

## **G-20 Ülkelerinde Doğrudan Yabancı Yatırımlarının Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Dış Ticaretin ve Finansal Gelişmişliğin Karbondioksit Salınımı ile İlişkisi: 1990-2020**

Burçin ÇAKIR GÜNDOĞDU\*

### **Öz**

İklim değişikliğinin doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi, dış ticaret ve finansal gelişmişlik düzeyi üzerindeki etkilerini incelemeyi amaçlayan bu çalışmada Türkiye, Çin, Meksika, Hindistan, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin ve Brezilya ülkeleri incelenmektedir.<sup>1</sup> 1990-2020 zaman aralığı ele alınarak yapılan çalışmada serilerin yatay kesit bağımlılığının bulunduğu ve heterojen yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Bu bilgiler ışığında serilere Madfuller, CADF ve CIPS ikinci nesil panel birim kök testleri uygulanmıştır. Seriler arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmak amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) Panel Nedensellik Analizi uygulanmıştır. Elde edilen bulgular iklim değişikliğinin bir göstergesi olan bağımlı değişken karbondioksit salınımının, dış ticaret, finansal gelişmişlik endeksi, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi ile çift yönlü nedensellik ilişkisine sahip olduğunu göstermiştir. Çalışma ayrıca, iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini en aza indirmek amacıyla ele alınan değişkenlerin, sadece makroekonomik bir değişken değil, aynı zamanda çevreyi koruma politikalarının da bir aracı olarak görülebileceğinin altını çizmektedir.

**Anahtar Kelimeler:** İklim Değişikliği, Dış ticaret, Finansal Gelişmişlik Endeksi, Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi

### **The Relationship of Foreign Direct Investments, Renewable Energy Consumption, Foreign Trade and Financial Development with Carbon Dioxide Emission in G-20 Countries: 1990-2020**

### **Abstract**

In this study, which aims to examine the effects of climate change on foreign trade, financial development index, foreign direct investments and renewable energy consumption, the countries of Turkey, China, Mexico, India, France, the US, Argentina and Brazil are examined. In the study conducted considering the 1990-2020 time period, it was observed that the series had cross-sectional dependence and had a heterogeneous structure. In the light of this information, Madfuller, CADF and CIPS second generation panel unit root tests were applied to the series. Dumitrescu and Hurlin (2012) Panel Causality Analysis was applied to investigate the causality relationship between the series. The findings showed that the dependent variable carbon dioxide emissions, which is an indicator of climate change, has a bidirectional causal relationship with foreign trade, financial development index, foreign direct investments and renewable energy consumption. The study also underlines that the variables considered to minimize the negative effects of climate change can be seen not only as a macroeconomic variable but also as a tool of environmental protection policies.

---

### **Özgün Araştırma Makalesi (Original Research Article)**

**Geliş/Received:** 21.12.2023

**Kabul/Accepted:** 14.05.2024

\* Arş. Gör., İstanbul Gelişim Üniversitesi, İstanbul, Türkiye. E-posta: [bucakir@gelisim.edu.tr](mailto:bucakir@gelisim.edu.tr)

**ORCID** <https://orcid.org/0000-0002-8578-4929>

<sup>1</sup> G-20 ülkeleri arasında en çok karbondioksit salınımı üreten ülkelere verileri uygun olan ülkeler analize dâhil edilmiştir.

**Keywords:** Climate Change, Foreign Trade, Financial Development Index, Renewable Energy Consumption, Dumitrescu and Hurlin (2012) Causality Test

## 1. Giriş

Çağımızın en önemli sorunlarından birisi olan iklim değişikliğinin etkileri, sadece aşırı sıcak ya da soğuk havaların oluşması, mevsimlerin değişmesi, sel gibi doğal afetlerin oluşması gibi fiziksel etkilerle değil, aynı zamanda gelir eşitsizliği, uluslararası ticaret sistemleri, ülkelerin finansal yapıları gibi ekonomi biliminin kapsamına dâhil olan pek çok konu üzerinde de etkili olması iklim değişikliğini bir çevre probleminden, ekonomik bir problem haline getirmiştir.

Küresel sıcaklıklar arttıkça, iklim değişikliğinin yarattığı maliyetlerin genel makroekonomik etkisine ilişkin güvenilir tahminler elde etmek son derece zorlaşmaktadır. Ekonomide büyük yapısal değişiklikler gerektiren iklim değişikliğinin etkilerini azaltma politikaları, iklim değişikliği ile makroekonomik değişkenler arasındaki ilişkinin belirlenmesinin önemini ortaya koymaktadır. Bu kapsamda, ülke ekonomileri iklim değişikliğinden nasıl etkilenmektedir sorusu çalışmanın temel araştırma sorusu olmaktadır. Çalışma araştırma sorusundan hareketle, iklim değişikliğinin bir göstergesi olan karbon emisyonu salınımı ile dış ticaret, finansal gelişmişlik endeksi, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkinin incelenmesini amaçlamaktadır. Çalışmanın hipotezleri şu şekildedir;

H<sub>0</sub>: İklim değişikliği bir çevre sorunu olmaktan öte ekonomi ve finansın yapısını etkileyen, yeni bir dönüşüme yol açan çok boyutlu bir sorundur.

H<sub>1</sub>: İklim değişikliği dış ticaret, doğrudan yabancı yatırımlar, yenilenebilir enerji tüketimi ve finansal gelişmişlik düzeyi ile karşılıklı bir etkileşim içerisindedir.

Çalışma giriş, literatür, veri ve metodoloji, bulgular ve sonuç olmak üzere beş bölümden oluşmaktadır. Literatür bölümünde her bir değişken için ayrı ayrı yapılan çalışmalar ele alınmış olup, incelenen güncel çalışmalarda ekonomik büyüme ile enerji yoğunluğu Eyyüboğlu, Akdağ, Yıldırım, Alola (2022), Yıldırım ve Akdağ (2022), enerji verimliliği ve finansal gelişmişlik, Qayyum, Ali, Nizamani, Li ve Yu (2021) finansal gelişmişlik seviyesi ve karbondioksit salınımı arasında nedensellik çalışmalarının yapıldığı gözlenmektedir. Bütüncül bir bakış sağlamak ve farklılık yaratmak amacıyla çalışmada bu verilere ek olarak dış ticaret, finansal gelişmişlik endeksi, doğrudan yabancı yatırımlar ve yenilenebilir enerji tüketimi değişkenlerinin bir arada ele alınarak iklim değişikliğine etkisi sorgulanmıştır. Ek olarak G-20 ülkelerinin enerji tüketiminin tarihsel seyri 1965 ve 2019 yılları kapsamında<sup>2</sup> incelenerek, ülkelerin yenilenebilir enerji tüketimine yönelimi veri ve grafiklerle karşılaştırmalı olarak gösterilmiştir. Üçüncü bölümde söz konusu değişkenler ile uygulanan ekonometrik yöntemlerin teorik çerçevede aktarımına yer verilirken, dördüncü bölümde ise bulgular başlığı altında ekonometrik sonuçların bilgilerine yer verilmiştir.

---

<sup>2</sup> Veri kısıtı nedeniyle en eski tarih olarak 1965 ve en güncel tarih olarak 2019 yıllarına ait veriler ele alınmıştır.

## 2. Literatür Taraması

Bu bölümde kullanılan değişkenlere ait yapılan çalışmalar ayrı ayrı incelenecek ve elde edilen sonuçlar gruplandırılarak açıklanacaktır.

### 2.1. Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar

Güncel çalışmalar incelendiğinde, doğrudan yabancı yatırımlar ile karbondioksit salınımı üzerine yapılan çalışmaların sayısında büyük oranda artış gözlenmiştir. Bu çalışmaları üç grupta incelemek mümkündür. Birinci grup yapılan çalışmalar, kirlilik sığınağı hipotezini savunmakta ve gelişmiş ülkelerin daha az katı çevre düzenlemelerine sahip ülkelere yatırım yapma eğiliminin yüksek olduğunu göstermektedir. Ayrıca doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı arasında pozitif ilişki olduğunu savunmaktadır. İkinci grup, doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı arasında negatif ilişki olduğunu savunurken, üçüncü grup ise bu iki değişken arasında çelişkili sonuçların elde edildiğini savunmaktadır.

#### 2.1.1. Birinci Grup: Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı arasında pozitif ilişkinin varlığını tespit eden çalışmalar

Literatürde doğrudan yabancı yatırımın, karbondioksit emisyonları üzerindeki etkisi genellikle *Kirlilik Hale Hipotezi* ve *Kirlilik Sığınağı Hipotezi* ile açıklanmaktadır. Ekonomik küreselleşme ile gelişmiş ülkelerin kirlitici endüstrileri geliştirmekte olan ülkelere devrettiğini, bu durumun geliştirmekte olan ülkelere ekonomik kalkınmayı teşvik ettiğini ve diğer bir açıdan fosil enerji kullanımını yoğunlaştırarak çok fazla enerji ürettiğini öne süren "*kirlilik sığınağı hipotezi*" üzerine özellikle son yıllarda yapılan çalışmaların sayısında büyük bir oranda artış gözlenmiştir. Bu çalışmalardan bazıları olan Kılıçarslan ve Dumrul (2017), Bekun vd. (2023), Türkiye için 1970-2016 döneminde kirlilik sığınağı hipotezini test etmiş ve hipotezin söz konusu ülke için geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Abasov vd. (2022), ise 1971-2015 dönemi için Bekun (2023) vd. ile aynı sonuçları elde etmiştir.

