

EKONOMİK BÜYÜME, EKONOMİK KARMAŞIKLIK, YENİLENEBİLİR  
ENERJİ TÜKETİMİ VE CO2 EMİSYONU İLİŞKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

The Relationship Between Economic Growth, Economic Complexity, Renewable Energy  
Consumption and Co2 Emission: The Case of Turkey

[doi](https://doi.org/10.54429/seyad.1311540) <https://doi.org/10.54429/seyad.1311540>

## Araştırma &amp; Yayın Etiği

Bu makale en az iki hakem tarafından incelenmiş, iThenticate yazılımı ile taranmış, araştırma yayın ve etiğine aykırılık edilmemiştir.

## CC BY-NC 4.0

Bu makale Creative Commons Attribution-NonCommercial License altında lisanslanmıştır.

This paper is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial License

## Murat TEKBAŞ

Doçent Doktor,  
Afyon Kocatepe Üniversitesi,  
Afyon Meslek Yüksek Okulu,  
murat.tekbas@hotmail.com,  
Orcid ID: 0000-0003-2589-2482  
Afyon/ Türkiye

## Hüseyin TUTUMLU

Öğretim Görevlisi,  
Afyon Kocatepe Üniversitesi,  
Afyon Meslek Yüksek Okulu,  
htutumlu@aku.edu.tr,  
Orcid ID:0000-0002-8700-2839  
Afyon/Türkiye

## Research &amp; Publication Ethics

This article was reviewed by at least two referees, a similarity report was obtained using iThenticate, and compliance with research/publication ethics was confirmed.

## Copyright ©

Politik Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar  
Merkezi, Sakarya/TÜRKİYE

Center for Political, Economic and Social  
Research, Sakarya/TURKEY

## Atıf / Citation

Tekbaş, Murat- Tutumlu, - Hüseyin. "Ekonomik Büyüme, Ekonomik Karmaşıklık, Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve Co2 Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği". *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi* 11/2 (2023), 124 - 141.

## Makale Bilgisi

**Makale Türü / Article Type:** Araştırma Makalesi/ Research Article

**Geliş Tarihi:** 08.06.2023

**Kabul Tarihi:** 25.12.2023

**Yayın Tarihi:** 30.12.2023

# Ekonomik Büyüme, Ekonomik Karmaşıklık, Yenilenebilir Enerji Tüketimi Ve CO<sub>2</sub> Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği

## Öz

Çalışmada, Türkiye için 1995 – 2019 yıllarını kapsayan dönemde ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık ve yenilenebilir enerji tüketimi ile CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisi analiz edilerek, ekonomik karmaşıklık ve CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisinin Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi bağlamında incelenmesi hedeflenmektedir. Çalışma kapsamında analizlerde ARDL sınır testi yönteminden yararlanılmıştır. Elde edilen bulgular çerçevesinde ekonomik karmaşıklık kapsamında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı ve ekonomik karmaşıklarlığın hem kısa hem uzun dönemde CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde pozitif etkili olduğu görülmektedir. Ayrıca çalışmada ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonunu artırdığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Analiz sonuçları değerlendirildiğinde ekonomik karmaşıklarlığın kısa ve uzun dönemde çevresel bozulma üzerinde önemli bir faktör olduğu anlaşılmaktadır. Bu nedenle ekonomik karmaşıklarlık ile yenilenebilir enerji tüketiminin birlikte ele alınmasının çevresel bozulmalara karşı çözüm üretmek için yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu doğrultuda ekonomik teşvik ve destek programlarında ekonomik büyümeyi olumsuz etkilemeyecek şekilde yeşil ekonominin ön planda tutulması önemli görülmektedir.

**Anahtar Kelime:** Sürdürülebilir Kalkınma, Ekonomik Büyüme, Ekonomik Karmaşıklık, CO<sub>2</sub> emisyonu, Zaman Serisi Analizi,

## Abstract

In the study, it is aimed to examine the relationship between economic complexity and CO<sub>2</sub> emission in the context of the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis by analyzing the relationship between economic growth, economic complexity and renewable energy consumption and CO<sub>2</sub> emissions for the period covering the years 1995 – 2019 for Turkey. ARDL bounds test method was used in the analysis within the scope of the study. Within the framework of the findings, it is seen that the EKC hypothesis is not valid within the scope of economic complexity and that economic complexity has a positive effect on CO<sub>2</sub> emissions both in the short and long term. In addition, in the study, it was concluded that economic growth increased CO<sub>2</sub> emissions, while renewable energy consumption decreased CO<sub>2</sub> emissions. When the results of the analysis are evaluated, it is understood that economic complexity is an important factor on environmental degradation in the short and long term. For this reason, it is thought that considering economic complexity and renewable energy consumption together will be beneficial to produce solutions against environmental degradation. In this respect, it is considered important to prioritize the green economy in economic incentive and support programs so that it does not adversely affect economic growth.

**Keywords:** Sustainable development, Economic Growth, Economic Complexity, CO<sub>2</sub> emission, Time series analysis

## **Giriş**

Çevresel değişiklikler ve bozulmalar, son yıllarda insanlığın karşı karşıya olduğu en büyük problemler arasında kabul edilmektedir. 2020 yılından günümüze yaşanan doğa olayları ve küresel salgın sebebiyle dünyanın birçok bölgesinde (Afrika, Orta doğu ve Güney Asya) yaşayan insanların gıda güvenliği tehdit altındadır. Küresel ölçekte yaşanan bu gelişmelerin çevresel bozulmalara zamanında müdahale edilmemesinden kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Bu bağlamda aşırı yüksek sıcaklıklar, sert hava koşulları ve ani deniz seviyesi yükselişi, üretim faktörlerindeki değişimler mal ve hizmet üretimini de etkilemektedir (Rafique vd., 2022; 4624).

