


Enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: Panel nedensellik testinden kanıtlar

The connection between energy consumption, carbon emission and economic growth: Evidence from panel causality testing

Ayşegül HAN¹ 
Şeyma ŞAHİN KUTLU² 
Ceren PEHLİVAN³ 

¹İnönü Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ekonometri Bölümü, Malatya, Türkiye

²Bandırma Onyedli Eylül Üniversitesi, İktisat Bölümü, Balıkesir, Türkiye

³Bağımsız Araştırmacı, Elazığ, Türkiye

öz

Gelişen ekonomik yapılarda büyüme odaklı yürütülen ekonomik politikalar birtakım çevresel sorunların yaşanmasına yol açmaktadır. Enerji tüketimi gün geçtikçe artmakta, bu artış beraberinde CO₂ emisyonu artışını getirmektedir. Son dönemde büyüme oranlarında ciddi bir yükseliş eğiliminde olan BRICS-T ülkelerinde bu durum daha belirgin bir şekilde kendini göstermektedir. Bu çalışmada BRICS-T ülkelerinde enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki panel analiziyle araştırılmıştır. 1990-2018 yıllarını kapsayan çalışmada yapılan analiz sonucunda kişi başına GSYH ile CO₂ emisyonu arasında çift yönlü, kişi başına GSYH'dan kişi başı enerji tüketimine tek yönlü nedensellik ilişkisinin bulunduğu belirlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Enerji tüketimi, CO₂ Emisyonu, GSYH, BRICS-T

ABSTRACT

Growth-oriented economic policies in developing economies cause some environmental problems. Energy consumption is increasing day by day, and this increase brings with it an increase in CO₂ emissions. This situation is in the BRICS-T countries, which have recently seen a severe upward trend in growth rates. In this study, the relationship between energy consumption, CO₂ emissions and economic growth in BRICS-T countries was investigated by panel analysis. As a result of the survey covering the years 1990-2018, it was determined that there is a bidirectional causality relationship between GDP per capita and CO₂ emissions and a one-way causality relationship from GDP per capita to energy consumption per capita.

Keywords: Energy consumption, CO₂ Emission, GDP, BRICS-T

Giriş

Günümüzün en önemli çevre sorunlarından biri iklim değişikliğidir. Özellikle de son dönemlerde küresel bir tehdit haline gelen bu çevresel sorunun en önemli kaynağının artan karbon emisyonu (CO₂) seviyesi olduğu belirtilmektedir (Zhang & Cheng, 2009). Bunun yanı sıra başta fosil yakıtı dayalı elektrik enerjisine ve diğer enerji kaynaklarına artan talebin, artan nüfusun, artan insan faaliyetlerinin ve ekonomik faaliyetlerin iklim değişikliği ile bir bağlantısı olduğu kanıtlanmıştır (Asumadu-Sarkodie & Owusu, 2016). Çünkü ekonomik büyümeyi artırma çabaları, enerji tüketimi artırmakta ve bu durum çevreyi artan CO₂ emisyonlarından kaynaklanan iklim değişikliğine karşı savunmasız hale getirmektedir. Başka bir deyişle, mal ve hizmet üretimi çevresel kaliteyi etkilemeden ve enerji kaynaklarını tüketmeden gerçekleştirilememektedir. Bu nedenledir ki sürdürülebilir bir ekonomik büyümenin sağlanması bir diğer ifadeyle, iklim değişikliğine yol açan yukarıda bahsi geçen faktörlerin çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltma çabası gittikçe önem kazanmaktadır. Bu durum araştırmacıların ve ekonomistlerin ve çevrecilerin teorik ve ampirik analizlerinde çevresel büyüme konusuna odaklanmasına yol açmıştır (Brock & Taylor, 2004).

Çevresel büyümenin teorik temelleri Kuznets (1955)'in ekonomik büyüme ile gelir dağılımı ilişkisini ele aldığı çalışmasına dayanmaktadır. Kuznets (1955) bu çalışmasında gelir dağılımının ekonomik büyümenin ilk safhalarında artacağını, ileri safhalarda ise ekonomik büyümenin artmasına bağlı olarak gelir dağılımındaki bozulmanın azalacağını öngörmektedir. 1990'lı yıllardan bu yana Grossman ve Krueger'in (1991) ampirik çalışmasını takiben Kuznets Eğrisi adıyla ifade edilen bu ilişkiye benzer bir ilişkinin çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasında geçerli olduğuna yönelik kapsamlı araştırmalar sunulmuştur. Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme arasındaki bu ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve, EKC) hipotezi doğrultusunda açıklanmaktadır. EKC hipotezi, çevresel bozulma düzeyi ve gelir artışı arasında ters U biçiminde bir ilişki bulunduğunu varsaymaktadır. Başka bir ifadeyle, çevresel bozulma iktisadi büyümenin ilk aşamalarında kişi başına düşen gelirle birlikte artmakta ve daha sonra

Geliş Tarihi/Received: 21.11.2021

Kabul Tarihi/Accepted: 29.12.2021

Sorumlu Yazar/Corresponding Author:
Ayşegül HAN
E-posta: aysegullhann@gmail.com

Cite this article: Han, A., Şahin Kutlu, Ş., & Pehlivan, C. (2022). The connection between energy consumption, carbon emission and economic growth: Evidence from panel causality testing. *Oltu Journal of Faculty of Humanities and Social Sciences*, 3(1), 9-14



