

ARAŞTIRMA MAKALESİ / RESEARCH ARTICLE

## İKTİSADİ BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE CO<sub>2</sub> EMİSYONU ARASINDAKİ İLİŞKİ: MIST ÜLKELERİ ÜZERİNE BİR DEĞERLENDİRME\*

### THE RELATIONSHIP BETWEEN ECONOMIC GROWTH, ENERGY CONSUMPTION AND CO<sub>2</sub> EMISSION: AN ASSESSMENT ON MIST COUNTRIES

Aslıhan GÖK<sup>1</sup>

Doç. Dr. Şaduman YILDIZ<sup>2</sup>

#### ÖZ

İktisadi büyüme kişi başına reel gayrisafi yurtiçi hasıla (GSYH)'daki artışı ifade etmektedir. Ülkelerin gelişmişlik düzeyini ortaya koyan en önemli göstergelerden biri de iktisadi büyümedir. Bu bağlamda ülkelerde iktisadi büyümelerini sağlamayı amaçlamışlardır. Sanayi devrimi sonucunda iktisadi büyümeyi sağlamak için ülkelerin enerji tüketiminde artış yaşanmış ve bu da çevreye zararlı atıklar karışmasına neden olmuştur. Ayrıca sanayi devrimi ile kentsel nüfusta da artış yaşanmış ve enerji tüketimi de bu bağlamla artmıştır. Çeşitli nedenlerle artan enerji tüketimi çevresel sorunların artmasına neden olmuştur. Ülkeler iktisadi büyümelerini gerçekleştirebilmek için enerji tüketimlerini artırmış ve bu da ülkelerde karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonunda da artışın yaşanmasına neden olmuştur. Yapılan bu çalışmada Meksika, Endonezya, Güney Kore ve Türkiye (MIST) ülke grubu için iktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki bağlantı 1971-2014 dönemi yıllık verileriyle ele alınmıştır. Ayrıca çalışmaya kontrol değişkeni olarak kentleşme verisi de dahil edilmiştir. Çalışmada eşbütünleşme ilişkisini araştırmak için Durbin-Hausman eşbütünleşme testi (2008) ve LM (2007) eşbütünleşme testi uygulanmıştır. İktisadi büyüme, enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kentleşme değişkenleri arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuş sonra OLS-CD katsayı tahmin yöntemi ile katsayılar tahmin edilmiştir. Katsayı tahmini sonucunda enerji tüketimi için kullanılan elektrik tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşıırken kentleşme ve iktisadi büyümenin ise CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

**Anahtar Kelimeler:** İktisadi Büyüme, MIST, CO<sub>2</sub> Emisyonu, Enerji Tüketimi.

**JEL Sınıflandırma Kodları:** O40, Q43, C23.

#### ABSTRACT

Economic growth refers to increased per capita real gross domestic product (GDP). Economic growth is one of the most critical indicators that demonstrate the level of development in countries. In this context, countries aim to achieve economic growth. As a result of the Industrial Revolution, there has been an increase in energy consumption to achieve economic growth, leading to the release of harmful waste into the environment. The Industrial Revolution also increased the urban population, contributing to increased energy consumption. The increased energy consumption for various reasons has led to an escalation in environmental issues. Countries have increased their energy consumption to achieve economic growth, causing increased carbon dioxide (CO<sub>2</sub>) emissions. The study examines the relationship between economic growth, energy consumption, and CO<sub>2</sub> emissions for the MIST (Mexico, Indonesia, South Korea, and Turkey) group of countries using annual data from 1971 to 2014. Additionally, the study includes urbanization data as a control variable. The study investigates the co-integration relationship between economic growth, energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions, and urbanization variables, followed by coefficient estimation using the OLS-CD method. The coefficient estimation reveals that while electricity consumption reduces CO<sub>2</sub> emissions, urbanization and economic growth increase CO<sub>2</sub> emissions.

**Keywords:** Economic Growth, MIST, CO<sub>2</sub> Emission, Energy Consumption.

**JEL Classification Codes:** O40, Q43, C23.

\* Bu çalışma Şaduman YILDIZ danışmanlığında Aslıhan GÖK tarafından hazırlanan ve 31.08.2023 tarihinde savunulan "İktisadi Büyüme, Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyonu Arasındaki İlişki: MIST Ülkeleri Üzerine Bir Değerlendirme" başlıklı yüksek lisans tezinden yararlanılarak hazırlanmıştır.

<sup>1</sup>  Bayburt Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İktisat Anabilim Dalı, Bilim Uzmanı, aslim.6161as@gmail.com

<sup>2</sup>  Bayburt Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, sayildiz@bayburt.edu.tr

## EXTENDED SUMMARY

### **Purpose and Scope:**

The study aims to investigate the impact of economic growth and energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions. Here, the objective is to examine whether the energy sources utilized for achieving economic growth in the emerging economies within the MIST country group are environmentally detrimental. The study focuses on the period from 1971 to 2014 to explore the impact of economic growth and energy consumption on CO<sub>2</sub> emissions for the MIST country group. The variables used in the study are real GDP per capita for economic growth, electricity consumption per capita for energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions, and the urbanization rate as a control variable.

### **Design/methodology/approach:**

The impact of economic growth, electricity consumption, and urbanization on CO<sub>2</sub> emissions is examined through panel data analysis. The study includes tests for cross-sectional dependence, homogeneity, stationarity, co-integration tests, and coefficient estimation. Breusch-Pagan's (1980) LM and Paseran's (2004) CD<sub>LM</sub> tests are used for cross-sectional dependence. The Delta homogeneity test developed by Pesaran and Yamagata (2008) is used for homogeneity. Stationarity tests are conducted using Hadri and Kurozumi (2011) and Nazlıoğlu et al. (2021) tests, indicating that the variables are stationary in first differences rather than in levels. To determine their relationship, a model is constructed with CO<sub>2</sub> emissions as the dependent variable and real GDP per capita, electricity consumption per capita, and urbanization rate as independent variables. Durbin-Hausman (2008) and LM (2007) co-integration tests are employed, indicating the presence of co-integration among the parameters. Finally, the confirmed co-integration relationship estimates coefficients using the OLS-CD test.

### **Findings:**

Two tests are conducted to examine cross-sectional dependence: the Breusch-Pagan (1980) LM test and the Paseran (2004) CD<sub>LM</sub> test. The results indicated the presence of cross-sectional dependence in both variables and the panel. The Delta homogeneity test developed by Pesaran and Yamagata (2008) is used for the homogeneity test. The Delta homogeneity test revealed that the panel is heterogeneous rather than homogeneous. Then, stationarity tests are performed. Stationarity tests indicate that the variables are stationary in first differences rather than in levels. A model is built with CO<sub>2</sub> emissions as the dependent variable and real GDP per capita, electricity consumption per capita, and urbanization rate as independent variables. Durbin-Hausman (2008) and LM (2007) co-integration tests are used. Co-integration tests confirm the existence of a co-integration relationship among the parameters. Finally, coefficients are estimated using the OLS-CD test, indicating that increased economic growth and urbanization lead to increased CO<sub>2</sub> emissions. In contrast, an increase in electricity consumption reduces CO<sub>2</sub> emissions.

### **Conclusion and Discussion:**

In the study investigating the impact of economic growth, electricity consumption, and urbanization on CO<sub>2</sub> emissions in the MIST country group from 1971 to 2014, it is found that an increase in economic growth and urbanization adversely affects the environment, while an increase in electricity consumption has a positive impact. The study investigates the co-integration relationship between economic growth, energy consumption, CO<sub>2</sub> emissions, and urbanization variables, followed by coefficient estimation using the OLS-CD method. The coefficient estimation reveals that while electricity consumption reduces CO<sub>2</sub> emissions, urbanization and economic growth increase CO<sub>2</sub> emissions. To prevent the increase in CO<sub>2</sub> emissions due to the rise in economic growth in the MIST countries, efforts should focus on using environmentally friendly technologies in the production of goods. Increasing the use of renewable energy sources in production is crucial. Additionally, green economy policies should be implemented to ensure that produced goods do not harm the environment and natural resources are utilized efficiently. Given that using electricity derived from renewable energy sources reduces CO<sub>2</sub> emissions in MIST countries, utilizing electricity generated from renewable energy sources that cause minimal harm to the environment, especially instead of fossil fuels, would be beneficial. Furthermore, electricity generated from renewable energy sources should be stored with the necessary technologies, allowing it to be exported and used in industrial sectors, potentially boosting economic growth while minimizing environmental pollution. The analysis revealed that an increase in urbanization during the studied period led to increased CO<sub>2</sub> emissions in MIST countries. To mitigate the rise in urbanization, these countries should promote migration to rural areas through government incentives. Providing more incentives for agriculture and livestock in rural areas to increase employment opportunities and improve basic needs such as education and healthcare can reduce migration to urban areas. Thus, controlling the increase in urbanization can help reduce environmental pollution.