Çevre kirliliği ile ilgili ekolojistler, politika yapıcılar ve ekonomistler tarafından yapılan araştırmalar göstermektedir ki ekosistem ile ekonomi arasında doğrudan güçlü bir bağlantı bulunmaktadır. Aşırı doğal kaynak çıkarımı ve tüketimi ile artan atık ve kirlilik emisyonları ulusal ekonomileri tehdit etmektedir. Bu bağlamda CO<sub>2</sub> emisyonu biyolojik çeşitlilik kaybı, küresel ısınma ve iklim değişikliği gibi çevre sorunlarında kritik öneme sahip olmaktadır. Bu nedenle ülkeler, Stockholm Konferansı, Montreal ve Kyoto Protokolleri, Paris Anlaşması gibi çeşitli uluslararası işbirlikleri ile CO<sub>2</sub> emisyonu seviyesini azaltmak üzere önlemler almaktadırlar. Ancak bu önlemlere rağmen CO<sub>2</sub> emisyonunda istenilen düşüş sağlanamamıştır (Pata, 2021;847).

Teorik olarak çevre ile ekonomi ilişkisi genel olarak Kuznets eğrisi hipotezi üzerinden incelenmektedir. Bu hipoteze göre bir ekonomide belirli bir gelişme düzeyine kadar çevresel baskılar artarak devam etmekte ulaşılan gelişme düzeyinden sonra ise çevresel baskıda azalma meydana gelmektedir. Bu hipotezin orijinal hali ekonomik gelir ile gelir dağılımı adaletsizliği arasında ters U ilişkisine dayanmaktadır (Kuznets, 1955). Ancak Grossman ve Krueger (1995) ile birlikte çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında birçok araştırmada kullanılmıştır (Laverde-Rojas vd., 2021;2). İktisat literatüründe birbirinden farklı ve çok sayıda faktörün ülkelerin büyüme performansları üzerinde etkili olduğu belirtilmektedir. Küreselleşmenin büyük hızla her alanda arttığı son yıllarda dış ticaretin özellikle de ihracatın ekonomik büyüme üzerindeki etkisi birçok çalışmada araştırılmaktadır. Ancak son dönemde yapılan çalışmalarda ihracat miktarından ziyade, ihraç edilen ürünlerin nitelikleri yönünden ayrıştırılması söz konusu olmaktadır (Yıldız ve Yıldız, 2019;330).

Hausman vd., (2014) çalışmasında belirtilen Adam Smith'in iş bölümü fikrinin modern yorumunda hiçbirimizin bireysel olarak elinde tutamayacağı bir miktar bilgiye erişmemizi sağlayan unsurun iş bölümü olduğudur. Bu bağlamda piyasalar ve organizasyonlar, birkaç kişinin sahip olduğu bilginin birçok kişiye ulaşmasına imkan tanımaktadır. Bununla birlikte, bir toplumda yerleşik olan bilgi miktarı, temelde her bireyin ne kadar bilgiye sahip olduğuna bağlı değildir. Bunun yerine, bireyler arasındaki bilgi çeşitliliğine ve bu bilgiyi karmaşık etkileşim ağları aracılığıyla birleştirme ve kullanma becerilerine bağlıdır. Gelişmiş ülkeler geliştirmekte olan ülkelere göre daha fazla işçi başına çıktı üretebilmektedir. Ancak bu ülkeler aynı zamanda farklı, muhtemelen de daha ilgi çekici ürün ya da ürünler üretmektedirler. Bu yüzden ülkelerin kalkınma süreci, geliştirmekte olan ülkelerin basit mallarından zengin ülkelerin daha karmaşık mallarına doğru bir geçişi sağlamaktadır. Karmaşık bir toplumun var olabilmesi için tasarım, finans, teknoloji, insan kaynakları ve pazarlama gibi konularda bilgi sahibi olan bireylerin, bu bilgilerini ürün haline getirecek etkileşimde bulunmasını ve birleştirmesini zorunlu kılmaktadır. Hausman vd., (2011) ekonomik karmaşıklık seviyesini tespit edebilmek amacıyla endeks geliştirmişlerdir. Söz konusu endeksin hesaplamasında uluslararası ticaret verileri kullanılmış ve bir ülkenin ekonomik karmaşıklık seviyesinin ilgili ülkenin ihraç ettiği ürünlerin karmaşıklık seviyesi ile ilişkili olduğu savunulmuştur. Bu doğrultuda bir ülke karmaşık ürünleri kapsayan endüstrilerdeki rekabet gücünü artırmak için ekonomik karmaşıklık seviyesini yükseltmeye çaba göstermektedir. Bu durumu Hidalgo (2009), ülkelerin niceliksel olarak ne kadar ürettiklerinden ziyade ne ürettiklerinin daha önemli olduğunu vurgulayarak açıklamaktadır (Hidalgo, 2009;2 Akış ve Soyyiğit, 2020;867).

Literatürde ekonomik karmaşıklık ile ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalar 2009 yılından itibaren artış göstermektedir. Ancak çalışmamızda geliştirmekte olan ülkelerde yaşanan yapısal dönüşüm kapsamında ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği Türkiye için araştırılmaktadır. Çalışmada Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin güncel verilerle ekonomik karmaşıklık bağlamında incelenmesi ve ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin modele dahil edilmesiyle literatüre katkı sunmak hedeflenmektedir. Çalışma beş bölümden oluşmakta ilk bölümde giriş ve teorik çerçeve sunulmaktadır. İkinci bölüm olan literatür bölümünde son yıllarda ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini inceleyen çalışmalar hakkında özet bilgiler sunulmaktadır.