Apergis vd. (2023), 1993 ile 2012 yılları arasında Brezilya, Rusya, Hindistan, Çin ve Güney Afrika'daki (BRICS) doğrudan yabancı yatırım akışlarının karbon emisyonları üzerindeki etkisini analiz ederek literatüre katkıda bulunmaktadır. Danimarka ve İngiltere'den BRICS ülkelerine doğrudan yabancı yatırım akışının, BRICS ülkelerindeki karbon emisyonlarını artırdığını ve "*kirlilik sığınağı hipotezini*" doğruladığı bulgusuna ulaşmıştır. Öte yandan Fransa, Almanya ve İtalya'dan gelen doğrudan yabancı yatırımlar BRICS ülkelerindeki karbon emisyonlarını azaltarak "*kirlilik halesi*" etkisini doğrulamıştır. Avusturya, Finlandiya, Japonya, Hollanda, Portekiz ve İsviçre'den gelen doğrudan yabancı yatırım akışlarının BRICS ülkelerindeki karbon emisyonları üzerinde önemli bir etkisinin olmadığı tespit edilmiştir. Ekonomik büyüme ve üretim sürecinde fosil yakıtlara olan aşırı bağımlılığın, BRICS ülkelerini karbon emisyonlarına ve iklim değişikliğine en önemli katkıyı sağlayan ülkeler haline getirdiği çalışmalarla (Chaudhry vd. 2022; Khan vd. 2020; Shao vd. 2019) tespit edilmiştir.

Chen vd. (2022), Liu ve Zhang (2022), Zhao ve Su (2023), Wang vd. (2022), Çin'de doğrudan yabancı yatırımların karbon emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşırken, Malik vd.(2020), bu çalışmalardan farklı olarak ekonomik büyüme değişkenini dâhil etmiş, hem kısa hem uzun dönemde doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit salınımını arttırdığını tespit etmiştir.

Doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit salınımı üzerinde etkilerini inceleyen çalışmalardan Omri vd.(2014) ve Essandoh, Islam ve Kakinaka (2020)'a göre karbondioksit salınımı ile doğrudan yabancı yatırımlar arasında pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Raza ve Hussain (2016) Pakistan 1972-2011 dönemi için yapmış olduğu çalışmada, imalat, ulaştırma, depolama ve iletişim sektöründe doğrudan yabancı yatırım girişi ve nüfus yoğunluğu karbondioksit emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

### **2.1.2. İkinci Grup: Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı arasında negatif sonuçlar tespit eden çalışmalar**

Akçay ve Karasoy (2018), Türkiye için 1974-2012 dönemine ait yapılan çalışmada varyans ayrıştırması ve etki-tepki analizleriyle elde etmiş olduğu sonuçlar doğrultusunda Türkiye'de doğrudan yabancı yatırımların karbon salınımını azalttığı tespit edilmiştir. Türkiye üzerine yapılan başka bir çalışma olarak Yılmaz ve Karabiber (2022), 1995-2019 dönemi için Toda-Yamamoto nedensellik analizi uygulamış ve doğrudan yabancı yatırımlar ve karbon salınımı arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığını sonucuna ulaşmıştır.

Huang vd. (2022), doğrudan yabancı yatırım girişlerinin karbondioksit emisyonlarını artırma eğiliminde olduğunu ancak, ekonomik kalkınma ve çevresel düzenlemenin yüksek olduğu ülkelerde karbon emisyonlarını azaltma olasılıklarının daha yüksek olduğunu belirterek ülke politikalarının ve gelişmişlik seviyelerinin de önemli bir etken olduğunun altını çizmiştir.

Sharma (2019), küreselleşmenin, kirlilik azaltma harcamalarına yönelik tesis düzeyindeki yatırımları nasıl etkilediğini araştırmaktadır. Araştırmacı, temiz yabancı teknolojiye erişim yoluyla, kirlilik kontrol ekipmanlarına yapılan harcamalar üzerinde doğrudan yabancı yatırım akışının artmasının olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmiştir. Dolayısıyla yapılan yatırımların çevreye duyarlı yatırım araçları için kullanılmasının çevre kirliliğini azaltma konusunda önemli bir araç olarak karşımıza çıktığının altını çizmektedir. Yi, Hou ve Zhang (2023), doğrudan yabancı yatırımların sermaye yoğun, teknoloji yoğun ve emek yoğun imalat endüstrilerinde karbon emisyonlarının azaltılması üzerinde olumlu bir etkisi bulunduğunu ve en güçlü etkinin emek yoğun endüstrilerde gözlemlendiğini belirtmektedir. Bu kapsamda imalat sanayilerinin karbon ayak izini azaltmaya yardımcı olacak öneriler ve politikalar geliştirmenin önemini vurgulamaktadır.

### **2.1.3. Üçüncü Grup: Doğrudan yabancı yatırımlar ve karbondioksit salınımı arasında çelişkili sonuçlar elde eden çalışmalar**

Shahbaz vd. (2015), orta gelirli ülkelerde doğrudan yabancı yatırım girişleri ile karbon emisyonları arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu ve yüksek gelirli ülkelerde doğrudan yabancı yatırım girişleri karbon emisyonlarını azaltabilirken, düşük gelirli ülkelerde bu ilişkinin tam tersi yönde olduğu sonucuna ulaşmıştır. Fauzel (2017) imalat dışı sektörlerdeki doğrudan yabancı yatırımların çevreyi etkilemediği sonucuna ulaşırken, Mert ve Çağlar (2020) Türkiye 1974-2018 dönemi için doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit salınımını azalttığı bulgusuna ulaşmıştır. Marques ve Caetano (2020) ise, gelişmekte ve gelişmiş ülkelerde doğrudan yabancı yatırımların karbondioksit salınımı üzerindeki etkisinin değiştiğini gözlemlemiştir.

Huang vd. (2022), doğrudan yabancı yatırım girişlerinin karbondioksit emisyonlarını artırma eğiliminde olduğunu ancak, ekonomik kalkınma ve çevresel düzenlemenin yüksek olduğu ülkelerde karbon emisyonlarını azaltma olasılıklarının daha yüksek olduğunu belirterek ülke politikalarının ve gelişmişlik seviyelerinin de önemli bir etken olduğunun altını çizmiştir.

Copeland ve Taylor (2003), ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin ve çevre düzenlemelerinin değişkenler arasındaki ilişkiyi araştırmak için önemli bir etken olduğunu savunmaktadır. Dolayısıyla bu kapsamda çalışmaların farklılık yaratması iki değişken arasındaki ilişkinin net bir sonuca ulaşamadığını göstermektedir.

## **2.2. Finansal gelişmişlik seviyesi ve karbondioksit salınımı ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar**

Hussain vd. (2023), finansal sektörün gelişmesi, yeşil finansal araçların kullanılmasının çevre kirliliğini önleme konusunda hayati bir öneme sahip olduğunu ifade etmiştir. Çünkü finansal sektörün gelişimi yeşil teknoloji ürünlerin gelişimini, yenilikleri arttırarak çevrenin kalitesinin artması ve çevresel sürdürülebilirliğinin sağlanması konusunda önemli bir kaynak olarak karşımıza çıkmaktadır.

Liu, Khan, Haider ve Uddin (2022), E7 ülkelerinde finansal gelişmenin gelişmekte olan ülkelerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini insan sermayesi kanalıyla araştırmıştır. 1990'dan 2018'e kadar olan panel verilerini kullanarak, kısa vadeli ve uzun vadeli ampirik bir analiz gerçekleştirmek için kesitsel otoregresif dağıtılmış gecikme (CS-ARDL) tekniğini kullanmıştır. Ampirik sonuçlar, finansal gelişmenin ekolojik ayak izini artırarak ekolojik kaliteyi düşürdüğünü ortaya çıkarmıştır. Gorgij ve Shahraki (2022), MENA üyesi ülkeler için 1990-2019 yıllarına ait panel veriler üzerinden En Küçük Kareler (FMOLS) ve Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) tahmin araçları kullanarak yapmış olduğu çalışmada finansal gelişmenin karbondioksit salınımını arttırdığını, bu nedenle çevre kirliliğini azaltacak, finansal kalkınmayı ve küreselleşmeyi yaygınlaştıracak politikaların kullanılmasının önem taşıdığını belirtmektedir.

Fu vd. (2022), Çin'de 2009-2019 dönemi arasında yapmış olduğu incelemeler sonucunda karbon emisyonu ve finansal gelişmişlik arasında pozitif veya negatif bir ilişkiyi işaret eden herhangi bir sonuca ulaşamadığını belirterek diğer çalışmalardan elde edilen sonuç bakımından farklılaşmaktadır. Finansal gelişmişlik ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişkinin incelendiği Liu ve Liu (2021)'nin çalışmasında ise aynı ülke analize dahil edilmiş ve Çin'de finansal gelişmişliğin karbondioksit salınımını azalttığı sonucuna ulaşmıştır.

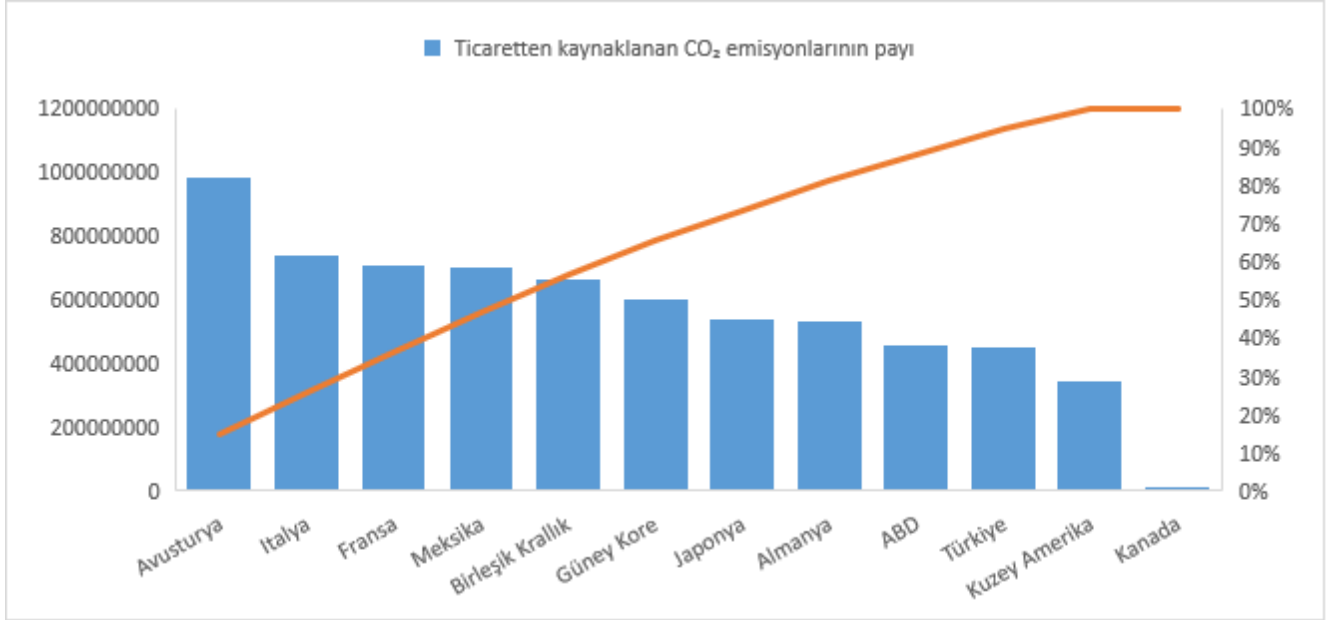
Eyyüboğlu vd.(2022), ekonomik büyüme ile enerji yoğunluğu arasında çift yönlü bir nedensellik ilişkisinin olduğunu Granger nedensellik testi ile ortaya koymuştur. Yıldırım ve Akdağ (2022), enerji verimliliği ve finansal gelişmişlik arasında 32 Avrupa ülkesinin verilerini inceleyerek elde etmiş oldukları panel nedensellik analizi sonuçları çift yönlü nedensellik ilişkisinin varlığına işaret etmektedir. Qayyum, Ali, Nizamani, Li ve Yu(2021)'nin Hindistan için elde etmiş olduğu sonuçlara göre, finansal gelişmişlik seviyesi ve karbondioksit salınımı arasında pozitif ilişkinin varlığı tespit edilmiştir.

