

## G-20 ÜLKELERİNDE JEVONS PARADOKSUNUN GEÇERLİLİĞİ ÜZERİNE PANEL VERİ ANALİZİ

Yeşim KUBAR<sup>1</sup>, Öznur KAYMAZ<sup>2</sup>

### Makale Bilgisi

DOI: 10.35379/cusosbil.1303594

Makale Geçmişi:

Geliş 27.05.2023

Kabul 18.09.2023

Anahtar Kelimeler:

Jevons Paradoksu,

Panel Veri Analizi,

Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik Analizi.

### ÖZ

Gelişen teknoloji ve yenilikler ile birlikte dünya nüfusunun artması sonucu gereksinimler de artmakta bu nedenle daha fazla üretim yapmak gerekmektedir. Üretim artırılması ve ürünlerin kullanılması esnasında enerji gerekmektedir ve hayatın her noktasında ihtiyaç duyulan bu enerji kıt bir kaynaktır. Enerji verimliliği politikalarının etkinliği, enerji kaynaklarında dışa bağımlılığı azaltarak sürdürülebilir kalkınmaya katkı sağlamaktadır. Enerjinin eskisine nazaran verimli kullanımı enerji tasarrufunu ortaya çıkararak literatürde Rebound Etkisi olarak adlandırılmaktadır. Bu çalışma G-20 ülkelerinin 1980-2015 yıllık verilerinden faydalanarak enerji kullanımı-enerji verimliliği ilişkisini Jevons Paradoksu çerçevesinde incelenmiştir. Çalışmanın bağımlı değişkeni enerji kullanımı, bağımsız değişkenleri ise şehir nüfusu, kişi başı GSYH, ticari açıklık, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu ve enerji tüketiminden oluşmaktadır. Çalışmada panel veri analizi kullanılmıştır. Uzun dönem tahmincisi analiz sonuçlarına göre; kişi başı GSYH meydana gelen % 1 birimlik artışın enerji kullanımını % 0.13 azalttığı, enerji ithalatındaki % 1 birimlik artışın ise enerji kullanımını yüzde 0.21 birim artırdığı belirlenmiştir. Ayrıca, enerji yoğunluğundaki % 1 birimlik artışın enerji kullanımını yüzde 0.012 oranında azalttığı ve şehir nüfusundaki % 1 birimlik artışın enerji kullanımını yüzde 0.81 birim azalttığı sonuçlarına ulaşılmıştır. Elde edilen analiz bulguları sonucu jevons paradoksu desteklenmemektedir.

## PANEL DATA ANALYSIS ON THE VALIDITY OF JEVONS PARADOX IN G-20 COUNTRIES

### Article Info

DOI: 10.35379/cusosbil.1303594

Article History:

Received 27.05.2023

Accepted 18.09.2023

Keywords:

Jevons Paradox,

Panel Data Analysis,

Dumitrescu and Hurlin Causality Analysis.

### ABSTRACT

With the developing technology and innovations, the needs are increasing due to the increase in the world population. Therefore, more production is required. Energy is required during the increase of production and the use of products, and this energy, which is needed at every point of life, is a scarce resource. The effectiveness of energy efficiency policies contributes to sustainable development by reducing foreign dependency on energy resources. The efficient use of energy compared to the past reveals energy savings and it is called the Rebound Effect in the literature. This study examines the energy use-energy efficiency relationship within the framework of Jevons Paradox, using the annual data of the G-20 countries from 1980-2015. The dependent variable of the study is energy use, and the independent variables are urban population, GDP per capita, trade openness, energy imports, energy density and energy consumption. Panel Data Analysis was used as the analysis method in the study. According to the long-term estimator analysis results; It has been determined that a 1% one-unit increase in GDP per capita reduces energy use by 0.13%, while a 1% one-unit increase in energy imports increases energy use by 0.21%. Additionally, it was found that a 1% one-unit increase in energy density reduces energy use by 0.012 percent, and a 1% one-unit increase in the city population reduces energy use by 0.81 percent. As a result of the analysis information obtained, the Jevons paradox is not supported.

<sup>1</sup> Fırat Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, ykubar@firat.edu.tr, ORCID: 0000-0002-3439-9430

<sup>2</sup> Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat Yüksek Lisans Programı, İktisat Anabilim Dalı, 222219105@firat.edu.tr, ORCID: 0009-0006-7944-4254

Alıntılanmak için/Cite as: Kubar, Y. ve Kaymaz, Ö. (2023), G-20 ülkelerinde Jevons paradoksunun geçerliliği üzerine panel veri analizi. Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 32 (2), 835-845.

## GİRİŞ

Evrensel bir kavram olan enerji iş yapabilme gücüdür. Enerji; çok çeşitli üretim dallarında kullanılması zorunlu olan girdi ve ekonomilerin refah seviyelerinin yükselmesi için gerekli bir araç ve sosyal kalkınmanın olmazsa olmazlarından birisidir (Şahin, 1994, s. 15). Ekonomilerin büyüme oranlarının, dünya genelinde nüfusun ve kentleşme oranının artması, teknolojik gelişmelerin hızlanması sonucu enerji talebindeki artışa karşın enerji arzı sınırlı kalmaktadır. Dünya enerji talebinin yaklaşık yüzde 80'i fosil yakıtlardan elde edilen enerji kaynaklarından oluşmaktadır. Enerji talebi, hızlı nüfus artışı, kentleşme, ekonomik büyüme gibi farklı nedenlerden hızla artmaktadır. Fosil yakıtların, oluşum süreçlerinin uzun zaman gerektirmesi ve tükenebilir olma özellikleri, rüzgâr, güneş, hidro, jeotermal vb. gibi yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelimi artırmıştır. Aşırı enerji tüketiminin ortaya çıkarabileceği olumsuz etkileri azaltma için temiz teknolojilere yapılan yatırımların artırılması ve enerji verimliliğinde iyileşmeler sağlayabilecek sürdürülebilir enerji sistemine geçiş önemli olacaktır (Bhattacharya vd. 2016, s. 734).