## 1. GİRİŞ

Ülkeler her dönem ekonomileri geliştirebilmek için çeşitli yollara başvurmuşlardır. Özellikle sanayi devrimi sonrasında ekonomik gelişmişlik ülkelerde artış göstermiştir. Bu devrim ile beraber ülkeler enerjiye daha çok ihtiyaç duymuşlardır. Enerji bakımından zengin ülkeler sanayileşmelerini geliştirmiş ve iktisadi büyümeyi sağlayabilmişlerdir. Fakat sanayileşme beraberinde çevresel sorunları da getirmiştir. Sanayileşme sürecinde enerji kaynaklarının kullanılması CO<sub>2</sub> emisyonunun artmasına neden olmuştur. Ayrıca gelişen ülkelerde nüfus artışları sonucunda çevresel tahribat daha da artmıştır. Sanayileşme birçok ülkede artış göstermiş ve bu bağlamda tarım sektörü yok olmaya başlamıştır. Tarım sektörünün yok olması ile kırsal nüfus azalmış kentsel nüfus artmıştır. Kentsel nüfusun artmasıyla enerji tüketiminde artış yaşanmıştır.

Ülkelerde iktisadi büyümenin yanı sıra ekonomik gelişmenin sürdürülebilirliği de önem arz etmektedir. Ekonomik gelişmişliğin sürdürülebilir olması için aynı zamanda üretim sağlanırken çevresel kirliliğe neden olan etkenlerin en aza indirilmesi gerekmektedir. Bu bakımdan enerji kaynaklarından kömür, petrol vb. kaynaklar yerine güneş, rüzgar vb. çevreye zararsız kaynaklarının kullanılması hem sınırlı olan fosil enerji kaynaklarının hemen tükenmesini önleyebilmekte hem de havaya karışan sera gazlarının azalmasını sağlayarak çevre kirliliğini engelleyebilmektedir. Böylelikle küresel ısınmanın önüne geçilerek iklim değişikliği önlenir.

Bu çalışmanın amacı iktisadi büyüme ve enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisini araştırmaktır. Burada amaç yükselen ekonomiler içerisinde yer alan MIST ülke grubunda iktisadi büyümenin gerçekleşmesi için kullanılan enerji kaynaklarının çevreye zarar verip vermediklerini incelemektir.

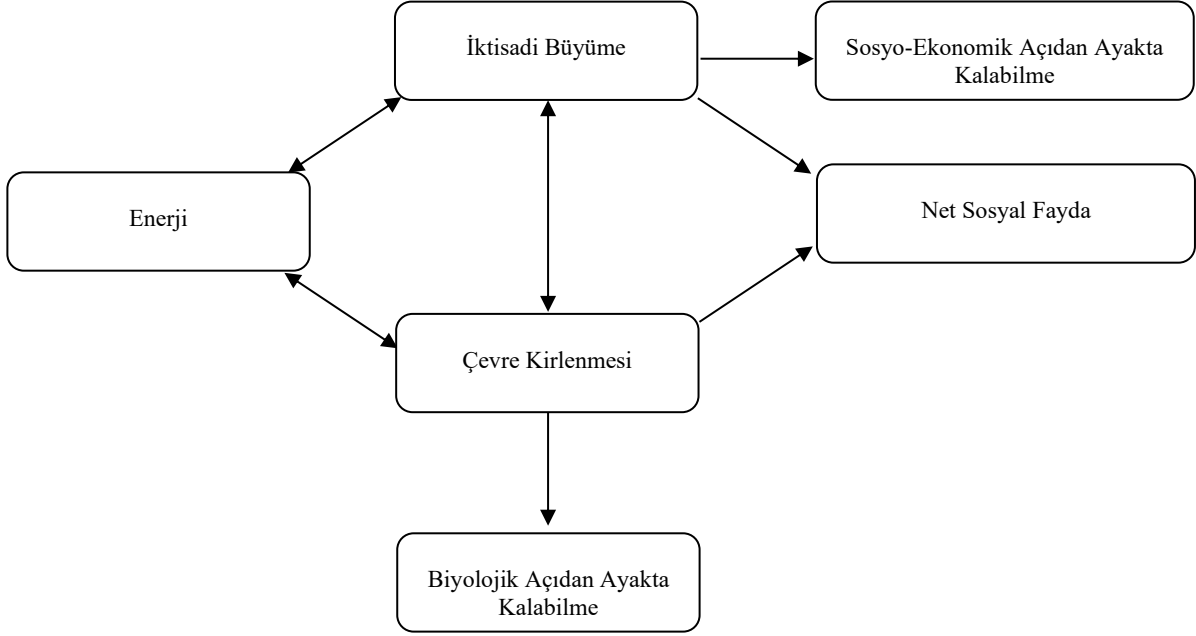
Araştırmada iktisadi büyüme ve enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisi, MIST ülke grubu için 1971-2014 dönem aralığı dikkate alınarak araştırılmıştır. Çalışmada kullanılan değişkenler ise iktisadi büyüme için kişi başına reel GSYH, enerji tüketimi için kişi başına elektrik tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kontrol değişkeni olarak kentleşme oranı alınmıştır. Literatüre bakıldığı zaman MIST ülke grubu için yapılan çalışmalara çok fazla rastlanılmamıştır. Sadece Güllü ve Yakışık (2017) tarafından literatürde MIST ülke grubu üzerine bir çalışma yapıldığı görülmektedir. Güllü ve Yakışık (2017) tarafından yapılan söz konusu çalışma incelendiğinde MIST grubunu oluşturan ülkeler bireysel olarak ele alınmış ve zaman serisi yöntemiyle analizin yapıldığı görülmüştür. Ayrıca çalışmada kullanılan değişkenlerden enerji tüketimi için kişi başına enerji tüketimi dikkate alınmış ve çalışma 1971-2010 dönemi için yapılmıştır. Yapılan bu çalışmada ise Güllü ve Yakışık (2017) çalışmasından farklı olarak panel veri yöntemi kullanılmıştır. Ayrıca enerji tüketimi için kişi başına elektrik tüketimi dikkate alınmış ve 1971-2014 dönem aralığında inceleme yapılmıştır. Bu açıdan yapılan bu çalışmanın literatüre önemli katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

Genel olarak iktisadi büyüme sürecinde enerji kaynaklarının kullanılmasının CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı daha önce yapılmış çalışmalarda görülmektedir. Çünkü enerji kaynakları çoğunlukla fosil kaynaklardan oluşmaktadır ve fosil kaynaklarda çevreye zarar vermektedir. Fakat bu çalışmada değişken olarak kullanılan enerji kaynağı elektrik enerjisidir ve elektrik enerjisinin üretiminde doğalgaz ile rüzgar enerjisi, güneş enerjisi vb. yenilenebilir enerji kaynakları da kullanılmaktadır. Doğalgaz, elektrik enerjisi üretimini sağlarken petrol ve kömür gibi fosil kaynaklardan çok daha az çevreye zarar vermektedir. Ayrıca seçilen ülkelerde üretilen elektrik enerjisinin çoğu genellikle doğal gazdan üretilmektedir. Bu bağlamda iktisadi büyüme sürecinde kullanılan elektrik enerjisinin CO<sub>2</sub> emisyonunu azaltacağı düşünülmektedir.

Çalışma altı bölümden oluşmaktadır. İkinci bölümde iktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişki teorik olarak ele alınmıştır. Üçüncü bölümde ele alınan konu için daha önce yapılmış çalışmalar ortaya koyulmuştur. Dördüncü bölümde veri ve model hakkında bilgi verilmiştir. Beşinci bölümde ampirik bulgular ortaya koyulmuştur. Son olarak beşinci bölümde ise çalışma ile ilgili sonuç ve öneriler ele alınmıştır.