Content of this journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

bir eşiğe ulaştıktan sonra kişi başına düşen gelirle birlikte azalmaktadır (Jun ve ark., 2021). Çünkü bu hipotezin temelinde ekonomik büyümenin ilk safhalarında ekonomik büyümeyi artırma çabasının çevresel bozulmaya tercih edildiği varsayımı mevcuttur. Dolayısıyla bu süreçte çevresel bozulmaya daha fazla neden olan teknolojiler kullanılmaktadır. Ancak ekonomik büyümenin ilerleyen safhalarında üretim faaliyetlerinde bir takım yapısal değişiklikler yaşanmakta ve çevreye duyarlı teknolojilerin başka bir deyişle, doğal kaynaklara bağlılığı daha az olan teknolojilerin kullanımını ön plana çıkarmaktadır. Ayrıca ekonomik büyümenin ilerleyen safhalarında kişi başına düşen gelirin artması nedeniyle bireyler daha yüksek yaşam standardı elde ettiğinden çevresel konulara daha çok önem vermekte ve bu konuda yapısal değişiklikler talep etmektedir (Dinda, 2004). Ancak EKC hipotezini sınanan çalışmalardan elde edilen bulgular, hipotezin geçerliliğini mutlak anlamda doğrulamamakta ve bu durum tartışmalı sonuçlara yol açmaktadır. Özellikle de EKC hipotezi doğrultusunda, gelirin dışsal bir değişken olarak modellenmesi çevresel kirleticilerden ekonomik büyümeye doğru bir geri bildirim eksikliğinin olabileceğine işaret etmektedir (Arrow ve ark., 1995; Stern, 2004).

Çevresel büyüme üzerine yapılan çalışmaların önemli bir kısmında kirlilik emisyonlarının esas olarak fosil yakıtların yakılmasıyla ortaya çıkması nedeniyle enerji tüketimi-ekonomik büyüme bağlantısına odaklanılmıştır (Lean & Smyth, 2010). Enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin ele alındığı öncü çalışmalardan biri olan Kraft ve Kraft (1978)'in çalışmasını takiben çok sayıda çalışmada enerji tüketimi-ekonomik büyüme bağlantısına odaklanılmış ve nedensellik ilişkisi sınanmıştır. Ancak enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasındaki nedenselliğin yönü üzerine yapılan çalışmaların ampirik bulguları çelişkili sonuçlar elde edilmesine yol açmıştır. Nitekim Kraft ve Kraft (1978) çalışmasında ekonomik büyümeden elektrik tüketimine doğru tek yönlü bir nedensellik olduğunu raporlamıştır. Çalışmadan elde edilen bu ampirik bulgu, enerjiye dayalı büyüme hipotezini destekler niteliktedir. Bu hipotez, enerjinin üretim sürecinde kullanılan diğer üretim faktörlerinin bir tamamlayıcısı olduğunu vurgulamakta ve bu nedenle enerji tüketiminden ekonomik büyümeye tek yönlü bir nedensellik ilişkisinin bulunduğunu belirtmektedir. Aitor ve Aioha (2007) ise çalışmasında iktisadi büyümeden enerji tüketimine doğru bir nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Bu bulgu, enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında koruma hipotezinin geçerli olduğu sonucunu göstermektedir. Zira koruma hipotezi, ekonomik büyümenin enerji tüketimini destekleyen bir unsur olduğunu göstermektedir. Bu doğrultuda, enerji şoklarının ekonomik büyüme üzerinde negatif etkilere sahip olmamaktadır. Apergis ve Payne (2010) enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında çift taraflı bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu ortaya koymuşlardır. Enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında elde edilen bu ampirik bulgu, geri besleme hipotezi doğrultusunda açıklanmaktadır. Buna göre, enerji arz şokları ve enerji tasarrufu sağlayan önlemler iktisadi büyümede negatif bir etkisi bulunmakta ve bu negatif etki enerji talebine de yansımaktadır. Son olarak çalışmaların bir kısmında Akarca ve Long (1980) ve Altınay ve Karagöl (2004) enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bir ilişkinin olmadığı bulgusuna ulaşmıştır. Bu olgu literatürde yansızlık hipotezi ile açıklanmaktadır.

Bu çalışmada seçili ekonomilerde enerji tüketimi, karbon emisyonu ve ekonomik büyüme arasındaki nedensellik ilişkisi araştırılmıştır. Çalışmanın giriş bölümünü takiben konuya ilişkin literatür taramasına yer verilmiştir. Son kısımda ise analiz sonuçları değerlendirilerek yorumlanmıştır. Çalışmada kullanılan ülke grubu, ele alınan

değişkenlerin ve analizde kullanılan testlerin güncelliği nedeniyle yapılan çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir.

Literatür

Enerji tüketimi, çevresel kirleticiler ve ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi sınamaya yönelik yapılan çalışmalar üç farklı kategoride değerlendirilmektedir (Zhang & Cheng, 2009). İlk olarak EKC hipotezinin geçerliliği incelenerek çevresel kirleticiler ile ekonomik büyüme arasında bağlantıya odaklanılmaktadır. İkinci olarak daha yüksek bir ekonomik büyüme düzeyinin enerji tüketimini arttırdığı şeklindeki hipotez test edilerek enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bulunan bağlantı araştırılmaktadır. Ayrıca aynı çerçevede ekonomik büyüme, çevresel kirleticiler ve enerji tüketimi arasındaki ilişki sınanmaktadır. Literatürde söz konusu değişkenler arasındaki etkileşimi sınanan ve bu ekseninde politika önerileri oluşturan çok sayıda çalışma bulunmaktadır. Ancak elde edilen sonuçların netlik sağlamaması nedeniyle bahsi geçen ilişki ağı literatürde sıklıkla tartışılmaktadır. Bununla birlikte çalışmaların önemli bir kısmının gelişmiş piyasalar üzerine odaklandığı ve yükselen ekonomilerin ele alındığı çalışmaların oldukça sınırlı olduğu görülmektedir. Yukarıda ifade edildiği üzere literatürde söz konusu etkileşim üç farklı şekilde değerlendirilmektedir. Bu doğrultuda ilgili literatür çevresel kirleticiler ve ekonomik büyüme ilişkisini sınanan çalışmalar, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen araştırmalar ve çevresel kirleticiler, enerji tüketimiyle ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen araştırmalar olmak üzere ele alınmıştır.