Enerji geçmişten günümüze hem ihtiyaçları karşılama noktasında hem de kalkınma açısından önemli bir konuma sahiptir ve ülkelerin ekonomik yapısının temelini oluşturmaktadır. Enerji insanlığın yaşamını sürdürmesi için farklı çeşitlilikte kullanılan önemli bir ihtiyaçtır. Bireysel, toplumsal ve ülke ekonomileri için vazgeçilmez bir unsurdur (Özbek ve Naimoğlu, 2021, s. 11). Enerji verimliliği, işletmelerde üretim kalitesinde ve miktarında herhangi bir azalmaya neden olmadan, bir birim ürün miktarı başına enerji tüketiminin azaltılmasıdır (Doğan ve Yılankıran, 2015, s. 376). Günümüzde enerji verimliliği, hükümetlerin enerji tüketimini iyileştirerek ve çevresel hedefleri karşılayarak karbon emisyonlarını azaltmayı amaçlayan yeşil büyüme stratejilerinin bir parçası haline gelmektedir (Bayar ve Gavriletea, 2019, s. 2222). Ancak son yıllarda, gelişmekte olan ülkeler büyüme modellerini değiştirmişlerdir. Bu tür ülkelerde sanayi sektöründen daha çok hizmet sektörü odaklı bir büyüme tercih edilmiş ve ülkeler enerji verimliliğine daha fazla önem vermeye başlamışlardır (Marinas vd., 2018). Enerji yoğunluğunun düşürülmesi enerjinin verimli kullanılması olarak ifade edilmektedir. Enerji yeterliliğinin, kalkınmayı destekleyecek ölçüde kesintisiz ve güvenilir bir şekilde sağlanması, enerji temininde verimliliğin artırılması, enerji tüketiminin ekolojik denge ile çevre üzerindeki olumsuz etkilerin en aza indirilmesi ülkelerin gelişmişlik seviyelerinin belirlenmesinde en başta yer almaktadır (Erçen, 2001, s. 1). Enerji yönetim sistemi; ürünün kalitesinden, güvenliğinden ve çevresel faktörlerden özveride bulunmadan, üretimi azaltmadan enerjinin daha verimli kullanılması için yapılandırılmış düzenli çalışmalardır. Enerji yönetiminin en önemli amacı; var olan işlem, sistem genelinde yapılacak değişiklik ve önlemler ile kullanılan enerjiden tasarruf etmektir. 21. Yüzyılda teknolojik gelişmelerde meydana gelen hızlı değişime karşın yenilenemez kaynaklar hızla tükenmektedir. Bu nedenle, enerji maliyetlerinin azaltılması, enerjinin verimli kullanılması gerekmektedir. Yaşam kalitesi düşürülmeden enerji verimliliğinin artırılması gerekmektedir. Bunun sağlanması için belirli dönemlerde enerji verimliliği ölçümlerinin yapılması, değerlendirilmesi ve gerekli olan yeni yatırımların yapılması sağlanmalıdır (Ergün 2005, s. 557).

Enerji verimliliğinin artışı enerji tüketimini iki yolla artırmaktadır. İlk olarak teknolojik gelişmeler sonucu, kişi başına enerji tüketimi artmakta bu durum daha fazla enerji tüketimine neden olmaktadır. İkinci olarak enerji verimliliğinin artmasıyla enerjinin diğer girdilere göre ucuzlaşması, ucuz enerjinin diğerlerine göre daha fazla kullanılmasına sebep olarak artırmaktadır. Böylece ekonomik büyümeyi artırarak enerji tüketimini artırmaktadır (Saunders, 1992, s. 143). Enerji verimliliğindeki artışın her an enerji tasarrufuna neden olmaması rebound (geri tepme) etkisi ile açıklanmaktadır. Rebound (geri tepme) etkisi; enerji verimliliğindeki artışın, enerji fiyatlarını düşürmesiyle sağlanan iktisadi kazançların enerji tüketimini artırması şeklinde tanımlanmaktadır (Wang vd., 2014, s. 126). Rebound etkisi 1865 yılında ilk kez S. Jevons tarafından incelenerek Jevons Paradoksu olarak ifade edilmiştir (Akıncı vd., 2018, s. 79).

Gelişmekte olan ülkelerin enerji kullanımında dışarıya bağımlı olması, yeni enerji kaynaklarına ulaşma noktasında sorun yaşaması ve enerji kaynaklarının kıt olması enerjii verimli kullanma amacına yöneltmiştir. Özellikle ülkelerin gelişmişlik düzeylerini yükseltmek için enerji verimliliğini sağlamak temel unsur olmuştur (Tekkol, 2019, s. 1). Enerji verimliliğinde enerji yoğunluğundaki azalış önem taşımaktadır. Enerji yoğunluğu bir birim üretim yapmak için duyulan enerji miktarıdır ve bu bağlamda yoğunluk azaltılarak verimliliğin sağlanmasına odaklanılmalıdır. Yani verimlilik artarken, enerji yoğunluğu azalırsa üretim daha az enerji kullanılarak enerji tasarrufu sağlanabilecektir (Konak ve Şahin, 2019, s. 1368). Burada dikkat çeken konu enerji verimliliği ile ilgili William Stanley Jevons tarafından oluşturulan paradokstur. Rebound etkisi olarak da bilinen Jevons paradoksunda buhar makinesi kullanılmasıyla kömürün daha verimli kullanıldığını, buhar makinesinin ekonomik gelişmeyi etkileyerek kömür tüketiminin artmasına neden olduğunu fark etmiştir. Yani, enerji verimliliğinin yükselmesi enerji talebini artırmakta ve daha fazla enerji kullanımına neden olmaktadır (Bozkaya, 2023, s. 304).

Rebound etkisi, W. Stanley Jevons (1865) tarafından literatüre eklendiğinde, Jevons Paradoksu olarak ifade edilmiştir. Buhar motorlarının kömür kullanımını azalttığını, kömür kullanımındaki düşüşlerin ise kömür fiyatlarını azalttığını ve kömür talebinin arttırdığını bu sayede kömür kullanımının yükseldiğini ifade etmiştir. Bir diğer deyişle, Rebound etkisi, yükselen enerji faaliyeti ve azalan enerji fiyatları sonucu oluşan kazançların daha fazla enerji kullanımına sebep olacağı anlamına gelmektedir. Jevons tarafından oluşturulan bu olgu, Brookes Khazoom ve Sounders'in oluşturduğu çalışmalar ile desteklenmiş, enerji faaliyetlerindeki artışların, azalan fiyatlardan dolayı enerji kullanımındaki yükselişleri desteklediği sonucuna ulaşılmıştır (Akıncı vd.,2018, s. 79). Rebound etkisi; doğrudan dolaylı ve ekonomik yanlı rebound etkisi olmak üzere üç başlık altında incelenmektedir.

