



ISSN: 2146-1740
<https://dergipark.org.tr/tr/pub/ayd>,
Doi: 10.54688/ayd.1535973
Araştırma Makalesi/Research Article



TÜRKİYE’DE EKONOMİK İSTİKRARIN ÇEVRE KALİTESİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: ARDL SINIR TESTİ VE TODA-YAMAMOTO NEDENSELLİK ANALİZİ

THE IMPACT OF ECONOMIC STABILITY ON ENVIRONMENTAL QUALITY IN TÜRKİYE: ARDL BOUNDS TEST AND TODA-YAMAMOTO CAUSALITY ANALYSIS

Fatih AKIN¹ Şaban ÖNCEBE²

Öz

Makale Bilgi

Gönderilme:
20/08/2024

Kabul:
22/01/2025

Çevre kirliliği sadece bir ülkeyi değil diğer ülkeleri de etkilediği için küresel çapta bir sorundur. Bu nedenle çevre kalitesinin sağlanması tüm ülkelerin gündeminde olan bir konudur. Dolayısıyla çevre kalitesini bozan sebepler de tartışma konusu olmuştur. Türkiye’de çevre kalitesinin göstergelerinden biri olan CO₂ emisyonu sürekli artan bir yapıya sahiptir. Çevre kalitesinin bozulmasında önemli bir rol oynayan CO₂ emisyonunu azaltmak için Türkiye 2021 yılında Paris Anlaşması’nda bazı taahhütlerde bulunmuş ve gerekli alt yapı çalışmaları için de somut adımlar atmıştır. Bu çalışmada, Türkiye’de 1990-2022 döneminde ekonomik istikrar ve enerji tüketiminin çevre kalitesi üzerindeki uzun dönem etkisi Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Model (ARDL) ve Granger nedensellik analizi için ise Toda-Yamamoto Nedensellik testi ile araştırılmıştır. Çevre kalitesini temsilen CO₂ emisyonu değişkeni kullanılmıştır. ARDL sınır testi sonuçlarına göre, CO₂ emisyonunu uzun dönemde ekonomik istikrar ve enerji kullanımı artırmaktadır. Toda-Yamamoto Nedensellik testi sonuçlarına göre ekonomik istikrar ve enerji kullanımından CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü bir Granger nedensellik tespit edilmiştir. Bu sonuçlar doğrultusunda, Türkiye’nin ekonomik istikrar ve çevre dengesini sağlayabilmesi için çevre kalitesini yükselten yenilenebilir enerji kaynaklarına daha da ağırlık vermesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: CO₂ Emisyonu, Enerji Tüketimi, Ekonomik İstikrar, ICRG, ARDL.

Jel Kodları: A10, C32, E17, E60, F64.

¹ Sorumlu Yazar: Dr. Öğr. Üyesi, Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi (Refahiye Meslek Yüksekokulu), ORCID: 0000-0002-7741-4004, fatih.akin@erzincan.edu.tr.

² Öğr. Gör. Dr., Adıyaman Üniversitesi (Gölbaşı Meslek Yüksekokulu), ORCID: 0000-0001-8590-6538, soncebe@adiyaman.edu.tr.

Atıf: Akın, F. & Öncebe, Ş. (2025). Türkiye’de ekonomik istikrarın çevre kalitesi üzerindeki etkisi: Ardl sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 16(1), 74-101.



Abstract

Article Info

Received:
20/08/2024

Accepted:
22/01/2025

Environmental pollution is a global issue because it affects not only one country but also other countries. Therefore, ensuring environmental quality is an issue on the agenda of all countries. Therefore, the reasons that deteriorate environmental quality have also been the subject of discussion. In Türkiye, CO₂ emission, which is one of the indicators of environmental quality, has a continuously increasing structure. In order to reduce CO₂ emissions, which play an important role in the deterioration of environmental quality, Türkiye has made some commitments in the Paris Agreement in 2021 and has taken concrete steps for the necessary infrastructure works. In this study, the long-run impact of economic stability and energy consumption on environmental quality in Türkiye for the period 1990-2022 is investigated with Autoregressive Lag Distributed Model (ARDL) and Toda-Yamamoto Causality test for Granger causality analysis. CO₂ emission variable is used to represent environmental quality. According to the ARDL bounds test results, CO₂ emission increases with economic stability and energy use in the long run. According to the results of Toda-Yamamoto Causality test, a unidirectional Granger causality is found from economic stability and energy use to CO₂ emission. In line with these results, in order for Türkiye to achieve economic stability and environmental balance, it should give more weight to renewable energy sources that improve environmental quality.

Keywords: CO₂ Emissions, Energy Consumption, Economic Stability, ICRG, ARDL.

Jel Codes: A10, C32, E17, E60, F64.

Extended Summary

In this study covering the period 1990-2022 for Türkiye, the impact of economic stability and energy use on environmental quality is investigated using the Autoregressive Lag Distributed Model (ARDL) and Toda-Yamamoto Causality test for Granger causality analysis. One of the main contributions of the study to the literature is the use of the economic stability index. CO₂ emissions are used as a measure of environmental quality. Another difference of the study is that it deals with the relationship between CO₂ emissions and economic stability. In the literature, the relationship between CO₂ emission and economic growth is generally discussed. There is no study that examines the relationship between economic stability and CO₂ emissions through the case of Türkiye. It is thought that this study will be a guide for other studies to be conducted in the future by filling this gap.

According to the findings obtained from the ARDL bounds test, when the economic stability index increases by 1% in the long run, the CO₂ variable increases by 0.19%. An increase in the economic stability index implies an increase in macroeconomic variables and therefore, it is an expected result that this increase will increase the CO₂ variable. There is also a positive and statistically significant long-run relationship between energy consumption and CO₂. When energy consumption increases, CO₂ also increases. When energy consumption increases by 1%, CO₂ increases by 0.72%. When the short-run coefficients are analyzed, one-period lag of the CO₂ variable affects CO₂ positively and the coefficient value is significant. When the one-period lag of CO₂ increases by 1%, CO₂ increases by 0.36%. There is also a positive and significant relationship between economic stability index and energy consumption and CO₂. When the economic stability index increases by 1%, the CO₂ variable increases by 0.12%, and when energy consumption increases by 1%, the CO₂ variable increases by 0.46%. Economic stability and energy use seem to be an important factor in environmental degradation in the short run.

According to the findings obtained from the Toda-Yamamoto (1995) causality test, there is a significant unidirectional Granger causality relationship from the economic stability index to the LCO₂ variable at the 5% significance level. An increase in the economic stability index has an effect on CO₂. In other words, a change in economic growth, inflation, GDP per capita, budget and current account balance causes a change in the CO₂ variable. There is a unidirectional Granger causality from energy consumption to CO₂ and LEKO. A change in energy consumption has an effect on LCO₂.

According to the ARDL bounds test results obtained from the study, economic stability and energy consumption have a positive and significant effect on carbon emissions in the long run. Although economic stability has a positive effect on carbon emissions, this implies that economic stability has a negative effect on environmental quality. Because when economic stability increases, carbon emissions also increase, which has a negative meaning for environmental health. Energy consumption also increases with the increase in economic stability, which is confirmed by the findings of the empirical study. According to the ARDL short-run results, a one-period lag of carbon emissions further deteriorates environmental quality. Again, there is a positive and significant relationship between both economic stability and energy consumption and carbon emissions, and the same effects have emerged in the short and long run. Since energy consumption increases with increasing economic stability, environmental quality deteriorates accordingly. This implies that energy resources such as fossil fuels and oil are used intensively in the realization of production activities in Türkiye or that renewable energy resources are insufficient. According to Toda-Yamamoto causality analysis results, there is a unidirectional and significant Granger causality relationship from economic stability and energy consumption to carbon emissions. When there is a change in economic stability and energy consumption, carbon emissions are affected. These results confirm the ARDL results. Because when economic growth, which is an important component of economic stability, increases, environmental quality is negatively affected.

In order for Türkiye to achieve a balance between economic stability and the environment, it needs to give more weight to renewable energy sources that improve environmental quality. For this, governments can work towards increasing public budgets for green energy to encourage the use of renewable energy. In order to better coordinate such efforts, policies for cooperation between universities and industries can be implemented.

1. Giriş

Günümüzün ekonomik ve çevresel tartışmalarında, ekonomik istikrar ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişki önemli bir tartışma konusudur. Çalışmalarda, ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasında ilişki genellikle Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) olarak bilinen ters-U biçiminde ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu şekil, bir ekonomi büyüdükçe çevresel bozulmanın belirli bir noktaya kadar arttığını, daha sonra ekonomi gelişmeye devam ettikçe ve daha çevre dostu uygulamaları karşılayabildikçe azalmaya başladığını göstermektedir (Grossman ve Krueger, 1991, 1995). CO₂ emisyonunu azaltırken ekonomik istikrarı korumak, dünya iklim değişikliğinin etkileriyle mücadele ederken uluslararası kuruluşlar, çevre bilimciler ve hükümetler için en önemli öncelik olmuştur. Bu iki değişken arasındaki ilişki, çevresel bozulma ve ekonomik büyüme dinamiklerini etkileyen bir dizi değişkeni içeren karmaşık ve çok yönlüdür.

Sürdürülebilir kalkınmanın teşvik edilmesi ve vatandaşların refahının garanti altına alınması ekonomik istikrara bağlı olup bir ülkenin genel refahı ise sosyal güvenliğe, uzun vadeli yatırımlara ve istihdamın geliştirilmesine bağlıdır. Her üçü de istikrarlı ekonomik koşullarla mümkün olur. Ancak, ekonomik genişleme arayışı sıklıkla CO₂ emisyonunu artıran ve çevreyi bozan fosil yakıtların yakılmasına sebep olmaktadır. Ekonomik istikrarın temel dayanakları artan sıcaklıklar ve sert hava koşulları nedeniyle tehdit altında olduğundan, bunun gezegen için sonuçları çok büyüktür. Buna karşılık, CO₂ emisyonunun azaltılması, sürdürülebilir bir gelecek ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için elzemdir. Sera gazı emisyonlarının çoğunlukla insan faaliyetlerinden, özellikle de fosil yakıtların yakılmasından kaynaklandığı ve bunun küresel ısınmaya katkıda bulunduğu konusunda geniş bir bilimsel mutabakat vardır. Eylemsizliğin, doğal afetlerin sıklığında artış, deniz seviyesinde yükselme ve dünyanın gıda sistemlerinde aksamalar gibi ciddi sonuçları olacaktır. Dolayısıyla, ekonomik istikrarın korunması ve gezegenin uzun vadeli sürdürülebilirliğinin garanti altına alınması CO₂ emisyonlarının azaltılmasına bağlıdır.

Ekonomik istikrar ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişki, çeşitli ekonomik ve çevresel faktörler arasındaki karşılıklı etkileşim nedeniyle daha da karmaşık hale gelmektedir. Örneğin, ekonomik büyüme daha yüksek enerji kullanımı ve CO₂ emisyonu ile sonuçlanabilir, ancak aynı zamanda teknolojik yenilikleri ve daha yeşil çözümlerin benimsenmesini de teşvik edebilir. Buna benzer şekilde, politikaların etkinliği ve ekonomik kalkınma derecesi gibi değişkenlere bağlı olarak, emisyonları azaltmayı amaçlayan çevresel düzenlemelerin ekonomik istikrar üzerinde hem olumlu hem de olumsuz etkileri olabilir. Bu bağlantının karmaşıklığı göz

önüne alındığında, ekonomik istikrar ve CO₂ emisyonları arasındaki karşılıklı etkileşimi anlamak çok önemlidir. Bu da enerji kullanımı, ekonomik genişleme ve çevresel düzenlemelerin etkisi gibi bu iki değişken arasındaki ilişkiyi etkileyen çeşitli unsurların araştırılmasını gerektirmektedir. Bu sayede bilim insanları ve politikacılar sürdürülebilir ekonomik büyümenin sağlanması, CO₂ emisyonlarının azaltılması ve iklim değişikliğinin etkilerinin azaltılması için daha güçlü planlar oluşturabilirler.