Üçüncü bölümde ise çalışma kapsamında kullanılan veri, model ve metodoloji açıklanmaktadır. Çalışmanın dördüncü bölümünde ise analiz bulgularına yer verilecektir. Çalışma son bölümü olan sonuç bölümünde ise çalışmada elde edilen bulgular önceki çalışmalarla birlikte değerlendirilerek politika önerilerinde bulunulacaktır.

## **1. Literatür Taraması**

Çevre kirliliği ile ekonomik büyüme ilişkisi son otuz yıldır araştırmacılar tarafından incelenmektedir. Bu ilişkinin farklı boyutlarını Türkiye için ele alan Bozkurt ve Okumuş (2015) ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisini, Destek ve Sarkodie (2019) finansal gelişme ile çevre kirliliği ilişkisini, Pata (2019) ticari açıklık ile çevre kirliliği ilişkisini araştırmışlardır. Ancak çalışmamızda literatüre farklı bir bakış açısı getirmek üzere CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomik karmaşıklık arasındaki ilişki ÇKE hipotezi çerçevesinde Türkiye için değerlendirilecektir. Bu doğrultuda literatür araştırması son yıllarda yapılan ekonomik karmaşıklık ve çevre kirliliği ilişkisini araştıran çalışmalarla sınırlandırılmaktadır.

Ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini inceleyen çalışmalardan Can ve Gozgor (2016) Fransa için yapmış oldukları çalışmada 1964-2011 yıllar arasındaki dönemde çevre kirliliği ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi, ekonomik karmaşıklık arasındaki dinamik ilişki incelenmiştir. Elde edilen bulgular enerji tüketiminin çevre kirliliği üzerindeki etkisinin pozitif olduğunu göstermektedir. Ayrıca ekonomik karmaşıklığın CO<sub>2</sub> emisyonlarının azaltıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Doğan vd., (2019) yapmış oldukları çalışmada yüksek, yüksek orta ve alt orta gelirli 55 ülke için 1971 – 2014 döneminde ekonomik karmaşıklık ve çevre kirliliği ilişkisini incelemişlerdir. Çalışma sonucunda ÇKE hipotezinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Diğer sonuçlarda ekonomik karmaşıklığın düşük ve yüksek orta gelirli ülkelerde çevre kirliliğini artırdığına ulaşılmıştır. Lapatinas vd., (2019) çalışmalarında gelişmiş ve gelişmekte olan 88 ülkede 2002 – 2012 yılları arasındaki dönemde çevresel performans endeksi ile ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyüme ilişkisi incelemişlerdir. Analizlerden elde edilen sonuçlar ekonomik karmaşıklığın çevre kalitesini olumsuz etkilediğini göstermektedir. Çalışmada ayrıca çevresel performans endeksi aracılığıyla çevresel performans ölçülerek yüksek seviyede ekonomik karmaşıklığın çevre üzerinde olumlu etkiler oluşturduğu görülmektedir. Avrupa Birliği ülkeleri için çalışmada Negau ve Teodoru (2019)

ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini 1995-2016 dönemi için FMOLS ve DOLS yöntemlerini kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışmada yüksek ekonomik karmaşıklık seviyesine sahip ülkeler ve düşük ekonomik karmaşıklık seviyesine sahip ülkeler olmak üzere iki alt panel grubunda yapılan analizlerde ekonomik karmaşıklığın çevresel bozulmaları ve çevre kirliliğini artırdığı görülmüştür. Avrupa Birliği ülkeleri için Negau (2019) tarafından yapılan diğer çalışmada ekonomik karmaşıklık ve CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisi Çevresel Kuznet Eğrisi hipotezi kapsamında 1995 -2017 dönemi için hem ülke hem de panel olarak analiz edilmiştir. Bu doğrultuda ekonomik karmaşıklığa bağlı olarak CO<sub>2</sub> emisyon modelinin ters U şeklinde olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada CO<sub>2</sub> emisyonu ana belirleyicisi olarak değerlendirilen enerji yoğunluğunun CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde pozitif etkili olduğu da elde edilen diğer sonuçlar arasında yer almaktadır. Akiş ve Soyuyğit (2020) ASEAN (Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği) ülkeleri için yapmış oldukları çalışmada 1990 – 2014 döneminde ekonomik karmaşıklık ile CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisini incelenmiştir. 2. nesil analiz yöntemlerinin kullanıldığı analiz sonuçlarında Tayland, Filipinler ve Endonezya’da ekonomik karmaşıklığın CO<sub>2</sub> emisyonunu azalttığı ortaya konulmaktadır. Bu bağlamda bu ülkelerde ekonomik karmaşıklık seviyesinin yükselmesinin çevre kirliliğini azalttığı değerlendirilmektedir. Swart ve Brinkmann (2020) Brezilya için yapmış oldukları çalışmada ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi çerçevesinde incelemişlerdir. Çalışmada ekonomik karmaşıklığın diğer değişkenlerle birlikte hava kirliliği üzerindeki etkisi incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar ekonomik karmaşıklık ile hava kirliliği ve ormansızlaşma arasında ilişkinin pozitif olduğunu göstermektedir. Yılcı ve Pata (2020) 1965-2016 yılları arasındaki dönem için Çin’de ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık, enerji tüketimi ve ekolojik ayak izi ilişkisini araştırmışlardır. Fourier ARDL yöntemi kullanılan analizlerde enerji tüketimi ve ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliği üzerindeki pozitif etkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu doğrultuda sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izini artırdığı ve ekonomik büyümenin çevresel sorunları olumsuz etkilediğini ortaya koymaktadır. Boletı vd., (2021) farklı gelişmişlik düzeyinde olan 88 ülke için 2002-2012 döneminde ekonomik karmaşıklık ile çevre performansı arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Çalışmada ekonomik karmaşıklık seviyesinin artmasının çevresel bozulma üzerinde olumlu etkisi olduğu tespit edilmiştir. Buradan