## 2. İKTİSADİ BÜYÜME, ENERJİ TÜKETİMİ VE CO<sub>2</sub> EMİSYONU İLİŞKİSİ

İktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişki Şekil 1'de ele alınmıştır.

Şekil 1. İktisadi Büyüme, Enerji Tüketimi ve CO<sub>2</sub> Emisyonu İlişkisi

Kaynak: (Bilginoğlu, 1989, s. 82).

Yukarıdaki şekil ile iktisadi büyüme, enerji üretimi ve tüketimi ve çevre kirliliği arasındaki ilişki ifade edilmiştir. Ayrıca Şekil 1'de iktisadi büyüme, enerji üretimi ve tüketimi ve çevre kirliliği arasında ortaya çıkan ilişkinin iki taraflı ve güçlü olduğu gözlenmektedir. Enerji ve enerji kaynaklarının yerinde kullanımı büyümede artışa neden olmaktadır. Ancak ülke içinde enerji kaynaklarının kullanımı sonucu enerji kaynakları yetersiz kalıyor ise enerjiyi başka bir ülkeden temin etmek maliyetli olacaktır. Bu durum da büyüme için gerekli üretim sağlanamayacak ve büyüme azalacaktır. Ayrıca enerjinin üretimi, tüketimi, ithali ve ihracı gibi sebeplerden dolayı çevre olumsuz etkilenmektedir. Çünkü enerji dönüşümleri havada, suda ve toprakta kirliliğe sebep olmaktadır. Şekil 1'e göre enerji üretimi ve tüketimi ile biyolojik ayakta kalabilme zorlaşırken sosyo-ekonomi açısından ayakta kalabilme kolaylaşacaktır. Bu bağlamda da ortaya net sosyal fayda çıkacaktır.

### 3. LİTERATÜR TARAMASI

İktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkiyi inceleyen çalışmalar nedensellik analizi, eşbütünlük analizi ve ARDL sınır testi analiz yöntemleri dikkate alınarak sınıflandırılmıştır.

İktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkiyi nedensellik analizlerini kullanarak ortaya koyan çalışmalar ve elde ettiği sonuçlar şunlardır: Halicioğlu (2009), Türkiye'de 1960-2005 dönem aralığında sera gazı emisyonu ile enerji tüketimi arasında ve gelir arasında karşılıklı nedensellik olduğu sonucuna ulaşmıştır. Zhang ve Cheng (2009), Çin'de 1960-2007 dönem aralığında nedenselliğin gelirden enerji kullanımına doğru ve enerji kullanımından CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğunu tespit etmişlerdir. Chang (2010), Çin'de 1981-2006 dönem aralığında gelir ile hem enerji tüketimi hem de CO<sub>2</sub> emisyonu arasında karşılıklı nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşmıştır. Lean ve Smyth (2010), beş ASEAN (Malezya, Endonezya, Tayland, Singapur ve Filipinler) ülkesinde 1980-2006 dönem aralığında CO<sub>2</sub> emisyonu ve elektrik tüketiminin iktisadi büyümenin nedenseli olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Akpan ve Akpan (2012), Nijerya'da 1970-2008 dönem aralığında nedenselliğin gelirden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğunu saptamışlardır. Hamit-Haggar (2012), Kanada'da 1990-2007 dönem aralığında nedenselliğin iktisadi büyüme ile enerji tüketiminden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğunu tespit etmiştir. Cowan vd.(2014), BRICS ülkelerinde 1990-2010 dönem aralığında Rusya da elektrik tüketimi ile GSYH arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu Güney Afrika da ise GSYH'dan elektrik tüketimine doğru nedensellik olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca Güney Afrika için GSYH'dan CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru tek yönlü, Brezilya'da CO<sub>2</sub> emisyonundan GSYH'ya tek yönlü ve Hindistan için ise elektrik tüketiminden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu ortaya koymuşlardır. Gao ve Zhang (2014), 14 Sahra Altı Afrika ülkelerinde 1980-

2009 dönem aralığında nedenselliğin yönünün kısa dönemde iktisadi büyümeden CO<sub>2</sub> emisyonuna ve iktisadi büyümeden elektrik kullanımına doğru olduğunu saptamışlarken uzun dönemde ise nedenselliğin yönünün iktisadi büyüme ile CO<sub>2</sub> emisyonu ve CO<sub>2</sub> emisyonu ile elektrik kullanımı arasında karşılıklı olduğunu saptamışlardır. Sebri ve Ben-Salha (2014), BRICS ülkeleri için 1971-2010 dönem aralığında nedenselliğin gelir ile yenilenebilir enerji kullanımı arasında karşılıklı olduğunu saptamışlardır. Shahbaz vd. (2014), BAE ülkelerinde elektrik kullanımı ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında karşılıklı nedensellik olduğunu sonucuna ulaşırken gelirden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru ise tek yönlü nedensellik olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Salahuddin vd. (2015), KİK ülkelerinde 1980-2012 dönem aralığında nedenselliğin iktisadi büyüme ve sera gazı emisyonu arasında çift taraflı olduğunu saptamışlarken elektrik tüketiminden sera gazı emisyonuna doğru ise tek taraflı olduğunu saptamışlardır. Güllü ve Yakışık (2017), MIST ülkelerinde 1971-2010 dönem aralığında iktisadi büyümeden sera gazı emisyonuna ve enerji tüketimine doğru tek yönlü nedensellik olduğunu bulmuşlardır. Karış (2017), Türkiye’de 1960-2013 dönem aralığında nedenselliğin enerji tüketimi ile sera gazı emisyonu arasında karşılıklı, iktisadi büyümeden sera gazı emisyonuna ve enerji tüketimine doğru ise tek yönlü olduğunu saptamıştır. Sancar ve Polat (2018), G7 ülkelerinde 1980-2011 dönem aralığında iktisadi büyüme ile hem CO<sub>2</sub> emisyonu hem de enerji tüketimi arasında karşılıklı nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Belaïd ve Zrelli (2019), Akdeniz ülkelerinde 1980-2014 dönem aralığında kısa dönemde nedenselliğin reel GSYH ve yenilenebilir elektrik tüketimi arasında karşılıklı olduğunu ortaya koymuşlarken yenilenemeyen elektrik tüketiminden reel GSYH’ya doğru ise tek yönlü olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca nedenselliğin uzun dönemde yenilenemeyen elektrik tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasında karşılıklı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Çıtlak (2019), AB ülkelerinde 1995-2014 dönem aralığında nedenselliğin iktisadi büyümeden elektrik tüketimine ve CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru, elektrik tüketiminden ise CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğunu tespit etmiştir. Njoke vd. (2019), Kamerun’da 1971-2014 dönem aralığında nedenselliğin büyümeden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğunu tespit etmişlerdir. Yıldız (2019), E7 ülkelerinde 1992-2014 dönem aralığında nedenselliğin kentleşmeden CO<sub>2</sub> emisyonuna doğru olduğu ve enerji tüketimi ile iktisadi büyümeden ise kentleşmeye doğru olduğu sonucuna ulaşmıştır. Yücesan vd. (2019), 8 MENA ülkesinde 1988-2014 dönem aralığında nedenselliğin iktisadi büyüme ve sera gazı emisyonu arasında karşılıklı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Chukwunonso Bosah vd. (2020), seçilen 15 ülkede 1971-2014 dönemi aralığında yapılan asimetric nedensellik sonucuna göre uzun dönemde Kamerun ve Kanada da ele alınan değişkenler arasında asimetric ilişki olduğuna sonucuna ulaşmışlarken kısa dönemde ise Birleşik Krallık ve Kongo Cumhuriyeti’nde asimetric nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Gövdeli (2020), 14 Afrika pasifik ülkesinde 1971-2017 dönem aralığında sera gazı emisyonu ile iktisadi büyüme arasında ve enerji tüketimi ile büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisinin olduğunu tespit etmiştir. Santillán-Salgado vd. (2020), seçilmiş 134 ülkede 1990-2014 dönem aralığında kısa dönemde CO<sub>2</sub> emisyonunun ekonomik büyüme, gelir eşitsizliği ve kentleşmeye bağlı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Mete (2021), G7 ülkelerinde 1993-2018 dönem aralığında sera gazı ve iktisadi büyümede ortaya çıkan artışın enerji tüketiminde de artışına neden olduğunu saptamıştır. Han vd. (2022), BRICS-T ülkelerinde 1990-2018 dönem aralığında nedenselliğin GSYH ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında karşılıklı olduğu ve kişi başına GSYH’dan kişi başına enerji kullanımına doğru tek taraflı olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Özdemir vd. (2022), Almanya’da karbon emisyonundaki artışa yine karbon emisyonlarının neden olduğu, elektrik tüketimindeki artışa elektrik tüketiminin, karbon emisyonlarının ve GSYH’nın neden olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca ve GSYH’daki artışa ise GSYH’nın kendisinin ve karbon emisyonunun neden olduğunu tespit etmişlerdir.

İktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkiyi eşbütünlük analizlerini kullanarak söz konusu değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi olduğu ortaya koyan çalışmalar şunlardır: Ang (2007) Fransa’da 1960-2000 dönem aralığında, Atay Polat (2014) 30 OECD ülkesinde 1980-2010 dönem aralığında, Ergün ve Polat (2015) 30 OECD ülkesinde 1980-2010 dönem aralığında, Hepektan ve Sertkaya (2016), Türkiye’de 1980-2014 dönem aralığında, Uysal ve Yapraklı (2016) Türkiye’de 1968-2011 dönem aralığında, Aytun vd. (2017) 10 gelişen ülke (Macaristan, Türkiye, Malezya, Brezilya, Hindistan, Meksika, Güney Afrika, Mısır, Çin ve Endonezya) için 1980-2010 dönem aralığında, Bélaïd ve Youssef (2017) Cezayir’de 1980-2012 dönem aralığında, Ergün ve Polat (2017) G7 ülkelerinde 1980-2010 dönem aralığında, Sayar Özkan ve Erdemli (2017) Türkiye ve Türkiye’ye kara sınırı bulunan sekiz ülkede 2000-2013 dönem aralığında, Al-Mulali ve Che Sab (2018) Orta Doğu ülkelerinde 1990-2008 dönem aralığında, Çetin ve Sezen (2018) Türkiye’de 1970-2014 dönem aralığında, Salahuddin vd. (2018) Kuveyt’te 1980-2013 dönem aralığında, Şahin (2018) 14 Asya ülkesinde 1990-2014 dönem aralığında, Yenisu (2018) Türkiye’de 1960-2013 dönem aralığında, Güneş (2019) 34 OECD ülkesinde 1995-2014 dönem aralığında, Kazanasmaz (2019) Türkiye’de 1960-2017 dönem aralığında, Türkoğlu (2019) Çin’de 1971-2019 dönem aralığında, Rahman (2020) elektrik kullanımı fazla olan ilk 10 ülkede 1971-2013 dönem aralığında, Khundi-Mkomba ve Sahave Wali (2021) Malavi’de 1980-2010 dönem aralığında, Örksel ve Ekiz (2021),

Türkiye’de 1998-2015 dönem aralığında son olarak Varoğlu (2022), Türkiye’de 1965-2015 dönem aralığında söz konusu değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin olduğu sonucuna ulaşmıştır.

İktisadi büyüme, enerji tüketimi ve CO<sub>2</sub> emisyonu arasındaki ilişkiyi ARDL sınır testi analizi kullanarak ortaya koyan çalışmalar ve elde ettiği sonuçlar şunlardır: Ahmed ve Long (2012), Pakistan’da 1970-2008 dönem aralığında iktisadi büyüme ve enerji tüketiminin çevresel kirliliği arttırdığını tespit etmişlerdir. Begum vd. (2015), Malezya’da 1970-2019 dönem aralığında kişi başına düşen GSYH’daki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Keskingöz ve Karamelikli (2015), Türkiye’de 1960-2011 dönem aralığında gelir ve enerji kullanımının CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Çetintaş vd. (2016), Türkiye’de 1960-2011 dönem aralığında enerji tüketimi, büyüme ve şehirleşme oranlarında meydana gelen artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığını saptamışlardır. Alper ve Alper (2017), Türkiye’de 1985-2014 dönem aralığında gelir ve enerji kullanımındaki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığını tespit etmişlerdir. Canbay (2019), Türkiye’de 1990-2016 dönem aralığında gelirin CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığını yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Akutsa ve Cergibozan (2020), Türkiye’de 1972-2015 dönem aralığında kişi başına reel GSYH, dışa açıklık ve finansal gelişmenin çevreye zarar verdiğini fakat kişi başına reel GSYH’nın karesi ile yenilenebilir enerjinin toplam enerjiye oranının çevreyi olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Yılmaz ve Dilber (2020), Türkiye’de 1970-2014 dönem aralığında elektrik tüketimi, iktisadi büyüme ve dış ticaret açıklığında meydana gelen artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı sonucuna ulaşmışlardır. Emek ve Özçelebi (2021), Türkiye’de 1960-2015 dönem aralığında enerji tüketimindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı ve iktisadi büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonunda önemsiz bir azalmaya neden olduğunu tespit etmişlerdir. Kwakwa (2021), Gana’da 1971-2014 dönem aralığında elektrik tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonları üzerine önemli bir etkisini gözlemlememişken, elektrik enerjisi krizinin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde olumlu etkisinin olduğunu gözlemlemiştir. Çetinbakış ve Şahin Kutlu (2022), Türkiye’de 1988-2019 dönem aralığında CO<sub>2</sub> emisyonunun sadece kısa dönemde büyümeyi negatif etkilediği sonucuna ulaşmışlardır. Ordu (2022), Türkiye’de 1990-2019 dönem aralığında birincil enerji kaynağı kullanımı ve büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığını ortaya koyarken yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının ise CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığını tespit etmiştir. Rahaman vd. (2022), Bangladeş’te 1990-2019 dönem aralığında elektrik tüketiminin, doğrudan yabancı yatırımların ve GSYH’nın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde anlamlı ve pozitif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır turizmin ise CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde anlamlı fakat negatif etkisi olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

#### 4. VERİ VE MODEL

İktisadi büyüme ile enerji tüketiminde ortaya çıkan değişimlerin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisi 1971-2014 dönem aralığında MIST ülke grubu üzerine ekonometrik analiz yöntemleriyle test edilmiştir. Dönem aralığının 1971-2014 alınmasının nedeni, enerji tüketimi için kullanılan elektrik tüketimi verisinin Dünya Bankası veri sitesinde 1971-2014 yılları arasında kısıtlı kalmasıdır. Analizde bağımlı değişken CO<sub>2</sub> emisyonu iken bağımsız değişkenler iktisadi büyüme için kişi başına reel GSYH, enerji tüketimi için kişi başına elektrik tüketimi ve kentleşme için ise kentleşme oranıdır. Kentleşme oranı analize kontrol değişkeni olarak dahil edilmiştir. Analizde kullanılan değişkenler yıllık olarak alınmış olup CO<sub>2</sub> emisyonu (ton/kişi) verisi OECD veri tabanından alınmıştır. Kişi başına reel GSYH, kişi başına elektrik tüketimi ve kentleşme oranı verileri ise Dünya Bankası veri tabanından alınmış olup analizler GAUSS 22.1 paket programı ile yapılmıştır.

**Tablo 1.** Verilere Ait Bilgiler

Değişkenler	Açıklama	Kaynak
co2	Karbondioksit Emisyonu (ton/kişi)	OECD
kgdp	Kişi Başına Reel Gayri Safi Yurtiçi Hasıla (Sabit Fiyatlarla 2015 ABD \$)	Dünya Bankası
electry	Kişi Başına Elektrik Tüketimi (Kişi Başına kWh)	Dünya Bankası
kent	Kentleşme Oranı (Yıllık %)	Dünya Bankası

Yukarıdaki tabloda veriler ile ilgili bilgiler ortaya koyulmuştur. Çalışmanın ekonometrik analiz kısmında parametre sembollerinin önünde bulunan "d" harfi parametrenin farkının alındığını ifade ederken "l" harfi ise parametrenin logaritmasının alındığını ifade etmektedir.

$$lco_{2it} = \beta_0 + \beta_1 lkgdp_{it} + \beta_2 lelectry_{it} + \beta_3 lkent_{it} + e_{it} \quad (1)$$

Yukarıda verilen denklem çalışmanın modelini ortaya koymaktadır. Bu modelde  $\beta_0$  sabit katsayıyı,  $e$  hata terimini,  $i$  yatay kesiti,  $t$  zamanı ifade etmektedir. Bağımlı değişken  $lco_2$  iken, bağımsız değişkenler  $lkgdp$ ,  $lelectry$  ve  $lkent$ 'tir. Ayrıca modelden de anlaşılacağı gibi değişkenlerin logaritması alınarak analiz yapılmıştır. Modelde trendin anlamlılığını araştırmak için yapılan analizler sonucunda modelde trend olduğu görülmüştür. Bu yüzden çalışmada sabitli ve trendli model kullanılarak analiz yapılmıştır.