Çalışmanın literatüre katkı sağlayacağı temel unsurlardan biri ekonomik istikrar endeksinin kullanılmasıdır. Çevresel kalitenin bir ölçüsü olarak da CO₂ emisyonları kullanılmıştır. Çalışmanın bir diğer farklılığı ise, CO₂ emisyonu ile ekonomik istikrar arasındaki ilişkiyi ele almasıdır. Literatürde genellikle CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ilişkisi ele alınmıştır. Türkiye’de ekonomik istikrar ve CO₂ emisyonu ilişkisini araştıran herhangi bir çalışmaya ise rastlanılmamıştır. Bu çalışmanın söz konusu eksikliği gidererek hem literatüre katkı sağlayacağı hem de gelecekte yapılacak sair çalışmalara yol gösterici olacağı düşünülmektedir. Türkiye için 1990-2022 dönemini kapsayan bu çalışmada; CO₂ emisyonu, ekonomik istikrar ve enerji tüketimi değişkenleri kullanılarak ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkisi ARDL yöntemiyle incelenerek Türkiye’de ekonomik istikrarın ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonunu nasıl etkilediği belirlenmeye çalışılmıştır. Toda-Yammoto nedensellik testi ile ise değişkenler arasındaki nedensellik yönüne bakılmıştır. Veri kısıtı nedeniyle 1990-2022 dönemi ele alınmıştır. Çalışmada sırasıyla; giriş, ekonomik istikrar ve çevre ilişkisine, literatür taramasına, araştırmanın metodolojisine, ampirik bulgulara, sonuç ve önerilere değinilecektir.

2. Ekonomik İstikrar ve Çevre İlişkisi

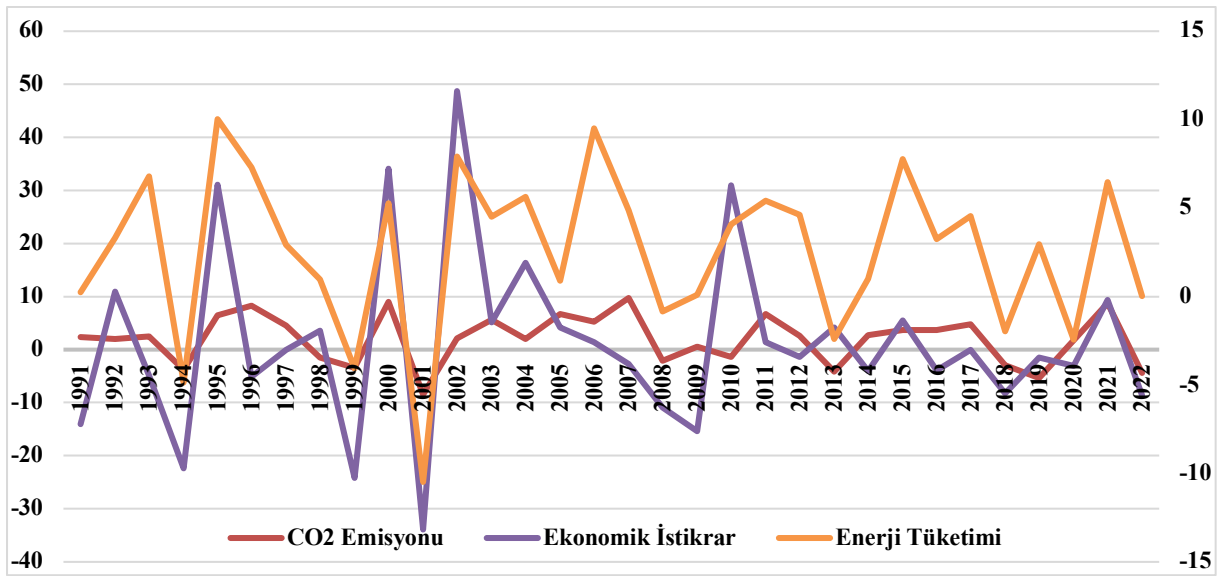
Son zamanlarda özellikle küresel çapta yaşanan ekonomik durgunluktan dolayı ekonomik istikrar çoğu ekonominin odak noktası olmuştur. Ekonomik istikrar, bir ülke nüfusunun hayati önem taşıyan tüm ekonomik kaynaklara erişiminin sağlanması ve günlük yaşamlarının ekonomideki dalgalanmalar nedeniyle kesintiye uğramaması şeklinde tanımlanabilir. Ekonomik istikrar, bir ülke başka bir ülke ile mukayese edildiğinde bu ülkelerin değerini, ekonomik gücünü ve rekabetçiliğini ölçer ve uygulanacak politikalar için önemli bir rol oynamaktadır. Ülkeler, ekonomiyi istikrara kavuşturmak için çeşitli hedeflerle ekonomi politikası oluştururlar. Bir ülke hangi siyasi sistemle yönetilirse yönetilsin ekonomik istikrarın sağlanması hükümetin görevidir. Ekonomik istikrar özel sektörün performansını etkilediği için onlarda ekonomik istikrarın sağlanmasıyla yakından ilgilienirler. Ayrıca ekonomik istikrar, sürdürülebilir büyüme, fiyat istikrarı, mali ve cari denge yaşayan bir ekonomiyi de ifade

etmektedir. Ekonomik istikrarın korunması, ekonomik ve finansal krizlerden, düşük oranlı tasarruf oranlarından, yüksek enflasyondan ve döviz kurlarındaki aşırı dalgalanmalardan kaçınmakla ilgilidir. Ekonomik istikrarsızlık, belirsizliği artırabilir, yatırımı caydırabilir, ekonomik büyümeyi engelleyebilir ve yaşam standartlarını düşürebilir. Dolayısıyla, bir ülkenin ekonomik istikrarı, gelecekteki kalkınmasının temelini oluşturmaktadır (Eze ve Ogiji, 2016; Saravanakumar, 2024).

Ekonomik istikrar, üretim ve tüketimi içinde barındıran bir kavramdır. CO₂ emisyonuna yol açan ekonomik faaliyetler üretim ve tüketim açısından değerlendirilebilir. Üretim bazlı emisyonlar yurt içinde ve yurt dışında üretilen mal ve hizmetlerin tüm karbon ayak izini içermektedir. Tüketim bazlı emisyonlar ise büyük ölçüde yurt dışında üretilen mal ve hizmetlere yönelik ülkenin nihai talebinden kaynaklanmaktadır. Dolayısıyla bu ürünlerin üretiminden kaynaklanan çevre kirliliği tüm dünyaya yayılabilmektedir (Peters ve Hertwich, 2008). Küresel ekonomik faaliyetler tüketimi önemli ölçüde artırmaktadır. Bu da tüketimin küresel emisyonları yaymasında tüketimin rolüne ilişkin bir fikir verebilmektedir. Tüketici davranışları ve yaşam tarzları enerji kullanımında büyük bir etkiye sahip olup CO₂ emisyonunu tetiklemektedir. Mal ve hizmet akışı ve artan ekonomik faaliyetler açısından ticaret açıklığı CO₂ emisyonuna sebep olan önemli faktörlerdir. Uluslararası ticaret, CO₂ emisyonu yoğun olan endüstrileri diğer ekonomilere kaydırarak karbon kaçağı yoluyla çevreyi bozabilmektedir. Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler teknolojik yenilik ve yenilenebilir enerji kaynakları ile CO₂ emisyonunu azaltmak istemektedirler (Adebayo vd., 2021). Aynı zamanda, dünyanın dört bir yanındaki ekonomiler ekonomik büyüme, istihdam ve daha iyi yaşam standartları için çaba göstermektedir (Kédaitiené ve Klyviené, 2020).

Gelecekteki enerji tüketimi Asya ülkelerinin hızlı büyümesi ve ulaşım ihtiyaçları nedeniyle hızla artabilir. Asya ve OECD gibi büyük tüketici ülkelerin ithal petrole olan bağımlılığının artması çevre kirliliği için tehdit oluşturmaktadır. Ekonomik istikrara ulaşmak için yapılan aktiviteler CO₂ emisyonu yoluyla çevre kalitesini olumsuz yönde etkileyen yüksek enerji tüketimine yol açmaktadır. Çünkü ekonomik istikrarın bileşenlerinden olan özellikle ekonomik büyüme enerji gerektirmektedir. Bu enerji de fosil yakıtlar kullanılarak üretildiği ölçüde CO₂ emisyonuna yol açmaktadır. Dolayısıyla ekonomik büyüme ile CO₂ emisyonları arasında bir dengenin kurulması gerekmektedir. CO₂ emisyonlarında artış olmadan ekonomik faaliyeti artırma veya ekonomik faaliyet artışı olduğu zaman CO₂ emisyonunun artmaması küresel çapta bir sorun teşkil etmektedir. Bazı akademik çalışmalarda (Sun vd., 2021; Özcan, 2013) ekonomik büyüme ile CO₂ salımı arasında negatif bir ilişki olduğu sonucu elde edilmiştir.

Bazı çalışmalarda ise (Ehigiamusoe ve Lean, 2019; Mensah vd., 2021; Musah vd., 2020) ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ile CO₂ emisyonları arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Dolayısıyla değişkenler arasında hem negatif hem de pozitif bir ilişki bulunmakta olup bu konuda bir fikir birliği tam oluşmamıştır. Chen vd. (2016), Kasperowicz (2015) ve Xu ve Qiao (2020)'ya göre CO₂ emisyonu, ekonomik kalkınmanın erken evrelerinde artmakta olup ekonomik kalkınma belli bir seviyeye ulaştıktan sonra ise azalmaktadır (Tsimisaraka vd., 2023). Türkiye'de 1991-2022 arasındaki dönem için; CO₂ emisyonu, ekonomik istikrar ve enerji tüketimi ilişkisi Grafik 1'de gösterilmektedir. Verilerin yüzdesel değişimi alındığı için başlangıç yılı 1991 olarak alınmıştır.



Grafik 1:

Türkiye'de CO₂ Emisyonu, Ekonomik İstikrar ve Enerji Tüketimi Eğilimleri (1991-2022)

Kaynak: Yazar tarafından hesaplanmıştır.

