşimlerin etkin bir şekilde yakalanmasını sağlayarak analizin güvenilirliğini ve doğruluğunu artırmaktadır (Abrigo ve Love, 2016; Liu vd., 2019). Gecikme uzunluğunun belirlenmesinin ardından, Tablo 6'da E7 ülke grubu için PVAR sonuçlarını sunulmuştur.

Tablo 6: Panel VAR Modeli Tahmin Sonuçları

	<i>Katsayı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Z Değeri</i>
<i>lnGINI</i>			
<i>GINI</i> _{t-1}	1.082623***	.0321483	33.68
<i>CO2</i> _{t-1}	.1344549***	.0173881	7.73
<i>FDI</i> _{t-1}	.0015384	.0017273	0.89
<i>GDP</i> _{t-1}	.0808159***	.0146655	5.51
<i>KOF</i> _{t-1}	-.2016069***	.0358683	-5.62
<i>lnCO2</i>			
<i>GINI</i> _{t-1}	-.6000308***	.1250414	-4.80
<i>CO2</i> _{t-1}	.5694821***	.0674901	8.44
<i>FDI</i> _{t-1}	-.0023635	.0057217	-0.41
<i>GDP</i> _{t-1}	-.2800839***	.0538371	-5.20
<i>KOF</i> _{t-1}	.5316985***	.1323151	4.02
<i>lnFDI</i>			
<i>GINI</i> _{t-1}	-1.083745	.7954424	-1.36
<i>CO2</i> _{t-1}	-.0204521	.4566081	-0.04
<i>FDI</i> _{t-1}	.5837819***	.0473099	12.34
<i>GDP</i> _{t-1}	-.8526658***	.3129624	-2.72
<i>KOF</i> _{t-1}	3.131951***	.7695546	4.07
<i>lnGDP</i>			
<i>GINI</i> _{t-1}	-.0694299	.0448895	-1.55
<i>CO2</i> _{t-1}	-.0876663***	.0285707	-3.07
<i>FDI</i> _{t-1}	.0042656*	.0025347	1.68
<i>GDP</i> _{t-1}	.9249474***	.0183047	50.53
<i>KOF</i> _{t-1}	.1663212***	.043457	3.83
<i>lnKOF</i>			
<i>GINI</i> _{t-1}	.2955172***	.0508841	5.81

$CO2_{t-1}$.1510082***	.026276	5.75
FDI_{t-1}	.003656	.0025296	1.45
GDP_{t-1}	.0983389***	.0225233	4.37
KOF_{t-1}	.6903293***	.0587374	11.75

Tablo 6’da verilen sonuçlar incelendiğinde karbon emisyonları ve ekonomik büyümenin, gelir eşitsizliği üzerinde istatistiksel olarak pozitif ve anlamlı, küreselleşmenin ise negatif ve anlamlı bir etkisi olduğu görülmektedir. Doğrudan yabancı yatırımların ise gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi pozitif ancak anlamlı değildir. Öncelikle, E7 ülke grubu için üretilen analitik sonuçlar karbon emisyonu ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkiye ışık tutmaktadır. Artan karbon emisyonlarının E7 ülkelerinde gelir eşitsizliğini daha da kötüleştirdiği anlaşılmaktadır. Bu bulgu, karbon emisyonlarının, gelir eşitsizliğini artırdığı sonucuna ulaşan Ravallion vd. (2000), Khan ve Yahong (2022)’nin çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir. Karbon emisyonlarının ($CO2_{t-1}$) gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($\beta=0.1344549$, $p < 0.01$). Bu bulgu, artan karbon emisyonlarının gelir eşitsizliğini artırdığını ortaya koymaktadır. Karbon emisyonlarının yükselmesi, çevresel bozulmayı ve bunun sonucunda ekonomik ve sosyal eşitsizlikleri artırarak gelir dağılımını daha da adaletsiz hale getirebilir.

Çalışmaya dahil edilen diğer değişkenlerin sonuçları incelendiğinde, Doğrudan yabancı yatırımların (FDI_{t-1}) gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi ise istatistiksel olarak anlamlı değildir ($\beta=0.0015384$). Bu, doğrudan yabancı yatırımların gelir eşitsizliği üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Diğer taraftan, ekonomik büyümenin (GDP_{t-1}) gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($\beta=0.0808159$, $p < 0.01$). Bu sonuç, ekonomik büyümenin artmasının gelir eşitsizliğini artırdığını göstermektedir. Bu bulgu, ekonomik büyümenin belirli kesimlere daha fazla fayda sağladığını ve bu durumun gelir dağılımındaki adaletsizliği artırabileceğini düşündürmektedir. Küreselleşmenin (KOF_{t-1}) gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır ($\beta=-0.2016069$, $p < 0.01$). Bu sonuç, küreselleşmenin artmasının gelir eşitsizliğini azalttığını göstermektedir. Küreselleşme, piyasalara erişim ve teknolojik gelişmeler yoluyla daha geniş kitlelere ekonomik fırsatlar sunarak gelir dağılımını iyileştirebilir.