Ekonomik büyüme ile çevresel kirleticiler arasındaki ilişkiyi sınanan çalışmalardan Perman ve Stern (2003) 74 ülkeyi ele aldıkları çalışmalarında EKC hipotezini destekleyici bulgulara ulaşmışlardır. 97 ülkede EKC hipotezini sınanan Lee ve ark. (2010) çevresel kirletici olarak su kirliliğini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda, Amerika ve Avrupa bölgelerinde EKC hipotezinin geçerli olduğunu, ancak bunun aksine Afrika, Asya ve Okyanusya bölgelerinde söz konusu değişkenler arasında bir ilişki olmadığını ortaya koymuşlardır. Arı ve Zeren (2011) Akdeniz ülkelerini ele aldıkları çalışmalarında CO₂ emisyonunun yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceğini ortaya koymuşlardır. Sanglmsuwan (2011) 63 ülkede CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi araştırdığı çalışmasında, EKC hipotezinin yalnızca kısa dönemde geçerli olduğunu raporlamıştır. 14 Asya ekonomisinde çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi sınanan Apergis ve Öztürk (2015) EKC hipotezinin varlığını ampirik olarak desteklemişlerdir. Kasperowicz (2015) AB ülkelerinde CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme arasında ilişkinin bulunduğu sonucuna ulaşmıştır. Artan ve ark. (2015) Türkiye'de CO₂ emisyonu, ticari açıklık ve ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, EKC hipotezini destekleyici bulgulara erişmişlerdir. Ancak söz konusu ilişkinin ticari açıklık ile ekonomik büyüme arasında geçerli olmadığını ifade etmişlerdir. Aydın ve ark. (2018) 80 ülke için EKC hipotezinin geçerliliğini araştırdıkları çalışmalarında ekolojik ayak izi açısından incelenen ülkelerde EKC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna varmışlardır. Aydın ve ark. (2019) Türkiye'de iller bazında atık miktarı ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi inceledikleri araştırmalarında atık miktarının ekonomik büyüme arttıkça azaldığını, diğer bir ifadeyle EKC hipotezinin geçerli olmadığını ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Güzel (2021) Türkiye'de EKC hipotezinin geçerli olmadığını sonucuna ulaşmıştır.

Enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi sınanan çalışmalardan Akarca ve Long (1980) ABD'de enerji tüketimi

ile ekonomik büyüme arasında bir nedensellik ilişkisinin olmadığı ortaya koymuşlardır. Benzer şekilde Altınay ve Karagöl (2004) Türkiye ekonomisinde enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında nedensellik ilişkisinin olmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Shiu ve Lum (2003) elektrik tüketimi ve reel GSYH arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ampirik analiz bulguları neticesinde, söz konusu iki değişken arasında uzun dönemli ilişki bulunduğu ve elektrik tüketiminden reel GSYH'ye tek yönlü nedenselliğin gerçekleştiğini raporlamışlardır. Yuan ve ark. (2007) Çin'de elektrik tüketimi ile ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi araştırmışlardır. Çalışma sonucunda, elektrik tüketiminden ekonomik büyümeye doğru tek yönlü bir nedenselliğin bulunduğunu tespit etmişlerdir. Bu nedenle elektrik arzındaki yaşanan bir kıtlığın ekonomik büyümeyi azaltacağı şeklinde değerlendirmede bulunmuşlardır. Aitor ve Aioha (2007) İspanya ekonomisinde ekonomik büyümeden enerji tüketimine tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu bulgusuna ulaşmışlardır. Güvenek ve Alptekin (2010) 25 OECD ülkesinde ekonomik büyümenin enerji tüketimini etkilediğini raporlamışlardır. Türkiye ekonomisinde elektrik tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi araştıran Saatçi ve Dumrul (2013) elektrik tüketiminin ekonomik büyümeyi artırdığını ortaya koymuştur. Uçan ve ark. (2014) 15 AB üyesi ülkede yenilenebilir enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında nedensellik ilişkisinin bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Usta ve Berber (2017) Türkiye'de sektörel enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasındaki ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında endüstri ve ulaştırma sektörleri enerji tüketimi ile ekonomik büyüme arasında çift taraflı nedenselliğin bulunduğu, tarım ve konut sektörlerinde enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında bir nedensellik ilişkisinin bulunmadığı sonucuna varmışlardır. Efeoğlu ve Pehlivan (2018) Türkiye'de enerji tüketiminin büyüme üzerindeki etkisini incelemişler ve mevcut değişkenler arasında bir ilişkinin olduğunu belirlemişlerdir. Yanıktepe ve ark., (2021) Türkiye için yürüttükleri çalışma sonucunda enerji tüketimi ve büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Çevresel kirleticiler, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında bulunan ilişkiyi sınanan çalışmalardan Ang (2007) Fransa ekonomisinde ekonomik büyümeden enerji tüketimi ve CO₂ emisyonuna doğru bir nedenselliğin olduğunu ve söz konusu nedenselliğin uzun dönemde geçerli olduğunu tespit etmiştir. Zhang ve Cheng (2009) Çin'de iktisadi büyümeden enerji tüketimine, enerji tüketiminden de CO₂ emisyonuna tek taraflı bir nedenselliğin olduğunu tespit etmişlerdir. Öztürk ve Acaravcı (2010) Türkiye'de CO₂ emisyonları ve enerji tüketiminin iktisadi büyüme üzerinde bir etkisi olmadığını ortaya koymuşlardır. İlave olarak EKC hipotezinin Türkiye örneğinde geçerli olmadığını ifade etmişlerdir. Lean ve Smyth (2010) beş ASEAN ekonomisinde uzun dönemde elektrik tüketimi ve emisyonlar arasında pozitif bir ilişki olduğunu ve CO₂ emisyonu ve reel çıktı arasında doğrusal olmayan bir ilişki olduğunu başka bir ifadeyle EKC hipotezi ile tutarlı sonuçlar elde etmişlerdir. Nedensellik testi sonuçları ise, uzun vadede elektrik tüketimi ve CO₂ emisyonundan ekonomik büyümeye doğru tek taraflı bir nedensellik ilişkisi bulunduğunu belirtmektedir. Ayrıca sonuçlarda kısa dönemde CO₂ emisyonundan elektrik tüketimine doğru tek taraflı nedensellik olduğu belirtilmektedir. Halicioğlu (2009) Türkiye'de CO₂ emisyonu, enerji kullanımı, gelir ve dış ticaret arasında bulunan ilişkiyi araştırmıştır. Çalışmada CO₂ emisyonu ile gelir arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunduğu sonucu elde edilmiştir. Magazzino (2014, 2015), İsrail ve İtalya'da ekonomik büyüme, CO₂ emisyonu enerji kullanımı arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. Araştırma sonucunda CO₂ emisyonu ile ekonomik büyüme ve enerji kullanımı arasında çift taraflı nedensellik ilişkisinin olduğu bulgu-