Grafik 1'de, 1992 yılında ekonomik istikrarın artmasıyla birlikte hem CO₂ emisyonu hem de enerji tüketiminin arttığı görülmektedir. 1994 yılında yaşanan ekonomik krizin de etkisiyle ekonomik istikrarın bozulduğu buna paralel olarak ekonomik faaliyetlerin akışını sağlayan enerji tüketiminin ve çevresel kirliliğin azaldığı göze çarpmaktadır. 1995 yılında ekonominin toparlanmasıyla birlikte çevre kalitesinin bozulduğu anlaşılmaktadır. 1996 yılında ise ekonomik istikrarın bozulmasıyla birlikte enerji tüketiminin azaldığı görülse de çevresel kaliteyi temsil eden CO₂ emisyonunun arttığı dikkat çekmektedir. 1996 yılından sonra 1998 yılına kadar CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi azalmış fakat ekonomik istikrar artmıştır. 2001 krizinde üç değişken de azalmıştır. Ekonomik krizden sonra ekonomi 2007 yılına kadar toparlanma sürecine girmiştir. Bu süreçte ekonomik istikrar, 2002 yılında keskin bir artış ve bu tarihten sonra ise azalan oranlarda bir artış sergilemiştir. Bu süre zarfında ekonomide olumlu

bir havanın yaşandığını söylemek mümkündür. Enerji tüketimi de bu süre zarfında 2006 yılı dışında genel olarak ekonomik istikrarla eşanlı bir grafik sergilemiştir. Bu olumlu havanın çevre kalitesini olumsuz etkilediği söylenebilir. 2008 küresel krizinde de üç değişkenin keskin bir düşüş yaşadığı görülmektedir. Bu keskin düşüş her ne kadar çevre kirliliği için olumlu olarak algılansa da ekonomik faaliyetler açısından tersi bir durum yaşanmıştır. 2009 yılında derinleşen krizin devamında yani 2010 yılından sonra 2015 yılına kadar inişli çıkışlı da olsa ekonomide iyimser bir havanın olduğu, enerji tüketiminin arttığı ve çevre kalitesinin ise bozulduğu gözlemlenmektedir. 2019 yılında Covid-19'un da etkisiyle ekonomideki iyimser hava bozulmaya başlamış olup bu süre zarfında enerji tüketiminde genel olarak bir artışın olduğu ve çevre kalitesinin de çok fazla bozulmadığı hatta iyiye doğru gittiği söylenebilir. 2021 yılında ekonominin toparlanması ile enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu da artmıştır.

2022 yılında ekonomik istikrar düşmüş ve çevre kalitesi bozulmaya devam etmiş olup enerji tüketimi az da olsa artmaya devam etmiştir. 2022 yılında 400 milyon ton CO₂ emisyonu ile Türkiye küresel olarak en çok emisyonu sahip ülkeler sıralamasında 15. sırada yer almaktadır. Türkiye'de karbon emisyonlarının başını 167,2 ton CO₂ ile kömür çekerken, onu sırasıyla; petrol, gaz ve çimento sektörleri takip etmektedir. 2021 yılında Paris Anlaşmasını onaylayan Türkiye bu anlaşma kapsamında 2030 yılı için CO₂ emisyonunun 1.213 milyon ton olacağını tahmin etmektedir. Öngördüğü bu CO₂ emisyonunu %41'lik azaltımla 695 milyon CO₂ seviyesinde tutmayı bu anlaşma kapsamında tutmayı taahhüt etmiştir. Bunun için birtakım çalışmalar yapılmaktadır (REC, 2024).

Genel bir değerlendirme yapıldığında ekonomik istikrarın arttığı dönemlere enerji tüketimi de artmıştır. Bu da enerjinin ekonomik istikrar için olmazsa olmaz bir unsur ve ekonomi için bir güç kaynağı olduğunu göstermektedir. Diğer taraftan CO₂ emisyonun da bu iki değişken ile paralellik arz ettiği söylenebilir. Ekonomik istikrar enerji tüketimini artırmakta enerji tüketimi de CO₂ salımını tetiklemektedir. Yani ekonomik istikrarın çevre kalitesini olumsuz etkilediğini söylemek mümkündür. Bunun yanında bazı dönemlerde de ekonomik istikrara rağmen CO₂ emisyonu azalmıştır. Bu da ekonomik faaliyetler artsa bile çevre kalitesinin düzelebileceğini ima etmektedir. 1990-2022 dönemi incelendiği zaman Türkiye, bu süreçte çevresel sorumluluklar için çalışmalar yapmakla birlikte Türkiye'de ekonomik istikrarın daha ön planda tutulduğunu söylemek mümkündür.

3. Literatür İncelemesi

Enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları arasındaki karşılıklı ilişkiler son yıllarda kapsamlı araştırmaların konusu olmuştur. Çalışmalarda ekonomik büyüme- CO₂

emisyolları ilişkisi, ekonomik büyüme-enerji tüketimi ilişkisi ve CO₂ emisyonları -enerji tüketimi ilişkisi olmak üzere üç farklı grupta toplanmaktadır (Waheed vd., 2019). Bu çalışmanın literatür taramasında bu üç değişkeni aynı anda kullanan çalışmalara yer verilmiştir. Çalışmalarda elde edilen sonuçlar; ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasındaki nedensellik ilişkisi ülkeden ülkeye farklılık göstermekte ve kullanılan metodolojiye göre değişmektedir. Seçilen ampirik literatür; ekonomik istikrar (ekonomik büyüme, istihdam, fiyat istikrarının sağlanması, cari açık ve bütçe dengesi), enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu ile ilişkili çalışmalardan oluşmaktadır.

Ang (2007) tarafından Fransa için yapılan çalışmada 1960-2000 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ARDL modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketiminin daha fazla CO₂ emisyonuna yol açtığını ve CO₂ emisyonları ile ekonomik büyüme uzun vadede ikinci dereceden bir ilişkiye sahip olduğunu gösteren ÇKE hipotezi geçerlidir. Ayrıca nedensellik analizine göre ise, ekonomik büyümenin uzun vadede CO₂ emisyonlarına ve enerji tüketimine neden olduğunu göstermektedir. Soytaş vd., (2007) tarafından ABD için yapılan çalışmada 1960-2004 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂, ekonomik büyüme, emek ve brüt sabit sermaye arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, uzun vadede ABD’de karbon emisyonuna ekonomik büyümenin neden olmadığını, ancak enerji kullanımının neden olduğu tespit edilmiştir.

Atici (2009) tarafından Orta ve Doğu Avrupa için yapılan çalışmada 1980-2002 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ ekonomik büyüme ve ticari açıklık arasındaki ilişkiyi Panel Sabit ve Rassal Etkiler modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketiminin karbon emisyonunu arttırdığı ve ÇKE hipotezi geçerlidir. Apergis ve Payne (2009) tarafından Orta Amerika ülkeleri için yapılan çalışmada 1971-2004 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ ve ekonomik büyüme ilişkisi Pedroni eşbütünleşme ve FMOLS modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketiminin karbon emisyonunu arttırdığı ve ÇKE hipotezi geçerlidir. Ayrıca, uzun vadede enerji tüketimi ile emisyonlar arasında çift yönlü bir nedensellik olduğu görülmektedir.

Halıcıoğlu (2009) tarafından Türkiye için yapılan çalışmada 1960-2005 dönemine ait CO₂ emisyonu, enerji tüketimi, ticari açıklık ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL ve VECM Granger nedensellik ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, GSYİH, enerji tüketimi ve ticari açıklık, uzun vadede CO₂ emisyonunu arttırdığı tespit edilmiştir. CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve GSYİH arasında çift yönlü nedensellik, ticari açıklıktan CO₂ emisyonuna doğru ise tek yönlü nedensellik bulunmuştur. Acaravcı ve Öztürk (2010) tarafından 19-AB ülkesi için yapılan

çalışmada 1960-2005 dönemine ait GSYİH, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişki ARDL sınır testi ve VECM Granger nedensellik yöntemiyle analiz edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketimi, incelenen ülkelerin çoğunda uzun vadede CO₂ emisyonunu artırırken, GSYİH birkaç ülkede CO₂ emisyonunu artırmaktadır.

Nasir ve Rehman (2011) tarafından Pakistan için yapılan çalışmada 1972-2008 dönemine ait GSYİH, CO₂ emisyonu, dış ticaret ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi VECM Granger Nedensellik ve Johansen Eşbütünleşme test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketimi, dış ticaret karbon emisyonunu arttırdığı ve ÇKE hipotezi geçerlidir. Ekonomik büyümeden CO₂ salımına ve enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Pao ve Tsai (2011) tarafından Brezilya için yapılan çalışmada 1980-2007 dönemine ait GSYİH, CO₂ emisyonu ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Grey Tahmin Modeli (GM), VECM Granger Nedensellik ve Johansen Eşbütünleşme ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, GSYİH ve enerji tüketimi uzun vadede CO₂ salımını artırmaktadır. Ekonomik büyümeyle CO₂ salımı arasında çift yönlü nedensellik bulunmuştur.

Hamit-Haggar (2012) tarafından Kanada için yapılan çalışmada 1990-2007 dönemine ait CO₂ emisyonu, GSYİH ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Pedroni eşbütünleşme, FMOLS ve VECM Granger Nedensellik ile test edilmiştir. Araştırma sonucunda, enerji tüketimi ve GSYİH uzun vadede CO₂ emisyonunu artırırken, değişkenler arasında çift yönlü nedensellik tespit edilmiştir. Shahbaz vd., (2012) tarafından Pakistan için yapılan çalışmada 1971-2009 dönemine ait dış ticaret açığı, CO₂ emisyonu, GSYİH ve enerji tüketimi, arasındaki ilişkiyi ARDL ve Granger Nedensellik ile incelemiştir. Araştırma sonucunda, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ve GSYİH'den, CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Altıntaş (2013) 1970-2008 dönemi için, Türkiye'de karbondioksit emisyonu, kişi başına gelir, birincil enerji tüketimi ve yatırımlar arasındaki ilişkiyi eşbütünleşme ve nedensellik testleriyle araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar, değişkenler arasında bir eşbütünleşme ilişkisinin mevcut olduğu gözlenmiştir. Test sonuçlarında ekonomik büyüme ve birincil enerji tüketiminden karbondioksit emisyonuna doğru kısa dönem tek yönlü nedensel ilişkiye rastlanmıştır. Ayrıca enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve yatırımların uzun dönemde karbondioksit emisyonunun Granger nedeni olduğu ortaya konmuştur.

Saboori ve Sulaiman (2013) tarafından Malezya için yapılan çalışmada 1980-2009 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL ve VECM Granger Nedensellik ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji kullanımı hem uzun vadede hem de kısa vadede CO₂ emisyonunu arttırmaktadır. Tüm değişkenler arasında çift yönlü

Granger nedensellik ilişkisinin olduğu sonucuna varılmıştır. Özcan (2013) tarafından 12 Orta Doğu ülkesi için yapılan çalışmada 1990-2008 dönemine ait GSYİH, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi Westerlund Eşbütünleşme ve FMOLS ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, kısa dönemde ekonomik büyümeden enerji tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğu görülmektedir; ancak uzun vadede tek yönlü nedensellik enerji tüketimi ve ekonomik büyümeden emisyonlara doğru olduğu bulunmuştur.

Farhani vd., (2014) tarafından Tunus için 1971-2008 dönemine ait GSYİH, enerji tüketimi, ticari açıklık ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişki ARDL sınır testi ve VECM Granger Nedensellik ile analiz edilmiştir. Ampirik sonuçlar, GSYİH ve enerji tüketimi, CO₂ emisyonunu artırırken, ticari açıklık hem kısa hem de uzun vadede etkisi yoktur. Enerji tüketimi ile CO₂ emisyonu arasında çift yönlü nedensellik bulunurken, GSYİH'den CO₂ emisyonuna doğru ise tek yönlü nedensellik tespit edilmiştir.