Genel olarak, panel VAR analizi sonuçları, karbon emisyonlarının ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini artırdığını, küreselleşmenin ise gelir eşitsizliğini azalttığını ortaya koymaktadır. Doğrudan yabancı yatırımların gelir eşitsizliği üzerinde belirgin bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, çevresel ve ekonomik politikaların gelir dağılımı üzerindeki etkilerini dikkate alarak, politika yapıcıların daha dengeli ve adil bir büyüme stratejisi geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Çalışmada ulaşılan sonuçlar, literatürde yer alan çalışmalardan; Khan ve Yahong (2022) ile tutarlılık gösterirken, Khan, vd. (2023) çalışması ile farklılık göstermektedir. Bu durum karbon emisyonlarının, gelir eşitsizliği üzerinde ülke gruplarına göre farklı etkiler gösterdiğini ispatlamaktadır. Dolayısıyla karbon emisyonlarının gelir eşitsizliği üzerinde meydana getireceği etkilerin, ülkelerin, küreselleşme derecesi, ekonomik gelişmişlik düzeyi ve ekonomik yapılarına bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği anlaşılmaktadır.

Karbon emisyonlarının gelir eşitsizliği üzerindeki etkilerin dışında, modelde kullanılan kontrol değişkenlerinden küreselleşmenin gelir eşitsizliği üzerine anlamlı ve olumsuz bir etkisi olduğu, ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini artırdığı, Grunewald vd. (2017) ve Hübler (2017) çalışmaları ile uyumluluk göstermektedir. Dolayısıyla ekonomik büyüme ve karbon emisyonlarındaki artış üst gelir grubuna daha fazla katkı sağlarken gelir dağılımındaki adaletsizliği artıracığı sonucu hem politik ekonomi teorisi hem de tüketim teorisi ile uyumluluk göstermektedir. Küreselleşmenin gelir eşitsizliğini azaltıcı etkisi ise, piyasalara erişim ve teknolojik gelişmeler yoluyla daha geniş kitlelere ekonomik fırsat sunmasıyla açıklanabilir. Doğrudan yabancı yatırımların (FDI) gelir eşitsizliği üzerindeki etkisinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması, literatürdeki bazı çalışmalarda gözlemlenen belirsizlikleri yansıtmaktadır (Ali vd. 2016). Bu bulgular, çevresel ve ekonomik politikaların gelir dağılımı üzerindeki etkilerini dikkate alarak, politika yapıcıların daha dengeli ve adil bir büyüme stratejisi geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır.

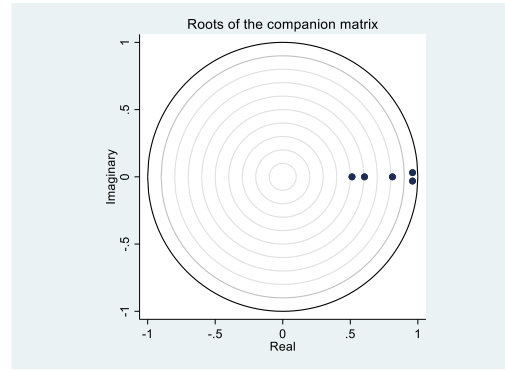
3.3. Bulguların Kararlılığı

Çalışmada kullanılan analiz sonuçlarının güvenilirlik düzeyinin test edilebilmesi için kararlılık koşulunun sağlanması gerekir. Tablo 7 incelendiğinde modül değerlerinin 1’den küçük olduğu ve oluşturulan modelin kararlı bir yapıya sahip olduğu anlaşılmaktadır. Kararlılık koşulunun değerleri Tablo 7’de, ülkeler için kararlılık koşulu ise Şekil 1’de gösterilmiştir.

Tablo 7: Kararlılık Durumu

Özdeğer		
Reel	Hayali	Modül
.9607749	.0312415	.9612827
.9607749	-.0312415	.9612827
.8119082	0	.8119082
.6050587	0	.6050587
.5126466	0	.5126466