Doğrudan rebound etkisi; enerji verimliliğinin artması, enerji kullanım miktarının azalması, enerji fiyatlarının ucuzlaması ve maliyetinin düşmesiyle enerji kullanılarak üretilen ürünlerin fiyatlarının düşmesi sonucu ürünlerin üretim miktarının artması sebebiyle enerji kullanımının da artması olarak açıklanmaktadır. Bu etki, bir enerji ürününe olan isteğin artması olarak da ifade edilmektedir. Enerji verimliliğinin artması, söz konusu ürünün satış değerini artırmaktadır (Zhang vd., 2017, s. 150 ). Doğrudan geri tepme etkisi, tüketicilerin enerji verimliliğinin artırılmasına gösterdikleri tepki olarak da ifade edilmektedir. Tüketiciler için ikame ve gelir etkisi, üreticiler için ise ikame ve çıktı etkisi gibi farklı şekillerde doğrudan rebound etkisi sınıflandırılmaktadır.

Tüketicilere yönelik ikame etkisi; fayda düzeyinin yükseltilmesi ve bu düzeyin korunabilmesi için ucuz olan enerji hizmetlerinin pahalı olanlarla ikame edilmesi olarak tanımlanmaktadır. Gelir etkisi ise; enerji verimliliğinin artırılması sonucu oluşan reel gelir kazançlarının enerji hizmetini de içine alarak mal/ hizmetlerin tüketimini artırmasıyla fayda düzeyinin yükseltilmesi olarak tanımlanmaktadır. Üreticilere yönelik ikame etkisi; belirli bir çıktı düzeyini üretebilmek için ucuz enerji kaynaklarının, sermaye, emek vb. üretim faktörleriyle yer değiştirmesi olarak tanımlanmaktadır. Çıktı etkisi ise; enerji verimliliğindeki artış nedeniyle üretim maliyetlerinin düşmesi sonucu sağlanan tasarrufların daha fazla çıktı elde edilmesine imkân tanınması ve enerjiyi de içine dâhil ederek bütün girdi tüketiminin artması olarak tanımlanmaktadır (Sorrell, 2007, s. 4).

Dolaylı rebound etkisi; enerji verimliliğindeki yükselişle daha az enerji kullanılmasına, enerji maliyeti ve enerji kullanımı için harcamaların azalmasına, tasarruf sağlayarak enerji kullanımı gerektiren diğer ürünlerin kullanılmasına olanak tanıyarak bu ürünlere yönelik talep artışlarına ve üretimleri için gerekli enerji miktarının yükselmesi olarak ifade edilmektedir (Konak ve Şahin,2019, s. 1365).

Ekonomi yanlı rebound etkisi, enerji fiyatlarındaki ve enerji maliyetindeki düşüşlerin, üretim sırasında kullanılan ara ve nihai malların fiyatlarında düşüşlere sebep olarak gerek üretim etkinliğinde gerekse tüketim durumunda yapısal değişikliklere neden olan durumdur. Ekonomi yanlı rebound etkisinde, enerji verimliliğindeki yükselişler, üretim ve tüketim aşamasında çok daha az enerjinin tüketilmesine ve enerji kullanımındaki düşüşler üretim maliyetlerinin düşmesine bu durumda kârlılığın artmasına neden olmaktadır. Kârlılık durumunda, yeni işletmelerin açılmasına, enerjiye bağımlı sanayi işletmelerinin üretim miktarının artmasına ve üretimde ihtiyaç duyulan enerji talebinin yükselmesine yol açmaktadır. Tüketim maliyetlerindeki düşüşler tasarrufları yükseltmekte, tasarruflar ise diğer sektör işletmelerinde üretilen malların talebi için kullanılmakta ve bu durumda enerji talebini yükseltmektedir (Konak ve Şahin,2019, s. 1366). Bu çalışmada Jevons paradoksu üzerinde durulmuş, 1980-2015 yılları arasında yıllık verilerden faydalanılmış, G-20 ülkeleri için enerji kullanımı, enerji verimliliği, enerji ithalatı, ticari açıklık, enerji tüketimi, kişi başına GSYH, şehir nüfusu arasındaki ilişkiler panel veri analizi kullanılarak incelenmiştir.

## LİTERATÜR TARAMASI

Jevons'un, kullanımı verimli hale gelen kaynak ile o kaynağın tüketimi arasındaki ters yönlü ilişkiyi ortaya koymasıyla birlikte 1865'li yıllarda Jevons paradoksu literatürde ki yerini almıştır. Jevons paradoksu, 1980'lerden sonra CO2 salınımındaki artışın çevreye verdiği zararın ortaya çıkmasıyla birlikte önem kazanarak çalışmalarda yer almaya başlamıştır. Yapılan araştırmalar sonucunda Jevons paradoksuna yönelik ekonometrik çalışmalarda rebound etkisine odaklanıldığı ve ağırlıklı olarak enerji etkinliğinin tüketim üzerindeki etkisinin analiz edildiği saptanmıştır. Tablo-1 de Jevons paradoksuna yönelik yapılan çalışmaların literatür özeti yer almaktadır.