Bölük ve Mert (2015) yılında yapmış oldukları çalışmada, Türkiye'nin 1961-2010 dönemi için CO₂ emisyonu, yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi ve kişi başı GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL ile incelemiştir. Araştırma sonucunda, ÇKE ilişkisi Ters-U şeklinde tespit edilmiştir. Seker vd., (2015) tarafından Türkiye için 1974-2010 dönemine ait CO₂ emisyonu, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişki ARDL ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, tüm değişkenler karbon emisyonunu artırmaktadır.

Heidari vd., (2015) tarafından ASEAN ülkeleri için 1980-2008 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve GSYİH arasındaki ilişkiyi Panel yumuşak geçiş regresyon (PSTR) modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, ÇKE ilişkisi Ters-U şeklinde tespit edilmiştir. GSYİH ve enerji tüketimi, CO₂ emisyonunu arttırdığı bulunmuştur. Öztürk ve Al-mulali (2015) tarafından 1996-2012 yılları arasında Kamboçya için CO₂ emisyonu, kentleşme, ticari açıklık, yolsuzluk kontrolü hükümet etkinlik endeksi ve kişi başı GSYİH arasındaki ilişkiyi Genelleştirilmiş Momentler Yöntemi (GMM) ve İki Aşamalı En Küçük Kareler (2SLS) ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketimi ve ticari açıklık çevresel bozulmayı artırırken, yolsuzluğun kontrolü, ekonomik büyüme azalttığı tespit edilmiştir.

Bilgili vd., (2016) tarafından 17-OECD ülkesi için 1977-2010 dönemine ait enerji tüketimi, GSYİH ve CO₂ salımı arasındaki ilişki Panel FMOLS ve Panel DOLS ile test edilmiştir. Araştırma sonucunda, ÇKE ilişkisi Ters-U şeklinde tespit edilmiştir. Dogan ve Turkekul (2016) tarafından ABD için 1960-2010 dönemi için GSYİH, kentleşme, enerji tüketimi, finansal gelişme, ticari açıklık ve CO₂ salımı arasındaki ilişki ARDL sınır testi ve Granger nedensellik ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, enerji tüketimi ve kentleşme, CO₂

salımı ile GSYİH, GSYİH ile ticari açıklık ve kentleşme arasında çift yönlü nedensellik var olduğunu gösterirken, CO₂ emisyonu ile finansal gelişme ve ticari açıklık arasında herhangi bir nedensellik tespit edilememiştir.

Gökmenoğlu ve Taspınar (2016) tarafından Türkiye için 1974-2010 dönemine ait GSYİH, doğrudan yabancı yatırımlar, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL modeli ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, GSYİH'nin CO₂ emisyonunu azalttığı, doğrudan yabancı yatırımlar ve enerji tüketimi CO₂ emisyonunu artırdığı tespit edilmiştir. Uysal ve Yapraklı (2016) 1968-2011 dönemi için Türkiye'de karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Hatemi-J (2008) Eşbütünleşme yöntemi ile araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar; ekonomik büyüme çevre kirliliğini azaltırken, enerji tüketimi ise çevre kirliliğini arttırmaktadır.

Alper ve Alper (2017) 1985-2014 dönemi için, Türkiye'de karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemi ile araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar; ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin uzun dönemde çevre kirliliğini arttırmaktadır. Riti vd., (2017) tarafından Çin için 1970-2015 dönemine ait CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL, FMOLS ve DOLS ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir.

Sinha ve Shahbaz (2018) tarafından Hindistan için 1971-2015 dönemine ait yenilenebilir enerji tüketimi, CO₂ salımı ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL ile incelemiştir. Ampirik sonuçlara göre, ÇKE hipotezi geçerlidir. Çetin ve Yüksel (2018) Türkiye'de 1960-2014 dönemini kapsayan çalışmada karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi GMM ve DOLS yöntemi ile araştırmaktadır. Ampirik sonuçlar; ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ve enerji tüketiminin çevre kirliliğini artırmaktadır.

Zaidi vd., (2019) tarafından Asya Pasifik Ekonomik İşbirliği (APEC) ülkeleri için 1990-2016 dönemine ait GSYİH, enerji tüketimi, finansal gelişme, küreselleşme ve CO₂ salımı arasındaki ilişki Westerlund Eşbütünleşme, CUP-FM ve CUP-BC ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, küreselleşmenin ve finansal gelişmenin karbon emisyonlarını önemli ölçüde azalttığını, ancak ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arttırdığını göstermektedir. Shahbaz vd., (2020) tarafından Birleşik Krallık için yapılan çalışmada 1870-2017 dönemine ait finansal gelişme, Ar-Ge harcamaları, CO₂ emisyonu, GSYİH ve enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi ARDL ve Granger Nedensellik ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlara göre, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu ve finansal gelişme ile enerji kullanımı CO₂ emisyonuna arttırırken, Ar-Ge harcamalarının azalttığı tespit edilmiştir.

Agboola vd., (2022) tarafından Türkiye için yapılan çalışmada 1970-2020 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, kentleşme, GSYİH ve doğrudan yabancı yatırımlar arasındaki ilişkiyi ARDL ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulunmuştur. Ayrıca kentleşme ve enerji tüketimi çevre kalitesini azaltırken, doğrudan yabancı yatırımlar çevre kalitesini artırmaktadır. Sun vd., (2022) tarafından 14-MENA ülkesi için yapılan çalışmada 1991-2019 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ emisyonu, kentleşme, GSYİH ve yenilenebilir enerji tüketimi arasındaki ilişkiyi Cup-FM and Cup-BC ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlara göre, ÇKE hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca kentleşme ve ekonomik büyüme çevre kalitesini azaltırken, yenilenebilir enerji tüketimi çevre kalitesini artırmaktadır.

Moalla vd., (2023) tarafından Türkiye için yapılan çalışmada 1990-2021 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi sınır eşbütünleşme ve Granger nedensellik ile test edilmiştir. Ampirik sonuçlara göre, uzun dönemde ekonomik büyüme ile CO₂ arasında pozitif bir ilişki olduğu tespit edilmiştir. Pradhan vd., (2024) tarafından G-7 ve Güney Asya ülkeleri için yapılan çalışmada 1996-2021 dönemine ait enerji tüketimi, CO₂ salımı ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL yöntemiyle test edilmiştir. Ampirik sonuçlar, her iki bölgede ekonomik büyüme ve enerji tüketimi çevre kalitesini azaltmaktadır.

Literatür incelendiğinde enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları arasındaki karşılıklı ilişkiler son yıllarda kapsamlı araştırmaların konusu olmuştur. Önceki çalışmalar, mevcut literatür araştırmasında kategorik olarak vurgulanan tek ülkeli ve çok ülkeli veri analizine odaklanmaktadır. Mevcut çalışmaların, CO₂ emisyonları model analizine ekonomik istikrar verisini dahil etmeyi dikkate almadan, ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin CO₂ emisyonları üzerindeki etkisine odaklandığı görülmektedir. Dolayısıyla bu çalışmanın iki farklı boyutta literatüre katkı sağlamaktadır. Birincisi bu çalışmayı diğer çalışmalardan ayırt eden en önemli özelliği ekonomik büyüme yerine kullanılan ekonomik istikrar verisi ve Türkiye için analizin uygulanmasıdır. Çünkü yapılan çalışmalarda ekonomik istikrar verisi kullanılmamıştır. İkincisi ise çalışmada 1990-2022 dönemini kapsayan, ARDL sınır testi ve Toda-Yamamoto nedensellik testi uygulanmıştır.

4. Metodoloji

4.1. Araştırmanın Amacı, Kapsamı ve Hipotezi

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de 1990-2022 dönemine ait ekonomik istikrarın çevresel bozulma üzerindeki etkisini incelemektir. Çevresel bozulmayı temsilen karbon emisyonu (CO₂)

ekonomik istikrarı temsilen ekonomik istikrar endeksi ve enerjiyle ilgili olarak da kişi başı enerji tüketimi değişkeni kullanılmıştır. CO₂ emisyonu Dünya Bankasının veri tabanından, enerji tüketimi verileri Uluslararası Enerji Ajansı veri tabanından temin edilmiştir. Ekonomik istikrar endeksi ise Uluslararası Ülke Risk Rehberi (ICRG) metodolojisi baz alınarak yazar tarafından hesaplanmıştır.

Bu çalışmanın temel hipotezi, 1990-2022 dönemi için Türkiye’de uzun dönemde CO₂ emisyonu ile ekonomik istikrar endeksi ve enerji tüketimi arasında pozitif bir ilişki olabileceği şeklindedir. Bir başka ifadeyle ekonomik istikrarın artması çevre kalitesini olumsuz etkilemektedir. Ekonomik istikrar arttığı zaman ekonomik faaliyetler de artmaktadır. Ekonomik faaliyetlerinin artmasıyla kullanımı artan enerji tüketimiyle birlikte CO₂ salımı da artacaktır. Tersisi de doğrudur. Buna bağlı olarak temel hipotez belirlenmiştir.

4.2. Veri Seti

Türkiye için 1990-2022 yılları arasında yapılan çalışmada veriler yıllık olarak alınmıştır. CO₂ emisyonu; kişi başına düşen metrik ton, enerji tüketimi ise; kişi başına birincil enerji tüketimi (kWh) olarak ölçülmektedir. Ekonomik istikrar endeksi ise 0-50 arasında mutlak bir rakam olarak hesaplanmaktadır. Kullanılan değişkenlere ait veriler için logaritmik dönüşüm sağlanmıştır.

Literatürde de görüleceği üzere önceki çalışmalarda EKO değişkeni yerine genellikle ekonomik büyüme değişkeni kullanılmıştır. Ekonomi büyüme, kişi başına düşen GSYİH, enflasyon, cari denge ve bütçe dengesini içinde barındıran ekonomik istikrar endeksinin fonksiyona dâhil edilmesi ile ekonomik faaliyetlerin karbon salımı üzerindeki etkisi için daha reel sonuçlara ulaşılabilir.

Ekonomik istikrar endeksini oluşturmak için faydalanılan ICRG metodolojisi, ülkeleri finansal, politik ve ekonomik riske göre belirli kriterler dâhilinde ayrı ayrı değerlendirmekte, puanlamakta ve sıralamaktadır. Bu endeks; kişi başına düşen GSYİH, ekonomik büyüme oranı, enflasyon oranı (TÜFE), bütçe dengesi/GSYİH ve cari işlemler dengesi/GSYİH değişkenlerinden oluşmaktadır. Ekonomik istikrar endeksi, bu beş alt bileşenlerin aldıkları puanlarından toplamından oluşmaktadır. Ekonomik istikrar endeksi; 0.0-24.9 arasında ise çok düşük, 25-29.9 aralığında ise düşük, 30-34.9 aralığında ise ortalama istikrar, 35-39.9 aralığında ise yüksek istikrar ve 40 ve yukarısı ise ilgili ülkenin ekonomisi çok yüksek istikrar kategorisindedir (PRS-ICRG, 2022). ICRG metodolojisinde kişi başına düşen GSYİH hesaplamasında kullanılan ülkelerin veri yetersizliğinden dolayı çalışmanın başlangıç yılı 1990

olarak alınmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenlere ait genel açıklamalar aşağıdaki tabloda verilmiştir.