Şekil 1: Polinom Köklerin Grafiği

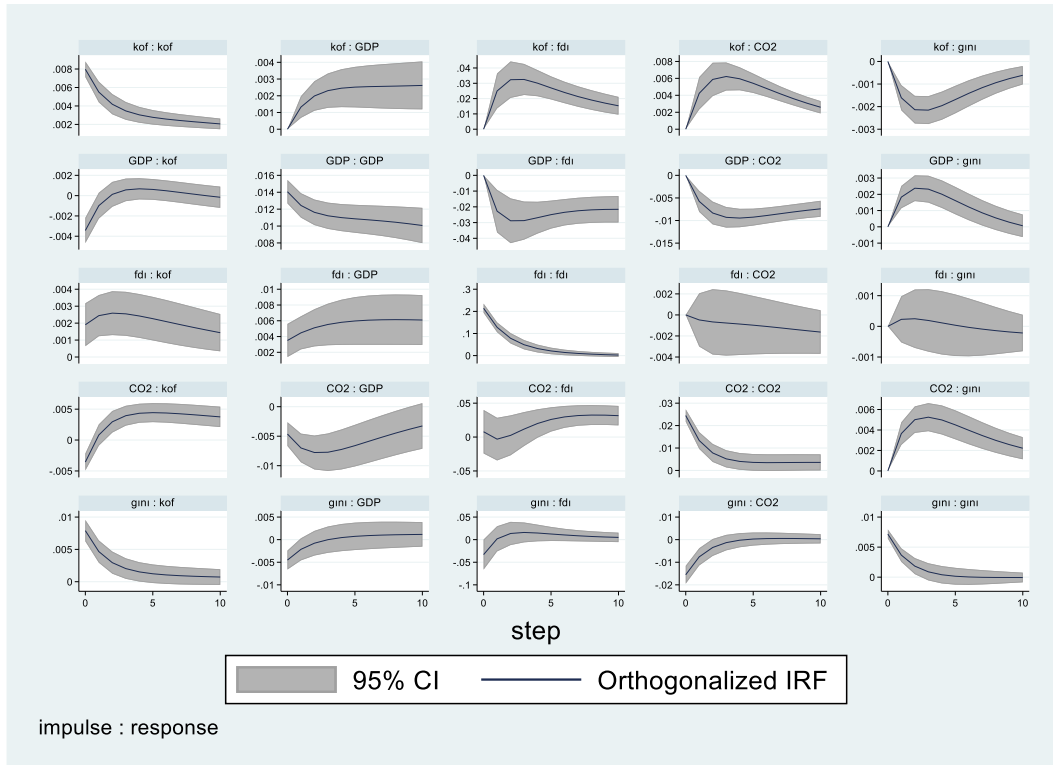


Tablo 7 ve Şekil 1 incelendiğinde, kurulan PVAR modelinin istikrarlı bir yapıya sahip olduğu, tüm köklerin daire içerisinde yer aldığı ve 1'den küçük olduğu görülmektedir.

3.4. Etki – Tepki Analizi

Etki-tepki fonksiyonları (IRF), bir değişkende meydana gelen bir şokun diğer değişkenler üzerindeki dinamik etkilerini incelemek için kullanılır. Bu analiz, sistemdeki tüm diğer değişkenlerin şoklarını sıfıra eşit tutarak, belirli bir değişkendeki şokun zaman içindeki etkilerini izler. IRF'ler, tahmin edilen VAR (Vector Autoregression) modelinin katsayılarından türetilir ve bu nedenle tahminlerin güvenilirliğini sağlamak için standart hatalar dikkate alınmalıdır (Love ve Zicchino, 2006). Aşağıdaki Şekil 2'de, her bir değişkenin diğer değişkenlerden gelen şoklara verdiği tepkileri göstermektedir.

Şekil 2. E7 Ülkeleri için Etki Tepki Grafikleri



Şekil 2, ekonomik büyüme (GDP) ve karbon emisyonları (CO2) gibi değişkenlerin, gelir dağılımı (GINI) üzerinde başlangıçta bozulma meydana getirdiğini, ancak bu etkilerin uzun vadede zamanla dengelendiğini ortaya koymaktadır. Özellikle ekonomik büyüme ve karbon emisyonlarındaki bir şok, kısa vadede gelir eşitsizliğini artırmakta, ancak bu etkiler zamanla azalarak orijinal duruma geri dönmektedir. Öte yandan, küreselleşmede (KOF) yaşanacak bir şokun, başlangıçta gelir eşitsizliğini azalttığı ve bu azalmanın uzun vadede dengeye ulaştığı gözlemlenmiştir. Küreselleşme, dış piyasalara erişim, teknolojik ilerlemeler ve uluslararası ticaretin artması yoluyla daha geniş kitlelere ekonomik fırsatlar sunabilir. Bu da başlangıçta gelir dağılımını iyileştirici etkilere sahip olabilir. Ancak, uzun vadede küreselleşmenin etkileri stabilize olur ve

sistem dengeye ulaşır. Sonuçlar, politika yapıcıların kısa vadeli olumsuz etkileri azaltmak ve uzun vadeli dengeyi sağlamak için çevresel ve ekonomik politikalar geliştirmeleri gerektiğini vurgulamaktadır. Özellikle, ekonomik büyümenin ve karbon emisyonlarının olumsuz etkilerini azaltmak için sürdürülebilir büyüme stratejileri ve çevre dostu politikalar benimsenmelidir. Aynı zamanda, küreselleşmenin olumlu etkilerini sürdürülebilir kılmak için uluslararası iş birlikleri ve ticaret anlaşmalarının desteklenmesi adaletli bir gelir dağılımı için önemli bir husus olarak görülmektedir.