suna ulaşmışlardır. Saidi ve Hammami (2015) 58 ülkeden oluşan küresel bir panelde hem de üç bölgesel panel üzerinde ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonlarının enerji tüketimi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Ampirik kanıtlar, ekonomik büyümenin enerjideki yansımalarının küresel panelde istatistiksel açıdan anlamlı ve pozitif olduğunu işaret etmektedir. Ayrıca CO₂ emisyonlarının dört panelde de enerji tüketiminde istatistiksel açıdan anlamlı ve pozitif bir etkisi olduğu ortaya konulmuştur. Elde edilen sonuçlar itibarıyla, ekonomik büyümenin, CO₂ emisyonlarının ve enerji tüketiminin birbirini tamamlayıcı unsurlar olduğunu ifade etmişlerdir. Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2016) Benin'de CO₂ emisyonu, elektrik tüketimi, sanayileşme ve iktisadi büyüme arasında bulunan nedensellik ilişkisini incelemişlerdir. Araştırma neticesinde ulaşılan sonuçlar, elektrik tüketimindeki artışın, CO₂ emisyonunda artışa yol açtığını, uzun vadede elektrik tüketimindeki ve sanayileşmedeki artışın CO₂ emisyonunu artırdığını ortaya koymaktadır. Obradović and Lojanica (2017) uzun dönemde Yunanistan ve Bulgaristan ekonomilerinde enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu iktisadi büyümeye doğru nedensellik ilişkisinin bulunduğunu ancak kısa vadede ne Yunanistan'da ne de Bulgaristan'da enerji ve iktisadi büyüme arasında nedensellik ilişkisinin bulunmadığını ortaya koymuşlardır. Özkök ve Polat (2018) G7 ülkelerinde CO₂ emisyonu, enerji tüketimi ve iktisadi büyüme arasında bulunan ilişkiyi araştırdıkları çalışmalarında, CO₂ emisyonu ve iktisadi büyüme arasında çift taraflı bir nedenselliğin bulunduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca çalışma bulguları, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme arasında çift taraflı bir nedenselliğin olduğuna yönelik ampirik kanıtlar ortaya koymuştur. Atgür (2021) Çin ekonomisinde ekonomik büyüme ile birinci enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerinde etkili olduğunu raporlamıştır.

Veri Seti

Enerji tüketimi, CO₂ emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisinin incelendiği çalışmada BRICS-T ülkeleri için bir analiz yürütülmüştür. 1990-2018 yıllarını kapsayan çalışmada panel analizi yapılmıştır. Analizde kullanılan verilerden enerji tüketimi ve CO₂ emisyonu değişkenine ait veriler Dünya Bankası ve Eurostat'tan, kişi başına GSYH değişkenine ait veriler ise Dünya Bankası'ndan yıllık veri şeklinde temin edilmiş ve kullanılmıştır. İlk olarak analizde değişkenlerin yatay kesit bağımlılıkları belirlenmiştir. Çıkan sonuçlar doğrultusunda değişkenlerin birbirleri arasındaki ilişki ve bu ilişkinin yönünün belirlenmesi amaçlanmıştır. Bu amaçla Konya (2006) nedensellik testi yapılmıştır. Çalışma konusunun ve yapılan analizlerin güncel oluşu, ele alınan ülke grubu göz önünde bulundurulduğunda çalışmanın literatüre katkı sunması beklenmektedir. Çalışmaya ait model şu şekilde oluşturulmuştur:

$$\ln K_i = \alpha_i + \beta_1 \ln \text{Enerji Tüketimi}_{it} + \beta_2 \ln \text{CO}_2 \text{ Emisyonu}_{it} + \epsilon_{it}$$

Metodoloji

Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri modellerinde tahmin öncesinde analizde kullanılan değişkenlerin zaman serisi özelliklerine bakılmaktadır. Bundan dolayı panel veri modellerinde birim kök sınaması yapmadan önce yatay kesit bağımlılık analiziyle birimler arasında yatay kesit bağımlılık bulunup bulunmadığının sınanması, diğer analiz süreçlerinde ele alınacak testlerin tespit edilmesiyle alakalı bilgi vermektedir. Çünkü yatay kesit bağımlılık var olduğunda, yok varsayılarak yapılan birinci nesil analizlerin ele alınması analiz sonuçlarının sapmalı ve tutarsız çıkmasına neden olmaktadır. Bundan dolayı yatay kesit bağımlılık sınamaları uygulamanın sonrasında ele alınacak diğer testlerin belirlenmesi için bir ön test olarak kabul edilmektedir.