## **2.3. Dış ticaret ve karbondioksit salınımı ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar**

Küresel karbon emisyonlarının yaklaşık %20-30'u uluslararası ticaretle ilişkilidir ve bu nedenle iklim değişikliğini hafifletmeye yönelik daha geniş çabaların bir parçası olarak bu emisyonların azaltılması önem kazanmaktadır (Kyriakopoulou, Kyriacou ve Pearson,2023).Bu kapsamda dış ticaret ile ilgili yapılan çalışmalar, emisyonların azaltılması konusunda önem kazanmaktadır.

Literatür incelendiğinde analize dahil eden ülke/ülke gruplarının genellikle aynı sonuca ulaştığı gözlenmektedir. Örneğin Chakraborty ve Mukherjee (2013) düşük ve yüksek gelirli ülkeler için 1980-2009 dönemi, Mohammed (2018) Bahrain ülkesi 1990- 2016 dönemi, Yunfeng ve Laike

(2010), Çin'in 1997-2007 dönemi için uluslararası ticaretin iklim değişikliği üzerinde karbon salınımını arttırıcı bir etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Du, Yu ve Li (2020) ise bu çalışmalardan farklı olarak iki değişken arasındaki ilişkinin gelir seviyesi gibi ülke özelliklerine göre sonucun değişebileceğini savunmuştur. Bu kapsamda Şekil 1'de ülkelerin ticaretten kaynaklanan karbon emisyonlarının payı gösterilmiştir. Şekil 1'e göre ticaretten kaynaklanan en yüksek pay Avusturya'nın olurken, en düşük pay ise Kanada'nın olduğu gözlenmiştir.



**Kaynak:** Our World in Data verilerinden yararlanılarak yazar tarafından hazırlanmıştır.

**Şekil 1:** Ticaretten Kaynaklanan Karbon Emisyonlarının Payı

#### 2.4. Yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı ilişkisi üzerine yapılan çalışmalar

İklim değişikliği ve yenilenebilir enerji etkileşimine ilişkin araştırmalar, sektörlerin iklim değişikliğine karşı kırılgan bir yapıya sahip olması, metodolojilerin sürekli olarak geliştirilmesi ve verilerin kullanılabilirliği nedeniyle giderek daha önemli hale gelmektedir (Saloun ve Cerda,2019:1). Yenilenebilir enerjinin kullanımı ise "iklim değişikliğinin azaltılmasına yardımcı olacak mükemmel bir yol" olarak tanımlanmaktadır (Owusu ve Asumadu-Sarkodie,2016:11).

Bekun vd. (2019)'nın Avrupa Birliği ülkeleri arasından seçilmiş on altı ülke ile yapmış oldukları analizlerde uzun dönemde karbondioksit salınımı ve yenilenebilir enerji kullanımı arasında pozitif bir ilişkinin var olduğu bulgusuna ulaşılmıştır. Guo (2021) Çin ülkesinin 1988-2018 dönemlerini analizine dâhil ederek yapmış olduğu çalışmasında Dogan ve Seker (2016) ile aynı doğrultuda bulgulara ulaşmış ve yenilenebilir enerji kullanımı ile karbondioksit salınımı arasında pozitif bir ilişkinin varlığını gözlemlemişlerdir. Akdağ ve Yıldırım (2020), enerjinin verimli kullanılmasının önemini vurgulayarak, enerji verimliliği ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi 1995-2016 dönemini ele alan 29 Avrupa ülkesi için incelemiş ve enerji verimliliği arttıkça sera gazı emisyon miktarının azaldığını sonucunu elde etmiştir. Respitawulan ve Rahayu (2019), çalışmalardan farklı olarak hükümetin yenilenebilir enerji kullanımı için destek vermesi gerekliliğini vurgulamaktadır. Çünkü çoğu ülkelerde hala petrole dayalı bir enerji kullanımının

söz konusu olduğunu bu konudaki yaptırım ve uygulamaların karbon salınımlarını azaltacağını savunmaktadır.

#### **2.4.1. G-20 ülkelerinin enerji tüketimi ve karbondioksit salınımı ilişkisinin tarihsel serüveni**

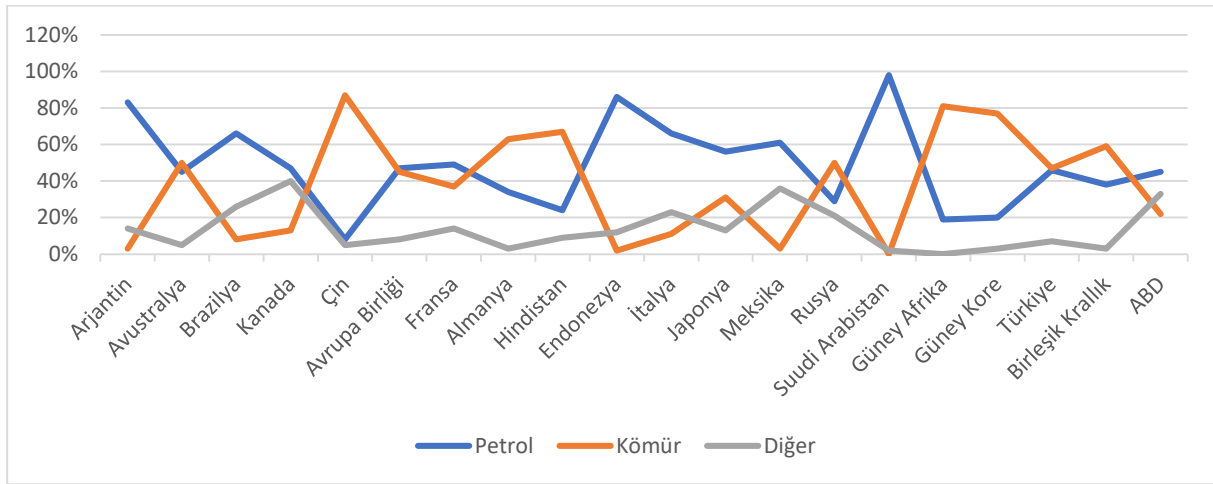
1999 yılında kurulan G-20, ticaret, sağlık, iklim ve diğer konulardaki küresel politikaları koordine etmek için düzenli olarak toplanan, dünyanın en büyük yirmi ekonomisinden oluşan bir gruptur (Council on Foreign Relations,2023). G-20 ülkeleri finansal istikrarın sağlanması, büyümenin teşvik edilmesi, krizlerin önlenmesi ve yönetilmesi bu potansiyelin hayata geçirilmesi açısından büyük önem taşımaktadır. Dolayısıyla gruba dahil olan en büyük yirmi ekonomiye sahip ülkelerin tüketmiş oldukları enerji kaynaklarının türü ve bu enerji türlerinin kullanım oranlarının sürdürülebilir olması çevre kirliliğinin azalması açısından önem arz etmektedir. Bu kapsamda çalışmanın bu bölümünde G-20 grubuna üye olan ülkelerin 1965 yılına ait kullanmış oldukları petrol, kömür ve diğer enerji türlerinin oranları tablo 1'de gösterilmiştir. Şekil 2'de ise G-20 ülkelerinde enerji kullanım oranları görsel olarak verilmiştir. Tablo 1 incelendiğinde 1965 yılında en yüksek petrol tüketen ülkenin Arjantin olduğu gözlenirken, %8 petrol tüketim oranı ile Çin en düşük seviyede petrol tüketen ülke olduğu anlaşılmaktadır. Ancak %87 kömür tüketim oranı ile en yüksek kömür tüketen ülke yine Çin olmaktadır. Bu bilgiler, Şekil 2 ile de belirtilmiştir. Çin'in yüksek kömür tüketim oranı grafikte dikkat çekmektedir.