3.5. Varyans Ayırıştırma Analizi

Varyans ayırıştırma analizi, Panel VAR modelindeki değişkenlerin dinamik ilişkilerini daha iyi anlamak için kullanılır. Bu analiz, bir değişimde meydana gelen değişimin belirli bir dönemdeki (10 yıl) diğer değişkenlerdeki şoklardan kaynaklandığını gösterir. Böylece, bir değişimde meydana gelen şokların diğer değişkenler üzerindeki etkisi zaman içinde değerlendirilir. Varyans ayırıştırma analizinin sonuçları, değişkenler arasındaki dinamik etkileşimlerin büyüklüğünü ve zaman içindeki dağılımını gösterir (Love ve Zicchino, 2006).

Tablo 8: E7 Ülkelerinin Varyans Ayırıştırması

Tepki değişkeni Tahmin ufku	Etki Değişkeni				
	GINI	CO2	FDI	GDP	KOF
GINI					
0	0	0	0	0	0
1	1	0	0	0	0
2	.7708856	.1580479	.0006198	.0397228	.030723
3	.5555336	.3123224	.0009303	.0730627	.058151
4	.4281049	.4088776	.0009381	.088977	.073102
5	.3564908	.4674862	.0008462	.0946899	.080487
6	.3148259	.5049608	.0007531	.0954534	.084006
7	.2894761	.530264	.0006968	.0939947	.085568
8	.2734276	.5480453	.0006907	.0917081	.086128
9	.2629158	.5608465	.0007385	.0893198	.086179
10	.2558152	.5701609	.00084	.087202	.085981

Tablo 8’de sunulan varyans ayırıştırma sonuçları, değişkenlerin hareketindeki değişimlerin ne kadarının kendi içsel şoklarından ve ne kadarının diğer değişkenlerdeki şoklardan kaynaklandığını göstermektedir. Başlangıçta, gelir eşitsizliği (Gini) varyansının tamamı kendi içsel şoklarından kaynaklanırken, zamanla bu etki azalmakta ve diğer değişkenlerden gelen şokların etkisi artmaktadır. İlk yılda, Gini değişkeninin tahmin hatası varyansı kendi içsel şoklarından kaynaklanmaktadır, bu da diğer değişkenlerin gelir dağılımı üzerinde başlangıçta belirgin bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Ancak, on yılın sonunda, Gini’nin hata varyansının büyük bir kısmı (%57) karbon emisyonlarındaki (CO2) şoklardan kaynaklanmaktadır. Bu, zaman içinde karbon emisyonlarının gelir eşitsizliği üzerindeki etkisinin önemli ölçüde arttığını göstermektedir. Ayrıca, hata varyansının %25’i Gini’nin kendi içsel şoklarından, %8’i ekonomik büyüme (GDP) şoklarından ve %8’i küreselleşme (KOF) şoklarından kaynaklanmaktadır.

Bu sonuçlar, karbon emisyonlarının zaman içinde gelir eşitsizliği üzerinde önemli bir etkisi olduğunu ve çevresel politikaların gelir eşitsizlikleri üzerinde uzun vadeli etkiler meydana getirebileceğini göstermektedir. Ekonomik büyümenin ve küreselleşmenin de gelir eşitsizliği üzerinde anlamlı etkileri olduğu, ancak bu etkilerin karbon emisyonlarına göre daha sınırlı kaldığı görülmektedir. Bu bağlamda, elde edilen bulgular, karbon emisyonlarının gelir dağılımı üzerindeki olumsuz etkilerini hafifletmek için çevre dostu politikaların ve sürdürülebilir kalkınma stratejilerinin önemini vurgulamaktadır. Ayrıca, küreselleşmenin ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliği üzerindeki etkilerinin dikkate alınması, bu süreçlerin adil ve kapsayıcı olmasını sağlamak için gerekli politikaların geliştirilmesine katkı sağlayabilir.

3.6. Panel Var Granger Nedensellik

Granger Nedensellik testi, iki seri arasındaki nedensellik ilişkisini belirlemek için kullanılan istatistiksel bir yöntemdir. Bu test, bir değişkenin geçmiş değerlerinin diğer değişkenin gelecekteki değerlerini tahmin etmekte yardımcı olup olmadığını değerlendirir. Panel VAR modeli ile kullanılan Granger Nedensellik testi, panel verisindeki nedensellik ilişkilerini analiz etme imkânı sunar. Bu bağlamda, PVAR Granger Nedensellik testi, gelir dağılımı (GINI), karbon emisyonları (CO2), doğrudan yabancı yatırımlar (FDI), ekonomik büyüme (GDP) ve küreselleşme (KOF) değişkenleri arasındaki nedensellik ilişkilerini incelemek için kullanılmıştır.