Yatay kesit testlerinde değişkenlerin zaman aralığı ve birim sayısı kıyaslanarak yorumlanmasını sağlamaktadır. Yatay kesit testlerinden Breusch-Pagan LM seride zaman aralığının daha fazla bulunduğu ($T > N$) durumlarda anlamlı sonuçlar sunmaktadır. Burada olası bir yatay kesit bağımlılık olması durumunda değişen varyansa neden olan durumlar da test edilebilmektedir. Bias-Adjusted testi, daha geniş bir çapta hem zaman birimden fazla olduğunda ($T > N$), hem de birim zamandan fazla olduğunda ($N > T$) ele alınabilmektedir. Pesaran Scaled LM testi, $T > N$, $T \sim N$ olduğu zaman ele alınabilmektedir. Pesaran CD testiyse $N > T$ olduğunda ele alınmaktadır (Pesaran ve ark., 2008).

Delta Testi

Delta testi, değişkenlerin yapılarını test etmek amacıyla ele alınmaktadır. Analiz süresince kullanılan birim kök ve eş bütünleşme sınamalarının tespit edilmesinde de göz önünde bulundurulmaktadır (Erataş ve ark., 2013). Delta testi, serinin eğiminin homojen olması varsayımı altında değişkenleri ifade etmede kolaylıklar sunmaktadır. Bunun haricinde bu test çıkarım sürecinin kolay anlaşılmasını sağlamaktadır. Homojenlik varsayımı altında, geçerli olmaması durumunda panel veri modellerine dayalı bulunan tahminlerde tutarsız sonuçlara ulaşılabilir (Su & Chen, 2013).

Konya (2006) Nedensellik Testi

Konya (2006)'nın geliştirdiği bu test, yatay kesit bağımlılık gibi eşzamanlı korelasyonları sınamak için Zellner (1962)'in geliştirdiği olduğu görünüşte ilgisiz regresyon (GİR) tahmin yöntemini ele almaktadır. Bunun yanı sıra sonuçları birim kök ve eş bütünleşmeden bağımsız şekilde sağlamlaştırmak amacıyla bootstrap kritik değerleri sunmakta ve Wald testine sahip olduğundan bireysel bulgular da vermektedir. Başka bir ifadeyle gerek bireysel gerekse de panelin geneli için sonuçlar sağlanmaktadır. Panelin heterojen olduğu varsayımında her bir bireysel panel elemanında ayrı ayrı Granger nedensellik analizi yapmaya imkan sağlamaktadır. Bu test bütün panel birimlere ilişkin ortak hipotez gerektirmez ve gecikme sayısının tespit edilmesi dışında başka ön bilgiye gereksinim duymamaktadır (Konya, 2006). Bu test için ele alınacak SUR yapısı şu şekildedir;

$$\begin{aligned}
 Y_{1,t} &= \alpha_{1,1} + \sum_{i=1}^{mly_1} \beta_{1,1,i} Y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_1} \delta_{1,1,i} X_{1,t-i} + \varepsilon_{1,1,t} \\
 Y_{2,t} &= \alpha_{1,2} + \sum_{i=1}^{mly_2} \beta_{1,2,i} Y_{2,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_2} \delta_{1,2,i} X_{2,t-i} + \varepsilon_{1,2,t} \\
 &\dots \\
 Y_{N,t} &= \alpha_{1,N} + \sum_{i=1}^{mly_N} \beta_{1,N,i} Y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_N} \delta_{1,N,i} X_{N,t-i} + \varepsilon_{1,N,t} \\
 X_{1,t} &= \alpha_{2,1} + \sum_{i=1}^{mly_2} \beta_{2,1,i} Y_{1,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_2} \delta_{2,1,i} X_{1,t-i} + \varepsilon_{2,1,t} \\
 X_{2,t} &= \alpha_{2,2} + \sum_{i=1}^{mly_2} \beta_{2,2,i} Y_{2,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_2} \delta_{2,2,i} X_{2,t-i} + \varepsilon_{2,2,t} \\
 &\dots \\
 Y_{N,t} &= \alpha_{2,N} + \sum_{i=1}^{mly_2} \beta_{2,N,i} Y_{N,t-i} + \sum_{i=1}^{mix_2} \delta_{2,N,i} X_{N,t-i} + \varepsilon_{2,N,t}
 \end{aligned}$$

Burada l gecikme uzunluğunu belirtmektedir. SUR sistem yapısında Granger nedensellik sınanmaktadır. Her denklem farklı üleye ilişkindir ve farklı bir örnekleme belirlenmektedir. Farklı gözlemlerle aynı değişkenler bütün denklemlerde aynıdır. Bireysel regresyonlar arasında yer alan olası bağlantı yatay kesit bağımlılık aracılığıyla sınanmaktadır (Konat & Fendoğlu, 2021).

Bulgular

Çalışma kapsamında oluşturulan modele ait değişkenler Tablo 1'de, yatay kesit bağımlılık sınamasının sonuçları ise Tablo 2'de ifade edildiği gibidir.

İncelenen analiz sonuçlarına göre serilerde yatay kesit bağımlılığının olduğu tespit edilmiştir. Homojenlik sınaması için ele alınan Delta testine ilişkin bulgular Tablo 3'te ifade edildiği gibidir.

İncelenen test sonuçlarına göre, incelenen değişkenlerin heterojen yapıda olduğu görülmektedir. Yatay kesit bağımlılık testi ve Delta testinin ardından Konya nedensellik testi uygulanmıştır. Bu testte tüm panel birimler için ortak hipoteze gereksinim duyulmak ve birim kök, eşbütünleşme gibi ön bilgiye ihtiyaç olmadan sınamaya yapılmaktadır. Yapılan Konya nedensellik analizi sonucunda elde edilen bulgular Tablo 4'te ifade edildiği gibidir.

Elde edilen sonuçlara göre kişi başına GSYH ile CO₂ emisyonu arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunduğu görülmektedir. Bireysel olarak incelendiğinde ise Türkiye'de kişi başına GSYH ile CO₂ emisyonu arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi olduğu; Hindistan ve Rusya'da kişi başına GSYH'dan CO₂ emisyonuna doğru, Brezilya ve Çin'de CO₂ emisyonundan kişi başına GSYH'ya doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir (Tablo 5).