hareketle çalışma kapsamındaki ülkelerde ekonomik karmaşıklığın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisinin negatif olduğuna ulaşılmaktadır. Türkiye ve 15 AB ülkesi için Bucak (2021) tarafından yapılan çalışmada ekonomik karmaşıklık, insani gelişme ve CO<sub>2</sub> emisyonu ilişkisi incelenmektedir. Çalışmada uygulanan panel Granger nedensellik testi sonuçlarında ekonomik karmaşıklık ile CO<sub>2</sub> arasında çift yönlü ilişki olduğu görülmektedir. Ikram vd., (2021) Japonya için yapmış oldukları çalışmada ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini QARDL yöntemi ile analiz etmişlerdir. 1965-2017 yılları arasındaki dönem için yapılan analizler sonucunda ekonomik büyüme ve ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliği üzerinde negatif etkili olduğu tespit edilmiştir. Kolombiya için yapılan Laverde-Rojas vd., (2021) çalışmasında 1971-2014 döneminde ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisini incelemişlerdir. FMOLS, DOLS ve CCR yöntemlerinin kullanıldığı analizlerden elde edilen sonuçlar ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Nathaniel (2021) çalışmasında ASEAN (Güneydoğu Asya Ülkeleri Birliği) ülkelerinde 1990-2016 döneminde ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmada enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi ve CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca çalışmada ülkelere ait sonuçlarda ekonomik karmaşıklığın çevre üzerindeki olumsuz etkisinin Endonezya’da daha yüksek, Singapur’da daha düşük olduğu görülmüştür. Shahzad vd., (2021) tarafından ABD için yapılan çalışmada 1965 ile 2017 döneminde ekonomik karmaşıklık, enerji tüketim ve ekolojik ayak izi ilişkisi araştırılmıştır. QARDL yöntemi kullanılan analizlerde ekonomik karmaşıklık ve fosil yakıt enerji tüketiminin ekolojik ayak izini artırdığı tespit edilmiştir. Neagu ve Negau (2022) çalışmalarında ekonomik karmaşıklık endeksinde göre ilk 48 ülkede ekolojik ayak izi ile ekonomik karmaşıklık ilişkisi Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kapsamında incelemişlerdir. Çalışmada ekonomik karmaşıklık kapsamında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi 48 ülke için doğrulanmıştır. Bu doğrultuda bu ülkelerde ekonomik karmaşıklığın çevre üzerindeki olumsuz etkisinin belirli bir noktaya kadar arttığı, dönüm noktasından itibaren ise azaldığı tespit edilmiştir. Çalışmada diğer değişkenler olan kentleşme ve enerji tüketiminin uzun dönemde çevre kirliliğini artırdığı görülmektedir. Türkiye için çevre kalitesi ve ekonomik karmaşıklık ilişkisi incelenen Özbek ve Naimoğlu (2022) çalışmasında ekonomik karmaşıklığın kısa dönemde ekolojik ayak izini artırdığı, uzun dönemde ise azalttığı belirtilmiştir. Rafique vd., (2022) 10 ülke

için 1980-2017 yılları arasındaki dönemde ekolojik ayak izi ile ekonomik karmaşıklık, yenilenebilir üretimi, ekonomik büyüme, beşeri sermaye, kentleşme, ihracat kalitesi ve ticaret ilişkisini araştırmışlardır. Çalışmada kullanılan FMOLS ve DOLS yöntemlerine ait sonuçlar uzun dönemde ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık, ihracat kalitesi, ticaret ve kentleşmenin ekolojik ayak izini artırdığını göstermektedir.

Literatür incelemesinde özet olarak sunulan çalışmalar birlikte değerlendirildiğinde ekonomik karmaşıklık ile çevre kirliliği ilişkisi hakkında görüş birliğinin oluşmadığı görülmektedir. Bu duruma farklı ülke ve ülke grupları, dönemler ve yöntemlerin kullanılmasının neden olduğu değerlendirilmektedir.

## 2. Veri, Model ve Yöntem

Çalışmada Türkiye için CO<sub>2</sub> emisyonu ile ekonomik karmaşıklık ilişkisi 1995-2019 yılları arasındaki dönem için incelenecektir. Çalışmada ayrıca ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketiminin de çevre kirliliği üzerindeki etkisi araştırılacaktır.

Bu amaçla Pata (2021) çalışması temel alınarak oluşturulan ampirik model şu şekilde oluşmaktadır;

$$\Delta dzt_t = \theta_1 + \rho dzt_{t-1} + \theta_2 t + \theta_3 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \theta_4 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + e_t \quad (1)$$

Modelde bulunan doğal logaritması alınmış, karbon emisyonu (lnCO<sub>2</sub>) bağımsız değişkenini (lnECI) ekonomik karmaşıklık endeksini, (lnECIK) ekonomik karmaşıklık endeksinin karesini, (lnGDPPC) kişi başına düşen milli geliri, (lnREN) yenilenebilir enerji tüketimini,  $\vartheta_t$  ise hata terimini temsil etmektedir.

Çalışmada çevre kirliliğini temsilen (lnCO<sub>2</sub>) karbon emisyonu kullanılmıştır. Diğer değişkenlerden ekonomik karmaşıklığı temsilen (lnECI) ECI endeksi, ekonomik büyümeyi temsilen 2015 sabit fiyatları ve dolar üzerinden hesaplanan (lnGDPPC) kişi başına düşen milli gelir ve yenilenebilir enerji tüketimini temsilen (lnREN) toplam enerji tüketiminin yüzdesi olarak modelde kullanılmıştır. Modelde kullanılan karbon emisyonu, ekonomik büyüme ve yenilenebilir enerji tüketimi verileri Dünya Bankası (WDI) veri tabanından, The Observatory of Economic Complexity veri tabanından elde edilmiştir.