**Tablo-1:** Litaretür Taraması

Yazar	Dönem	Ülke	Yöntem	Bulgular
Greene (1992)	1966-1989	Amerika	Ekonometrik Analiz	Yakıt tasarrufu sağlayan teknolojik gelişmeler sonucu, enerji tasarrufunun minibüs yolculuğunu yükselttiği ve bu şekilde enerji tasarrufu için beklenen sonuçların gerçekleşmediği görülmüştür.
Jin (2007)	1975-2005	Güney Kore	Lineer Olmayan Zaman Serisi Analizi	Enerji etkinliğinde oluşan yükselmenin enerji tüketimini düşürdüğü gözlemlenmiştir
Turner (2009)	2000	İngiltere	Hesaplanabilir genel denge analizi	Rebound etkisinin enerji talebini yükselttiği, ancak enerji talebindeki bu yükselmenin azalan enerji fiyatlarının sonucu olarak gerçekleşen negatif gelir, rekabet edebilme ve yatırım indirimleriyle dengelendiği gözlemlenmiştir
Ouyang vd. (2010)	2000-2007	Çin	Panel veri analizi	Hane halkı enerji verimliliğinde rebound etkisinin enerji talebi üzerindeki etkisi incelenmiş olup, Çin de en az %30 seviyesinde oluşan geri tepme etkisinin, toplam enerji talebini değiştirerek enerji tüketim düzeyini yükselttiği gözlemlenmiştir.
Lin ve Liu (2012)	1981-2009	Çin	Malmquist endeksi	Teknolojik ilerlemelerden kaynaklanan rebound etkisinin %53,2 oranında yükselttiği gözlemlenmiştir
Saunders (2013)	1980-2000	ABD	Panel veri analizi	Ülkede faaliyet gösteren 30 sektörde rebound etkisinin istatistik olarak anlamlı, bireysel sektör bağlamında rebound etkisinin artan veya azalan bir sonuç oluşturduğu gözlemlenmiştir.
Wang vd. (2014)	1996-2010	Çin	Panel bütünleşme	uzun süreli rebound etkisinin %74,kısa süreli etkinin ise %72 oranında gerçekleştiği gözlemlenmiştir
Broberg vd. (2015)	-	İsveç	EMEC model	Ekonomi yanlı geri tepme etkisinin enerji verimliliğindeki artışla maliyet oluşturup oluşturmadığı gibi birçok etkene bağlı olduğu gözlemlenmiştir. Enerji verimliliğinde oluşan %5 lik bir yükseliş sonrası oluşan rebound etkisi %40-70 aralığında olduğu gözlemlenmiştir.
Shahbaz vd. (2017)	1972-2011	Pakistan	Çeyreklik veri seti	Teknolojik ilerlemelerin enerji talebi üzerinde pozitif şekilde etkisinin olduğu görülmüştür. Pakistan için rebound etkisi hipotezinin desteklendiği gözlemlenmiştir
Karakaya (2017)	1961-2014	Türkiye	Granger Nedensellik	Enerji tüketiminin yükselmesi ekonomik büyümeyi artırdığı sonucuna ulaşılmıştır
Kaleci ve Şahbaz (2018)	1965-2015	Türkiye	-	Birincil enerji tüketiminin toplam faktör verimliliği ile aynı anda yükselttiği ifade edilmiştir
Akıncı, Sevinç ve Yılmaz (2018)	1967-2015	Türkiye	ADF, PP birim kök, Johansen- Juselius eş bütünleme testi, Granger Nedensellik	Enerji verimliliği ve üretimdeki artışa bağlı enerji tüketimi artışının Türkiye ekonomisi için geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Yang vd. (2019)	1996-2014	Çin	Panel veri	Kentsel enerji kullanımının doğrudan rebound etkisinin uzun vadede % 45, kısa vadede % 20 olduğu görülmüştür.
Kılıçarslan ve Dumrul (2019)	2000-2015	Seçilmiş Avrupa Ülkeleri Ve Türkiye	Panel bütünleşme, Panel Ols, Panel Dols	Enerji verimliliğindeki yükseliş, Enerji tüketimini azaltarak, rebound etkisini geçersiz kılmıştır.
Tekkol (2019)	2008-2014	Türkiye	Yumuşak geçişli Panel regresyon modeli	Enerji tüketimindeki yükselişin büyümeyi olumlu etkilemesi için verimliliğin dikkate alınması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
Konak, Şahin (2019)	1995-2015	OECD	Panel Eş Bütünleşme	Enerji yoğunluğundaki yükseliş enerji verimliliğini azaltarak, kullanımı arttırmıştır.
Naimoğlu (2021)	1990-2019	Türkiye	Vektör Otoregresyon	Enerji verimliliğinin yenilebilir enerji kaynaklarından kaynaklandığı görülmüştür
Eyüboğlu, Akdağ ve Özçelik (2021)	1990-2014	Gelişmekte olan Ülkeler	Westerlund Eş bütünleşme, Dumitrescu Hurlin nedensellik testi	Değişkenler için uzun dönemli ilişkinin olmadığı, kısa dönemde enerji verimliliği ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu gözlemlenmiştir
Bozkaya (2022)	1990-2017	G-7 Ülkeleri	Panel Veri, Peseran ve Yamagata testi	Nüfus artışı ve kişi başı GSYH enerji kullanımını yükseltirken, Enerji ithalatındaki yükseliş ise enerji kullanımını düşürmüştür.
Turgut, Sarıöz ve Gökten (2023)	1990-2017	15 Yükselen piyasa ekonomisi	Ekonometrik Analiz	Endüstrileşme ve Ekonomik gelişmenin kirlenmeyi arttırdığı, Jevons paradoksunun geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır

Yapılan literatür taraması sonucu, Jevons paradoksunun geçerliliğinin özellikle enerji etkinliği ve enerji tüketimi arasındaki ilişki üzerinden inceleme konusu yapıldığı görülmektedir.

## YÖNTEM

Bu çalışmada, G-20 ülkeleri için sanayileşmenin ve enerji tüketiminin çevreye etkisi bakımından Jevons paradoksunun geçerliliğinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Genel olarak yapılan çalışmalarda çevre kirliliğinin yoğun olduğu gelişmiş ülkeler kullanılmıştır. Ancak bu çalışmada, yabancı sermaye girişine izin vererek büyüme ivmesi kazanması hedeflenen G-20 ekonomileri için Jevons Paradoksunun geçerliliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Bu nedenle dünya ekonomisinin % 85'ini oluşturan ve dünya ticaretinin % 80'ini gerçekleştiren G-20 ülkelerinin 15 tanesinin (Arjantin, ABD, Almanya, Brezilya, Çin, Endonezya, Fransa, Güney Afrika, Güney Kore, Hindistan, İngiltere, İtalya, Japonya, Meksika, Türkiye) 1980-2015 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın 2015 yılı ile sınırlı kalmasının sebebi, kullanılan değişkenlerin zaman aralığının birbirinden farklı olması ve bu yıllar arasında ortak dengede buluşmasıdır.