Tablo 1.

Değişkenlerin Tanımlamaları ve Kullanıldığı Kaynaklar

| Değişkenler | Açıklaması | Kaynak |
|-----------------|---|--|
| CO ₂ | CO ₂ Emisyonu (metrik ton) | Dünya Bankası, Eurostat, BP-Stats-Review |
| Enerji Tüketimi | Enerji Kullanımı (kişi başına petrol eşdeğeri kg'l) | Dünya Bankası, Eurostat, BP-Stats-Review |
| Büyüme | Kişi Başına Düşen GSYH (\$) | Dünya Bankası |

Tablo 2.

Yatay Kesit Bağımlılık Sonuçları

| Kişi başına GSYH | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|-----------------------|-------------------|--------------------|
| Breusch, Pagan 1980 | 79.713 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CDlm | 11.815 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CD | -2.697 | 0.003 ^a |
| Bias-adjusted CD test | 23.494 | 0.000 ^a |
| CO ₂ | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
| Breusch, Pagan 1980 | 67.776 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CDlm | 9.636 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CD | -3.150 | 0.001 ^a |
| Bias-adjusted CD test | 22.160 | 0.000 ^a |
| Enerji Tüketimi | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
| Breusch, Pagan 1980 | 97.823 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CDlm | 15.121 | 0.000 ^a |
| Pesaran 2004 CD | -3.333 | 0.000 ^a |
| Bias-adjusted CD test | 23.763 | 0.000 ^a |

Not: ^a değeri değişkenlerin %1 düzeyinde anlamlı bulunduğunu belirtmektedir.

Tablo 3.

Delta Testi

| | İstatistik Değeri | Olasılık Değeri |
|------|-------------------|--------------------|
| Δ | 15,854 | 0,000 ^a |
| Δadj | 16,712 | 0,000 ^a |

Not: ^a değeri değişkenlerin %1 düzeyinde anlamlı bulunduğunu belirtmektedir.

Tablo 4.
Kişi başına GSYH ile CO₂ Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi

| Hipotezler | Ülkeler | Wald İstatistiği | Olasılık Değeri | Kritik Değerler | | | Panel Fisher İstatistiği |
|--|--------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------------------------------|
| | | | | 1% | 5% | 10% | |
| H ₀ : Kişi başına GSYH, CO ₂ Emisyonunun nedeni değildir. | Brezilya | 0.399 | 0.941 | 12.249 | 8.302 | 6.773 | 23.626 (0.019) ^b |
| | Çin | 0.230 | 0.968 | 12.445 | 8.525 | 6.907 | |
| | Hindistan | 16.596** | 0.037 | 19.169 | 14.375 | 12.278 | |
| | Türkiye | 33.331** | 0.025 | 34.958 | 26.934 | 23.096 | |
| | Güney Afrika | 0.118 | 0.529 | 1.863 | 1.097 | 0.782 | |
| | Rusya | 31.646** | 0.014 | 36.781 | 27.364 | 23.505 | |
| H ₀ : CO ₂ Emisyonu, Kişi başına GSYH'nın nedeni değildir. | Brezilya | 34.940** | 0.019 | 45.062 | 34.890 | 30.162 | 29.891 (0.026) ^b |
| | Çin | 34.887** | 0.028 | 44.639 | 34.679 | 29.988 | |
| | Hindistan | 0.907 | 0.841 | 10.702 | 7.489 | 6.096 | |
| | Türkiye | 24.833** | 0.014 | 27.075 | 19.869 | 16.735 | |
| | Güney Afrika | 0.951 | 0.109 | 1.896 | 1.278 | 0.987 | |
| | Rusya | 0.029 | 0.994 | 20.154 | 13.856 | 11.463 | |

Not: b değeri değişkenlerin %5 düzeyinde anlamlı bulunduğunu belirtmektedir.

Tablo 5.
Kişi Başına GSYH ile Enerji Tüketimi Arasındaki Nedensellik İlişkisi

| Hipotezler | Ülkeler | Wald İstatistiği | Olasılık Değeri | Kritik Değerler | | | Panel Fisher İstatistiği |
|---|--------------|------------------|-----------------|-----------------|--------|--------|--------------------------------|
| | | | | 1% | 5% | 10% | |
| H ₀ : Kişi başına GSYH, kişi başına elektrik tüketiminin nedeni değildir. | Brezilya | 20.244** | 0.019 | 26.433 | 19.418 | 16.453 | 20.888 (0.012) ^b |
| | Çin | 0.481 | 0.998 | 26.229 | 19.603 | 16.534 | |
| | Hindistan | 12.018* | 0.007 | 10.301 | 7.373 | 6.185 | |
| | Türkiye | 34.891** | 0.032 | 37.030 | 27.266 | 23.006 | |
| | Güney Afrika | 0.048 | 0.964 | 6.708 | 4.506 | 3.621 | |
| | Rusya | 1.621 | 0.999 | 45.888 | 34.343 | 29.016 | |
| H ₀ : Kişi başına elektrik tüketimi, kişi başına GSYH'nın nedeni değildir. | Brezilya | 0.215 | 1.000 | 42.890 | 33.329 | 28.931 | 5.238 (0.950) |
| | Çin | 0.230 | 1.000 | 42.252 | 32.756 | 28.414 | |
| | Hindistan | 1.281 | 0.988 | 10.958 | 8.440 | 7.379 | |
| | Türkiye | 24.693** | 0.029 | 34.088 | 26.000 | 22.578 | |
| | Güney Afrika | 2.568 | 0.172 | 5.611 | 3.854 | 3.159 | |
| | Rusya | 0.019 | 1.000 | 40.113 | 29.113 | 24.277 | |

Not: b değeri değişkenlerin %5 düzeyinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlara göre kişi başına GSYH'dan kişi başı enerji tüketimine tek taraflı nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir. Bireysel olarak incelendiğinde ise Türkiye'de kişi başına GSYH ile kişi başı enerji tüketimi arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunduğu; Brezilya ve Hindistan'da ise kişi başına GSYH'dan kişi başı enerji tüketimine tek taraflı nedensellik ilişkisi olduğu görülmektedir.