Tablo 9: Panel VAR Granger Nedensellik Analizi Sonuçları

		<i>Chi2</i>	<i>df</i>	<i>Prob>chi2</i>
GINI	CO2	59.793	1	0.000
	FDI	0.793	1	0.373
	GDP	30.367	1	0.000
	KOF	31.593	1	0.000
CO2	GINI	23.027	1	0.000
	FDI	0.171	1	0.680
	GDP	27.065	1	0.000
	KOF	16.148	1	0.000
FDI	GINI	1.856	1	0.173
	CO2	0.002	1	0.964
	GDP	7.423	1	0.006
	KOF	16.563	1	0.000
GDP	GINI	2.392	1	0.122
	CO2	9.415	1	0.002
	FDI	2.832	1	0.092
	KOF	14.648	1	0.000
KOF	GINI	33.729	1	0.000
	CO2	33.028	1	0.000
	FDI	2.089	1	0.148
	GDP	19.063	1	0.000

Tablo 9 incelendiğinde elde edilen sonuçlara göre, gelir dağılımı ve CO2 arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Bu bulgu, gelir dağılımını iyileştirmeye yönelik politikaların CO2 emisyonlarını azaltabileceğini ve benzer şekilde, CO2 emisyonlarının kontrol edilmesinin de gelir dağılımını daha adil hale getirebileceğini göstermektedir. Bu karşılıklı etkileşim, çevre ve ekonomi politikalarının birbiriyle uyumlu ve entegre bir şekilde ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır.

Gelir dağılımı ile küreselleşme arasında da çift yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu, küreselleşmenin gelir dağılımını iyileştirebileceğini ve aynı zamanda, daha adil bir gelir dağılımının küreselleşmeyi teşvik edebileceğini göstermektedir. Küreselleşme yoluyla piyasalara erişimin artması, teknolojik ilerlemeler ve uluslararası ticaretin genişlemesi, gelir dağılımındaki adaletsizlikleri azaltabilir. Aynı şekilde, gelir dağılımındaki iyileşmeler de daha fazla küresel entegrasyonu destekleyebilir.

Gelir dağılımı ve doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) arasında, Milanoviç (2002) ve Sylwester (2005)' in ulaştığı sonuçlara benzer olarak anlamlı bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır. Doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyüme üzerine anlamlı etkide bulunmaması, kaynaklardan eşit şekilde faydalanılmamasından kaynaklanabilir (Sylwester, 2005). Bu durum, doğrudan yabancı yatırımların gelir dağılımı üzerindeki etkilerinin doğrudan ve belirgin olmadığını, diğer faktörler ve politika araçlarının bu ilişkiyi etkileyebileceğini göstermektedir. Son olarak ekonomik büyüme ile gelir dağılımı arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ekonomik büyümenin artması, gelir dağılımındaki adaletsizliği artırıcı yönde etki yapmaktadır. Bu bulgu, ekonomik büyümenin belirli kesimlere daha fazla fayda sağladığını ve bu durumun gelir dağılımında

adaletsizliğe yol açabileceğini düşündürmektedir. E7 ülkeleri için, bu sonuçlar ekonomik politikaların sadece büyümeye odaklanmak yerine, büyümenin daha kapsayıcı ve adil bir şekilde dağılımını sağlamaya yönelik olması gerektiğini ortaya koymaktadır.

SONUÇ VE POLİTİKA ÖNERİLERİ

Bu çalışma, Panel VAR analizi kullanarak E7 ülkeleri için karbon emisyonları, ekonomik büyüme, gelir eşitsizliği ve küreselleşme arasındaki dinamik ilişkileri incelemiştir. Ampirik sonuçlar, karbon emisyonlarının ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliği üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Bu bulgu, artan karbon emisyonlarının ve ekonomik büyümenin E7 ülkelerinde gelir dağılımını daha da kötüleştirdiğini göstermektedir. Özellikle, ekonomik büyümenin belirli kesimlere daha fazla fayda sağladığı ve bu durumun gelir dağılımındaki adaletsizliği artırdığı anlaşılmaktadır. Ayrıca, küreselleşmenin gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bulunmuş olup, küreselleşmenin piyasalara erişim ve teknolojik gelişmeler yoluyla daha geniş kitlelere ekonomik fırsatlar sunarak gelir dağılımını iyileştirdiği tespit edilmiştir. Doğrudan yabancı yatırımların gelir eşitsizliği üzerindeki etkisi ise anlamlı bulunmamıştır. Doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyümeye olumlu katkı sağladığı ve ekonomik büyümenin de gelir eşitsizliğini artırdığı durumu birlikte değerlendirildiğinde, ekonomi de oluşan kaynaklardan tüm kesimlerin eşit şekilde faydalanmadığı ve gelir dağılımının olumsuz etkilendiği anlaşılmaktadır.