Model oluşturulurken Jevons paradoksunu temsil edebilecek ve çevre üzerinde etkili olabilecek değişkenler dikkate alınarak genel bir model oluşturulmuştur. Bu değişkenler içerisinde enerji kullanımı bağımlı değişken olarak ele alınmış, bağımsız değişken olarak; kişi başı GSYH, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu, enerji tüketimi, şehir nüfusu ve ticaret açıklık modele dahil edilmiştir. Böylece modelde 6 farklı bağımsız değişken logaritmaları alınarak kullanılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan panel veri modeli denklem-1'de gösterilmiştir.

$$Leu_{it} = \beta_0 + \beta_1 kgdp_{it} + \beta_2 lei_{it} + \beta_3 ley_{it} + \beta_4 let_{it} + \beta_5 lopen_{it} + \beta_6 lup_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Denklem- 1'de EU, enerji yoğunluğunu; KGDP, kişi başına düşen GSYH; Eİ, enerji ithalatını; EY, enerji yoğunluğunu; ET, enerji tüketimini; OPEN, ticari açıklığı ve son olarak UP, şehir nüfusunu temsil etmektedir. Panel analizi kapsamında veri setinde i ve t sırasıyla yatay kesit (ülke) ve zaman boyutlarını göstermektedir. Değişkenler ve açıklamaları Tablo-2'de verilmiştir.

**Tablo-2:** Değişkenler ve Açıklamaları

Kısaltma	Değişken	Kaynak
eu	Enerji Kullanımı	Dünya Bankası
kgdp	Kişi Başı GSYH	Dünya Bankası

ei	Enerji İthalatı	Dünya Bankası
ey	Enerji Yoğunluğu	Dünya Bankası
et	Enerji Tüketimi	Dünya Bankası
open	Ticari açıklık (ihracat+ithalat/GSYH)	Dünya Bankası (Hesaplanmıştır)
up	Şehir Nüfusu	Dünya Bankası

Tablo 2’de verilen değişkenler kullanılarak çalışmada G-20 ülkeleri üzerinde Jevons paradoksunun geçerliliği sınanmıştır. Bunun için panel veri analizinden yararlanılmıştır. Panel veri analizine, ilk olarak yatay kesit bağımlılığı (korelasyon) incelenerek başlanmıştır. Analiz sonuçlarına göre, birim kök analizi yapılmış ve uzun dönemli katsayıların yorumlanmasında DOLSMG tahmincisinden yararlanılmıştır.

Panel veri analizinin kullanıldığı çalışmalarda, yatay kesit bağımlılığın test edilmesi oldukça önemlidir. Çünkü yatay kesit bağımlılığı test sonucu uygulanacak birim kök testlerine karar verilmesine yardımcı olmaktadır (Menyah vd., 2014, s. 389). Eğer, Korelasyon yoksa birinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekirken, korelasyon varsa ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Böylece değişkenlerin durağanlık seviyelerinin tespitinde ve yapılacak analizlerde en doğru sonuca ulaşılabacaktır.

### ARAŞTIRMA BULGULARI

Çalışmada uygulama kısmına ilk olarak yatay kesit bağımlılığı tespit edilerek başlanmıştır. Çalışmada kullanılan panelin zaman boyutu T=36, yatay kesit boyutu G-20 ülkeleri için N=15 olduğundan T>N durumuna uygun Paseran CD yatay kesit bağımlılığı testi uygulanmıştır. Çalışma kapsamında yatay kesit bağımlılığı (YKB) test sonuçları Tablo 3’de verilmiştir.

**Tablo-3: Yatay Kesit Bağımlılığı CD Test Sonuçları**

Değişkenler	CD istatistik	P değeri
leu	20.163	0.000*
lkgdp	51.970	0.000*
lei	3.632	0.000*
ley	2.510	0.012*
let	53.563	0.000*
lopen	55.492	0.000*
lup	58.182	0.000*

YKB için “Pesaran CD Test “ hipotezleri aşağıdaki gibi kurulmuştur:

$H_0$ : Korelasyon yoktur.

$H_1$ : Korelasyon vardır.

Tablo-3 de yer alan CD test sonuçlarına göre birimler arası YKB’ yi ifade eden temel hipotez  $H_0$  red edilmektedir. Değişkenler arasında birimler arası korelasyon vardır. Elde edilen sonuçlar istatistiki olarak % 5 düzeyinde anlamlıdır. YKB’ nin olduğu durumlarda kullanılacak birim kök testi ikinci nesil birim kök testleridir. Bu çalışmada ikinci nesil birim kök testlerinden Fisher Genişletilmiş Dickey Fuller (Fisher ADF) testinden yararlanılmış kritik tablo değerleri ile birlikte tablo-4’de verilmiştir.

**Tablo-4: Birim Kök Test Sonuçları**

Değişkenler	Düzy Fisher ADF			Fark Fisher ADF		
		İstatistik	P değeri		İstatistik	P değeri
leu	P	18.7471	0.9451	P	124.3229	0.0000
	Z	1.8895	0.9706	Z	-7.0906	0.0000
	L*	2.0079	0.9760	L*	-8.3839	0.0000
	Pm	-1.4527	0.9269	Pm	12.1770	0.0000
lkgdp	P	40.8409	0.0896	P	130.9940	0.0000
	Z	1.4824	0.9309	Z	-8.1027	0.0000
	L*	1.0415	0.8495	L*	-9.2496	0.0000

	Pm	1.3996	0.0808	Pm	13.0383	0.0000
lei	P	52.4017	0.0690	P	388.1968	0.0000
	Z	-2.1152	0.1720	Z	-17.2955	0.0000
	L*	-2.2966	0.1210	L*	-27.8073	0.0000
	Pm	2.8920	0.0910	Pm	46.2430	0.0000
ley	P	19.3625	0.9321	P	408.7331	0.0000
	Z	1.7154	0.9569	Z	-17.0640	0.0000
	L*	1.6242	0.9458	L*	-29.2116	0.0000
	Pm	-1.3733	0.9152	Pm	48.8942	0.0000
let	P	18.7471	0.9451	P	94.2412	0.0000
	Z	1.8895	0.9706	Z	-4.1859	0.0000
	L*	2.0079	0.9760	L*	-5.5062	0.0000
	Pm	-1.4527	0.9269	Pm	8.2935	0.0000
loopen	P	21.1247	0.8839	P	326.2629	0.0000
	Z	2.0911	0.9817	Z	-15.2115	0.0000
	L*	2.2429	0.9861	L*	-23.3686	0.0000
	Pm	-1.1458	0.8741	Pm	38.2474	0.0000
lupg	P	38.3056	0.1421	P	51.1503	0.0094
	Z	-1.1684	0.1213	Z	-2.4475	0.0072
	L*	-1.2469	0.1082	L*	-2.5623	0.0061
	Pm	1.0722	0.1418	Pm	2.7305	0.0032