<b>Ülkeler (Çeşitli Enerji Kullanımları - 1965)</b>	<b>Petrol</b>	<b>Kömür</b>	<b>Diğer</b>
Arjantin	83%	3%	14%
Avustralya	45%	50%	5%
Brezilya	66%	8%	26%
Kanada	47%	13%	40%
Çin	8%	87%	5%
Avrupa Birliği	47%	45%	8%
Fransa	49%	37%	14%
Almanya	34%	63%	3%
Hindistan	24%	67%	9%
Endonezya	86%	2%	12%
İtalya	66%	11%	23%
Japonya	56%	31%	13%
Meksika	61%	3%	36%
Rusya	29%	50%	21%
Suudi Arabistan	98%	0%	2%
Güney Afrika	19%	81%	0%

Güney Kore	20%	77%	3%
Türkiye	46%	47%	7%
Birleşik Krallık	38%	59%	3%
ABD	45%	22%	33%

**Kaynak:** International Energy Agency, 2024

**Tablo 1:** 1965 Yılında Ülkelerin Enerji Kullanım Oranları



**Kaynak:** International Energy Agency verilerinden hareketle yazar tarafından hazırlanmıştır.

**Şekil 2:** G-20 ülkelerinde enerji kullanım oranları

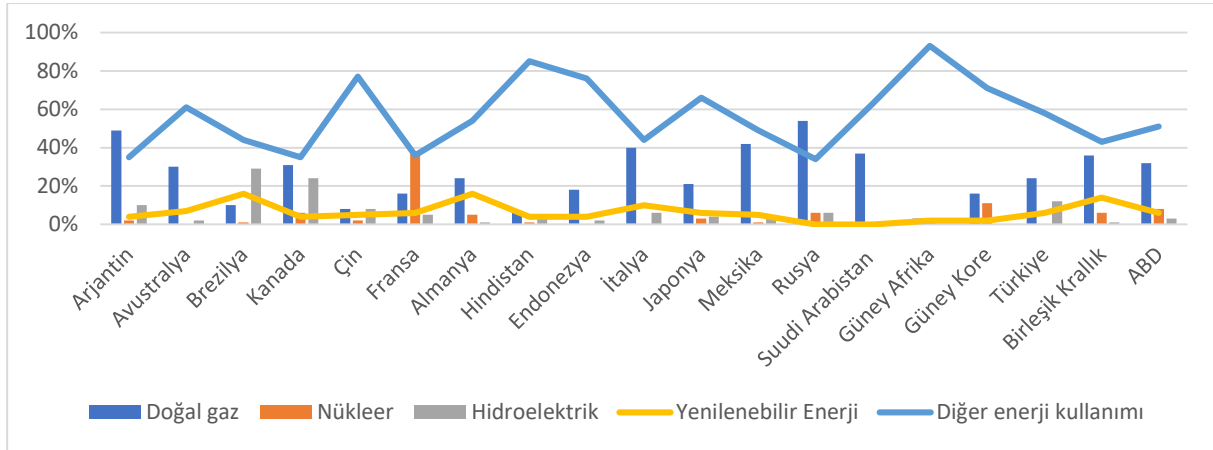
Tablo 2’de ise 2019 yılına ait G-20 ülkelerinin enerji kullanım oranları, doğal gaz, nükleer, hidroelektrik, yenilenebilir enerji ve diğer enerji kaynaklarının tüketim oranlarına yer verilmiştir. Yenilenebilir enerji tüketimi bölümünde en yüksek orana sahip olan ülkelerin %16 oran ile Almanya ve Brezilya olduğu Tablo 2’de yer alan bilgiler doğrultusunda gözlenmiştir. Doğal gaz kullanım oranları ise %54 oran ile en yüksek Rusya, ikinci olarak %49 oran ile Arjantin ve %40 oran ile İtalya ilk üç sırada yer almıştır. Hidroelektrik enerji tüketim oranları incelendiğinde ise, %29 oran ile Brezilya, %24 oran ile Kanada, %12 oran ile Türkiye en yüksek orana sahip ilk üç ülke özelliğine sahip olmaktadır. Nükleer enerji tüketimi açısından ise Fransa, Güney Kore ve Amerika Birleşik Devletleri en yüksek tüketim oranına sahip olduğu verilerle gösterilmiştir. Şekil 3’te bu bilgilere ait grafik yer almaktadır. Bu bilgiler ışığında 1965 yılından farklı olarak, çevreye daha az zararı olan, çevresel sürdürülebilirlik adına enerji kullanım kaynaklarının kullanım türünün değiştiği gözlenmektedir.



Ülkeler (Çeşitli enerji kullanımları - 2019)	Doğal gaz	Nükleer	Hidroelektrik	Yenilenebilir Enerji	Diğer enerji kullanımı
Arjantin	49%	2%	10%	4%	35%
Avustralya	30%	0%	2%	7%	61%
Brezilya	10%	1%	29%	16%	44%
Kanada	31%	6%	24%	4%	35%
Çin	8%	2%	8%	5%	77%
Fransa	16%	37%	5%	6%	36%
Almanya	24%	5%	1%	16%	54%
Hindistan	6%	1%	4%	4%	85%
Endonezya	18%	0%	2%	4%	76%
İtalya	40%	0%	6%	10%	44%
Japonya	21%	3%	4%	6%	66%
Meksika	42%	1%	3%	5%	49%
Rusya	54%	6%	6%	0%	34%
Suudi Arabistan	37%	0%	0%	0%	63%
Güney Afrika	3%	2%	0%	2%	93%
Güney Kore	16%	11%	0%	2%	71%
Türkiye	24%	0%	12%	6%	58%
Birleşik Krallık	36%	6%	1%	14%	43%
ABD	32%	8%	3%	6%	51%

**Kaynak:** International Energy Agency,2024

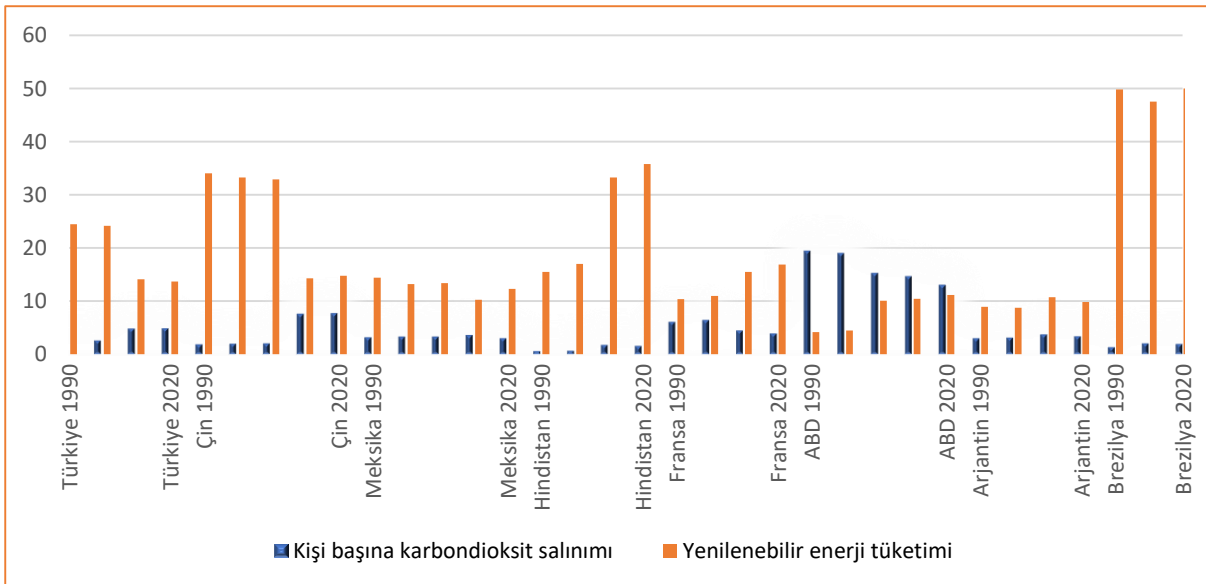
**Tablo 2:** 2019 Yılında Ülkelerin Enerji Kullanım Oranları



**Kaynak:** International Energy Agency verilerinden hareketle yazar tarafından hazırlanmıştır.

**Şekil 3:** 2019 Yılında Ülkelerin Enerji Kullanım Oranları

Tablo 1 ve Tablo 2’de yer alan veriler ülkelerin 1965 ve 2019 yıllarında kullanmış oldukları enerjinin kullanım payları gösterilmiştir. İki yıl karşılaştırmalı olarak incelendiğinde çevre kirliliği yaratan petrol kaynaklı enerji tüketiminden çevreye duyarlı enerji türlerinin kullanımının yaygınlaştığı gözlenmektedir. Bu kapsamda literatürdeki çalışmalar enerjinin karbondioksit salınımı için önemini doğrulamaktadır. Bu kapsamda şekil 3’te söz konusu ülkelere ait karbon salınımları ve yenilenebilir enerji tüketim miktarları 1990-2020 dönemi itibariyle gösterilmiştir. Worldbank verilerinden hareketle yazar tarafından oluşturulan şekil gözlemlendiğinde, özellikle Amerika Birleşik Devletleri’nin gösterildiği grafikte yenilenebilir enerji türünün arttıkça karbon salınımının azaldığı gözlenmektedir. Bu kapsamda yenilenebilir enerji tüketimin kullanımının daha fazla yaygınlaşması ve hükümet politikalarının bu yönde adımlar atması gelecek nesillere daha sağlıklı, sürdürülebilir bir çevre sağlamak adına hayati önem arz etmektedir.



**Kaynak:** Worldbank verilerinden hareketle yazar tarafından oluşturulmuştur.

**Şekil 4:** Seçilmiş ülkelerin karbondioksit salınımı ve yenilenebilir enerji tüketimi (1990 ve 2020 yıllarına ait değerlerinin karşılaştırılması)

### 3. Veri ve Metodoloji

Çalışmada G-20 ülkeleri arasından en çok karbondioksit salınımı yapan ülkeler belirlenmiş ve verileri uygun olan Türkiye, Çin, Meksika, Hindistan, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin ve Brezilya ülkeleri ele alınmıştır. Çalışmada iklim değişikliğinin en önemli göstergelerinden birisi olan karbondioksit salınımı (LNCO2) verisi *bağımlı* değişken, yenilenebilir enerji tüketimi (LNREN), dış ticaret (LNTRADE), doğrudan yabancı yatırımlar (LNFDI), finansal gelişmişlik endeksi (LNFDE) değişkenleri ise *bağımsız* değişkenler olarak ele alınmıştır. Veriler, Dünya Bankası ve IMF veri tabanından elde edilmiş olup, 1990-2020 yıllarını kapsamaktadır.