Çalışmada ekonometrik yöntem olarak zaman serisi veri analiz yöntemi kullanılmaktadır. Çalışmada serilerin durağanlığı (ADF) Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (1979) ve (PP) Phillips – Perron (1988) birim kök testleriyle incelenecektir. Seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilmesinde literatürde sıklıkla Engle ve Granger (1987), Johansen (1988) ve Johansen ve Juselius (1990) tarafından geliştirilmiş olan yöntemlerinin kullanıldığı görülmektedir. Ancak Engle ve Granger yöntemi ikiden fazla değişken olduğu durumlarda birden fazla eşbütünleşme ilişkisi olasılığı göz önünde bulundurulduğundan tercih edilmemektedir. Diğer eşbütünleşme testlerinin ise serilerin aynı düzeyde durağan olmamaları gerekmektedir. Buna karşılık ARDL sınır testi yönteminde serilerin I(0) ya da I(1) düzeyinde durağan olması durumunda kullanılabilir. ARDL sınır testi yöntemi kısıtsız hata düzeltme modeli kullanıldığında Engle – Granger yaklaşımına kıyasla daha iyi sonuçlar sunabilmektedir. Diğer bir avantajı ise gözlem sayısı az olan durumlarda da güvenilir sonuçlar sunabilmesidir. (Turgut vd., 2021;151). Bu doğrultuda serilerin uzun dönem eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testi (2001) ile analiz edilecek ve eşbütünleşme katsayıları ve katsayıların yönü de ARDL sınır testi ile incelenecektir.

### **3. Ampirik Bulgular**

Çalışmada analiz sonuçlarının değerlendirilmesinden önce oluşturulan modele ait tüm değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler Tablo 1’de sunulmaktadır. Tablo 1’de bulunan veriler değerlendirildiğinde, logaritması alınmış CO<sub>2</sub> karbon emisyonu değişkenine ait ortalama değerinin 1.339 olduğu görülmektedir. Ekonomik karmaşıklık endeksi değerleri incelendiğinde logaritması alınmış maksimum değer olan -0.409 ile 2014 yılında gerçekleştiği görülmektedir. Ekonomik büyümeyi temsil eden GDPPC değişkeninin maksimum olduğu yıl ise 2018 yılı olarak belirlenmektedir.

**Tablo 1: Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler**

	<b>lnCO2</b>	<b>lnECI</b>	<b>lnECIK</b>	<b>lnGDPPC</b>	<b>LNREN</b>
Ortalama	1.339	-1.232	2.104	9.011	2.722
Medyan	1.395	-0.775	0.602	9.008	2.653
Maksimum	1.634	-0.409	6.879	9.393	3.095
Minimum	1.056	-2.622	0.167	8.662	2.443
Std. Hata	0.174	0.780	2.299	0.243	0.212
Çarpıklık	0.030	-0.573	0.919	0.200	0.458

Basıklık	1.656	1.755	2.373	1.660	1.897
Gözlem Sayısı	25	25	25	25	25

Ampirik analiz yönteminde panel veri ve zaman serisi analizi olmak üzere iki analiz yöntemi bulunmaktadır. Panel veri analizinde aynı zaman dilimine sahip birimlerin verilerinin analiz edilmesi söz konusu iken, zaman serisi analizinde ise belirli bir dönemde bir birimin değişkenleri arasındaki ilişki incelenmektedir. Zaman serisi veri analiz yöntemiyle yapılacak olan çalışmalarda ilk olarak yapılması gereken işlem, serilerin durağanlığının test edilmesidir. Çalışmada oluşturulan modeldeki serilerin durağanlığı (ADF) Genelleştirilmiş Dickey-Fuller (1979) ve (PP) Phillips – Perron (1988) birim kök testiyle sınanmış ve sonuçlar Tablo 2’de sunulmuştur.

**Tablo 2: ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları**

<b>ADF Birim Kök Testi</b>	<b>Sabitli</b>		<b>Sabitli Trendli</b>	
<b>Düzye Değerleri</b>	<b>t-İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>	<b>t-İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
lnCO2	-1.117	0.691	-2.952	0.165
lnECI	-1.357	0.585	-1.969	0.587
lnECIK	-1.244	0.635	-0.377	0.981
lnGDPPC	-0.213	0.924	-2.139	0.499
lnREN	-1.859	0.344	-1.901	0.622
<b>Fark Değerleri</b>				
lnCO2	-5.392***	0.000	-5.262***	0.001
lnECI	-6.905***	0.000	-7.123***	0.000
lnECIK	-3.513**	0.018	-8.469***	0.000
lnGDPPC	-4.383***	0.002	-4.319**	0.012
lnREN	-5.209***	0.000	-5.683***	0.000
<b>PP Birim Kök Testi</b>	<b>Sabitli</b>		<b>Sabitli Trendli</b>	
<b>Düzye Değerleri</b>	<b>t-İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>	<b>t-İstatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
lnCO2	-1.077	0.707	-2.942	0.167
lnECI	-1.300	0.612	-1.901	0.622
lnECIK	-1.623	0.455	-2.282	0.426
lnGDPPC	-0.228	0.922	-2.234	0.450
lnREN	-2.388	0.155	-1.782	0.681
<b>Fark Değerleri</b>				
lnCO2	-5.633***	0.000	-5.470***	0.001
lnECI	-7.141***	0.000	-7.889***	0.000
lnECIK	-8.402***	0.000	-20.167***	0.000
lnGDPPC	-4.383***	0.000	-4.319**	0.012
lnREN	-5.620***	0.000	-10.716***	0.000

Not: \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı göstermektedir.