Tablo-4’ de Fisher ADF birim kök testi için değişkenlerin düzeyde ve birinci farklarında ki sonuçları yer almaktadır. ADF temelli olan bu testin hipotezlerinin  $H_0$ : ‘Tüm birimler birim kök içermektedir’. Alternatif hipotez ise; ‘en az bir birim durağandır’ şeklindedir. Tüm değişkenler için düzey değerlerinde  $H_0$  hipotezi reddedilememektedir. Seriler birim köklüdür. Bu durumda değişkenlerin durağanlaşması için birinci farkları alınmış birinci farklarında, tüm değişkenlerin durağan hale geldikleri sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmada panel eş bütünleşme testinin tercih edilmesinin sebebi değişkenlerden tümünün birinci farkında durağan olmasıdır. Ancak çalışmada hangi eş bütünleşme testinin yapılacağına karar vermek için denklem-1 de yer alan modele yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testlerinin yapılması gerekmektedir. Çalışmada panel veri setinde  $T > N$  olduğu için YKB’ nin varlığı “Breusch ve Pagan LM Testi” ile araştırılmıştır (Yerdelen T., 2020, s. 238-239). Tablo-5’te modeller için yatay kesit bağımlılığı LM Test sonuçları yer almaktadır.

**Tablo-5:** LM Test Sonuçları

Model-1	Test	Test İstatistiği	P-Değeri
$Leu_{it} = \beta_0 + \beta_1 lkgdp_{it} + \beta_2 lei_{it} + \beta_3 ley_{it} + \beta_4 let_{it} + \beta_5 loopen_{it} + \beta_6 lup_{it} + \mu_{it}$	LM*	101*	0.5928*
	LM ajd	-2.245	0.0248
	LM CD	.8155	0.4148

Tablo-5 incelendiğinde,  $H_0$ : kalıntılar birimler arası korelasyonlu değildir hipotezi Model-1 için reddedilmektedir. Model-1; için YKB bulunmaktadır. Çalışmada homojenliğin tespiti için Swamy-S testi tercih edilmiştir. Swamy-S test istatistiği sonucu eğer, kritik değerlerden büyük ise parametreler heterojen küçük ise parametreler homojen olarak yorumlanmaktadır (Yerdelen T., 2020, s.246-247). Tablo-6’da Swamy-S homojenlik testi sonuçları yer almaktadır.

**Tablo-6:** Swamy-S Homojenlik Testi

Model-1	Chi2 değeri	P-Değeri
$Leu_{it} = \beta_0 + \beta_1 lkgdp_{it} + \beta_2 lei_{it} + \beta_3 ley_{it} + \beta_4 let_{it} + \beta_5 loopen_{it} + \beta_6 lup_{it} + \mu_{it}$	665.06	0.0000

Tablo-6’da yer alan Swamy-S homojenlik testine göre; Model-1 için P-değerlerine göre;  $H_0$  hipotezi reddedilmiş ve parametrelerin homojen olmadığı birimden birime değiştiği kabul edilmiştir. Eğitim parametreleri birimlere göre heterojendir. Bu durumda eş bütünleşme testlerinden heterojen olanların sonuçlarına güvenmek ve heterojen paneller için önerilen tahmin yöntemlerini kullanmak uygun olacaktır. Bu özelliği ile Swamy-S testi Pedroni’nin homojen (panel) istatistikleri ile heterojen (grup) istatistikleri arasında seçim yapmak için kullanılabilir. Bu nedenle çalışmada eş bütünleşme testi olarak yatay kesit bağımlılığının olmadığı ve heterojen paneller için uygun olan pedroni panel eş bütünleşme testinden yararlanılmıştır. Pedroni panel eş bütünleşme test sonuçları tablo-7 de yer almaktadır.

**Tablo-7: Pedroni Eş Bütünleşme Testi**

Test	Panel	Group
v	1.569	.
rho	-5.769	-4.4
t	-16.26	-17.63
adf	-11.1	-7.133
%1; 2.576	%5;1,96	%10;1,645

Tablo-7 de  $H_0$  hipotezinin ‘eş bütünleşme yoktur’ şeklinde kurulmaktadır. Gecikme uzunluğu AIC göre seçilmiştir, Panel v, rho (p), t ve ADF istatistikleri ve grup p, t, ADF istatistiklerinin hesaplandığı görülmektedir %95 güven düzeyinde panel v haricindeki tüm test istatistiklerine göre  $H_0$  hipotezi red edilmiş ve enerji kullanımı ile kişi başı gelir, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu; enerji tüketimini, ticari açıklığı ve şehir nüfusu değişkenleri arasında eş bütünleşme ilişkisine rastlanmıştır. Tablo-8 de G-20 ülkelerine ait heterojen modeller için eş bütünleşme ilişkisinin uzun dönem DOLSMG tahmin sonuçları yer almaktadır.

**Tablo-8: DOLSMG Tahmin sonuçları**

Değişkenler	Beta	t-stat
dlkgdp	-0.1266	-4.505
dlup	-0.8098	-7.889
dlei	0.2142	2.042
dlet	0.8238	23.35
dley	-0.01216	-4.265
dlopen	-0.02854	0.3708
Not: %10, %5 ve %1 için kritik değerler sırasıyla $\bar{F}1.645$ , $\bar{F}1.96$ , $\bar{F}2.58$ .		

Tablo-8’ de enerji kullanımı ile kişi başı gelir, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu; enerji tüketimi, ticari açıklık ve şehir nüfusu değişkenleri arasında DOLSMG tahmini görülmektedir. Tahmin edilen beta parametreleri; -0.1266; -0.8098; 0.2142; 0.8238; -0.01216 uzun dönem parametreleridir. Bu uzun dönem parametrelerinin t istatistiği anlamlıdır. DOLSMG sonuçlarına göre uzun dönemde kişi başı gelir, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu; enerji tüketimi, şehir nüfusu enerji kullanımı değişkenini etkilemektedir. Kişi başına gelir değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını yaklaşık olarak % 0.13 azaltmaktadır. Şehir nüfusu değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını yaklaşık olarak % 0.81 azaltmaktadır. Enerji ithalatı değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını yaklaşık olarak % 0.22 artırmaktadır. Enerji tüketimi değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını yaklaşık olarak % 0.82 artırmaktadır. Enerji yoğunluğu değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını % 0.012 azaltmaktadır. Ticari açıklık değişkenindeki %1 lik artış enerji kullanımını % 0.028 azaltmaktadır. Beta katsayıları ise teori ile doğru yönlü sonuçlar vermektedir. Nüfusta meydana gelen artışın enerji kullanımını artırması beklenirken çalışmada azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Kişi başı GSYH da meydana gelecek bir artışın enerji kullanımını artırması gerekirken çalışmada azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Enerji ithalatında meydana gelen bir artışın, enerji kullanımını azaltması beklenirken çalışmada artırmıştır. Enerji yoğunluğunda meydana gelen bir artış, enerji kullanımını azaltması gerekirken çalışmada da azalttığı sonucuna ulaşılmıştır. Enerji yoğunluğu, bir birim gelir elde etmek için geçmişte olduğundan daha az enerji kullanımı anlamına geldiğinden aralarında negatif bir ilişkinin olması beklenen bir sonuçtur. Bu sonuç Jevons’un önermiş olduğu enerji verimliliğindeki artışın daha fazla enerji kullanımına yol açtığı yönündeki önerisine ters bir sonuç olduğu için Jevons paradoksu geçerli değildir.