Sonuç ve Öneriler

Çevresel bozulmalar temel olarak ekonomik büyüme için enerji kullanımından kaynaklanmaktadır ve gerek gelişmiş gerekse de gelişmekte olan ekonomiler çevresel bozulma sorunuyla karşı karşıyadır. Bu araştırmanın amacı, enerji tüketimiyle CO₂ emisyonunun ekonomik büyümedeki etkisini Brezilya, Çin, Rusya, Güney Afrika, Türkiye ve Hindistan gibi yükselen piyasa ekonomileri için araştırmaktır. Bu amaç doğrultusunda çalışmada, 1990-2018 yıllarını kapsayan bir analiz yapılmıştır. Panel analizinin yapıldığı çalışmada başlangıçta değişkenlerin yatay kesitlerine bakılmıştır. Çıkan sonuçlar doğrultusunda değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisinin belirlenmesi için Kónya (2006) nedensellik testi yapılmıştır. Yapılan nedensellik analizi sonucunda Türkiye'de kişi başına GSYH ve CO₂ emisyonu arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunduğu; Hindistan ve Rusya'da kişi başına GSYH'dan CO₂ emisyonuna doğru, Brezilya ve Çin'de CO₂ emisyonundan kişi başına GSYH'ya doğru tek taraflı nedensellik ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Bunun yanı sıra Türkiye'de kişi başına GSYH ile kişi başı enerji tüketimi arasında çift taraflı nedensellik ilişkisi bulunduğu;

Brezilya ve Hindistan'da ise kişi başına GSYH'dan kişi başı enerji tüketimine tek taraflı nedensellik ilişkisi olduğu saptanmıştır. Büyüme oranlarında yaşanan artışlar çevresel sorunları beraberinde getirmektedir. Yaşanan olumsuzlukların azaltılması, sürdürülebilir bir büyümenin sağlanması için çevresel etmenler baz alınarak üretimin gerçekleştirilmesi gerekmektedir. Enerjide kullanılan kaynakların verimliliğinin artırılması, çevreye duyarlı sistemlerin üretimde kullanılması gerekmektedir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkıları: Fikir – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Tasarım – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Denetleme – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Kaynaklar – S.L.; Veri Toplanması ve/veya İşlenmesi – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Analiz ve/veya Yorum – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Literatür Taraması – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Yazıyı Yazan – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Eleştirel İnceleme – A.H., Ş.Ş.K., C.P.

Çıkar Çatışması: Yazarlar çıkar çatışması bildirmemişlerdir.

Finansal Destek: Yazarlar bu çalışma için finansal destek almadıklarını beyan etmişlerdir.

Peer-review: Externally peer-reviewed.

Author Contributions: Concept – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Design – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Supervision – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Resources – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Data Collection and/or Processing – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Analysis and/or Interpretation – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Literature Search – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Writing Manuscript – A.H., Ş.Ş.K., C.P.; Critical Review – A.H., Ş.Ş.K., C.P.

Conflict of Interest: The authors have no conflicts of interest to declare.

Financial Disclosure: The authors declared that this study has received no financial support.

Kaynaklar

- Aitor, C. A., & Ainhoa, Z. A. (2007). Electricity Consumption and Economic Growth: Evidence from Spain. *BILTOKI Series*, 200701.
- Akarca, A. T., & Long, T. V. (1980). On the Relationship Between Energy and GNP: A Reexamination. *The Journal of Energy and Development*, 326-331.
- Altınay, G., & Karagöl E. (2004). Structural Break, Unit Root, and the Causality Between Energy Consumption and GDP in Turkey. *Energy Economics*, 26, 985-994.
- Ang, J. (2007). CO₂ Emissions, Energy Consumption, and Output in France. *Energy Policy*, 10(35), 4772-4778.
- Apergis, N., & Öztürk, İ. (2015). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Asian Countries. *Ecological Indicators*, 52(2015), 16-22.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). Renewable Energy Consumption and Growth in Eurasia. *Energy Economics*, 32(6), 1392-1397.
- Arı, A., & Zeren, F. (2011). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Yönetim ve Ekonomi*, 18(2), 38-47.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C.S., Jansson, B.-O., Levin, S., Mäler, K.-G., Perrings, C.A., & Pimentel, D. (1995). Economic Growth, Carrying Capacity, and the Environment. *Ecological Economics*, 15(2), 91-95.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye'de Çevre Kirliliği, Dış Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Asumadu-Sarkodie, S., & Owusu, P.A. (2016). Carbon Dioxide Emission, Electricity Consumption, Industrialization, and Economic Growth Nexus: The Beninese Case. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 11(11), 1089-1096.
- Atgür, M. (2021). Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Karbon Emisyonları İlişkisi: Çin Örneği. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 23(1), 172-186.