Tablo 1.
Değişkenlere Ait Genel Açıklamalar

Değişken	Açıklama	Kaynak
LCO ₂	Kişi Başına CO ₂ Emisyonu/ CO ₂ emisyonunun doğal logaritması alınmıştır.	Dünya Bankası
LEKO	Ekonomik İstikrar Endeksi/ Ekonomik istikrar endeksinin doğal logaritması alınmıştır.	PRS-ICRG Metodoloji temel alınarak yazar tarafından hesaplanmıştır.
LENJ	Kişi Başına Birincil Enerji Tüketimi/ Enerji tüketiminin doğal logaritması alınmıştır.	Uluslararası Enerji Ajansı

4.3. Analiz Yöntemi ve Ekonometrik Metodoloji

Araştırmanın amacı doğrultusunda çalışmanın ekonomik fonksiyonu aşağıdaki gibidir:

$$CO_2 = f(EKO, ENJ)$$

Bu fonksiyonda CO₂, EKO ve ENJ sırasıyla; karbon emisyonu, ekonomik istikrar endeksi ve kişi başına düşen birincil enerji tüketimini temsil etmektedir. Her iki bağımsız değişkenin de CO₂ salınımı üzerinde pozitif olması beklenmektedir. Bu durum ekonomik istikrar ve enerji tüketiminde meydana gelen bir artışın çevresel bozulmayı artıracağı anlamına gelmektedir. Çalışmanın amacı doğrultusunda Ang (2007), Apergis ve Payne (2009), Pao ve Tsai (2011) ve Hamit-Haggar (2012) tarafından yapılan çalışmalardan hareketle 1'nolu denklem ile model oluşturulmuştur. Bu denklemde bağımlı değişken LCO₂, bağımsız değişkenler ise LEKO ve LENJ değişkenleridir.

$$LCO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 LEKO_t + \beta_2 LENJ_t + u_t \quad (1)$$

Denklemde, $t=1, \dots, T$, t indisleri zaman boyutuna ($T=33$) işaret etmektedir. 1'nolu denklemin tahmin modelinde yer alan değişkenlerden LCO_{2t} ; t zamandaki LCO₂ emisyonunu, $\beta_1 LEKO_t$; t zamandaki ekonomik istikrar endeksini, $\beta_2 LENJ_t$; t zamandaki kişi başı enerji tüketimini ve u_t ise t zamandaki hata terimini göstermektedir.

Çalışmada zaman serisi kapsamında aşağıdaki analizler yapılacaktır:

- Değişkenlerin durağanlık düzeylerinin tespit edilmesi için Augmented Dickey-Fuller (ADF) ve Dickey-Fuller GLS (ERS) birim kök testleri,
- Değişkenler arası kısa ve uzun dönem ilişkisi için Otoregresif Gecikmesi Dağıtılmış Model (ARDL Sınır Testi),
- Granger nedensellik analizi için ise Toda-Yamamoto Nedensellik testi uygulanacaktır.

Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen ADF birim kök testi, Dickey ve Fuller (1979) çalışmasında yer alan birim kök testinin genişletilmesiyle elde edilen bir testtir. Bir versiyonudur. Otokorelasyon sorununu çözmek için bu testte bağımlı değişkenin gecikme değerleri de alınmaktadır. ADF birim kök testi sabitli, sabitli ve trendli ve hem sabitli hem de trend içermeyen üç farklı modelden oluşmaktadır (Dickey ve Fuller, 1981). ADF testinin sıfır hipotezi zaman serisinin birim kök içerdiği veya durağan olmadığı şeklindedir (Siddique vd., 2016).

DF-GLS (ERS) birim kök testi, zaman serilerinin durağanlığını belirlemek için güçlü ve popüler bir testtir. Bu test, Dickey-Fuller birim kök testinin bir uzantısı olup Elliott vd. (1996) tarafından geliştirilmiştir. DF-GLS birim kök testi, değişen varyans ve otokorelasyon etkilerini de dikkate aldığı için Dickey-Fuller testinden daha güçlüdür. Bu birim kök testi sabitli, sabitli ve trendli model olmak üzere iki farklı model içermektedir (Elliott vd., 1996).

Bağımlı değişkenin birinci farkta ve bağımsız değişkenlerin maksimum birinci farkta durağan olması durumunda bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki kısa ve uzun dönem etkisini incelemek için Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilen ARDL sınır testi kullanılmaktadır (Makun, 2021). ARDL hata düzeltme terimi (ECT) kullanılarak kısa dönem katsayıları tahmin edilmektedir. ECT modeldeki dengesizliği stabilize eden mekanizmadır. Dolayısıyla modelde eşbütünleşmenin varlığının ve dengesizliklerin düzeltilmesinin sağlanması için ECT teriminin negatif ve anlamlı olması gerekmektedir. ECT terimin büyüklüğü ne kadar yüksek olursa modelde meydana gelen dengesizliklerin toparlanması da o kadar iyi olacaktır (Abdullahi vd., 2015). ARDL sınır testinin yapılabilmesi için 1'nolu denklemden hareketle aşağıdaki model tahmin edilmektedir:

$$\Delta LCO_{2t} = \delta_0 + \sum_{i=1}^I \delta_i \Delta LCO_{2t-i} + \sum_{i=0}^I \theta_i \Delta LEKO_{t-i} + \sum_{i=0}^I \eta_i \Delta LENJ_{t-i} + \gamma_1 LCO_{2t-i} + \gamma_2 LEKO_{t-i} + \gamma_3 LENJ_{t-i} + u_t \quad (2)$$

Denklem 2'de γ_1 , γ_2 ve γ_3 uzun dönem; δ_i , θ_i ve η_i terimleri kısa dönem katsayılarını; Δ birinci derecede farkı, δ_0 sabit terimi; u_t hata terimini temsil etmektedir. Değişkenlerin uzun dönem ilişkisi tek gecikmeli düzey değişkenlerin anlamlılığını test etmek için F test istatistiği kullanılarak belirlenir (Pesaran vd., 2001). Modelin odak noktası aşağıdaki hipotezi test etmektir: $H_0: \gamma_1 = \gamma_2 = \gamma_3 = 0$

Toda-Yamamoto nedensellik testi, serilerin durağanlığına ve eşbütünleşme ilişkisine bakılmaksızın uygulanan bir analiz yöntemidir. Bu testte serilerin aynı seviyede testin

geçerliliğini kaybettirmediği ve Granger nedensellik testindeki gibi serilerin farkı alınıp durağanlaştırılmadığı için veri kaybı önlenebilmektedir (Toda ve Yamamoto, 1995).

$$Y_t = a_0 + \sum_{i=1}^k a_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+dmax} a_{2i} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k b_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+dmax} b_{2i} X_{t-i} + e_{1t} \quad (3)$$

$$X_t = c_0 + \sum_{i=1}^k c_{1i} X_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+dmax} c_{2i} X_{t-i} + \sum_{i=1}^k d_{1i} Y_{t-i} + \sum_{i=k+1}^{k+dmax} d_{2i} Y_{t-i} + e_{2t} \quad (4)$$

Bu denklemlerde hata terimlerinin sıfır ortalamaya ve sabit varyansa sahip olduğu ve otokorelasyon sorunun bulunmadığı bir beyaz gürültü (White noise) sürecine tabi olduğu varsayılmaktadır. Denklem 3'te $H_0: b_{1i} = 0$ hipotezi reddedilirse X, Y'nin Granger nedenidir. Denklem 4'te de $H_0: d_{1i} = 0$ hipotezi reddedilirse Y, X'in Granger nedenidir. Bu testler Wald testi ile yapılmaktadır (Terzi ve Pata, 2017; Şentürk ve Akbaş, 2014)

5. Ampirik Bulgular

Analizlere başlamadan önce değişkenlere ait tanımlayıcı istatistiklerin verilmesinde fayda vardır. Aşağıdaki tabloda tanımlayıcı istatistikler ve korelasyon matrisi gösterilmektedir.

Tablo 2.

Tanımlayıcı İstatistikler ve Korelasyon Matrisi

Tanımlayıcı İstatistikler	LCO ₂	LEKO	LENJ
Ortalama	1.370	3.449	9.652
Medyan	1.400	3.465	9.673
Maksimum	1.675	3.637	10.035
Minimum	1.026	2.970	9.244
Standart Sapma	0.208	0.164	0.253
Çarpıklık	-0.164	-1.135	-0.007
Basıklık	1.610	3.985	1.714
Jarque-Bera	2.805	8.430	2.272
Olasılık	0.245	0.014	0.320
Korelasyon Matrisi	LCO ₂	LEKO	LENJ
LCO ₂	1		
LEKO	0.64	1	
LENJ	0.98	-0.62	1

Not: Çarpıklık değeri için $S = \alpha = [> 0$ için sağa çarpık, $= 0$ için simetrik, < 0 için sola çarpık], basıklık değeri için $K = \alpha = [> 3$ için dik, $= 3$ için normal, < 3 için basık] (Tosun, 2021).

Tablo 2 incelendiğinde oynaklığın belirtisi olan standart sapmanın en fazla 0.253 ile LENJ'de en az ise 0.164 ile LEKO'da olduğu görülmektedir. Serilerin simetriye uzaklığını gösteren çarpıklık katsayı değerlerine göre bütün değişkenler sola çarpıktır. Serilerin normalden ne kadar uzakta olduğunu ifade eden basıklık katsayı değerlerine göre LEKO dik, diğer iki değişken ise basık bir dağılım göstermektedir. Serilerin normal dağılım gösterip göstermediğini ifade eden Jarque-Bera test istatistiğine bakıldığında %5 önem seviyesinde LCO₂ ve LENJ normal dağılım gösterirken, LEKO'nun normal dağılım göstermediği anlaşılmaktadır. Korelasyon ilişkisine bakıldığında ise, LEKO ile LCO₂ arasında 0.64'lük bir korelasyon katsayısı vardır. İki değişken arasında pozitif yönlü ve orta düzeyde bir ilişki bulunmaktadır.

Aynı şekilde LENJ ile LCO₂ arasında da pozitif bir ilişki olup aralarında çok güçlü bir ilişki vardır. LENJ ile LEKO arasında ise negatif yönlü ve orta düzeyde bir ilişkini olduğu anlaşılmaktadır.

ARDL sınır testinin birçok avantajı olmasına rağmen değişkenler, özellikle bağımlı değişken birinci farkta durağanlaşmadığı zaman ARDL yöntemi bir eşbütünleşme testi için uygun olmamaktadır. Bu nedenle, ARDL yöntemini uygulamadan önce birim kök testinin yapılması gerekir. Değişkenlerin durağanlık derecelerinin tespit edilmesinde literatürde en çok tercih edilen testlerden biri olan ADF ve DF-GLS birim kök testleri ile durağanlık analizi yapılmıştır. Ayrıca değişkenlerin daha sağlıklı bir şekilde yorumlanması için bütün değişkenlerin logaritması alınmış olup değişkenler LCO₂, LEKO ve LENJ şeklinde ifade edilmiştir. Aşağıdaki tabloda birim kök test sonuçları yer almaktadır.