Analiz sonuçları, karbon emisyonları, ekonomik büyüme, küreselleşme ve gelir eşitsizliği arasındaki dinamik ilişkileri anlamamız açısından önemli bulgular sunmaktadır. Panel VAR sonuçları, karbon emisyonlarının ve ekonomik büyümenin gelir eşitsizliğini artırdığına, küreselleşmenin ise azalttığına işaret etmektedir. Bu sonuçlar, çevresel bozulmanın ekonomik adaletsizlikleri tetiklediğini ve küreselleşmenin piyasaların genişlemesi ve teknolojik yenilikler yoluyla gelir dağılımını iyileştirdiğini gösteren literatür ile tutarlıdır. Ancak, doğrudan yabancı yatırımların (FDI) gelir eşitsizliği üzerinde belirgin bir etkisinin olmaması önemli bir husustur. Bu durum, özellikle gelişmekte olan ülkelerde yabancı yatırımların olası etkilerinin, ülkelerin ekonomik yapıları ve politikaları ile şekillendiğini göstermektedir. Diğer taraftan Granger nedensellik testleri, gelir dağılımı ile CO2 emisyonları ve küreselleşme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymaktadır. Gelir dağılımının iyileştirilmesi, CO2 emisyonlarını azaltma potansiyeline sahipken, emisyonların kontrolü de daha adil bir gelir dağılımını destekleyebilir. Benzer şekilde, küreselleşmenin gelir dağılımı üzerindeki olumlu etkileri, küreselleşme sürecinin daha adil bir ekonomik yapı oluşturabileceğini ortaya koymaktadır. Bu bulgular, çevresel ve ekonomik politikaların birbirinden bağımsız ele alınmaması gerektiğini, gelir eşitsizliğini azaltmayı ve sürdürülebilir büyümeyi hedefleyen bütünleşmiş stratejilere ihtiyaç duyulduğunu vurgulamaktadır.

Sonuç olarak E7 ülkeleri ve benzeri yüksek büyüme potansiyeline sahip gelişmekte olan ülkeler için uygulanacak politikalar, ekonomik büyümenin daha kapsayıcı ve sürdürülebilir bir yapıya kavuşturulması hedefiyle tasarlanmalıdır. Öncelikle, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik çevre dostu teknolojilerin ve yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi teşvik edilmelidir. Bu, hem çevresel bozulmayı sınırlayarak gelir eşitsizliğini azaltacak hem de sürdürülebilir kalkınmayı destekleyecektir. Aynı zamanda, küreselleşmeden elde edilen fırsatların eşit bir şekilde paylaşılması adına politikalar benimsenmelidir. Doğrudan yabancı yatırımların etkisini artırmak için işleyen bir piyasa mekanizmasını oluşturmak için, yerel ekonomilerdeki eşitsizlikleri giderecek politika araçları geliştirilmelidir. Son olarak, ekonomik büyümenin gelir dağılımında adalet sağlayacak şekilde yönlendirilmesi için hükümet, gelir dağılımını iyileştiren teşvik mekanizmaları oluşturmalıdır. Bu politikalar hem ekonomik büyümeyi destekleyecek hem de uzun vadede gelir eşitsizliğini azaltacaktır.