Değişkenler		Kaynak
CO2	Karbondioksit Salınımı (kt)	Dünya Bankası
REN	Yenilenebilir enerji tüketimi ( <i>toplam nihai enerji tüketiminin yüzdesi</i> )	Dünya Bankası
FDI	Doğrudan yabancı yatırım	Dünya Bankası
FDE	Finansal Gelişmişlik Endeksi	IMF Veri Tabanı
TRADE	Ticaret (GSYH'nin yüzdesi)	Dünya Bankası

**Tablo 3:** Değişkenler

Türkiye, Çin, Meksika, Hindistan, Fransa, Amerika Birleşik Devletleri, Arjantin ve Brezilya ülkeleri için 1990-2020 dönemini kapsayan çalışma için oluşturulan ana model, denklem (1) ile gösterilmiştir. Denklem (2) ise değişkenlerin logaritması alınarak elde edilen model gösterilmiştir.

$$CO2 = F(REN, FDI, FDE, TRADE) \quad (1)$$

Değişkenler arasındaki bu yapı (Rauf vd.,2020;Zhang ve Gao ,2016;Kasman ve Duman,2015; Ahmad vd.,2019; Chandio vd.,2019) denklem (2)' de sunulmuştur.

#### **Model**

$$LN(CO2)_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 LN(REN)_{it} + \alpha_2 LN(FDI)_{it} + \alpha_3 LN(FDE)_{it} + \alpha_4 LN(TRADE)_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

Tablo 5'te değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri gösterilmektedir. Tabloya göre 248 gözlem sayısı bulunmaktadır. Karbondioksit salınımını temsil eden CO2 değişkeninin minimum değeri .644102 ve maksimum değeri 20.47193'dir. Minimum ve maksimum değerler arasında 31 kat fark bulunmaktadır. Yenilenebilir enerji tüketimi değişkeni ise ortalama 19.72 değer almakta ve minimum ile maksimum değerleri arasında 13,6 kat fark bulunmaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar (FDI) değişkeni için 420 kat fark, finansal gelişmişlik endeksi (FDE) için 4,84 ve son değişken olarak ticaret (GSYH'nin yüzdesi) (TRADE) değişkeni için 6 kat fark bulunmaktadır. Değişkenlerin minimum ve maksimum değerleri arasında farklı oranlarda artış gözlenmektedir. Bu gibi serilerde logaritma almak bağımlı ve bağımsız değişkenler arasındaki ölçek farkını yok etmektedir. Bu bağlamda diğer aşamalarda serinin logaritması alınarak analize devam edilecektir.

Değişkenler	Gözlem Sayısı	Ortalama	Std.	Min	Max
LNCO2	248	5.302329	5.115327	.644102	20.47193
LNREN	248	19.72698	14.22542	4.088641	55.79372
LNFDI	248	2.072703	1.268009	.0272255	8.460582
LNFDI	248	.5192871	.206318	.19	.92
LNTRADE	248	40.20152	14.85254	13.75305	80.5633

**Tablo 4:** Tanımlayıcı istatistikler

Çalışmanın dördüncü bölümünde ekonometrik uygulama sonuçlarına yer verilecektir. Bu kapsamda ilk olarak değişkenler arasındaki korelasyon ilişkisi, çoklu doğrusal bağıntı problemi test edilmiştir. Ardından serinin yatay kesit bağıntısının olup/olmadığını belirlemek amacıyla Pesaran'e ait Pesaran CD (2004) testi uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar çoklu doğrusal bağıntı sorunu olmadığı gözlenmiş ve serinin yatay kesit bağımlılığına sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, serilerin heterojen/homojen yapısının belirlemek amacıyla Pesaran ve Yamagata (2008) testi uygulanmış ve serilerin heterojen yapıya sahip olduğu gözlenmiştir. Tüm bulgular, serilerin özelliği neticesinde ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanmasını gerektirmiştir. Dolayısıyla çalışmada ikinci nesil birim kök testlerinden CADF,CIPS ve MADF testleri uygulanmıştır. Son aşamada değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin sınanması için Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi uygulanmıştır. Bahsi geçen testlere ait tüm bulgular detaylı olarak 4.bölümde yer verilecektir.

#### 4. Bulgular

Çalışmada öncelikle tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiş, daha sonra bağımsız değişkenler arasında çoklu doğrusal bağlantı sorununun olup olmadığına yönelik olarak varyans şişirme faktör değerleri incelenmiştir.

Uygulamanın bir sonraki aşaması ise yatay kesit bağımlılığının test edilmesidir. Yatay kesit bağımlılığının göz ardı edildiği analizlerin sonuçları sapmalı ve tutarsız hale gelebilmektedir. Bu bağlamda değişkenlerin katsayılarının yatay kesitler arasındaki değişkenliği Pesaran (2004) (Cross-section Dependence-CD) testleriyle incelenmiştir. Yatay kesit bağımlılığı analizi sonrasında, panel veri analizine geçmeden önce sınanması gereken bir diğer varsayım ise homojenlik varsayımdır. Pesaran ve Yamagata (2008) delta testleri aracılığı ile sabit terimin ve eğim katsayılarının homojen/heterojen yapısı tespit edilebilmektedir. Bu kapsamda çalışmada verilerin yapısı belirlendikten sonra, birim kök analizi sınaması gerçekleştirilecektir.

Değişkenlerin durağan/birim köklü olup olmadığını incelemek amacıyla ikinci nesil panel birim kök testlerinden Madfuller ve CIPS testleri kullanılmıştır. Değişkenler arasında nedensellik ilişkisini test etmek amacıyla Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik testi kullanılmıştır. Uygulanan tüm testlerin sonuçlarına Eviews 10 ve Stata 16 paket programlarından yardımı ile ulaşılmıştır.

Tablo 6'da değişkenler arasındaki korelasyonlar ve anlamlılık düzeyleri gösterilmektedir. LNREN ve LNCO2 arasında %79 negatif korelasyon ilişkisi, LNFDI ve LNCO2 arasında %20 pozitif korelasyon ilişkisi, LNFDI ve LNCO2 arasında %58 pozitif korelasyon ilişkisi, LNTRADE ve LNCO2

arasında %12 negatif korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. Tabloda %5 ve %1 düzeyinde anlamlılık dikkate alınmıştır.

	LNCO2	LNREN	LNFDI	LNFDI	LNTRADE
LNCO2	1.0000				
LNREN	-0.7991*** 0.0000	1.0000			
LNFDI	0.2004*** 0.0015	-0.0124 0.8463	1.0000		
LNFDI	0.5886*** 0.0000	-0.1777*** 0.0050	0.3483*** 0.0000	1.0000	
LNTRADE	-0.1294** 0.0418	-0.1003 0.1150	0.0296 0.6432	0.0088 0.8909	1.0000

**Not:** \*\*, %5, \*\*\* %1 düzeyinde anlamlılığı ifade eder.

**Tablo 5:** Korelasyon

### Çoklu Doğrusal Bağlantının Araştırılması

Çoklu regresyon modelinde birden fazla bağımsız değişken arasında bir korelasyon olduğunda çoklu doğrusallık problemi ortaya çıkmaktadır. Çoklu bağlantı sorunun varlığı, kararsız ve güvenilmez katsayı tahminlerine yol açarak sonuçların yorumlanmasını ve modelden anlamlı sonuçlar çıkarılmasını zorlaştırabilmektedir. Bu bağlamda Varyans Şişirme Faktörü olarak bilinen kısaca VIF kriteri, çoklu regresyon modelinde bağımsız değişkenler arasındaki çoklu bağlantının bir ölçüsünü sağlamaktadır. VIF değeri 1'e eşit ise çoklu doğrusallık probleminin olmadığı, 5'ten yüksek değer alıyorsa problemin varlığına işaret etmektedir. Aynı zamanda VIF değerinin büyük çıkması standart hatanın ne kadar büyük olduğu konusunda da bir gösterge olmaktadır. Çünkü bu kriter,

$$VIF = \frac{1}{1 - R_i^2}$$

formülü ile hesaplanmaktadır (Daoud,2017:4).

Çoklu doğrusal bağlantının araştırıldığı bu bölümde, elde edilen değerlerin 5'ten küçük olması beklenmektedir. Tablo 7'de yer alan sonuçlar göz önüne alındığında VIF kritik değerlerin 5 değerinden oldukça küçük olduğu gözlenmektedir. Bu bilgilerden yola çıkarak serilerde çoklu doğrusal bağlantı probleminin olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır.

Variable	VIF	1/VIF
LNFDI	1.18	0.848286
LNFDI	1.14	0.875170
LNREN	1.05	0.955579
LNTRADE	1.01	0.988711
Mean VIF	1.09	

**Tablo 6:** VIF Test Sonuçları

### Yatay Kesit Bağımlılığının Araştırılması

Yatay kesit bağımlılığı, bir araştırmacının panel veri analizi yapmadan önce araştırması gereken en önemli testlerden birisidir. Ekonomideki panel veri uygulamalarında yatay kesit bağımlılığın varlığını test etmek, istisnadan ziyade bir kural haline gelmiştir (Chudik ve Pesaran,2013). Seride meydana gelen yatay kesit bağımlılığının göz ardı edilmesi yanlış çıkarımlara yol açmaktadır (Baltagi, Kao ve Peng,2016).Çünkü panel veri analizlerinde seriye belli bir şok uygulandığında panel veride yer alan tüm yatay kesit birimlerin şoktan ne derece etkilenip/etkilenmediğinin belirlenmesi önem arz etmektedir (Güriş,2018:88).

Bu kapsamda Pesaran (2004) CD testi önermiştir.

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left( \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \tilde{\rho}_{ij} \right).$$

Burada pij: i, j. kalıntının (i.ve j. birimlerin kalıntıları arasındaki) korelasyon katsayısını göstermektedir (Yerdelen Tataoğlu,2020:105).Testin hipotezleri aşağıdaki verilmiştir:

$H_0$ : Yatay kesit bağımlılığı yoktur.

$H_1$ : Yatay kesit bağımlılığı vardır.