- Aydın, C., Darıcı, B. & Şahin Kutlu, Ş. (2018). Ekolojik Ayakizi ile Reel Gelir Arasındaki İlişki: Panel Yumuşak Geçişli Regresyon Modelinden Kanıtlar. *International Conference on Empirical Economics and Social Sciences (ICEESS'18)*, June 27-28, Bandırma-Turkey.
- Aydın, C., Darıcı, B., & Şahin Kutlu, Ş. (2019). Ekonomik Büyüme Çevre Kirliliğini Azaltır mı?, *Anemon Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(2), 191-196.
- Brock, W. A., & Taylor, M.S. (2004). The Green Solow Model (Working Paper 10557). *National Bureau of Economic Research*, Cambridge, MA.
- Dinda, S. (2004). Environment Kuznets Curve Hypothesis a Survey, *Ecological Economics*, 49, 431-455.
- Efeoğlu, R., & Pehlivan, C. (2018). Türkiye'de Enerji Tüketimi ve Cari Açığın Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi, *Politik Ekonomik Kuram*, 2(1), 103-123.
- Eratas, F., Nur, H. B. & Özçalık, M. (2013). Feldstein-Horioka Bilmecesinin Gelişmiş Ülke Ekonomileri Açısından Değerlendirilmesi: Panel Veri Analizi. *Çankırı Karatekin Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 3(2), 18-33.
- Grossman, G. M. & Krueger, A. B. (1991), Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement, *National Bureau of Economic Research*, w3914.
- Güvenek, B., & Alptekin, V. (2010). Enerji Tüketimi ve Büyüme İlişkisi: OECD Ülkelerine ilişkin bir Panel Veri Analizi. *Enerji, Piyasa ve Düzenleme*, 1(2), 172-193.
- Güzel, F. (2021). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye Ekonomisinde Geçerliliğinin Ampirik Analizi, *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, (30), 59-76.
- Halicioğlu, F. (2009). An Econometric Study of CO₂ Emissions, Energy Consumption, Income and Foreign Trade in Turkey. *Energy Policy*, 37, 1156-1164.
- Kasperowicz, R. (2015). Economic Growth and CO₂ Emissions: The ECM Analysis. *Journal of International Studies*, 3(8), 91-98.
- Konat, G., & Fendoğlu, E. (2021). Covid-19 Salgınının Makroekonomik Etkileri: Ekonometrik Bir Analiz. *Covid 19 Pandemisinin İşletme ve Ekonomi Alanında Etkileri Seçme Yazılar* içinde (s. 255-272), Ankara, Gazi Kitabevi.
- Konya, L. (2006). Exports and Growth: Granger Causality Analysis on OECD Countries with a Panel Data Approach. *Economic Modelling*, 23, 978-992.
- Kraft, J., & Kraft, A. (1978). On the Relationship Between Energy and GNP. *Journal of Energy and Development*, 3, 401-403.
- Lean, H. H., & Smyth, R. (2010). CO₂ Emissions, Electricity Consumption and Output in ASEAN. *Applied Energy*, 87, 1858-1864.
- Lee, C. C., Chiu, Y. B., & Sun, C. H. (2010). The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Water Pollution: Do Regions Matter? *Energy Policy*, 38, 12-23.
- Magazzino, C. (2014). The Relationship Between CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Italy. *International Journal of Sustainable Energy*, 1-14.
- Magazzino, C. (2015). Economic Growth, CO₂ Emissions and Energy Use in Israel. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 22, 89-97.
- Obradović, S., & Lojanica, N. (2017). Energy Use, CO₂ Emissions and Economic Growth-Causality on a Sample of SEE Countries. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 30(1), 511-526.
- Öztürk, İ., & Acaravcı, A. (2010). CO₂ Emissions, Energy Consumption and Economic Growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14, 3220-3225.
- Perman, R., & Stern, D. I. (2003). Evidence from Panel Unit Root and Cointegration Tests that the Environmental Kuznets Curve does not Exist. *The Australian Journal of Agricultural and Resource Economics*, 47(3), 325-347.
- Pesaran, M. H., Ullah, A., & Yamagata T. (2008). A Bias-Adjusted LM Test of Error CrossSection Independence. *Econometrics Journal*, 11, 105-127.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2013). Elektrik Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisinin Dinamik Bir Analizi: Türkiye Örneği. *Uludağ Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 32(2), 1-24.
- Saidi, K., & Hammami, S. (2015). The impact of CO₂ emissions and economic growth on energy consumption in 58 countries. *Energy Reports*, 1, 62-70.
- Sancar Özkök, C., & Atay Polat M. (2018). Co₂ Emisyonu- Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme Arasındaki Nedensellik İlişkisi: G7 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz. *UİİİD-IJEAS*, 2018(21), 33-46.
- Sanglimsuwan, K. (2011). Carbon dioxide Emissions and Economic Growth: An Econometric Analysis. *International Research Journal of Finance and Economics*, 67, 97-102.
- Shiu, A., & Lum, P. L. (2003). Electricity Consumption and Economic growth in China. *Energy Policy*, 32(1), 47-54.
- Stern, D. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World Development*, 32, 1419-1439.
- Su, L., & Chen, Q. (2013). Testing Homogeneity in Panel Data Models with Interactive Fixed Effects. *Econometric Theory*, 29(6), 1079-1135.
- Uçan, O., Arıcıoğlu, E., & Yücel, F. (2014). Energy Consumption and Economic Growth Nexus: Evidence from Developed Countries in Europe. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 3(4), 411-419.
- Usta, C., & Berber, M. (2017). Türkiye'de Enerji Tüketimi Ekonomik Büyüme İlişkisinin Sektörel Analizi. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 13(1), 173-187.
- Jun, W., Mughal, N., Zhao, J., Shabbir, M.S., Niedbala, G., Jain, V., & Anwarf, A. (2021). Does Globalization Matter for Environmental Degradation? Nexus Among Energy Consumption, Economic Growth, and Carbon Dioxide Emission. *Energy Policy* 153, 1-8.
- Yanıktepe, B., Kara, O. & Parlak, T. K. (2021). Enerji Tüketimi ve Ekonomik Büyüme İlişkisi: Türkiye. *Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 4(3), 452-465.
- Yuan, J-H, Zhao, C-H, Yu, S., & Hu, Z-G. (2007). Electricity Consumption and Economic Growth in China: Cointegration and Co-feature Analysis. *Energy Economics*, 29, 1179-1191.
- Zellner, A. (1962). An Efficient Method of Estimating Seemingly Unrelated Regression Equations and Tests of Aggregation Bias. *Journal of the American Statistical Association*, 57, 500-509.
- Zhang, X. P., & Cheng, X.M. (2009). Energy Consumption, Carbon Emissions and Economic Growth in China. *Ecological Economics*, 68(10), 2706-2712.