Tablo 3.
ADF ve DF-GLS (ERS) Birim Kök Test Sonuçları

Testler	ADF			DF-GLS (ERS)		
SEVİYE	LCO ₂	LEKO	LENJ	LCO ₂	LEKO	LENJ
Sabitli	-1.122 (0.694)	-1.681 (0.430)	-0.659 (0.843)	-0.126	-1.723	0.428
Sabitli ve trendli	-2.730 (0.231)	-1.940 (0.602)	-3.303 (0.083)*	-2.896	-2.179	-3.419**
Sabitsiz ve trendsiz	2.093 (0.989)	0.192 (0.735)	3.083 (0.999)	-	-	-
BİRİNCİ FARK	d(LCO ₂)	d(LEKO)	d(LENJ)	d(LCO ₂)	d(LEKO)	d(LENJ)
Sabitli	-6.121 (0.000)***	-10.283 (0.000)***	-7.309 (0.000)***	-6.200***	-0.529	-7.007***
Sabitli ve trendli	-6.065 (0.000)***	-10.092 (0.000)***	-7.197 (0.000)***	-6.223***	-9.939***	-7.361***
Sabitsiz ve trendsiz	-5.268 (0.000)***	-10.443 (0.000)***	-2.748 (0.007)***	-	-	-

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir. Gecikmeli değer sayılarına Akaike seçim kriteri ile karar verilmiştir.

ADF ve DF-GLS birim kök testleri sonuçları incelendiğinde LCO₂ ve LEKO değişkenlerinin düzey değerlerinde birim köke sahip olduğu ve birinci farklarının alınması durumunda %1 önem seviyesinde durağanlaştıkları görülmektedir. LENJ değişkeni ise ADF birim kök testine göre %10, DF-GLS birim kök testine göre %5 önem seviyesinde sabitli ve trendli modelde seviye değerinde durağandır. Sonuç olarak LCO₂ ve LEKO değişkenleri birinci farkta, LENJ değişkeni ise seviye değerinde durağandır. Bağımlı değişken olan LCO₂ değişkeninin birinci farkta durağan olduğu ve değişkenlerin hiçbirinin ikinci farkta durağan olmadığı göz önünde bulundurulduğunda bu modelde ARDL sınır testi uygulanabilir.

Analizde kullanılacak olan veriler yıllık olduğundan maksimum gecikme sayısı 1 olarak alınmıştır. Gecikme sayısı ve bilgi kriteri olarak Akaike Bilgi Kriteri (AIC) belirlendikten sonra en uygun modelin ARDL (1, 0, 0) olduğu tespit edilmiştir. Model belirlendikten sonra

eşbütünleşmenin varlığını sınamak için modele sınır testi uygulanmıştır. Tablo 4'te ARDL sınır testi sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4.
F İstatistiği ve Kritik Değerler (F Sınır Testi)

H ₀ : Seviye ilişkisi yok.						
Model	K	M	F İstatistiği	Önem Düzeyi	Alt Sınır I(0)	Üst Sınır I(1)
ARDL (1, 0, 0)	2	1	18.98*	%1	5.15	6.26
				%5	3.53	4.42
				%10	2.91	3.69

Not: K açıklayıcı değişken, M maksimum gecikme sayısını ve * ise %1 önem seviyesini ifade etmektedir.

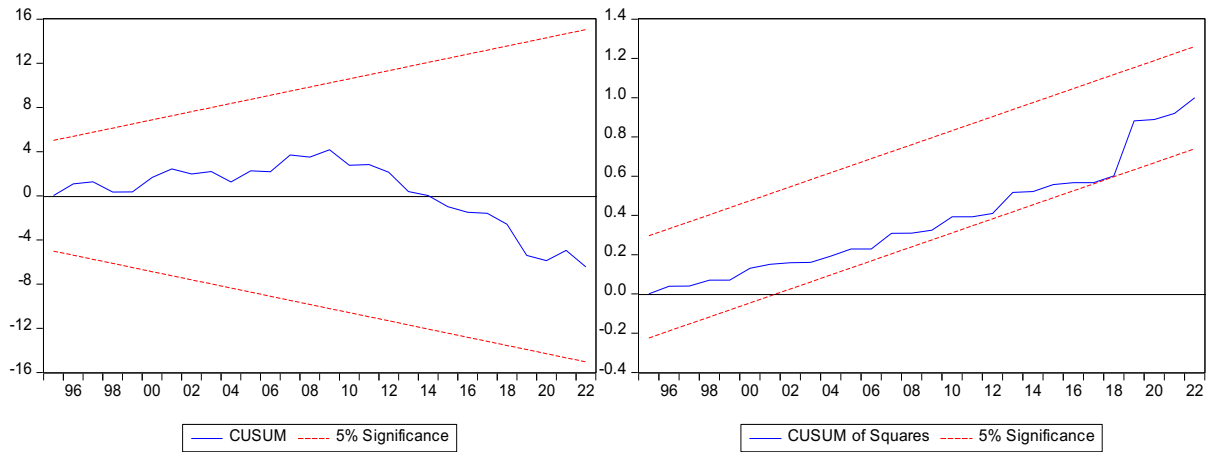
Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini araştırmak için F testi uygulanmıştır. Tabloda verilen önem düzeylerinin herhangi birinde F istatistik değeri I(1) değerinden büyükse H₀ hipotezi reddedilmektedir. Tablo 4'te verilen sonuçlara göre F istatistik değeri olan 18.98 %1 önem düzeyinde I(1) değerinden büyük olduğu için (18.98>6.26) uzun dönemde CO₂ emisyonu, ekonomik istikrar endeksi ve enerji tüketimi eşbütünleşiktir. Modelde kullanılan değişkenlerin uzun dönemde eşbütünleşik olduğuna karar verildikten sonra ARDL (1, 0, 0) modelinin uyumunu test etmek için yapılan bazı varsayımlara ilişkin testler Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5.
ARDL Sınır Testi Varsayımsal Testleri

Varsayımsal Testler	Sıfır hipotezi	F-istatistik	Karar
Normallik Testi (Jargue-Bera)	H ₀ : Kalıntılar normal dağılım göstermektedir.	0.021 (0.989)	H ₀ : Reddedilemez.
Breusch Godfrey Seri Korelasyon LM testi	H ₀ : Seri korelasyon yoktur.	0.001 (0.971)	H ₀ : Reddedilemez.
Değişen Varyans Testi: Breusch-Pagan-Godfrey	H ₀ : Değişen varyans yoktur.	2.452 (0.483)	H ₀ : Reddedilemez.
Ramsey Reset Testi	H ₀ : Model doğru belirlenmiştir.	2.449 (0.073)	H ₀ : Reddedilemez.

ARDL (1, 0, 0) modelinin sonuçlarının geçerliliği için modelde değişen varyans ve otokorelasyonun olmaması ve serilerin normal dağılım göstermesi gerekmektedir. Serilerin normal dağılım gösterip göstermedikleri Jargue-Bera testi ile sınanmıştır. Bu testin olasılık değerine bakıldığında $0.9895 > 0.01$ olduğu için %1 önem seviyesinde serilerin normal dağılım gösterdikleri anlaşılmaktadır. Otokorelasyonun varlığı için Breusch-Godfrey Serial Corellation LM testi uygulanmıştır. Test olasılık değeri olan $0.9712 > 0.01$ olduğu için temel hipotez reddedilememekte olup modelin %1 önem seviyesinde otokorelasyon içermediği sonucu hasıl olmuştur. Değişen varyansın sınanması Breusch-Pagan-Godfrey testi ile yapılmıştır. Bu testin olasılık değeri olan $0.4839 > 0.01$ olduğu için %1 önem düzeyinde modelde değişen varyans sorunu da bulunmamaktadır. Model kurma hatasının sınanması için Ramsey Reset uygulanmış olup bu testin olasılık değeri olan $0.073 > 0.01$ olduğundan model kurma hatası yoktur.

Modelde yapısal kırılmanın sınanması CUSUM ve CUSUMQ grafikleri ile yapılmıştır.



Grafik 2:
CUSUM ve CUSUMQ Grafikleri

Grafik 2'ye göre her iki grafikte de katsayılar kritik değerlerin içerisinde yer aldığı için %5 anlamlılık düzeyinde modelde yapısal kırılmanın olmadığı anlaşılmaktadır. Bu nedenle seçilen model, ekonomik istikrar ve enerji tüketiminin çevresel bozulma üzerindeki etkisini incelemek amacıyla uygulanabilir. Tablo 6'da modelin uzun dönem katsayıları verilmiştir.

Tablo 6.

Uzun Dönem ARDL Sınır Testi Sonuçları

Değişkenler	Katsayılar	Standart Hata	t-istatistik	Olasılık
LEKO	0.187	0.086	2.1536	0.040**
LENJ	0.723	0.050	14.3276	0.000***
C	-6.247	0.316	-19.719	0.000***
CointEq(-1)*	-0.630	0.068	-9.167	0.000***

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir.

Tablo 6'ya göre ekonomik istikrar endeksinin CO₂ değişkeni ile uzun dönemde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkiye sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ekonomik istikrar endeksi %1 arttığında CO₂ değişkeni %0.19 oranında bir artış sergilemektedir. Ekonomik istikrar endeksinin artması makroekonomik değişkenlerde artışı ifade etmekte olup dolayısıyla bu artışın CO₂ değişkenini artırması beklenen bir sonuçtur. Enerji tüketimi ile CO₂ arasında da uzun dönemde istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki vardır. Enerji tüketimi arttığında CO₂' de artmaktadır. Enerji tüketimi %1 arttığında CO₂ %0.72 oranında artmaktadır.

Modelin anlamlı sonuçlar verebilmesi için hata düzeltme katsayısı (ECT) olan CointEq(-1) değerinin 1'den küçük ve negatif işaretli olması gerekmektedir. Tabloya bakıldığında bu değer negatif (-0.6303<1) ve olasılık değeri 0.01'den küçüktür. Dolayısıyla kısa dönemde değişkenler arasında meydana gelen bir sapmanın, bir sonraki dönem %0.63 oranında tekrar dengeye geldiğini söylemek mümkündür.

Değişkenler arasındaki uzun dönemli nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto testi ile analiz edilecektir. Toda-Yamamoto testinde ilk olarak VAR modeli için optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Farklı gecikme kombinasyon kombinasyonlarıyla test edilen optimal gecikme uzunlukları aşağıdaki Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7.

TY Nedensellik Testinde Optimal Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Gecikme Uzunluğu	LR	FPE	AIC	SIC	HQ
0	NA	9.78e-07	-5.324	-5.185	-5.279
1	126.188*	1.64e-08*	-9.417*	-8.862*	-9.236*
2	6.058	2.32e-08	-9.089	-8.117	-8.772

Not: * optimal gecikme uzunluğu. **LR:** LR Test İstatistiği; **FPE:** Son Tahmin Hatası; **AIC:** Akaike Bilgi Kriteri; **SIC:** Schwarz Bilgi Kriteri; **HQ:** Hannan-Quinn Bilgi Kriteri

Tablo 7’ye göre optimal gecikme uzunluğunun belirlenmesinde LR, FPE, AIC, SIC ve HQ gibi birçok bilgi kriteri bulunmakta olup bu kriterler arasında AIC ve SIC en önemli kriterlerdendir. Yukarıdaki tabloda görüldüğü üzere bu iki kriterin de yer aldığı optimal gecikme uzunluğu (k) bir olarak bulunmuştur. Serilerdeki maksimum bütünleşme derecesi (dmax) 1 olup tahmin edilecek VAR modelinde kullanılacak gecikme uzunlukları serilerin geneli için 2 (k + dmax) olarak bulunmuştur. Fakat aşağıdaki tabloda da görüleceği üzere VAR modelinde kullanılacak gecikme uzunluğu ikili gruplar halinde ayrı ayrı test edilmiştir. Toda-Yamamoto nedensellik analiz sonuçları Tablo 8’de verilmiştir.

Tablo 8.