Tablo 8'de test sonuçları yer almaktadır. LNCO2, LNREN, LNFDI, LNFDE ve LNTRADE değişkenleri için uygulanan Pesaran CD testlerinde, olasılık değerleri 0,05'ten küçük olduğu için  $H_0$  hipotezi reddedilerek serilerde yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilmiştir.

Değişkenler	Test ist.	P-değeri
LNCO2	5.03	0.0000***
LNREN	-1.56	0.0310***
LNFDI	8.95	0.0000***
LNFDE	19.40	0.0000***
LNTRADE	10.02	0.0000***

**Not:** \*\*\* %5'e göre anlamlı olduğunu göstermektedir.

**Tablo 7:** Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Sonuçları

Serilerin homojen veya heterojen olduğunun bilinmesi, ekonometrik analiz aşamasının gidiş yolunu belirleyecektir. Örneğin serilerin heterojen yapısı ikinci nesil birim kök testi analizi uygulamalarını gerektirmektedir. Bu kapsamda Pesaran ve Yamagata (2008)'nin homojenlik testi uygulanmış olup, test sonuçları incelendiğinde, LNCO2, LNREN, LNFDI, LNFDE, LNTRADE değişkenlerinin olasılık değerlerinin kritik değerden küçük olduğu gözlenmiştir.  $H_0$  hipotezi reddedilerek değişkenlerin heterojen oldukları tespit edilmiştir.

Delta_tilde	P-values	Delta adj.	P-values
13.223	0.000	14.724	0.000

**Tablo 8:** Parametrelerde Homojenliğin/ Heterojenliğin Test Edilmesi

Çalışmada, değişkenler için paneli oluşturan ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı ve heterojen yapısı tespit edilmiştir. Serilerin durağanlığı ikinci nesil panel birim kök testlerinden CADF, CIPS ve Madfuller testleri ile analiz edilmiştir. İlk aşamada Madfuller ikinci nesil birim kök testinden yararlanılmıştır. Tablo 10'da test sonuçları verilmiştir.

	MADF	Kritik Değer (5%)
<b>LNCO2</b>	8.714	26.904
<b><math>\Delta</math>LNCO2</b>	195.132	27.491
<b>LNREN</b>	41.525	26.904
<b><math>\Delta</math>LNREN</b>	211.505	27.491
<b>LNFDI</b>	99.446	26.904
<b><math>\Delta</math> LNFDI</b>	428.559	27.491
<b>LNFDE</b>	54.397	26.904
<b><math>\Delta</math>FDE</b>	279.824	27.491
<b>LNTRADE</b>	23.448	26.904
<b><math>\Delta</math>LNTRADE</b>	204.519	27.491

**Not:** MADF testlerinde, maksimum gecikme uzunluğu 1 olarak alınmıştır.

**Tablo 9:** MADF Panel Birim Kök Test Sonuçları

Tablodaki MADF birim kök birinci fark sonuçlarına göre testin istatistik değeri kritik tablo değerinden büyük olduğundan LNREN, LNFDI, LNFDE, LNTRADE değişkenleri birinci farkı alındığında birim kök içermediği belirlenmiştir. Düzey değerinde ise LNCO2 ve LNTRADE değişkeninin birim köklü yapıya sahip olduğu gözlenmektedir.

Birinci nesil yöntemin yatay kesit bağımlılığı konusunu dikkate almaması nedeniyle ikinci nesil birim kök testi kullanılmıştır. Bu nedenle ampirik analizlerin ilk adımında, bu çalışmada kesitsel artırılmış Dickey-fuller (CADF), kesitsel artırılmış IPS (CIPS) birim kök yaklaşımı kullanılmaktadır. CADF ve CIPS tekniği, tüm panel birimleri için otoregresif katsayıların heterojenliğine izin vermesi ve kesit bağımlılığının (CSD) varlığında kesin sonuçlar oluşturması

nedeniyle kullanılmıştır. 'Birim kök' (durağan olmayan) için boş hipotez ( $H_0$ ), 'birim kök yok' (durağan) ile ( $H_1$ ) alternatif hipotez oluşturularak incelenir.

CIPS istatistiği, CADF istatistiğinin ortalaması alınarak hesaplanmakta olup, CADF birim kök test sonuçları verildikten sonra açıklanacaktır.

Model A						
Değişkenler	t-bar	Z(t-bar)	P değeri	%1	%5	%10
<b>LNCO2</b>	-1.583	0.594	0.724	-2.550	-2.330	-2.210
<b>LNREN</b>	-2.014	-0.705	0.241			
<b>LNFDI</b>	-2.672	-2.683	0.004***			
<b>LNFDI</b>	-2.664	-2.661	0.004***			
<b>LNTRADE</b>	-2.085	-2.330	0.180			
Model A (trend)						
<b>LNCO2</b>	-1.684	2.107	0.982	-3.060	-2.840	-2.730
<b>LNREN</b>	-2.885	-1.752	0.040**			
<b>LNFDI</b>	-3.158	-2.631	0.004***			
<b>LNFDI</b>	-3.138	-2.565	0.005***			
<b>LNTRADE</b>	-3.133	-2.548	0.005***			

**Tablo 10:** CADF test sonuçları

Tablo 10'da yer alan sonuç tablosunda, 1 gecikmeli sabit model ve trendli modelin sonuçlarına yer verilmektedir. Model A (sabit) için %1 kritik değeri -2.550, %5 için -2.330 ve %10 için -2.210 değerini almaktadır. Model A (trend) için kritik değerler sırasıyla -3.060, -2.840 ve -2.730 olarak hesaplanmıştır. LNCO2 LNREN ve LNTRADE değişkenlerinin olasılık değerleri 0.05'ten büyük, LNFDI ve LNFDI değişkenlerinin olasılık değeri 0.05 değerinden küçük değere sahiptir. Trendli modelde ise sadece LNCO2 değişkeninin birim köklü yapıya sahip olduğu gözlenmektedir.

Model B'nin hesaplanması Model A'dan farklı olarak serilerin farkını alarak hesaplama işlemi yapılmasına dayanmaktadır. Tablo 11'de ise CADF Model B test sonuçlarına yer verilmektedir. Tüm değişkenlerin hem sabit hem trend içeren model için, fark işlemi sonrası durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır.



<b>Model B</b>						
<b>Değişkenler</b>	<b>t-bar</b>	<b>Z(t-bar)</b>	<b>P değeri</b>	<b>%1</b>	<b>%5</b>	<b>%10</b>
<b>LNCO2</b>	-3.063	-3.799	0.000***	-2.570	-2.330	-2.210
<b>LNREN</b>	-3.819	-6.003	0.000***			
<b>LNFDI</b>	-4.283	-7.357	0.000***			
<b>LNFDI</b>	-4.146	-6.957	0.000***			
<b>LNTRADE</b>	-3.592	-5.342	0.000***			
<b>Model B (trend)</b>						
<b>LNCO2</b>	-3.169	-2.611	0.005***	-3.100	-2.860	-2.730
<b>LNREN</b>	-4.022	-5.208	0.000***			
<b>LNFDI</b>	-4.241	-5.872	0.000***			
<b>LNFDI</b>	-4.145	-5.581	0.000***			
<b>LNTRADE</b>	-3.509	-3.647	0.000***			

**Tablo 11:** CADF (Model B) sonuçları

Tablo 12’de CADF test istatistiğinin ortalamasından oluşan CIPS test istatistiğinin sonuçlarına yer verilmiştir. CIPS değerlerinin tablo kritik değerlerinden mutlak olarak fazla olması serinin durağan yapısı olduğu sonucuna ulaştırmaktadır (Pesaran,2007).Bu bilgiler doğrultusunda tüm değişkenlerin farkının alınması durumunda serilerin durağan yapıya sahip olduğu gözlenmiştir.

	<b>CIPS</b>	<b>Kritik değer (10%)</b>	<b>Kritik değer (5%)</b>	<b>Kritik değer (1%)</b>
<b>LNCO2</b>	-1.568	-2.21	-2.33	-2.55
<b>Δ LNCO2</b>	-4.760***	-2.21	-2.33	-2.57
<b>LNREN</b>	-2.118	-2.21	-2.33	-2.55
<b>Δ LNREN</b>	-4.520***	-2.21	-2.33	-2.57
<b>LNFDI</b>	-3.190	-2.21	-2.33	-2.55
<b>Δ LNFDI</b>	-5.742***	-2.21	-2.33	-2.57
<b>LNFDI</b>	-2.844	-2.21	-2.33	-2.55
<b>Δ LNFDI</b>	-5.517***	-2.21	-2.33	-2.57
<b>LNTRADE</b>	-1.488	-2.21	-2.33	-2.55
<b>Δ LNTRADE</b>	-4.345***	-2.21	-2.33	-2.55

**Not:** Maksimum gecikme uzunluğu CIPS testlerinde 1 olarak alınmıştır.

**Tablo 12:** CIPS Birim Kök Test Sonuçları

Dumitrescu ve Hurlin (2012), değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin var olup/olmadığını test edebilme avantajı sağlayan nedensellik testini önermiştir. Bu test yatay kesit bağımlılığının olduğu durumlarda kullanılabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir. Bu testin temeli Wald test istatistiğine dayanmaktadır. Elde edilen sonuçlar Tablo 11'de yer almaktadır. Değişkenlere ait tüm olasılık değerlerinin 0.05 değerinden küçük olduğu gözlenmektedir. Bu bağlamda LNCO2, LNFDI, LNREN, LNFDE ve LNTRADE değişkenleri arasında karşılıklı nedensellik ilişkisinin var olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

Ho hipotezi	W-bar istatistik	Z-bar istatistik	Olasılık
LNCO2 → LNREN	12.1623	2.9432	0.0032***
LNREN → LNCO2	12.4772	3.1659	0.0015***
LNCO2 → LNFDI	11.1517	2.2286	0.0258***
LNFDI → LNCO2	10.7327	1.9323	0.0533**
LNCO2 → LNFDE	16.9755	6.3466	0.0000***
LNFDE → LNCO2	12.8470	3.4274	0.0006***
LNCO2 → LNTRADE	23.3355	10.8438	0.0000***
LNTRADE → LNCO2	16.1325	6.9035	0.0000***

**Not:** \*\*\*, %5, \*\*, %10 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

**Tablo 13:** Dumitrescu ve Hurlin (2012) Nedensellik Testi Sonuçları

## 5. Sonuç

Son yıllarda yaşanan doğal afetler, iklimin yapısını değiştirerek canlılar için hayati bir tehdit haline gelmiştir. İklimin yapısı değiştikçe ekonomik değişkenleri etkilemekte ve doğa, ekonomiye giderek daha da entegre olmaktadır. Bu kapsamda makroekonomik faktörler ile iklim değişikliğinin ilişkisinin incelenmesi, iklim değişikliğinin etkilerini en aza indirmek için önemli bir araç haline gelmiştir.