## 5. AMPİRİK BULGULAR

Bu bölümde yapılan çalışmada kullanılan yöntemler ile ampirik bulgu sonuçlarına yer verilmiştir.

### 5.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

MIST ülkeleri için iktisadi büyümenin, enerji (elektrik) tüketiminin ve kentleşmenin  $CO_2$  emisyonu üzerindeki etkisinin araştırıldığı bu çalışmada yatay kesit bağımlılığı Breusch-Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi ve Paseran (2004) tarafından geliştirilen  $CD_{LM}$  testi ile sınanmıştır. Yatay kesit bağımlılığı hem değişkenler için hem de model için ayrı ayrı test edilmiştir.

**Tablo 2.** Değişkenler İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Testler/ Değişkenler	Sabitli ve Trendli							
	lco2		lkgdp		lelectry		lkent	
	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value
LM	44,405***	0,000	30,671***	0,000	37,241***	0,000	56,187***	0,000
$CD_{LM}$	13,647***	0,000	7,122***	0,000	9,019***	0,000	14,488***	0,000

Not: \*\*\*, %1 anlamlılık düzeyini ifade eder. Maksimum gecikme uzunluğu 3 olarak alınmıştır.

**Tablo 3.** Panel İçin Yatay Kesit Bağımlılığı Testi

Testler	Panel	
	Test İst.	p-value
LM	13,561**	0,035
$CD_{LM}$	2,183 **	0,015

Not: \*\*, %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 2'de değişkenler için yatay kesit bağımlılığı sonuçları verilmişken Tablo 3'te panel için yatay kesit bağımlılığı sonuçları verilmiştir. Hem değişkenlerde hem de panelde  $H_0$  hipotezi reddedilmiş olup yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilmiştir. Bu yüzden durağanlık ve eşbütünleşme testleri için ikinci nesil testler kullanılmıştır.

### 5.2. Homojenlik Testi

Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testleri kullanılarak kurulan panelin homojen olup olmadığına bakılmıştır.

**Tablo 4.** Panel İçin Homojenlik Testi

Testler/Değişkenler	Panel	
	Test ist.	p-value
$\Delta$	10,658***	0,000
$\Delta_{adj}$	11,305***	0,000

Not: \*\*\*, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Tablo 4'te yapılan homojenlik testleri sonuçları verilmiştir. Yapılan testler sonucunda  $H_0$  için "panel homojendir" hipotezi reddedilerek panelin heterojen olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

### 5.3. Panel Durağanlık Analizi

Yapılan yatay kesit bağımlılığı testi sonuçlarına göre ele alınan parametrelerde yatay kesit bağımlılığı vardır. Bu yüzden ikinci nesil durağanlık testlerinin kullanılması gerekmektedir. Durağanlık için dört test kullanılmıştır. Bu testlerden PS- $W_{CA}$  testi Hadri ve Kurozumi tarafından 2012 yılında geliştirilmiştir. PS- $P_{CA}$ , PS- $P_{mCA}$  ve PS- $Z_{CA}$  testleri ise Nazlıoğlu vd. tarafından 2021 yılında geliştirilmiştir.

**Tablo 5.** İkinci Nesil Durağanlık Testleri

Test	Sabitli ve Trendli							
	lco2		lkgdp		lelectry		lkent	
	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value
PS- $W_{CA}$	24,630***	0,000	11,327***	0,000	6,180***	0,000	13,100***	0,000
PS- $P_{CA}$	63,005***	0,000	52,548***	0,000	33,534***	0,000	52,134***	0,000
PS- $P_{mCA}$	13,751***	0,000	11,137***	0,000	6,384***	0,000	11,034***	0,000
PS- $Z_{CA}$	-6,597***	0,000	-5,889***	0,000	-4,099***	0,000	-5,497***	0,000

**Not:** “PS- $W_{CA}$ ” testi Hadri and Kurozumi (2012) tarafından geliştirilen testi ifade ederken “PS- $P_{CA}$ ”, “PS- $P_{mCA}$ ” ve PS- $Z_{CA}$  testleri ise Nazlıoğlu vd. (2021) tarafından geliştirilmiştir. Varm olarak “idd” alınmıştır. \*\*\*, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Maksimum faktör sayısı 3 olarak alınmıştır. Optimal faktör sayısı kriteri olarak “ICp” dikkate alınmıştır.

Tablo 5’te  $H_0$  hipotezinin reddedildiği yani değişkenlerin durağan olmadığı sonucu elde edilmiştir. Seriler I(0) değildir.

**Tablo 6.** İkinci Nesil Durağanlık Testleri

Test	Sabitli ve Trendli							
	dlco2		dlkgdp		dlelectry		dlkent	
	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value	Test ist.	p-value
PS- $W_{CA}$	0,138	0,445	0,781	0,217	0,032	0,487	1,190	0,117
PS- $P_{CA}$	7,817	0,452	10,777	0,215	7,250	0,510	12,229	0,141
PS- $P_{mCA}$	-0,046	0,518	0,694	0,244	-0,188	0,574	1,057	0,145
PS- $Z_{CA}$	-0,275	0,392	-0,563	0,287	-0,390	0,348	-1,480**	0,069

**Not:** “PS- $W_{CA}$ ” testi Hadri and Kurozumi (2012) tarafından geliştirilen testi ifade ederken “PS- $P_{CA}$ ”, “PS- $P_{mCA}$ ” ve PS- $Z_{CA}$  testleri ise Nazlıoğlu vd. (2021) tarafından geliştirilmiştir. Varm olarak “idd” alınmıştır. \*\*, %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir. Maksimum faktör sayısı 3 olarak alınmıştır. Optimal faktör sayısı kriteri olarak “ICp” dikkate alınmıştır.

Tablo 6’da elde edilen sonuçlara göre  $H_0$  hipotezi “Seriler durağandır.” şeklinde ifade edilen hipotez reddedilememiştir ve bu bağlamda ele alınan değişkenlerin birinci farkta durağan I(1) olduğu tespit edilmiştir.

### 5.4. Durbin-Hausman Eşbütünleşme Testi (Westerlund, 2008) ve LM (Westerlund ve Edgerton, 2007) Eşbütünleşme Testi

Yatay kesit bağımlılığı olan ve durağan olmayan seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı 2008 yılında Westerlund tarafından geliştirilen Durbin-Hausman eşbütünleşme testi ve 2007 yılında Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen LM eşbütünleşme testi ile araştırılmıştır.

**Tablo 7.** Durbin-Hausman Eşbütünleşme Testi

Test	Sabitli ve Trendli	
	Test ist.	p-value
dh_g	2,029**	0,021

**Not:** Durbin-Hausman testinde SIC bilgi kriteri dikkate alınarak maksimum faktör sayısı 3 olarak belirlenmiştir. Model için yapılan homojenlik testine göre modelimiz heterojendir. Bu yüzden testte grup değerlerini ifade eden “dh\_g” değerleri dikkate alınmıştır. \*\* %5 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.



Yapılan testte göre, “değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur” şeklinde kurulan  $H_0$  hipotezi reddedilmiştir. Elde edilen bu sonuca göre, analizde kullanılan parametreler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur.

Çalışmada ele alınan değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı 2007 yılında Westerlund ve Edgerton tarafından geliştirilen LM eşbütünleşme testi ile de araştırılmıştır.

**Tablo 8.** LM (2007) Eşbütünleşme Testi

Test	Sabitli ve Trendli	
	Test ist.	p-value
LM	2,229	0,107

**Not:** LM eşbütünleşme testi için  $\ln(4 \cdot (T/100)^{(2/9)})$  bant genişliği kullanılarak tahmin edilmiştir. Modelde yatay kesit bağımlılığı olduğu için bootstrap olasılık değerleri dikkate alınmıştır. LM testleri trend içeren serilerde daha iyi sonuç vermektedir. Olasılık değerleri 1000 tekrarlı bootstrap simülasyonu ile elde edilmiştir.