Panel nedensellik testi kapsamında her bir ülke için enerji kullanımı ile kişi başı GSYH, enerji ithalatı, enerji yoğunluğu, enerji tüketimi, şehir nüfusu ve ticari açıklık, alt bileşenleri arasında nedensellik ilişkisinin belirlenmesi büyük önem arz etmektedir. Bu nedenle çalışmada G-20 ülkeleri için 1980-2015 döneminde bağımlı



ve bağımsız değişkenler arasındaki ilişki Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi kapsamında ele alınmış ve aşağıda tablo-9 da araştırmanın bulgularına yer verilmiştir

**Tablo-9:** Dumitrescu ve Hurlin Nedensellik Sonuçları

Test İstatistiği Sonuçları			
H0 Hipotezi	Wbar istatistik	Zbar istatistik	Olasılık
$\Delta \text{kgdp} \rightarrow \Delta \text{leu}$	16.7323	7.0586	0.0000
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{kgdp}$	15.0305	5.5051	0.0000
$\Delta \text{lup} \rightarrow \Delta \text{leu}$	2.8403	1.6271	0.1037
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{lup}$	11.2405	2.0453	0.0408
$\Delta \text{lei} \rightarrow \Delta \text{leu}$	2.2757	3.4936	0.0005
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{lei}$	13.4622	4.0734	0.0000
$\Delta \text{let} \rightarrow \Delta \text{leu}$	17.3368	7.6104	0.0000
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{let}$	15.3851	5.8287	0.0000
$\Delta \text{ley} \rightarrow \Delta \text{leu}$	13.3348	3.9572	0.0001
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{ley}$	12.8212	3.4883	0.0005
$\Delta \text{lopen} \rightarrow \Delta \text{leu}$	2.1439	3.1326	0.0017
$\Delta \text{leu} \rightarrow \Delta \text{lopen}$	13.7654	4.3502	0.0000

Tablo-9’da ifade edilen nedensellik test sonuçlarında,  $H_0$  hipotezi: ‘x, y’nin nedeni değildir’ şeklinde, alternatif hipotez ise; ‘x, y’in nedenidir’ şeklindedir. Elde edilen sonuçlara göre Model-1 de değişkenler arasında  $H_0$  hipotezinin reddedildiği sonucuna ulaşılmıştır. Nedensellik test sonucuna göre; kişi başı gelir, enerji ithalatı, enerji tüketimi, enerji yoğunluğu ve ticari açıklık ile enerji kullanımı arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğu; enerji kullanımı ve şehir nüfusu arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

## SONUÇ

1865 yılında literatüre giren Jevons paradoksu, var olan üretim sistemi ile doğa arasında sürdürülebilir bir ilişkinin çok zayıf olduğunu ifade etmektedir. Çünkü günümüz üretim sisteminde sağlanan verimlilik artışı üretim kaynağının maliyetini azaltsa bile yenilenemez kaynaklarla enerjiden yararlanmaya devam edilmektedir. Yenilenemez kaynak kullanımındaki artış da karbon salınımını artırarak atmosfere zarar vermektedir. Bu nedenle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler enerji tüketimini azaltmak için enerji verimliliği artışını sağlayacak önlemler almaktadır. Ülkelerin bu amaç için enerji verimliliği politikaları uygulamaları her zaman enerji tüketimini azaltmamaktadır. Bu durum Jevons paradoksu olarak ifade edilmektedir.

Jevons'un çalışması İngiltere'nin sürdürülebilirliği üzerinedir. Günümüz de yapılan çalışmaların amacı ise, Kapitalist sistem ile dünyanın ne kadar sürdürülebilir olduğu üzerinedir. Pandemi süreci de bu amaç doğrultusunda bazı değişikliklerin yapılması gerektiğini göstermiştir.

Literatürdeki bazı çalışmalar Jevons paradoksunu desteklerken, bazı çalışmalar enerji verimliliğinin artmasının enerji tüketimini azalttığı yönünde sonuçlar elde etmiştir. Bu çalışmanın ampirik bulgularına göre enerji kullanımındaki artışın enerji tüketimini artırdığı gözlenmiştir. Jevons paradoksunun desteklemediği sonucuna ulaşılmıştır. Bunun nedeni olarak çalışmanın ele aldığı örneklem grubu ve zaman aralığı olarak ifade edilebilir. Panel analizi sonuçları; enerji yoğunluğundaki artış ile enerji kullanımı arasında ters yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu sonuçlar çalışmanın örneklem gurubunu oluşturan G-20 ülkeleri açısından incelendiğinde, bu ülkeler dünya üretiminde oldukça önemli bir yere sahip oldukları için üretim süreçlerinde kullanılan enerji yoğunluğundaki artışın, enerji tüketimini azaltması, enerji verimliliği politikalarının etkin olduğunu göstermektedir. Enerji verimliliği, sürdürülebilir ekonomik kalkınma açısından büyük bir öneme sahiptir. Bu yüzden, enerji politikaları, enerji verimliliği ve alternatif enerji üzerine yapılan çalışmaların etkinliği ve bu yöndeki politikaların önemi üzerinde durulmasının gerektiği düşünülmektedir.

## KAYNAKLAR

Akıncı, M., Sevinç, H. & Yılmaz, Ö., (2018). Jevons paradoksu: enerji etkinliği ve rebound etkisi üzerine ekonometrik bir analiz, *Fiscaoeconomia*, 2(1), 77-98.