Ülke ekonomilerinin büyümesinde lokomotif olan finans sektörü, dış ticaretin yapısı, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji üretimindeki değişimler çevreyle iç içe haldedir. Örneğin dış ticarete önemli bir yeri olan havacılık ve denizcilik sektörleri küresel emisyonlar içerisinde önemli bir paya sahiptir. Uluslararası ticaret ve insan hareketliliğindeki artışa bağlı olarak bu sektörler emisyonlarda yıllık %3-5 oranında artışlara neden olmaktadır. Bu ise yeni bir ticaret sisteminin gerekliliğini gözler önüne sermektedir.

Finansal gelişme, karbon emisyonu üzerinde çeşitli şekillerde katkıda bulunmaktadır. İlk olarak finans sistemi sayesinde sağlanan kredilerle tüketicilerin evler, otomobiller, buzdolabı, klima vb. ev aletlerini kolaylıkla alabilmesi karbondioksit salınımını arttırmaktadır. İkincisi, finansal araçlar bireylerin daha fazla yatırım yaptıkları, daha az işlem maliyeti oluşan ve doğrudan karbon emisyonunu arttıran projelere yönlendirmelerine neden olmuştur. Üçüncüsü, finansal gelişmeler aynı zamanda ekonomik büyümeyi arttıran ve daha fazla karbon emisyonuna yol açan doğrudan

yabancı yatırım girişlerini arttırmaktadır. Dördüncüsü ise, sanayi faaliyetleri aynı zamanda endüstriyel kirliliğe yol açan finansal gelişme nedeniyle de artış göstermektedir.

Ülkelerin temel ekonomi politikalarından birisi ekonomik büyümedir. Ekonomik büyümenin artmasına yönelik tüm çabalar enerji gereksinimine neden olmaktadır. Bilinçsizce kullanılan enerji kaynakları çevre kirliliğine dönüşmektedir. Uzun vadeli ve sağlıklı bir ekonomi politikası için yenilenebilir enerji tüketiminin artması zorunlu bir hale gelmiştir. Dolayısıyla iklim krizi yeni bir ekonomik büyüme anlayışını, yeni bir dönüşümü tetiklemektedir. Düşük karbonlu ve çevresel etkileri azaltılmış olan bir dünya için ekonomi yeşil dönüşümü zorunlu kılmaktadır.

Söz konusu değişkenler göz önüne alındığında, iklim değişikliğinin dış ticaret, finansal gelişmişlik, yenilenebilir enerji kullanımı, doğrudan yabancı yatırımlar üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmanın, ekonometrik uygulamalarının teoriyle uyumlu olduğu anlaşılmaktadır. Dumitrescu ve Hurlin (2012) nedensellik sonucunda karbondioksit salınımının yenilenebilir enerji tüketimi, doğrudan yabancı yatırımlar, ticaretin gayrisafi yurtiçi hasılaya oranı ve finansal gelişmişlik seviyesi gibi makroekonomik değişkenlerle ilişki halinde olduğu gözlenmiştir. Elde edilen sonuç Perone (2024), Darweesh vd.(2023), Wang vd. (2022), Alola (2022), Yıldırım (2022), Eyyüboğlu vd.(2022),Usman vd. (2021), Doğan ve Doğan (2021), Li vd. (2020), Shoaib vd.(2020), Bekun vd. (2019), Nkengfack ve Fotio (2019),Ssali vd. (2019), Rafindadi vd. (2018), Omri vd.(2014) 'nin elde etmiş olduğu sonuçlar ile tutarlı bulunmuştur.

## KAYNAKLAR

ABASOV, F., & ÜÇLER, G. (2022). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Çevre Kirliliği İlişkisi: Türkiye için Doğrusal Olmayan Yumuşak Geçiş Modellerinden Ampirik Kanıtlar. *Kırşehir Ahi Evran Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1.

AHMAD, F., DRAZ, M. U., SU, L., & RAUF, A. (2019). Taking the bad with the good: The nexus between tourism and environmental degradation in the lower middle-income Southeast Asian economies. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1240-1249.

AKÇAY, S., & KARASOY, A. (2018). Doğrudan Yabancı Yatırımlar ve Karbondioksit Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği. *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 73(2), 501 – 526.

AKDAĞ, S., & YILDIRIM, H. (2020). Toward a sustainable mitigation approach of energy efficiency to greenhouse gas emissions in the European countries. *Heliyon*, 6( 3), 8.

ALOLA, A. A., ALOLA, U. V., AKDAG, S., & YILDIRIM, H. (2022). The role of economic freedom and clean energy in environmental sustainability: implication for the G-20 economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(24), 36608-36615.

APERGIS, N., PINAR, M., & UNLU, E. (2023). How do foreign direct investment flows affect carbon emissions in BRICS countries? Revisiting the pollution haven hypothesis using bilateral FDI flows from OECD to BRICS countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 30,14680-14692.

BALTAGI, B. D., KAO, C., & PENG, B. (2016). Testing Cross-Sectional Correlation in Large Panel Data Models with Serial Correlation. *MDPI*, 4(4), 44.

BEKUN, F. V. ALOLA, A. A., & SAMUEL, A.S.(2019). Toward a sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. *Science of The Total Environment*, 657, 1023-1029.

BEKUN, F. V., GYAMFI, B. A., ETOKOKPAN, M. U. & ÇAKIR, B. (2023). Revisiting the pollution haven hypothesis within the context of the environmental Kuznets curve. *International Journal of Energy Sector Management. Emerald Publishing Limited*, 17(6),1750-6220.

BEKUN, F. V., ALOLA, A. A., & SARKODIE, S. A. (2019). Toward a sustainable environment: Nexus between CO2 emissions, resource rent, renewable and nonrenewable energy in 16-EU countries. *Science of the Total Environment*, 657,1023-1029.

CHAUDHRY, I. S., YIN, W., ALI, S. A., FAHEEM, M., ABBAS, Q., FAROOQ, F., & REHMAN, S.U. (2022). Moderating role of institutional quality in validation of pollution haven hypothesis in BRICS: a new evidence by using DCCE approach. *Environment Science Pollution Research*, 29, 9193–9202.

CHAKRABORTY, D., & MUKHERJEE, S. (2013). Do Foreign Trade and Investment Lead to Higher CO2 Emissions? Evidence from Cross Country Empirical Estimates. *Review of Market Integration*, 5(3), 329-361.

CHANDIO, A. A., JIANG, Y., RAUF, A., MIRANI, A. A., SHAR, R. U., AHMAD, F., & SHEHZAD, K. (2019). Does energy-growth and environment quality matter for agriculture sector in Pakistan or not? An application of cointegration approach. *Energies*, 12(10), 1879.

CHEN, J., TAN, H., & MA, Y. (2022). Distinguishing the Complex Effects of Foreign Direct Investment on Environmental Pollution: Evidence from China. *The Energy Journal*, 43(4), 27-44.

CHUDIK, A., & PESARAN, M. H. (2013). Large Panel Data Models with Cross-Sectional Dependence: A Survey. *Federal Reserve Bank of Dallas Globalization and Monetary Policy Institute Working Paper*, No. 153.

COPELAND, B. R., & TAYLOR, M. S. (2003). Trade, growth and the environment. Cambridge: NBER Working Papers.

COUNCIL ON FOREIGN RELATIONS. (2023). What Does the G20 Do?. <https://www.cfr.org/backgrounder/what-does-g20-do>, Erişim Tarihi: 21.01.2024

DARWEESH, F. KHUDARI, M., & OTHMAN, N. S.(2023). The relationship between financial development and carbon emissions: a systematic review. *International Journal of Professional Business Review*.8(7), 2525-3654.

DAOUD, J. (2017). Multicollinearity and Regression Analysis. *Journal of Physics: Conference Series*. 949(4), 1-7.

DOĞAN, E., & DOĞAN, B. Ö. (2021). Finansal gelişme ve inovasyon, Türkiye’de yenilenebilir enerji üretimini artırıyor mu? *Turkish Studies - Economy*, 16(2), 783-797.

DOGAN, E., & SEKER, F. (2016). The influence of real output, renewable and non-renewable energy, trade and financial development on carbon emissions in the top renewable energy countries. *Renew. Sust. Energ. Rev.* 60, 1074–1085.