Tablo 2’de verilmiş olan birim kök test sonuçları değerlendirildiğinde ADF birim kök testine göre düzeyde hem sabit hem de sabit ve trendde serilerin tümünün birim köklü olduğu görülmekte, fark işlemi uygulandığında ise lnGDPPC değişkenin %5, diğer değişkenlerin %1 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları tespit edilmektedir. ADF birim

kök testi ile elde edilen sonuçların kontrol edilmesi için uygulanan PP birim kök testi sonuçlarında da birinci fark düzeyinde serilerin durağan oldukları görülmektedir.

**Tablo 3: ARDL Sınır Testi Sonuçları**

Tahmin Edilen Modeller	Optimum Gecikme uzunluğu	F-İstatistiği
$CO2_t = f( ECI, ECIK, GDPPC_t, REN_t )$	(2,1,2,1,1)	2.228
<b>Kritik Değerler</b>	<b>I(0)</b>	<b>I(1)</b>
%1	3.29	4.37
%5	2.56	3.49
%10	2.2	3.09

**Not:** Kritik değerler Pesaran vd. (2001), Tablo CI(iii)'den elde edilmiştir.

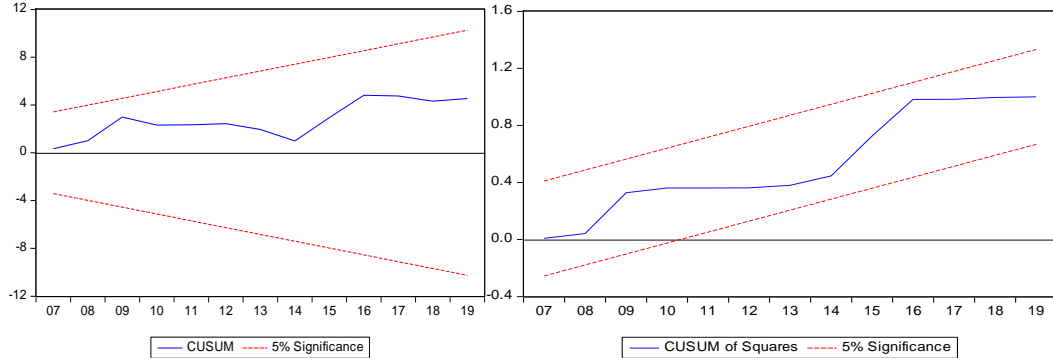
Serilerin durağan olduğunun tespit edilmesinden sonra seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi araştırılmaktadır. Çalışmada seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testi ile araştırılmış ve sonuçlar Tablo 3'de sunulmuştur. Bu teste göre analiz sonucunda ulaşılan F-istatistiği değeri Pesaran vd., (2001) çalışmasında belirtilen alt ve üst kritik değerler çerçevesinde değerlendirilmektedir. Elde edilen sonuç I(1) kritik değerlerinden yüksek olduğunda seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olduğu, I(O) değerinden düşük olması durumunda ise seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı kararı verilmektedir. Ancak analiz sonucunda ulaşılan değer I(O) ve I(1) kritik değerleri arasında olması durumunda hata düzeltme terimi (ECT) sonuçlarına göre karar verilmektedir. ECT değerinin negatif ve istatistiki olarak anlamlı olması durumunda eşbütünleşme ilişkisinin varlığı kabul edilmektedir. Çalışmada yapılan analiz sonucunda F-istatistiği değeri 2.28 olarak bulunmuş ve bu değer I(0) ve I(1) kritik değerleri arasında olduğu tespit edilmiştir. Bu doğrultuda eş bütünleşme ilişkisine karar vermek üzere Tablo 4'de bulunan ECT hata terimi incelendiğinde seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğuna karar verilmektedir.

**Tablo 4: Kısa ve Uzun Dönem Katsayı Tahmincisi Sonuçlar**

Değişken	Katsayı	Olasılık
<b>Kısa Dönem</b>		
D(LNECI)	0.173**	0.038
D(LNECIK)	0.050**	0.021
D(LNGDPPC)	0.471***	0.000
D(LNGDPPC(-1))	-0.451**	0.015
D(LNREN)	-0.270**	0.001
ECT(-1)	-0.846	0.002
<b>Uzun Dönem</b>		
LNECI	0.138*	0.084
LNECIK	0.052**	0.043

LNGDPPC	0.502***	0.000
LNREN	-0.303*	0.086
C	-2.295	0.010
<b>Teşhis Testleri</b>	<b>F-istatistiği</b>	<b>Olasılık</b>
SERIAL	0.865	0.447
ARCH	0.304	0.586
RAMSEY	0.971	0.350
JB Normalite	0.407	0.815
CUSUM	İstikrarlı	İstikrarlı
CUSUMQ	İstikrarlı	İstikrarlı

Not : \*, \*\* ve \*\*\* sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki olarak anlamlılığı ifade etmektedir.



**Şekil 1: CUSUM ve CUSUMQ Parametre İstikrar Testleri**

Eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilmesinin ardından eşbütünleşme ilişkisinin yönü ve katsayısı kısa ve uzun dönem için ARDL sınır testi ile tahmin edilmiştir. Ancak katsayı tahmin sonuçlarından önce teşhis testlerinin yapılması gerekmektedir. Bu bağlamda uygulanan Breusch-Godfrey LM testi sonucu ile modelimizde otokorelasyon sorununun olmadığı, ARCH testi ile değişen varyans sorununun bulunmadığı JB Normalite testi ile hata teriminin normal dağılıma sahip olduğu, Ramsey-Reset testi ile doğru fonksiyonel form oluşturulduğu tespit edilmektedir. Ayrıca Şekil 1’de görülen CUSUM ve CUSUMQ testleri ile parametrelerin istikrarlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Analiz sonucunda ulaşılan kısa ve uzun dönem değerleri incelendiğinde ekonomik karmaşıklık ve ekonomik büyümenin kısa dönemde çevre kirliliğini artırdığı tespit edilmektedir. Yenilenebilir enerji tüketiminin ise beklendiği üzere çevre üzerinde olumlu etki sağladığı anlaşılmaktadır. Uzun dönem sonuçlarında katsayı değerlerinin daha düşük olmasına rağmen yine ekonomik karmaşıklığın ve ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerinde pozitif etkiye sahip olduğu görülmektedir. Uzun dönem sonuçları kapsamında yenilenebilir enerji tüketimine ait katsayı değerinin yükseldiği ve çevre kirliliğini azaltıcı etkisinin arttığı değerlendirilmektedir. Ancak yapılan analizler 1995 – 2019 döneminde Türkiye’de ekonomik karmaşıklık kapsamında ÇKE’nin geçersiz olduğunu ortaya