Yapılan teste göre “değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır” şeklinde kurulan  $H_0$  hipotezi reddedilememiştir ve ele alınan değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir.

Çalışmada kullanılan Durbin-Hausman eşbütünleşme testi ve LM eşbütünleşme testi sonucunda parametreler arasında eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur.

### 5.5. Katsayı Tahmincisi Testi

Yapılan testler sonucunda parametreler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edildikten sonra panel tahmini için OLS-CD katsayı tahmin testi (Bai ve Kao, 2006) kullanılmıştır.

**Tablo 9.** Katsayı Tahmin Testleri

OLS-CD			
Bağımsız Değişkenler	Beta Katsayısı	Test ist.	p-value
lkgdp	3,488	83,067***	0,000
lelectry	-0,355	-9,256***	0,000
lkent	0,999	31,709***	0,000

**Not:** SIC Bilgi kriteri kullanılmıştır. Maksimum faktör sayısı olarak 3 alınmıştır. \*\*\*, %1 anlamlılık düzeyini ifade etmektedir.

Yukarıda verilen tabloda parametre tahmini için bulunan değerler istatistiki olarak anlamlıdır. OLS-CD katsayı tahmincisi testine göre, lkgdp ve lkent değişkenlerinde yaşanan %1 birimlik artış lco2 değişkenini sırasıyla %3.488 ve %0.999 oranında arttırmakta iken lelectry değişkeninde yaşanan %1 birimlik artış lco2 değişkenini %0.355 oranında azaltmaktadır. Buradan elde edilen sonuçlara göre lco2 değişkenini lkgdp ile lkent değişkenleri pozitif etkilerken lelectry değişkeni negatif etkilemektedir.

Katsayı tahmincisinden elde edilen sonuçlara göre iktisadi büyümede yaşanan %1 birimlik artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %3.488 oranında arttırdığı, kişi başına elektrik tüketiminde yaşanan %1 birimlik artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.355 oranında azalttığı ve kentleşme oranında yaşanan %1 birimlik artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu %0.999 oranında arttırdığı tespit edilmiştir.

## 6. SONUÇ

Ülkeler gelişmelerini sağlayabilmek adına iktisadi büyümeyi ve gelişmeyi ön planda tutmuşlardır. İktisadi büyümeyi gerçekleştirmek için özellikle sanayi devrimi sonrasında ülkelerin birçoğu enerji kaynaklarına yönelmişlerdir. Fakat sanayi devrimi sonrasında üretimin gerçekleşmesi ve sürekliliğinin sağlanması için kullanılan enerji kaynağı kömür olmuştur. Kömürde fosil kaynaklardan biridir ve kullanıldığı zaman hava kirliliğine neden olmaktadır. Kullanılan enerji kaynaklarının çevreye zararlı olup olmadığı ilk gelişme evresinde dikkate alınmamıştır. Çünkü ülkeler için önemli olan öncelikle iktisadi büyümeyi sağlamaktır. 20. yüzyılın sonları itibariyle gelişmiş ülkeler ekonomik büyümelerini sağlarken ortaya çıkan çevre kirliliğinin de bilincine

varmışlardır. Bu bağlamda ülkelerde çevre ile ilgili vergi ve kanunlar çıkarılmıştır. Çevre ile ilgili bu tür önlemler alınarak ekonomik gelişmişliğin yanında çevresel bozulmaların önüne geçilmesi amaçlanmıştır.

Çevresel bozulmalar iklim değişikliğine yol açtığı gibi insan sağlığına, hayvan ve bitkilerin ekosistemlerinde bozulmalara da yol açmaktadır. Dünyada ortaya çıkan küresel ısınma sonucunda bazı canlıların nesilleri tükenme tehlikesi altındadır. Ayrıca dünyada buzulların erimeye başlaması ile birlikte deniz seviyelerinde yükselmeler gözlenmiştir. Küresel ısınmanın önüne geçilmemesi durumunda dünya genelinde çölleşme, tarımsal faaliyetlerin yok olması, mevsimlerin değişmesi, su kaynaklarının azalmasıyla susuz kalma tehlikesi ortaya çıkacaktır. Tüm bunların olması durumunda dünyada yaşam yok olma noktasına gelecektir. Söz konusu sıkıntıların yaşanmaması için yapılan bu çalışma ile ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve kentleşme oranının CO<sub>2</sub> emisyonunu nasıl etkiledikleri ve bu etkilere göre çalışmada kullanılan ülkelerde çevresel bozulmalar için nasıl önlem alınması gerektiğiyle ilgili bilgi vermesi açısından yapılan analizler önem taşımaktadır.

Çalışmanın amacı MIST ülke grubunda iktisadi büyüme, elektrik tüketimi ile kontrol değişken olarak kullanılan kentleşme oranının CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisinin 1971-2014 dönem aralığında araştırılmasıdır. Araştırma panel veri analiziyle yapılmıştır. Bu çalışmada yatay kesit bağımlılığı, homojenlik, değişkenlerin durağanlığı, değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi incelenmiş ve son olarak da katsayı tahmincisi aracılığıyla katsayı tahmini yapılmıştır.

Yapılan analizlere göre yatay kesit bağımlılığını incelemek için iki test kullanılmıştır. Bu testler Breusch-Pagan (1980) LM testi ve Paseran (2004) CD<sub>LM</sub> testidir. Yapılan yatay kesit bağımlılığı sonucu hem değişkenlerde hem de panelde yatay kesit bağımlılığının varlığı ortaya koyulmuştur. Homojenlik testi için Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen Delta homojenlik testi kullanılmıştır. Yapılan homojenlik testine göre panelin homojen değil heterojen olduğu tespit edilmiştir. Daha sonra durağanlık testleri yapılmıştır. Durağanlık için Hadri ve Kurozumi (2011) ve Nazlioglu vd. (2021) testleri kullanılmıştır ve yapılan analizler sonucunda ele alınan değişkenlerin düzeyde değil, birinci farklarında durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kişi başına GSYH, kişi başına elektrik tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve kontrol değişkeni olarak kullanılan kentleşme oranı arasında ilişkinin olup olmadığını ortaya koymak için bağımlı değişken olarak CO<sub>2</sub> emisyonu alınmış olup bağımsız değişkenler için kişi başına GSYH, kişi başına elektrik tüketimi ve kentleşme oranı alınmış ve model oluşturulmuştur. Değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin olup olmadığını ortaya koyabilmek için Durbin-Hausman (2008) ile LM (2007) eşbütünlük testleri kullanılmıştır. Her iki eşbütünlük testine göre parametreler arasında eşbütünlük ilişkisinin varlığı ortaya koyulmuştur. Son olarak eşbütünlük ilişkisi tespit edildiği için katsayı tahmincisi olan OLS-CD testi ile katsayılar tahmin edilmiştir. Katsayı tahminine göre iktisadi büyümenin ve kentleşme oranındaki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırdığı, elektrik tüketimindeki artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı tespit edilmiştir. Lean ve Smyth (2010), Akpan ve Akpan (2012), Atay Polat (2014), Cowan vd. (2014), Gao ve Zhang (2014), Shahbaz vd. (2014), Ergün ve Polat (2015), Hepektan ve Sertkaya (2016), Bélaïd ve Youssef (2017), Ergün ve Polat (2017), Al-Mulali ve Che Sab (2018), Salahuddin vd. (2018), Belaïd ve Zrelli (2019), Kwakwa (2021) ve Rahaman vd. (2022) yaptıkları çalışmalardan elde ettikleri sonuçlar ile bu çalışmayı destekler niteliktedir.

Özetlemek gerekirse, MIST ülke grubu için 1971-2014 dönem aralığında iktisadi büyüme, elektrik tüketimi ve kentleşme oranı değişkenlerinin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisinin araştırıldığı bu çalışmada, iktisadi büyüme ve kentleşme oranında meydana gelen artışın çevreyi olumsuz etkilediği saptanırken elektrik tüketimindeki artışın ise çevre üzerinde olumlu etki gösterdiği görülmüştür.