KAYNAKÇA

- Abrigo, M. R., & Love, I. (2016). Estimation Of Panel Vector Autoregression İn Stata. *The Stata Journal*, 16(3), 778-804. <https://doi.org/10.1177/1536867X1601600314>
- Akçayır, Ö. (2024). Karbon Emisyonunun Negatif Dışsallığı ve Gelir Eşitsizliğine Etkisi: Multidisipliner Bakış Açısı. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 7(1), 18-36. <https://doi.org/10.46737/emid.1485142>.
- Ali, H. S., Hassan, S. & Kofarmata, Y. I. (2016). Dynamic İmpact Of Income İnequality On Carbon Dioxide Emissions İn Africa: New Evidence From Heterogeneous Panel Data Analysis. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 6(4), 760-766.
- Baek, J., & Gweisah, G. (2013). Does income inequality harm the environment? Empirical evidence from the United States. *Energy Policy*, 62, 1434-1437. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.097>
- Barros, L. A., Bergmann, D. R., Castro, F. H., & Silveira, A. D. M. D. (2020). Endogeneity in panel data regressions: methodological guidance for corporate finance researchers. *Revista brasileira de gestão de negócios*, 22, 437-461. <https://doi.org/10.7819/rbgn.v22i0.4059>.
- Boubtane, E., Coulibaly, D. & Rault, C. (2013), Immigration, Growth, and Unemployment. *Labour*, 27: 399-420. <https://doi.org/10.1111/labr.12017>.
- Bowles, S., & Park, Y. (2005). Emulation, inequality, and work hours: Was Thorsten Veblen right?. *The Economic Journal*, 115(507), F397-F412. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0297.2005.01042.x>
- 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)
- Canova, F., Ciccarelli, M., & Ortega, E. (2007). Similarities and convergence in G-7 cycles. *Journal of Monetary economics*, 54(3), 850-878. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2005.10.022>
- Canova, F. & Ciccarelli, M. (2013). Panel vector autoregressive models: A Survey. In T.B. Fomby, L. Kilian and A. Murphy (Eds.), *VAR models in macroeconomics – New developments and applications: essays in honor of Christopher A. Sims: Volume 32* (pp. 205-246). [https://doi.org/10.1108/S0731-9053\(2013\)0000031006](https://doi.org/10.1108/S0731-9053(2013)0000031006)
- Chen, J., Xian, Q., Zhou, J., & Li, D. (2020). Impact of income inequality on CO2 emissions in G20 countries. *Journal of Environmental Management*, 271, 110987. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110987>
- Cho, H. (2021). Determinants of the downward sloping segment of the EKC in high-income countries: The role of income inequality and institutional arrangement. *Cogent Economics & Finance*, 9(1), 1954358. <https://doi.org/10.1080/23322039.2021.1954358>
- Demir, C., Cergibozan, R., & Gök, A. (2019). Income inequality and CO2 emissions: Empirical evidence from Turkey. *Energy & Environment*, 30(3), 444-461. <https://doi.org/10.1177/0958305X18793109>
- Fodha, M., & Zaghdoud, O. (2010). Economic growth and pollutant emissions in Tunisia: an empirical analysis of the environmental Kuznets curve. *Energy policy*, 38(2), 1150-1156. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.11.002>
- Gao, X., & Fan, M. (2023). The effect of income inequality and economic growth on carbon dioxide emission. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(24), 65149-65159. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27009-x>
- Gilens, M., & Page, B. I. (2014). Testing theories of American politics: Elites, interest groups, and average citizens. *Perspectives on politics*, 12(3), 564-581. <https://doi.org/10.1017/S1537592714001595>
- Golley, J., & Meng, X. (2012). Income inequality and carbon dioxide emissions: The case of Chinese urban households. *Energy Economics*, 34(6), 1864-1872. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.07.025>
- Grunewald, N., Klasen, S., Martínez-Zarzoso, I., & Muris, C. (2017). The trade-off between income inequality and carbon dioxide emissions. *Ecological Economics*, 142, 249-256. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2017.06.034>
- Hailemariam, A., Dzhumashev, R., & Shahbaz, M. (2020). Carbon emissions, income inequality and economic development. *Empirical Economics*, 59(3), 1139-1159. <https://doi.org/10.1007/s00181-019-01664-x>
- Hadri K. (2000) Testing for Stationarity in Heterogeneous Panel Data, *Econometric Journal* 3(2): 148–161. <https://doi.org/10.1111/1368-423X.00043>
- 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>
- 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)
- Hou, A., Liu, A., & Chai, L. (2024). Does reducing income inequality promote the decoupling of economic growth from carbon footprint?. *World Development*, 173, 106423, <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2023.106423>
- Hübler, M. (2017). The inequality-emissions nexus in the context of trade and development: a quantile regression approach. *Ecological Economics*, 134, 174-185. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.015>
- Huang, Z., & Duan, H. (2020). Estimating the threshold interactions between income inequality and carbon emissions. *Journal of environmental management*, 263, 110393. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110393>.
- Jorgenson, A., Schor, J., & Huang, X. (2017). Income inequality and carbon emissions in the United States: a state-level analysis, 1997–2012. *Ecological Economics*, 134, 40-48. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.12.016>.
- Katos, A. V., Lawler, K. A. & Seddighi, H. R. (2000). *Econometrics: A practical approach*. London and New York: Routledge.