- Bayar, Y., & Gavriletea, M. D. (2019). Energy efficiency, renewable energy, economic growth: evidence from emerging market economies. *Quality & Quantity*, 53(4), 2221-2234.
- Bozkaya, Ş. (2023). G-7 ülkelerinde enerji tüketimi ve enerji verimliliği ilişkisi: jevons paradoksu. Pamukkale University Journal of Social Sciences Institute/Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 55.
- Bhattacharya, M., Paramati, S. R., Ozturk, I., & Bhattacharya, S. (2016). The effect of renewable energy consumption on economic growth: evidence from top 38 countries. *Applied Energy*, 162, 733-741.
- Broberg, T., Berg, C. & Samakovlis, E. (2015). The economy-wide rebound effect from improved energy efficiency in Swedish industries-a general equilibrium analysis. *Energy Policy*, (83), 26-37.
- Doğan, H., & Yılankırkan, N. (2015). Türkiye'nin enerji verimliliği potansiyeli ve projeksiyonu. *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi Part C: Tasarım ve Teknoloji*, 3(1), 375-384.
- Dünya Bankası. (2020). World bank development indicators, <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>. Erişim Tarihi: 11/04/2023.
- Erçen, E. (2001). *Ülkemizde enerji verimliliği ve yönetimi çalışmalarının dün, bugün ve geleceği* [Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ege Üniversitesi].
- Ergün, S. (2005). *Türkiye enerji sektöründe verimlilik göstergeleri, küreselleşmenin enerji sektöründe yapısal değişim programı ve enerji politikaları, elektrik mühendisleri odası*. 5. Enerji Sempozyumu Bildiriler Kitabı, Ankara.
- Eyüboğlu, K., Akdağ, S., & Özçelik, M. (2021). Gelişmekte olan ülkelerde enerji verimliliği, yenilenebilir enerji ve ekonomik büyüme etkileşiminin test edilmesi. *Tarsus Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Fakültesi Dergisi*, 1(1), 29-36.
- Greene, D. L. (1992). Vehicle use and fuel economy: how big is the rebound effect?, *The Energy Journal*, 13(1), 117-143.
- Jin, S. H. (2007). The effectiveness of energy efficiency improvement in a developing country: rebound effect of residential electricity use in South Korea, *Energy Policy*, 35(11), 5622-5629.
- Karakaya, H. (2017). Enerji verimliliği kapsamında Türkiye'nin enerji tüketimi ve ekonomik büyümesi arasındaki nedensellik ilişkisinin değerlendirilmesi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 16(2), 26-39.
- Kaleci, F. & Şahbaz, A. (2018). Rebound effect on energy efficiency and energy consumption in Turkey, *Intertional Congress On Social and Economic Sciences*, November 26-28, Budapest.
- Kılıçarslan, Z., & Dumrul, Y. (2019). Enerji rebound etkisinin panel veri yöntemi ile analizi. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 15(1), 1-13.
- Konak A. & Şahin G. (2019), OECD ülkeleri kapsamında rebound etkisinin geçerliliğine yönelik bir sına, *BMIJ*, (2019), 7(4),1361-1382 doi: <http://dx.doi.org/10.15295/bmij.v7i4.1179>.
- Lin, B. and Liu, X. (2012). Dilemma between economic development and energy conservation: energy rebound effect in China. *Energy*, 45(1), 867-873.
- Marinaş, M. C., Dinu, M., Socol, A. G., & Socol, C. (2018). Renewable energy consumption and economic growth. causality relationship in central and eastern European countries. *PloS one*, 13(10), e0202951.

- Menyah, K., Nazlioglu, S. & Wolde-Rufael, Y. (2014). Financial development, trade openness and economic growth in african countries: new insights from a panel causality approach, *Economic Modelling*, (37), 386-394.
- Ouyang, J., Long, E. and Hokao, K. (2010). Rebound effect in chinese household energy efficiency and solution for mitigating it. *Energy*, 35(12): 5269-5276.
- Özbek, S., & Namoglu, M. (2021). Enerji verimliliğinin dinamikleri: var analizi ile türkiye üzerine ampirik bir çalışma. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 314-326.
- Saunders, H. D. (1992). the khazzoom-brookes postulate and neoclassical growth. *The Energy Journal*, 13 (4), 131-148.
- Saunders, H. D. (2013). Historical evidence for energy efficiency rebound in 30 us sectors and a toolkit for rebound analysts. *Technological Forecasting and Social Change*, 80(7): 1317-1330.
- Shahbaz, M., Chaudhary, A. R. and Ozturk, I. (2017). does urbanization cause increasing energy demand in pakistan? empirical evidence from stirpat model. *Energy*, (122): 83-93.
- Sorrell, S. (2007). The rebound effect: an assessment of the evidence for economywide energy savings from improved energy efficiency, UK Energy Research Centre Project Report.
- Şahin, V. (1994). Enerji sektöründe geleceğe bakış (arz, talep ve politikalar), TÜSİAD Yayınları, Yayın No: TÜSİAD-T/94, 11-168, İstanbul.
- Tekkol, B. (2019). Enerji tüketiminin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinde enerji verimliliğinin rolü: Türkiye örneği [Yüksek lisans Tezi, Bandırma Onyedil Eylül Üniversitesi].
- Turgut, E., & Gökten, Y. S. (2023). Jevons paradoksu hala geçerli mi? yükselen piyasa ekonomileri örneği. *Verimlilik Dergisi*, 57(1), 85-102.
- Turner, K. (2009). Negative rebound and disinvestment effects in response to an improvement in energy efficiency in the uk economy. *Energy Economics*, 31(5), 648-666.
- Yang, Q.-R., Zhang, K., Yuan, X.-X. and Liang Q.-M. (2019). Evaluating the direct rebound effect of china's urban household energy demand. *Energy Procedia*, 158, 4135-4140.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2020). Panel veri ekonometrisi (5.Basım). Beta Yayınevi.
- Wang, Z., Lu, M., & Wang, J. C. (2014). Direct rebound effect on urban residential electricity use: an empirical study in china. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 30, 124-132.
- Zhang, Y. J., Liua, Z., Qina, C. X., & Tan, T. D. (2017). The direct and indirect co2 rebound effect for private cars in china. *Energy Policy*, 100, 149-161.

#### **Yazar Katkı Oranı**

Birinci Yazar araştırmaya % 70 ikinci yazar araştırmaya % 30 oranda katkı sağlamıştır.