koymaktadır. Çalışmada elde edilen bulguların Türkiye için yapılan çalışmalardan Özbek ve Naimoğlu (2022) çalışmasıyla uyumlu olmadığı görülmektedir. Sonuç farklılığının nedeni Özbek ve Naimoğlu (2022) tarafından yapılan çalışmada çevre kirliliğini temsilen ekolojik ayak izi değerlerinin kullanılmasından kaynaklandığı değerlendirilmektedir. Buna karşılık çalışmada ulaşılan sonuçların Brezilya için yapılan Swart ve Brinkmann (2020), Çin için yapılan Yılancı ve Pata (2020) ve ABD için yapılan Shahzad vd. (2021) çalışmalarıyla genel anlamda uyumlu olduğu görülmektedir.

## **Sonuç**

Çevresel bozulma konusunda uluslararası alanda yapılan Stockholm Konferansı, Montreal ve Kyoto Protokolleri, Paris Anlaşması işbirliklerine rağmen CO<sub>2</sub> emisyonu istenilen seviyeye indirilememiştir. Bu doğrultuda araştırmacılar çevre kirliliği üzerinde etkili olan faktörleri belirlemek üzere çalışmalar yürütmektedir. Bu çalışmada gelişmekte olan ülkeler kategorisinde bulunan Türkiye için 1995 – 2019 yıllarını kapsayan dönemde ekonomik büyüme, ekonomik karmaşıklık ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO<sub>2</sub> emisyonu üzerindeki etkisi analiz edilmiştir. Çalışmada serilerin durağanlığı ADF ve PP birim kök testleriyle, seriler arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ile kısa ve uzun dönem katsayı tahminleri ARDL sınır testi yöntemiyle analiz edilmiştir.

Analizler sonucunda serilerin birinci fark düzeyinde durağan oldukları ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. ARDL sınır testi sonuçlarında ise ekonomik karmaşıklık kapsamında Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olmadığı, ekonomik karmaşıklık ile CO<sub>2</sub> emisyonu arasında ters U şeklinde ilişkinin bulunmadığına ulaşılmıştır. Elde edilen diğer sonuçlarda ise ekonomik büyümenin CO<sub>2</sub> emisyonunu hem kısa hem de uzun dönemde artırdığı, yenilenebilir enerji tüketiminin ise CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde negatif etkili olduğu tespit edilmiştir.

Sonuçlar kapsamında sürdürülebilir ekonomik büyümeyi gerçekleştirmek üzere Türkiye’de sorumlu makamlar ve politika yapıcılar için çeşitli politika önerilerinde bulunabilir.

Çalışma kapsamında ulaşılan sonuçlar Türkiye’de hem kısa hem de uzun dönemde ekonomik karmaşıklığın CO<sub>2</sub> emisyonu üzerinde artırıcı etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda ekonomik karmaşıklık artarken çevreye duyarlı ürünlerin desteklenmesi, yeşil ekonomi kapsamında teşvik ve desteklerin artması önemli görülmektedir. Ayrıca yenilenebilir enerji tüketimi ile ekonomik karmaşıklık beraber

düşünülmelidir. Çalışma kapsamında Türkiye’de çevresel bozulmanın engellenmesinde yenilenebilir enerji tüketiminin olumlu etkisi hem kısa dönemde hem de uzun dönem de tespit edilmektedir. Ancak Türkiye’de yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimi içindeki payının %15 olduğu göz önünde bulundurulursa çevresel önlemlerin yenilenebilir enerji alanında yoğunlaşması gerekmektedir. Bu doğrultuda enerji yoğunluğu esas olmak üzere makine ve enerji üretimi gibi sektörlerde CO<sub>2</sub> emisyon seviyeleri dikkatle incelenmeli ve enerji verimliliği ve kaynak kullanımının etkinliğini artırabilmek için yeni önlemler alınmalıdır. Ekonomik karmaşıklık seviyesi yüksek ülkelerden çevre kirliliği üzerinde yoğun kirletici etkisi olan sektörlerle yönelik yeni teknolojiler getirilmesi, gerekli beşeri sermayenin yetiştirilmesi ve AR-GE faaliyetlerinin desteklenmesi gibi uygulamalar belirli bir program dahilinde uygulanmalıdır. Bu doğrultuda politika yapıcılar tarafından yenilenebilir enerji üretimi/tüketimi ve ekonomik karmaşıklık konularının birlikte ele alınmasının yararlı olabileceği değerlendirilmektedir.