Toda-Yamamoto Nedensellik Analiz Sonuçları

Nedenselliğin Yönü	Gecikme Uzunluğu ($D_{max}+K$) ^x	LM İstatistik	LM Olasılık	Wald Testi	Olasılık	Karar
LEKO → LCO ₂	5	1.718	0.174	15.918	0.003***	Granger nedensellik var.
LCO ₂ → LEKO				5.872	0.208	Granger nedensellik yoktur.
LENJ → LCO ₂	10	0.622	0.648	17.095	0.047**	Granger nedensellik var.
LCO ₂ → LENJ				10.393	0.319	Granger nedensellik yoktur.
LENJ → LEKO	9	4.583	0.084	66.020	0.000***	Granger nedensellik var.
LEKO → LENJ				10.980	0.202	Granger nedensellik yoktur.

Not: ***, **, * sırasıyla %1, %5 ve %10 önem düzeylerini ifade etmektedir. ^x Değerleri LR, FPE, AIC, SIC, HQ bilgi kriterlerine göre seçilen gecikme uzunlukları ile serilerin durağanlık seviyeleri toplamını göstermektedir.

Tablo 8’de değişkenler arasındaki gecikme uzunluğu ve otokorelasyon testi ayrı ayrı incelenmiş olup tüm ikili gruplarda LM testinin olasılık değerleri 0.05’ten büyük olduğundan değişkenler arasında otokorelasyon problemi yoktur. Toda-Yamamoto (1995) nedensellik test sonuçlarına bakıldığında %5 önem seviyesinde ekonomik istikrar endeksinden LCO₂ değişkenine doğru tek yönlü anlamlı bir Granger nedensellik ilişkisinin olduğu anlaşılmaktadır. Ekonomik istikrar endeksinde meydana gelen bir artış CO₂ üzerinde bir etkiye sahiptir. Bir başka ifadeyle ekonomik büyüme, enflasyon, kişi başına düşen GSYİH, bütçe ve cari işlemler

denge içinde meydana gelen bir değişim CO₂ değişkeninde de bir değişime sebebiyet vermektedir. Enerji tüketiminden CO₂'ye ve LEKO'ya doğru tek yönlü bir Granger nedensellik vardır. Enerji tüketiminden meydana gelen bir değişim LCO₂ üzerinde bir etkiye sahiptir. Bir başka ifadeyle enerji tüketimi çevresel bozulmaya neden olmaktadır. Enerji tüketimi olduğu zaman üretimde bir artış beklenmektedir. Üretim artışı da başta ekonomik büyüme olmak üzere birçok makroekonomik değişken üzerinde olumlu bir etkiye sahiptir. Dolayısıyla enerji tüketimi ekonomik istikrarda bir değişime neden olmaktadır.

6. Sonuç ve Öneriler

Ekonomik istikrar, bir ülkenin ekonomik risklerde mümkün mertebe uzak kalabilme kabiliyetinin artması, temel makroekonomik değişkenlerde önemli ölçüde sapmaların yaşanmaması ve yatırımcıların güvenli bir şekilde yatırım yapabilmesi anlamına gelmektedir. Bir başka deyişle, istikrarlı bir ekonomik büyümenin, ılımlı bir enflasyonun, dengeli bir bütçe ve cari dengenin sağlanmasıdır. Tüm bunlar gerçekleşirken çevresel kalitenin de bozulmaması gerekir. Yani üretim faaliyetlerinin gerçekleşmesinde kullanılan enerji tüketimine rağmen karbon salımının azaltılması gerekir. Bu noktada çevre ve ekonomik istikrar dengesinin sağlanması elzemdir. Hem ekonomik istikrar hem de çevre kalitesinin birlikte gerçekleşmesi gerekir. Bu durum bütün ülkelerde yöneticilerin ulaşmak istediği hedefler arasındadır.

Türkiye için 1990-2022 yıllarını kapsayan bu çalışmada ekonomik istikrarın ve enerji kullanımının çevre kalitesi üzerindeki etkisi incelenmiştir. CO₂ emisyonu, ekonomik istikrar ve enerji tüketimi ilişkisi 1991-2022 dönemi için grafiksel olarak incelenmiş olup bu süre zarfında CO₂ emisyonu sürekli bir şekilde artmıştır. Diğer bir ifadeyle çevre kalitesi genel olarak bu dönemde bozulmuştur. Ekonomik istikrar ise kriz dönemlerinde keskin bir azalış kaydetmiş olup 1991-2001 süre zarfında düşük düzeyde bir istikrar gerçekleşmiştir. Bu yıllarda dönem başında yaşanan savaş, 1994 krizi, 1999 Marmara Depremi, siyasi istikrarsızlık gibi sebepler ekonomik istikrarın bozulmasında başlıca rol oynayan etkenlerdir. 2001 krizinden sonra Türkiye ekonomisinde genel olarak ortalama bir istikrar yaşanmıştır. Enerji tüketimi de genel olarak ekonomik istikrara paralellik arz etmiştir. 2022 yılında Türkiye küresel çapta en çok CO₂ emisyonuna sahip olan 15. ülke konumundadır. Bu da çevresel kalitenin kötümser bir hava sergilediği anlamına gelmektedir. Türkiye 2021 yılında onayladığı Paris Anlaşması'nda bu olumsuz havayı düzeltmek için CO₂ emisyonunu azaltmaya yönelik taahhütlerde bulunmuştur.

ARDL sınır testinden elde edilen sonuçlarına göre, uzun dönemde ekonomik istikrar ve enerji tüketimi CO₂ emisyonu üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Her ne kadar ekonomik istikrar CO₂ emisyonu üzerinde pozitif bir etkiye sahip olsa da bu durum ekonomik

istikrarın çevre kalitesi üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu anlamına gelmektedir. Çünkü ekonomik istikrar arttığı zaman karbon salımı da artmakta olup bu da çevre sağlığı açısından negatif bir anlam taşımaktadır. Ekonomik istikrarın artmasıyla birlikte enerji tüketimi de artmaktadır ki ampirik çalışmadan elde edilen bulgular bu durumu teyit eder niteliktedir. Enerji tüketimiyle CO₂ salımı arasında pozitif ve anlamlı bir ilişki bulunmakta olup ekonomik istikrarın artmasıyla enerji tüketimi de arttığı için çevre kalitesi de buna bağlı olarak bozulmaktadır. Bu da Türkiye’de üretim faaliyetlerinin gerçekleşmesinde fosil yakıt, petrol gibi enerji kaynakların yoğun olarak kullanıldığını veya yenilenebilir enerji kaynakların yetersiz olduğunu ima etmektedir.

Toda-Yamamoto nedensellik analiz sonuçlarına göre ekonomik istikrar ve enerji tüketiminden CO₂ emisyonuna doğru tek yönlü ve anlamlı bir Granger nedensellik ilişkisi bulunmaktadır. Ekonomik istikrarda ve enerji tüketiminde bir değişim olduğunda CO₂ emisyonu bu durumdan etkilenmektedir. Bu sonuçlar ARDL sonuçlarını teyit etmektedir. Çünkü ekonomik istikrarın önemli bir bileşeni olan ekonomik büyüme arttığı zaman çevre kalitesi bu durumdan olumsuz etkilenmektedir.

Çalışmada elde edilen sonuçlar, literatürdeki Halıcıoğlu (2009), Pao ve Tsai (2011), Hamit-Haggar (2012), Farhani vd. (2014), Seker vd. (2015), Heidari vd. (2015), Alper ve Alper (2017), Çetin ve Yüksel (2018), Zaidi vd. (2019) ve Pradhan vd. (2024) yaptığı çalışmalarla benzer sonuçlar elde edilmiştir.

Sonuç olarak hem grafiksel analiz hem de ampirik sonuçlara göre ekonomik istikrar ve enerji tüketiminde meydana gelen bir artış çevre kalitesini olumsuz etkilemektedir. Bunun için ya ekonomik istikrardan vazgeçmek gerekiyor ya da çevre kirliliğine katlanmak gerekir. Bu tercih hiçbir ülke için rasyonel bir tutum olamayacağından dolayı ekonomik istikrarın olduğu çevre kirliliğinin minimum seviyeye indirildiği bir çözüm üretmek elzemdir. Çünkü ekonomik istikrarın olmadığı bir ülkenin hayat standartları düşük seviyede kalacağından dolayı çevre kalitesinin tek başına iyi olması yeterli bir durum değildir. Çevre kalitesinin bozulması da özellikle insan sağlığı ve iklim değişikliği üzerinde negatif etkilere neden olduğu için bu olumsuz durumun da çözülmesi de önemli sorunlar arasındadır.

Teorik ve ampirik sonuçlar birlikte değerlendirildiğinde aşağıdaki öneriler yapılabilir:

- Türkiye’nin ekonomik istikrar ve çevre dengesini sağlayabilmesi için çevre kalitesini yükselten yenilenebilir enerji kaynaklarına daha da ağırlık vermesi gerekmektedir. Bunun için hükümetlerin yenilenebilir enerji kullanımını teşvik etmek için yeşil enerjide kamu bütçelerinin

artırılmasına yönelik çalışmalar yapılabilir. Bu tür çalışmaları daha iyi koordine edebilmek için üniversite ve endüstriler arasında işbirliğine yönelik politikalar uygulanabilir.

• Kirliliği azaltmak, ekonomik istikrar ve sürdürülebilir büyümeyi sağlamak için yenilenebilir enerjinin payını artırmaya devam etmek ve fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltmak gerekiyor. Yenilenebilir enerji kaynaklarına geçişi teşvik etmek için fosil yakıtlar üzerinde daha fazla karbon vergisinin alınması çevre kalitesi üzerinde olumlu etkiler ortaya çıkarabilir. Bunun dışında hükümet yenilenebilir ve nükleer enerjide teknolojik inovasyonu teşvik etmek için etkili politikalar oluşturmalı ve uygulamalıdır.

• Temiz enerji fiyatları için sübvansiyon sistemi daha etkili kullanılabilir. Güneş ve rüzgâr enerjisinin yanı sıra diğer fosil olmayan kaynaklardan üretilen elektrik için fiyatlandırma mekanizmaları daha da iyileştirilebilir. Fosil olmayan enerji üretimi, iletimi ve depolanmasına yönelik yatırımları teşvik eden vergi politikalarının getirilmesi de gerekli olacaktır.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Katkı Oranı Beyanı: Sorumlu yazar: %50, Diğer yazar: %50.

Çatışma Beyanı: Çalışmada herhangi bir potansiyel çıkar çatışması söz konusu değildir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Contribution Rate Statement: Corresponding author: %50, Other author: %50.

Conflicts of Interest: There is no potential conflict of interest in this study.