- Khan, S. A. R. (2019). The nexus between carbon emissions, poverty, economic growth, and logistics operations-empirical evidence from southeast Asian countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13210-13220. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04829-4>
- 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>
- Khan, H., Weili, L., & Khan, I. (2023). The effect of political stability, carbon dioxide emission and economic growth on income inequality: evidence from developing, high income and Belt Road initiative countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(3), 6758-6785. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-22675-9>
- Kuznets, S. (2019). Economic growth and income inequality. In *The gap between rich and poor* (pp. 25-37). Routledge.
- Liu, C., Jiang, Y., & Xie, R. (2019). Does income inequality facilitate carbon emission reduction in the US? *Journal of Cleaner Production*, 217, 380-387. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.01.242>
- Im K., Pesaran M. & Shin R. (2003) Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels, *Journal of Econometrics* 115: 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7).
- Love, I., & Zicchino, L. (2006). Financial development and dynamic investment behavior: Evidence from panel VAR. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 46(2), 190-210. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2005.11.007>.
- Milanovic, B. (2002). True world income distribution, 1988 and 1993: First calculation based on household surveys alone. *The economic journal*, 112(476), 51-92, <https://doi.org/10.1111/1468-0297.0j673>
- Ogede, J. S., Oduola, M. O., & Tiamiyu, H. O. (2024). Income inequality and carbon dioxide (CO₂) in sub-Saharan Africa countries: the moderating role of financial inclusion and institutional quality. *Environment Development and Sustainability*, 26(7), 18385-18409. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03393-9>.
- Padhan, H., Haouas, I., Sahoo, B., & Heshmati, A. (2019). What matters for environmental quality in the Next Eleven Countries: economic growth or income inequality? *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23129-23148. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05568-2>.
- Pesaran M. H. (2007). A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-section Dependence, *Journal of Applied Econometrics* 27: 265–312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>.
- Piketty, T. (2014). *Capital in the twenty-first century*. Harvard University Press.
- Ravallion, M., Heil, M., & Jalan, J. (2000). Carbon emissions and income inequality. *Oxford Economic Papers*, 52(4), 651-669. <https://doi.org/10.1093/oeq/52.4.651>.
- Safar, W. (2022). Income inequality and CO₂ emissions in France: does income inequality indicator matter? *Journal of Cleaner Production*, 370, 133457. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133457>
- Schor, J. B. (1998). The overspent American: Upscaling, downshifting and the new consumer.
- Sigmund, M., & Ferstl, R. (2021). Panel vector autoregression in R with the package panelvar. *The Quarterly Review of Economics and Finance*, 80, 693-720. <https://doi.org/10.1016/j.qref.2019.01.001>
- Sims, C. A. (1980). Macroeconomics and reality. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 1-48.
- Smith V., Leybourne S., Kim T. H. & Newbold P. (2004) More Powerful Panel Unit Root Tests with an Application to the Mean Reversion in Real Exchange Rates, *Journal of Applied Econometrics* 19: 147–170. <https://doi.org/10.1002/jae.723>
- Starr, J., Nicolson, C., Ash, M., Markowitz, E. M., & Moran, D. (2023). Assessing US consumers' carbon footprints reveals outsized impact of the top 1%. *Ecological Economics*, 205, 107698. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107698>
- Sylwester, K. (2005). Foreign direct investment, growth and income inequality in less developed countries. *International Review of Applied Economics*, 19, 289–300. <https://doi.org/10.1080/02692170500119748>
- Teng, Y., Cox, A. & Chatziantoniou, I. (2021). Environmental degradation, economic growth and tourism development in Chinese regions. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-13. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12567-9>
- Torras, M., & Boyce, J., 1998. Income, inequality, and pollution: a reassessment of the environmental Kuznets curve. *Ecol. Econ.* 25, 147–160. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00177-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00177-8).
- Uddin, M. M., Mishra, V., & Smyth, R. (2020). Income inequality and CO₂ emissions in the G7, 1870–2014: Evidence from non-parametric modelling. *Energy Economics*, 88, 104780. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.104780>.
- United Nations, (2016). Paris agreement. UN: New York city, United States. Retrieved at http://unfccc.int/files/essential_background/convention/application/pdf/english_paris_agreement.pdf.
- 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>.
- Wan, G., Wang, C., Wang, J., & Zhang, X. (2022). The income inequality-CO₂ emissions nexus: Transmission mechanisms. *Ecological Economics*, 195, 107360. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2022.107360>.
- Wang, Q., Li, L., & Li, R. (2023). Uncovering the impact of income inequality and population aging on carbon emission efficiency: an empirical analysis of 139 countries. *Science of The Total Environment*, 857, 159508. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.159508>.

- Wu, R., & Xie, Z. (2020). Identifying the impacts of income inequality on CO2 emissions: Empirical evidences from OECD countries and non-OECD countries. *Journal of Cleaner Production*, 277, 123858. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123858>.
- Qu, B., & Zhang, Y. (2011). Effect of income distribution on the environmental Kuznets curve. *Pacific Economic Review*, 16(3), 349-370. <https://doi.org/10.1111/j.1468-0106.2011.00552>.
- Yang, Y., Yang, X., Xiao, Z., & Liu, Z. (2023). Digitalization and environmental performance: An empirical analysis of Chinese textile and apparel industry. *Journal of Cleaner Production*, 382, 135338. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.135338>.
- 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>.