## **Kaynakça**

- Akiş, Elife - Soyyiğit Semanur. “Ekonomik Karmaşıklık Düzeyi ve CO<sub>2</sub> Emisyonu Arasındaki İlişkinin Analizi: Asean Ülkeleri Örneği”. *Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi Yönetim Bilimleri Dergisi*, (2020), 18(38), 865-973.
- Boletı, Erini, Garas, Antonios, Kyriakou, Alexandra ve Lapatımas, Athanasios. “Economic complexity and environmental performance: evidence from a world sample”. *Environmental Modeling & Assessment*, (2021), 26(3), 251-270.
- Bozkurt, Cuma - Okumuş, İlyas. “Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Ticari Serbestleşme ve Nüfus Yoğunluğunun CO<sub>2</sub> Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kirilmali Eşbütünleşme Analizi”. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2015), 12(32), 23-35.
- Bucak, Çağla. “AB15 Ülkelerinde ve Türkiye’de Ekonomik Karmaşıklık Endeksi, İnsani Gelişme Endeksi ve Karbon Emisyonu: Panel Veri Analizi”. *Ege Stratejik Araştırmalar Dergisi*, (2021), 12(1), 71-88.
- Can, Muhlis - Gozgor, Giray. “Dynamic relationships among CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption, economic growth, and economic complexity in France”. (2016), (March 30), <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.2756638>.
- Destek, Mehmet Akif - Sarkodie, Samuel Asumadu. “Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development”. *Science of the Total Environment*, (2019), 650, 2483-2489.
- Dickey, David. A.- Fuller, Wayne. A. Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of the American statistical association*, (1979), 74(366a), 427-431.
- Doğan, Buhari - Saboori, Behnaz - Can, Muhlis. “Does economic complexity matter for environmental degradation? An empirical analysis for different stages of development”. *Environmental Science and Pollution Research*, (2019), 26(31), 31900-31912.
- Grossman, Gene. M. - Krueger, Alan. B. “Economic growth and the environment”. *The Quarterly Journal Of Economics*, (1995), 110(2), 353-377.
- Hausmann, Ricardo, vd., *The Atlas of Economic Complexity Mapping Paths to Prosperity*. (2011), Mit Press
- Hausmann, Ricardo, vd., *The atlas of economic complexity: Mapping paths to prosperity*. (2014), Mit Press.
- Hidalgo, Cesar. A. “The dynamics of economic complexity and the product space over a 42 year period”. Center for International Development at Harvard University, *Working Paper*, (2009), No:189.
- Ikram, Majid vd. “Exploring the nexus between economic complexity, economic growth and ecological footprint: contextual evidences from Japan”. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, (2021), 47, 101460.
- Kuznets, Simon. “Economic growth and income inequality”. *Am Econ Rev* (1955), 45(1):1–28 <https://www.jstor.org/stable/1811581> Accessed 3 Dec 2019.

- Lapatinas, Athanasios vd. "Economic complexity and environmental performance: Evidence from a world sample", (2019), MPRA Paper No. 92833 (<https://mpra.ub.uni-muenchen.de/92833>).
- Laverde-Rojas, Henry. vd. "Economic growth, economic complexity, and carbon dioxide emissions: The case of Colombia". *Heliyon*, (2021), 7(6), e07188.
- MIT Observatory of Economic Complexity (2023), <https://oec.world/en/rankings/country/eci/> (Erişim tarihi: 26.03.2023).
- Nathaniel, Solomon. P. "Economic complexity versus ecological footprint in the era of globalization: evidence from ASEAN countries". *Environmental Science and Pollution Research*, (2021), 28(45), 64871-64881.
- Neagu, Olimpia - Negau, Madalin-Ioan. "The Environmental Kuznets Curve revisited: economic complexity and ecological footprint in the most complex economies of the World". *Studia Universitatis Vasile Goldiş Arad, Seria Ştiinţe Economice*, (2022), 32(1), 78-99.
- Neagu, Olimpia. - Teodoru, Mircea. C. "The relationship between economic complexity, energy consumption structure and greenhouse gas emission: Heterogeneous panel evidence from the EU countries". *Sustainability*, (2019), 11(2), 497.
- NEAGU, Olimpia. "The link between economic complexity and carbon emissions in the European Union countries: a model based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) approach". *Sustainability*, (2019), 11(17), 4753.
- Özbek, Sefa.- Naimoğlu, Mustafa. "Çevre Kalitesi-Ekonomik Karmaşıklık İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Fourier Eşbütünleşme Analizi". *İstanbul İktisat Dergisi*, (2022), 72(1), 407-431.
- Pata, Ugur K. "Environmental Kuznets curve and trade openness in Turkey: bootstrap ARDL approach with a structural break". *Environmental Science and Pollution Research*, (2019), 26(20), 20264-20276.
- Pata, Ugur. K. "Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break". *Environmental Science and Pollution Research*, (2021), 28(1), 846-861.
- Pesaran, M. Hashem. vd. "Bound Testing Approaches to the Analysis of Long Run Relationships", *Journal of Applied Econometrics*, (2001), Special Issue, Vol.16, 289-326.
- Phillips, Peter. C.-Perron, Pierre. "Testing for a unit root in time series regression". *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Rafique, Muhammad. Z., vd. "Does economic complexity matter for environmental sustainability? Using ecological footprint as an indicator". *Environment, Development and Sustainability*, (2022), 24(4), 4623-4640.
- Shahzad, Umer, vd.. "Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods". *Journal of Cleaner Production*, (2021), 279, 123806.



- Swart, Julia.- Brinkmann, Lisa. “Economic complexity and the environment: Evidence from Brazil. In Universities and sustainable communities: meeting the goals of the agenda 2030” (2020),(pp. 3-45). Springer, Cham.
- Turgut, E., vd, “Turizm sektörünün Türkiye ekonomisine etkisi: ARDL sınır testi yaklaşımı”. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (2021), (45), 144-159.
- World Bank (WDI), (2023). <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. (Erişim Tarihi: 20.03.2023)
- Yıldız, Barış.- Yıldız, Gizem. A. “Ekonomik Karmaşıklık İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişki: Panel Bootstrap Granger Nedensellik Analizi”. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, (2019), 15(2), 329-340.
- Yilanci, Veli - Pata, Uğur. K. “Investigating the EKC hypothesis for China: the role of economic complexity on ecological footprint”. *Environmental Science and Pollution Research*, (2020), 27(26), 32683-32694.