KAYNAKÇA

- Abdullahi, M. M., Bakar, N. A. B. A. & Hassan, S. B. (2015). Determining the macroeconomic factors of external debt accumulation in Nigeria: An ARDL bound test approach. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 211, 745-752. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.11.104>
- Acaravci, A. & Ozturk, I. (2010). On the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in Europe. *Energy*, 35(12), 5412-5420. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2010.07.009>
- Adebayo, T. S., Udemba, E. N., Ahmed, Z. & Kirikkaleli, D. (2021). Determinants of consumption-based carbon emissions in Chile: An application of non-linear ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(32), 43908-43922. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13830-9>
- Agboola, P. O., Hossain, M., Gyamfi, B. A. & Bekun, F. V. (2022). Environmental consequences of foreign direct investment influx and conventional energy consumption: Evidence from dynamic ARDL simulation for Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 53584–53597. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-19656-3>
- Alper, F. Ö. & Alper, A. E. (2017). Karbondioksit emisyonu, ekonomik büyüme, enerji tüketimi ilişkisi: Türkiye için bir ARDL sınır testi yaklaşımı. *Sosyoekonomi*, 25(33), 145-156. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.292114>
- Altıntaş, H. (2013). Türkiye’de birincil enerji tüketimi, karbondioksit emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Eşbütünlük ve nedensellik analizi. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi Ve İdari Bilimler Dergisi*, 8(1), 263-294.
- Apergis, N. & Payne, J. E. (2009). CO₂ emissions, energy usage, and output in Central America. *Energy Policy*, 37(8), 3282-3286. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.03.048>
- Atici, C. (2009). Carbon emissions in Central and Eastern Europe: environmental Kuznets curve and implications for sustainable development. *Sustainable Development*, 17(3), 155-160. <https://doi.org/10.1002/sd.372>
- Ang, J. B. (2007). CO₂ emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>
- Bölük, G. & Mert, M. (2015). The renewable energy, growth and environmental Kuznets curve in Turkey: An ARDL approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595.
- Chen, P. Y., Chen, S. T., Hsu, C. S. & Chen, C. C. (2016). Modeling the global relationships among economic growth, energy consumption and CO₂ emissions. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 65, 420-431.
- Çetin, M. & Yüksel, Ö. (2018). Türkiye ekonomisinde enerji tüketiminin karbon emisyonu üzerindeki etkisi. *Journal of Mehmet Akif Ersoy University Economics and Administrative Sciences Faculty*, 5(2), 169-186. <https://doi.org/10.30798/makuiibf.409119>
- Dickey, D. A. & Fuller, W. A. (1981). Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 49(4), 1057-1072.
- Dickey D. A. & Fuller W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American Statistical Association*, 74, 427-431.
- Dogan, E. & Turkecul, B. (2016). CO₂ emissions, real output, energy consumption, trade, urbanization and financial development: Testing the EKC hypothesis for the USA, *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203-1213.
- Elliott, G., Rothenberg, T. J. & Stock, J. H. (1996). Efficient tests for an autoregressive unit root. *Econometrica*, 64(4), 813-836. <https://doi.org/10.2307/2171846>

- Ehigiamusoe, K. U. & Lean, H. H. (2019). Effects of energy consumption, economic growth, and financial development on carbon emissions: Evidence from heterogeneous income groups. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 22611-22624.
- Eze, O. R. & Ogiji, F. O. (2016). Impact of deficit financing on economic stability in Nigeria: Analysis of economic growth. *Journal of Applied Finance and Banking*, 6(1), 111-125.
- Farhani, S., Chaibi, A. & Rault, C. (2014). CO₂ emissions, output, energy consumption, and trade in Tunisia. *Economic Modelling*, 38, 426-434.
- Gökmenoğlu, K. & Taspinar, N. (2016). The relationship between CO₂ emissions, energy consumption, economic growth and FDI: The case of Turkey. *The Journal of International Trade & Economic Development*, 25(5), 706-723.
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement. *National Bureau of Economic Research*, Working Paper No. 3914. <https://doi.org/10.3386/w3914>.
- Grossman, G. & Kreuger, A. (1995). Economic Growth and the Environment. *The Quarterly of Journal Economics*, 110(2), 353-377.
- Halicioğlu, F. (2009). An econometric study of CO₂ emissions, energy consumption, income and foreign trade in Turkey. *Energy Policy*, 37(3), 1156-1164. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.11.012>.
- Hamit-Haggar, M. (2012). Greenhouse gas emissions, energy consumption and economic growth: A panel cointegration analysis from Canadian industrial sector perspective. *Energy Economics*, 34(1), 358-364.
- Heidari, H., Katircioğlu, S. T. & Saeidpour, L. (2015). Economic growth, CO₂ emissions, and energy consumption in the five ASEAN countries. *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, 64, 785-791.
- International Energy Agency. (2024). Primary energy consumption per capita (kWh/person) <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-sets> (Erişim Tarihi: 30.06.2024)
- Kasperowicz, R. (2015). Economic growth and CO₂ emissions: The ECM analysis. *Journal of International Studies*, 8(1), 91-98.
- Kėdaitienė, A. & Klyvienė, V. (2020). The relationships between economic growth, energy efficiency and CO₂ emissions: Results for the euro area. *Ekonomika*, 99(1), 6-25.
- Makun, K. (2021). External debt and economic growth in Pacific island countries: A linear and nonlinear analysis of Fiji Islands. *The Journal of Economic Asymmetries*, 23, e00197. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2021.e00197>
- Mensah, I. A., Sun, M., Omari-Sasu, A. Y., Gao, C., Obobisa, E. S. & Osinubi, T. T. (2021). Potential economic indicators and environmental quality in African economies: New insight from cross-sectional autoregressive distributed lag approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(56), 56865-56891.
- Moalla, M. (2023). Energy consumption, CO₂ emissions, and economic growth nexus: ARDL analysis for Türkiye. *Kent Akademisi*, 16 (Türkiye Cumhuriyeti'nin 100. Yılı Özel Sayısı | Special Issue for the 100th Anniversary of the Republic of Türkiye), 19-37. <https://doi.org/10.35674/kent.1344366>
- Musah, M., Kong, Y., Mensah, I. A., Antwi, S. K. & Donkor, M. (2020). The link between carbon emissions, renewable energy consumption, and economic growth: A heterogeneous panel evidence from West Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(28), 28867-28889.
- Nasir, M. & Rehman, F. U. (2011). Environmental Kuznets curve for carbon emissions in Pakistan: An empirical investigation. *Energy Policy*, 39(3), 1857-1864. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.01.025>
- Özcan, B. (2013). The nexus between carbon emissions, energy consumption and economic growth in Middle East countries: A panel data analysis. *Energy Policy*, 62, 1138-1147.

- Pao, H. T., Tsai, C. M. (2011). Modeling and forecasting the CO₂ emissions, energy consumption, and economic growth in Brazil. *Energy*, 36(5), 2450-2458. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2011.01.032>
- Pesaran, M. H., Shin, Y. & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Peters, G. P. & Hertwich, E. G. (2008). CO₂ embodied in international trade with implications for global climate policy. *Environmental Science & Technology*, 42(5), 1401-1407. <https://doi.org/10.1021/es072023k>
- Pradhan, K. C., Mishra, B. & Mohapatra, S. M. (2024). Investigating the relationship between economic growth, energy consumption, and carbon dioxide (CO₂) emissions: a comparative analysis of South Asian nations and G-7 countries. *Clean Techn Environ Policy*. <https://doi.org/10.1007/s10098-024-02802-5>
- PRS Group. (2022). *International country risk guide methodology*. <https://www.prsgroup.com/explore-our-products/icrg/> (Erişim Tarihi: 20.07.2024)
- REC. (2024). *KYKD rapor*. https://rec.org.tr/wp-content/uploads/2024/03/KYKD_Rapor.pdf (Erişim Tarihi: 25.07.2024)
- Riti, J. S., Song, D., Shu. Y. & Kamah, M. (2017). Decoupling CO₂ emission and economic growth in China: Is there consistency in estimation results in analyzing environmental Kuznets curve? *Journal of Cleaner Production*, 166, 1448-1461.
- Saboori, B. & Sulaiman, J. (2013). Environmental degradation, economic growth and energy consumption: Evidence of the environmental Kuznets curve in Malaysia. *Energy Policy*, 60, 892-905.
- Seker, F., Ertugrul, H. M. & Cetin, M. (2015). The impact of foreign direct investment on environmental quality: a bounds testing and causality analysis for Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 347-356.
- Shahbaz, M., Lean, H. H. & Shabbir M. S. (2012). Environmental Kuznets curve hypothesis in Pakistan: Cointegration and granger causality. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16, 2947-2953.
- Siddique, A., Selvanathan, E. A. & Selvanathan, S. (2016). The impact of external debt on growth: Evidence from highly indebted poor countries. *Journal of Policy Modeling*, 38(5), 874-894. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2016.04.006>
- Sinha, A. & Shahbaz, M. (2018). Estimation of environmental Kuznets curve for CO₂ emission: Role of renewable energy generation in India. *Renewable Energy*, 119, 703-711.
- Soytas, U., Sari, R. & Ewing, B. T. (2007). Energy consumption, income, and carbon emissions in the United States. *Ecological Economics*, 62, (3-4), 482-489.
- Saravanakumar, N. (2024). Economic Stability. <https://www.wallstreetmojo.com/economic-stability/> (Erişim Tarihi: 15.06.2024)
- Sun, Y., Li, M., Zhang, M., Khan, H. S. U. D., Li, J., Li, Z., Sun, H., Zhu, Y. & Anaba, O. A. (2021). A study on China's economic growth, green energy technology, and carbon emissions based on the Kuznets curve (EKC). *Environmental Science and Pollution Research*, 28(7), 7200-7211.
- Sun, Y., Li, H., Andlib, Z. & Genie, M. G. (2022). How do renewable energy and urbanization cause carbon emissions? Evidence from advanced panel estimation techniques. *Renewable Energy*, 185, 996-1005.
- Şentürk, M. & Akbaş, Y. (2014). İşsizlik-enflasyon ve ekonomik büyüme arasındaki karşılıklı ilişkinin değerlendirilmesi: Türkiye örneği. *Yaşar Üniversitesi E-Dergisi*, 9(34), 5820-5832.
- Terzi, H., & Pata, U. K. (2017). Doğrudan yabancı yatırımlar ve dış ticaret arasındaki ilişkinin analizi: Türkiye deneyimi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 18, 167-184.
- Toda, H. Y. & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1-2), 225-250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01579-V](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01579-V)

Tosun, N. (2021). *Finansal Yatırım Kararlarına Yatırımcı Duyarlılığının Etkisi: Türkiye Üzerine Bir Araştırma*, (Doktora Tezi). İnönü Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Maliye Anabilim Dalı, Malatya.

Tsimisaraka, R. S. M., Xiang, L., Andrianarivo, A. R. N. A., Josoa, E. Z., Khan, N., Hanif, M. S. & Limongi, R. (2023). Impact of financial inclusion, globalization, renewable energy, ICT, and economic growth on CO₂ emission in OBOR countries. *Sustainability*, 15(8), 6534.

Xu, B., Zhong, R. & Qiao, H. (2020). The impact of biofuel consumption on CO₂ emissions: A panel data analysis for seven selected G20 countries. *Energy & Environment*, 31(9), 1498-1514.

Uysal, D. & Yapraklı, H. (2016). Kişi başına düşen gelir, enerji tüketimi ve karbondioksit (CO₂) emisyonu arasındaki ilişkinin yapısal kırılmalar altında analizi: Türkiye örneği. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16(31), 186-202. <https://doi.org/10.30976/susead.302164>

Waheed, R., Sarwar, S. & Wei, C. (2019). The survey of economic growth, energy consumption and carbon emission. *Energy Reports*, 5, 1103-1115.

World Bank. (2024). CO₂ emissions (metric tons per capita). <https://data.worldbank.org/indicator/>(Erişim Tarihi: 30.06.2024)

Zaidi, S. A. H., Zafar, M. W., Shahbaz, M. & Hou, F. (2019). Dynamic linkages between globalization, financial development and carbon emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation countries. *Journal of Cleaner Production*, 228, 533-543.