Çalışma sonucunda iktisadi büyümede yaşanan artışın CO<sub>2</sub> emisyonunu arttırmaması için MIST grubunda yer alan ülkelerin ürünlerinin üretim aşamasında çevreye uyumlu teknolojiler ile üretilmesine özen gösterilmelidir. Bu bağlamda üretimde yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı artırılmalıdır. Ayrıca yeşil ekonomi politikaları uygulanmalıdır. Bu durumda üretilen mallar çevreye zarar vermez ve doğal kaynakların da etkin şekilde kullanımı sağlanmış olur.

MIST ülkelerinde elektrik enerjisinin kullanılması durumunda CO<sub>2</sub> emisyonu azaldığı için enerji kaynağı olarak özellikle de fosil kaynaklar yerine çevreye zararı minimum olan yenilenebilir enerji kaynaklarından üretilen elektrik enerjisinin kullanılması yararlı olacaktır. Ayrıca yenilenebilir enerji ile üretilen elektrik enerjisi gerekli teknolojiler yardımıyla depolanmalıdır. Böylece bu ülkelerde üretilen elektrik enerjisi hem ihraç edilerek hem de sanayi gibi alanlarda kullanılarak iktisadi büyümede artışa neden olmaktadır. Ayrıca bu durumda çevre kirliliğinin en az düzeyde indirgenmesi sağlanabilmektedir.

Yapılan analiz sonucunda kentleşme oranındaki artışın MIST ülkelerinde ele alınan dönemde CO<sub>2</sub> emisyonunda artışa neden olduğu bulunmuştur. Bu bağlamda kentleşme oranında yaşanan artışın önlenmesi için söz konusu ülkelerde devlet teşvikli kırsal alanlara göçler sağlanmalıdır. Kırsal kesimde iş imkanlarının artmasını sağlamak için tarım ve hayvancılık üzerine daha fazla teşvik verebilir. Ayrıca kentlere göçün nedenlerinden olan eğitim, sağlık gibi temel gereksinimlerin kırsal kesimde iyileştirmesi sağlanarak kentlere yapılan göçler azaltılabilir. Böylece kentleşme oranındaki artışında önüne geçilerek çevre kirliliği azaltılabilir.

#### YAZARLARIN BEYANI

**Katkı Oranı Beyanı:** Yazarlar çalışmaya eşit oranda katkı sağlamıştır.

**Destek ve Teşekkür Beyanı:** Çalışmada herhangi bir kurum ya da kuruluştan destek alınmamıştır.

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

#### KAYNAKÇA

- Ahmed, K. ve Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: An empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4-13. [https://doi.org/10.1016/S2212-5671\(12\)00003-2](https://doi.org/10.1016/S2212-5671(12)00003-2)
- Akpan, G. E. ve Akpan, U. F. (2012). Electricity consumption, carbon emissions and economic growth in Nigeria. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(4), 292-306.
- Akusta, E. ve Cergibozan, R. (2020). Yenilenebilir enerji ve ekonomik büyümenin çevre üzerinde etkisi: Türkiye örneği. *Öneri Dergisi*, 15(54), 431-462. <https://doi.org/10.14783/maruoneri.771658>
- Al-Mulali, U. ve Che Sab, C. N. B. (2018). Electricity consumption, CO<sub>2</sub> emission, and economic growth in the Middle East. *Energy Sources Part B: Economics, Planning & Policy*, 13(5), 257-263. <https://doi.org/10.1080/15567249.2012.658958>
- Ang, J. B. (2007). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, and output in France. *Energy Policy*, 35(10), 4772-4778. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>
- Atay Polat, M. (2014). *Sürdürülebilir kalkınmada elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi* [Doktora tezi]. İnönü Üniversitesi.
- Aytun, C., Akın, C. ve Algan, N. (2017). Gelişen ülkelerde çevresel bozulma, gelir ve enerji tüketimi ilişkisi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 10(1), 1-11. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.297156>
- Bai, J. ve Kao, C. (2006). On the estimation and inference of a panel cointegration model with cross-sectional dependence. İçinde B. H. Baltagi (Ed.), *Contributions to Economic Analysis* (C. 274, ss. 3-30). Elsevier. [https://doi.org/10.1016/S0573-8555\(06\)74001-9](https://doi.org/10.1016/S0573-8555(06)74001-9)
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S. ve Jaafar, M. (2015). CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable And Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.205>
- Bélaïd, F. ve Youssef, M. (2017). Environmental degradation, renewable and non-renewable electricity consumption, and economic growth: Assessing the evidence from Algeria. *Energy policy*, 102, 277-287. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2016.12.012>
- Belaïd, F. ve Zrelli, M. H. (2019). Renewable and non-renewable electricity consumption, environmental degradation and economic development: Evidence from Mediterranean Countries. *Energy Policy*, 133, 110929. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.110929>

- Bilginoğlu, M. A. (1989). Ekonomik büyüme-enerji-çevre ilişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (8), 79-86.
- Breusch, T. ve Pagan, A. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics. *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253. <https://doi.org/10.2307/2297111>
- Canbay, Ş. (2019). Türkiye'de iktisadi büyüme ile yenilenebilir enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkileri. *Maliye Dergisi*, 176, 140-151.
- Chang, C. C. (2010). A multivariate causality test of carbon dioxide emissions, energy consumption and economic growth in China. *Applied Energy*, 87(11), 3533-3537. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.05.004>
- Chukwunonso Bosah, P., Li, S., Kwaku Minua Ampofo, G., Akwasi Asante, D. ve Wang, Z. (2020). The nexus between electricity consumption, economic growth, and CO<sub>2</sub> emission: An asymmetric analysis using nonlinear ARDL and nonparametric causality approach. *Energies (19961073)*, 13(5), 1258. <https://doi.org/10.3390/en13051258>
- Cowan, W. N., Chang, T., Inglesi-Lotz, R. ve Gupta, R. (2014). The nexus of electricity consumption, economic growth and CO<sub>2</sub> emissions in the BRICS countries. *Energy Policy*, 66, 359-368. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.10.081>
- Çetin, M. ve Sezen, S. (2018). Türkiye'de yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbondioksit salınımı arasındaki ilişki: Bir SVAR (Yapısal VAR) analizi. *Journal of Management and Economics Research*, 16(1), 136-157. <https://doi.org/10.11611/yead.385401>
- Çetinbakış, M. ve Şahin Kutlu, Ş. (2022). Türkiye'de yenilenebilir enerji tüketimi ve çevresel sürdürülebilirliğin ekonomik büyüme üzerine etkisi. *Ampirik Ekonomi ve Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(1), 20-38. <https://doi.org/10.46959/jeess.1026396>
- Çetintaş, H. , Bicil, İ. M. ve Türköz, K. (2016). Türkiye'de CO<sub>2</sub> salınımları enerjitetimi ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (619) , 57-67.
- Çıtlak, U. (2019). *Ekonomik büyüme, elektrik enerjisi tüketimi ve karbon emisyonu arasındaki nedensellik ilişkisi: Seçilmiş AB ülkeleri üzerine bir analiz / Causality between economic growth, electrical energy consumption and carbon emission: An analysis on choosen EU countries* [Yüksek Lisans Tezi]. Kütahya Dumlupınar Üniversitesi
- Emek, Ö. F. ve Özçelebi, O. (2021). Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezinin geçerliliği bağlamında karbon emisyonu (CO<sub>2</sub>) ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin incelenmesi: Hatemi-J ve zamanla değişen nedensellik. *Bilgi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(2), 364-386.
- Ergün, S. ve Atay Polat, M. (2015). OECD ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 0(45), 115-141. <https://doi.org/10.18070/euiibfd.89737>
- Ergün, S. ve Atay Polat, M. (2017). G7 ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu, elektrik tüketimi ve büyüme ilişkisi. *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 5(2), 257-272.
- Gao, J. ve Zhang, L. (2014). Electricity consumption-economic growth-CO<sub>2</sub> emissions nexus in Sub-Saharan Africa: Evidence from panel cointegration. *African Development Review*, 26(2), 359-371. <https://doi.org/10.1111/1467-8268.12087>
- Gövdeli, T. (2020). Population density, economic growth, energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions: Empirical evidence from Asia-Pacific countries. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22(4), 934-944. <https://doi.org/10.32709/akusosbil.545681>