- DU, K., YU, Y., & LI, J. (2020). Does international trade promote CO2 emission performance? An empirical analysis based on a partially linear functional-coefficient panel data model. *Energy Economics*, 92,104983.
- DUMITRESCU, E., & HURLIN, C. (2012). Testing For Granger Non-Causality in Heterogeneous Panels. *Economic Modelling*, 29(4); 1450-1460.
- ESSANDOH, O. K., ISLAM, M., & KAKINAKA, M. (2020). Linking international trade and foreign direct investment to CO2 emissions: Any differences between developed and developing countries? *Science of the Total Environment*, 712,136437.
- EYYÜBOĞLU, K., AKDAĞ, S., YILDIRIM, H., & ALOLA, A. A. (2022). The causal trend of energy intensity and urbanization in emerging countries. *Letters in Spatial and Resource Sciences*, 15(3), 653-663.
- FAUZEL, S. (2017). The impact of FDI on CO2 emission in a small island developing state: A cointegration approach. *Economics and Business Letters*. 6(1), 6-13.
- FU, Q., WANG, J., XIANG, Y., YASMEEN, S., & ZOU, B. (2022). Does financial development and renewable energy consumption impact on environmental quality: A new look at China's economy. *Front. Psychol.* 13: 905270.
- GORGIJ, M. & SHAHRAKI, M. (2022). The impact of financial development and environmental quality on health status: Evidence from the Middle East and North Africa (MENA) countries. *Payesh*, 21(6),593-603.
- GUO, Y. (2021). Financial Development and Carbon Emissions: Analyzing the Role of Financial Risk, Renewable Energy Electricity, and Human Capital for China. Hindawi . *Discrete Dynamics in Nature and Society*, 2021(2021), 1-8.
- GÜRİŞ, S. (2018). *Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi*. İstanbul: Der Yayınları.
- HUANG, Y., CHEN, F., WEI, H., XIANG, J., & XU, Z. (2022). The Impacts of FDI Inflows on Carbon Emissions: Economic Development and Regulatory Quality as Moderators. *Front. Energy Research*, 9, 820596.
- HUSSAIN, M., REHMAN, R. U., & BASHIR, U. (2023). Environmental pollution, innovation, and financial development: an empirical investigation in selected industrialized countries using the panel ARDL approach. *Environment, Development and Sustainability*.
- INTERNATIONAL ENERGY AGENCY. (2024). Data and statistics. <https://www.iea.org/data-and-statistics>, Erişim Tarihi: 21.01.2024
- KASMAN, A., & DUMAN, Y. S. (2015). CO2 emissions, economic growth, energy consumption, trade and urbanization in new EU member and candidate countries: A panel data analysis. *Economic Modelling*. 44, 97-103.
- KHAN, Z. U., AHMAD M., & KHAN, A.(2020). On the remittances-environment led hypothesis: empirical evidence from BRICS economies. *Environmental Science Pollution Research*, 27(14),16460–16471
- KILIÇARSLAN, Z., & DUMRUL, Y. (2017). Foreign Direct Investments and CO2 Emissions Relationship: The Case of Turkey. *Business and Economics Research Journal*, 8(4), 647-660.

- KYRIAKOPOULOU, D., KYRIACOU, G. & PEARSON, G. (2023). How does trade contribute to climate change and how can it advance climate action? *The London School of Economics and Political Science*. <https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/explainers/how-does-trade-contribute-to-climate-change-and-how-can-it-advance-climate-action/>, Erişim Tarihi:23.01.2024
- LI, K., HU, E., XU, C., MUSAH, M., KONG, Y., MENSAH, I.A, ZU,J., JIANG,W.,& SU,Y.(2021). A heterogeneous analysis of the nexus between energy consumption, economic growth and carbon emissions: Evidence from the Group of Twenty (G20) countries. *Energy Exploration & Exploitation*. 39(3), 815-837.
- LIU, G., KHAN, M. HAIDER, A., & UDDIN, M. (2022). Financial Development and Environmental Degradation: Promoting Low-Carbon Competitiveness in E7 Economies' Industries. *Int. J. Environ. Res. Public Health*, 19(23), 16336.
- LIU, S. & ZHANG, P. (2022). Foreign Direct Investment and Air Pollution in China: Evidence from the Global Financial Crisis. *The Developing Economies*, 60(1), 30-61.
- LIU, X. & LIU, X. (2021). Can Financial Development Curb Carbon Emissions? Empirical Test Based on Spatial Perspective. *Sustainability, MDPI*, 13(21), 1-19.
- MALIK, M. Y., LATIF, K., KHAN, Z., BUTT, H. D., HUSSAIN, M., & NADEEM, M. A. (2020). Symmetric and asymmetric impact of oil price, FDI and economic growth on carbon emission in Pakistan: Evidence from ARDL and non-linear ARDL approach. *Science of The Total Environment*, 726, 138421.
- MERT, M., & ÇAĞLAR, A. E. (2020). Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933–32943.
- MARQUES, A. C., & CAETANO, R. (2020). The impact of foreign direct investment on emission reduction targets: Evidence from high- and middle-income countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 55, 107-118.
- MOHAMMED, A. Y. M. A. (2018). International Trade and its Impact on CO2 Emission: Empirical Study of Bahrain. *International Journal of Academic Research in Business and Social Sciences*, 8(2), 310–325.
- NKENGFAK, H., & FOTIO, H. K. (2019). Energy Consumption, Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from the Top Three Emitters in Africa. *Modern Economy*, 10(1), 52-71.
- OWUSU, P. & ASUMADU-SARKODIE, S. (2016). A review of renewable energy sources, sustainability issues and climate change mitigation. *Cogent Engineering*, 3,1167990.
- PESARAN, H. (2004), "General Diagnostic Tests For Cross Section Dependence in Panels", *Cambridge Working Papers in Economics Working Paper*, 435.
- PESARAN, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of Applied Econometrics*,22(2), 265-312.
- PESARAN, M. H., & YAMAGA, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics*, 142(1), 50–93.

PERONE, G. (2024). The relationship between renewable energy production and CO2 emissions in 27 OECD countries: A panel cointegration and Granger non-causality approach. *Journal of Cleaner Production*. 434(1), 25.

QAYYUM, M., ALI, M., NIZAMANI, M. M., LI, S., & YU, Y. (2021). Nexus between Financial Development, Renewable Energy Consumption, Technological Innovations and CO2 Emissions: The Case of India. *Energies*, 14(15), 4505.

RAFINDADI, A. A., MUYE, I. M., & KAITA, R. A. (2018). The effects of FDI and energy consumption on environmental pollution in predominantly resource-based economies of the GCC. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 25, 126-137.

RAZA, S. S., & HUSSAIN, A. (2016). The Nexus of Foreign Direct Investment, Economic Growth and Environment in Pakistan. *The Pakistan Development Review*, 55 (2), 95-111.

RAZA, S. A. & SHAH, N. (2018). Impact of Financial Development, Economic Growth and Energy Consumption on Environmental Degradation: Evidence from Pakistan. IQRA University. *MPRA Paper*, N.87095.

RESPITAWULAN, A., & RAHAYU, A. (2019). The Role of Renewable Energy to Reduce Climate Change: Perspective of Policy Content and Context. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 328, 012005.

RAUF, A., LIU, X., AMIN, W., REHMAN, O., LI, J., AHMAD, F., & BEKUN, F. (2020). Does sustainable growth, energy consumption and environment challenges matter for Belt and Road Initiative feat? A novel empirical investigation. *Journal of Cleaner Production*, 262 (2020), 121344.

SALOUN, K., & CERDA, E. (2019). Climate change impacts on renewable energy generation. A review of quantitative projections. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 116, 109415.

SHAHBAZ, M., NASREEN, S., ABBAS, F., & ANIS, O. (2015). Does Foreign Direct Investment Impede Environmental Quality in High-, Middle-, and Low Income Countries? *Energy Economics*. 51, 275-287.

SHARMA, S. (2019). Trade, Foreign Direct Investment, and Pollution Abatement. *Asian Development Bank Institute*. No. 1003.

SHAO, Q., WANG, X., ZHOU, Q., & BALOGH, L. (2019). Pollution haven hypothesis revisited: a comparison of the BRICS and MINT countries based on VECM approach. *Journal of Cleaner Production*, 227, 724-738.

SSALI, M. W., DU, J., MENSAH, I., & HONGO, D. (2019). Investigating the nexus among environmental pollution, economic growth, energy use, and foreign direct investment in 6 selected sub-Saharan African countries. *Springer*, 26, 11245-11260.

OMRI, A., NGUYEN, D., & CHRISTOPHE, R. (2014). Causal interactions between CO2 emissions, FDI, and economic growth: Evidence from dynamic simultaneous-equation models, *Economic Modelling*. Elsevier, 42(2014), 382-389.

QAYYUM, M., ALI, M., NIZAMANI, M. M., LI, S., & YU, Y. (2021). Nexus between Financial Development, Renewable Energy Consumption, Technological Innovations and CO2 Emissions: The Case of India. *Energies*, 14(15), 4505.

USMAN, M., YASEEN, M. KOUSAR, R., & MAKHDUM, A. (2021). Modeling financial development, tourism, energy consumption, and environmental quality: Is there any discrepancy between developing and developed countries? *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 58480-58501.

WANG, Z., HOA, P., SUN, K. HASHEMIZADEH, A., & BUI, Q. (2022). The moderating role of financial development in the renewable energy consumption - CO2 emissions linkage: The case study of Next-11 countries. *Energy*, 254, 124386.

WANG, J., ZHANG, S., & ZHANG, Q. (2022). The relationship of renewable energy consumption to financial development and economic growth in China. *Renewable Energy*, 170, 897-904.

YUNFENG, Y., & LAIKE, Y. (2010). China's foreign trade and climate change: A case study of CO2 emissions," *Energy Policy, Elsevier*, 38(1), 350-356.

YILMAZER, M., & KARABİBER, B. (2022). Türkiye'de İhracat, Doğrudan Yabancı Yatırımlar, Ekonomik Büyüme ve Karbon Emisyonu İlişkisi. *Business and Economics Research Journal*, 13(2), 199-220.

YILDIRIM, H., & AKDAĞ, S. (2022). Enerji Verimliliği Finansal Gelişmişliğin Nedeni midir? Yatay Kesit Bağımlılığı Altında Panel Nedensellik Analizi. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 17(66), 658-671.

YI, J., HOU, Y., & ZHANG, Z. (2023). The impact of foreign direct investment (FDI) on China's manufacturing carbon emissions. *Innovation and Green Development*, 2(4), 100086.

YERDELEN TATOĞLU, F. (2020). *Panel Zaman Serileri Analizi*. İstanbul: Beta Yayıncılık. s.105.

ZHAO, Q., & SU, C. (2023). The Nexus Between Air Pollution and Outward Foreign Direct Investment. *Sage Journals*, 13(1), 1-11.

ZHANG, L., & GAO, J. (2016). Exploring the effects of international tourism on China's economic growth, energy consumption and environmental pollution: Evidence from a regional panel analysis. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 53, 225-234.