- Güllü, M. ve Yakışık, H. (2017). The Impact of carbon emission and energy consumption on economic growth: A comparison of the MIST countries. *Sosyoekonomi*, 25(32), 239-253. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.289930>
- Güneş, H. (2019). CO<sub>2</sub> emisyonu, elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: 34 OECD ülkesi için Toda-Yamamoto nedensellik analizi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(38), 55-68. <https://doi.org/10.35343/kosbed.559001>
- Hadri, K. ve Kurozumi, E. (2012). A simple panel stationarity test in the presence of serial correlation and a common factor. *Economics Letter*, 115(1), 31-34. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.11.036>
- Halıcıoğlu, F. (2009). An econometric study of CO<sub>2</sub> 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. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.06.005>
- Han, A. , Şahin Kutlu, Ş. ve Pehlivan, C. (2022). Enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel nedensellik testinden kanıtlar. *Oltu Beşeri ve Sosyal Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(1), 9-14. <https://doi.org/10.54614/OJFHSS.2022.1026522>
- Hepektan, E. ve Sertkaya, Y. (2016). Türkiye’de elektrik tüketimi, kişi başına GSYİH, CO<sub>2</sub> emisyonu ve petrol tüketimi ilişkisi. *Yalova Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(12), 163-182. <https://doi.org/10.17828/yalovasosbil.288662>
- Karış, Ç. (2017). Türkiye’de enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki: 1960-2013 Dönemi. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (34), 169-197.
- Kazanasmaz, E. (2019). Ekonomik büyüme, elektrik tüketimi ve karbondioksit emisyonu ilişkisi: Türkiye örneği / *Economic growth, electric consumption and carbon dioxide emissions relations: The case of Turkey* [Yüksek Lisans Tezi]. Yalova Üniversitesi.
- Kesgingöz, H. ve Karamelikli, H. (2015). Dış ticaret-enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Khundi-Mkombe, F., Saha, A. K. ve Wali, U. G. (2021, December). Dynamic linkage between economic growth, renewable-energy electricity consumption, CO<sub>2</sub> emissions and life expectancy in Malawi. *In 2021 International Conference on Electrical, Computer and Energy Technologies (ICECET) (pp. 1-5)*. <https://doi.org/10.1109/ICECET52533.2021.9698431>
- Kwakwa, P. A. (2021), The carbon dioxide emissions effect of income growth, electricity consumption and electricity power crisis, *Management of Environmental Quality*, 32(3), 470-487. <https://doi.org/10.1108/MEQ-11-2020-0264>
- Lean, H. H. ve Smyth, R. (2010). CO<sub>2</sub> emissions, electricity consumption and output in ASEAN. *Applied Energy*, 87(6), 1858-1864. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.02.003>
- Mete, E. (2021). Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisi: G7 ülkeleri örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(4), 1481-1495. <https://doi.org/10.16951/atauniiibd.938207>
- Nazlioglu, S., Payne, J. E., Lee, J., Rayos-Velazquez, M. ve Karul, C. (2021). Convergence in OPEC carbon dioxide emissions: Evidence from new panel stationarity tests with factors and breaks. *Economic Modelling*, 100, 105498. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2021.105498>

- Njoke, M. L., Wu, Z. ve Tamba, J. G. (2019). Empirical analysis of electricity consumption, co2 emissions and economic growth: Evidence from Cameroon. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(5), 63–73.
- Ordu, S. (2022). Enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> salınımı ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye için ARDL sınır testi yaklaşımı. *Ekonomi İşletme ve Maliye Araştırmaları Dergisi*, 4(1), 52-63. <https://doi.org/10.38009/ekimad.1065717>
- Örk Özel, S. ve Ekiz, F. M. (2021). Yenilenebilir enerji tüketimi ve karbondioksit emisyonunun ekonomik büyüme üzerine etkileri: Türkiye örneği. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(2), 625-647. <https://doi.org/10.18074/ckuibfd.909782>
- Özdemir, Z. , Doğaner, A. ve Çetin, G. (2022). Ekonomik büyüme ve karbon emisyonu ilişkisi: Almanya örneği. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 27(3), 509-521.
- Pesaran, H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. *Cambridge Working Papers in Economics Working Paper*, 435.
- Pesaran, M. H. ve Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. *Journal of Econometrics* 142(1), 50–93. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010>
- Rahaman, M., Hossain, M. ve Chen, S. (2022). The impact of foreign direct investment, tourism, electricity consumption, and economic development on CO<sub>2</sub> emissions in Bangladesh. *Environ Sci Pollut Res* 29(25), 37344–37358 (2022). <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18061-6>
- Rahman, M. M. (2020). Environmental Degradation: The role of electricity consumption, economic growth and globalisation. *Journal of environmental management*, 253, 109742.
- Salahuddin, M., Alam, K., Ozturk, I., & Sohag, K. (2018). The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO<sub>2</sub> emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 2002-2010.
- Salahuddin, M., Gow, J. ve Ozturk, I. (2015). Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in gulf cooperation council countries robust?. *Renewable & Sustainable Energy Reviews*, 51, 317–326. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.06.005>
- Sancar, C. ve Atay Polat, M. (2018). CO<sub>2</sub> emisyonu- enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi: G7 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (21), 33-46. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.263545>
- Santillán-Salgado, R. J., Valencia-Herrera, H. ve Venegas-Martínez, F. (2020). On the Relations among CO<sub>2</sub> emissions, gross domestic product, energy consumption, electricity Use, Urbanization, and Income Inequality for a Sample of 134 Countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 10(6), 195–207.
- Sayar Özkan, G. ve Erdemli, M. (2017). Ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin çevre kirliliğine etkisi: Panel veri analizi. *Uluslararası Ticaret ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 1(2), 19-37. <https://doi.org/10.30711/utead.342589>
- Sebri, M. ve Ben-Salha, O. (2014). On the causal dynamics between economic growth, renewable energy consumption, co2 emissions and trade openness: Fresh evidence from BRICS countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 39, 14-23. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.07.033>

- Shahbaz, M., Sbia, R., Hamdi, H. ve Ozturk, I. (2014). Economic growth, electricity consumption, urbanization and environmental degradation relationship in United Arab Emirates. *Ecological Indicators*, 45, 622-631. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.05.022>
- Şahin, D. (2018). Asya Ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu, doğrudan yabancı sermaye yatırımları, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi ilişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 16(3), 210-218. <https://doi.org/10.11611/yead.398400>
- Türkoğlu, Ü. Ç. (2021). *Çin'de CO<sub>2</sub> emisyonu, ekonomik büyüme ve enerji tüketimi arasındaki nedensellik ilişkisi* [Yüksek Lisans Tezi]. Çankaya Üniversitesi.
- Uysal, D. ve Yapraklı, H. (2016). Kişi başına düşen gelir, enerji tüketimi ve karbondioksit (CO<sub>2</sub>) emisyonu arasındaki ilişkinin yapısal kırılmalar altında analizi: Türkiye örneği. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 16(31), 186-202. <https://doi.org/10.30976/susead.302164>
- Varoğlu, N. (2022). Kişi başına gelir ve fosil yakıt tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi: Türkiye için eşbütünlük analizi. *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7(4), 15-23.
- Yenisu, E. (2018). Enerji tüketimi, CO<sub>2</sub> emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Türkiye örneği. *Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(5), 9-29.
- Yıldız, B. (2019). E7 ülkelerinde CO<sub>2</sub> emisyonu, enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve kentleşme arasındaki ilişki. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 8(3), 283-297.
- Yılmaz, M. ve Dilber, İ. (2020). Elektrik tüketimi, ekonomik büyüme ve dış ticaret açıklığının CO<sub>2</sub> emisyonu üzerine etkisi: ARDL sınır testi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 22(2), 459-475. <https://doi.org/10.16953/deusosbil.514374>
- Yücesan, M., Yağış, O. ve Torun, M. (2019). Ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkileri: Seçilmiş MENA ülkeleri için panel veri analizi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 17(4), 351-368. <https://doi.org/10.11611/yead.573327>
- Zhang, X. P. ve Cheng, X. M. (2009). Energy consumption, carbon emissions, and economic growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.05.011>
- Westerlund, J. (2008). Panel cointegration tests of the fisher effect. *Journal of Applied Econometrics*, 23(2), 193-233. <https://doi.org/10.1002/jae.967>
- Westerlund, J. ve Edgerton, D. (2007). A panel bootstrap cointegration test. *Economic Letters*, 97(3), 185-190. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2007.03.003>