

Jevons Paradoksu Hala Geçerli mi? Yükselen Piyasa Ekonomileri Örneği

Ecem TURGUT¹, Yeliz SARIÖZ GÖKTEN²

ÖZET

Amaç: Bu çalışmada çevresel iktisat bağlamında Jevons paradoksu'nun geçerliliğinin tespit edilmesi amaçlanmıştır.

Yöntem: Seçilmiş 15 yükselen piyasa ekonomisinin (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Kolombiya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Romanya, Şili, Tayland, Türkiye) 1990-2017 dönemi verilerinden yararlanılarak ekonometrik bir analiz yöntemi uygulanmıştır.

Bulgular: Sanayileşmenin ve ekonomik büyümenin çevresel kirlenmeyi artırdığı tespit edilmiş ve çalışma kapsamında Jevons paradoksu'nun geçerliliği doğrulanmıştır.

Özgünlük: Jevons paradoksunun geçerliliği özellikle enerji etkinliği ve tüketimi arasındaki ilişki üzerinden inceleme konusu olmuş buna karşılık çevre üzerinden yapılan incelemeler daha sınırlı kalmıştır. Bu sebeple bu çalışma diğer çalışmalardan çevre bağlamında Jevons paradoksunun geçerliliğinin analiz edilmesinin amaçlanması konusunda ayrılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Jevons Paradoksu, Ekolojik İktisat, Çevre Ekonomisi.

JEL Kodları: C10, C33, C50, Q00, Q50.

Does the Jevons Paradox Still Valid? The Example of Emerging Market Economies

ABSTRACT

Purpose: In this study, it is aimed to determine the validity of Jevons paradox in the context of environmental economics.

Methodology: An econometric analysis method is applied by using the data of the selected 15 emerging market economies (Argentina, Bangladesh, Brazil, Indonesia, South Africa, India, Colombia, Malaysia, Mexico, Pakistan, Peru, Romania, Chile, Thailand, Türkiye) for the period of 1990-2017.

Findings: It has been determined that industrialization and economic growth increase environmental pollution and the validity of Jevons paradox has been confirmed within the scope of the study.

Originality: The validity of the Jevons paradox has been the subject of examination, especially on the relationship between energy efficiency and consumption, whereas the studies on the environment have been more limited. For this reason, in this study, unlike other studies, it is aimed to analyze the validity of Jevons paradox in the context of the environment.

Keywords: Jevons Paradox, Ecological Economics, Environmental Economics.

JEL Codes: C10, C33, C50, Q00, Q50.

¹ Doktora Öğrencisi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde, Türkiye, ecemtrgtt@gmail.com, ORCID: 0000-0003-2385-1580. (Sorumlu Yazar-Corresponding Author).

² Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Niğde, Türkiye, yelizsarioz@ohu.edu.tr, ORCID: 0000-0002-6900-9017.

DOI: 10.51551/verimlilik.1068682

Araştırma Makalesi / Research Article | Geliş Tarihi / Submitted Date: 05.02.2022 | Kabul Tarihi / Accepted Date: 09.11.2022

Atıf: Turgut, E. ve Gökten Sarıöz, Y. (2023). "Jevons Paradoksu Hala Geçerli mi? Yükselen Piyasa Ekonomileri Örneği", *Verimlilik Dergisi*, Cilt 57(1), 85-102.

EXTENDED ABSTRACT

During the Industrial Revolution in 1965, British Economist William Stanley Jevons noticed something strange. James Watt had just invented the steam engine, which works much more efficiently than its predecessors and consumes less coal per unit produced. Everyone assumed that this invention would reduce total coal consumption. But strangely, the opposite happened. There has been a huge increase in coal consumption in the UK. Jevons found that the improvement in productivity saves money, as capitalists turn those savings into investments that expand production. Thus, the economy grew. As the economy grew, the need for coal increased. This strange result came to be called the Jevons Paradox.

In the literature, the validity of the Jevons Paradox has been the subject of examination, especially on the relationship between energy efficiency and consumption, whereas the studies on the environment have been more limited. For this reason, in this study, first of all, the place of ecology in economics is discussed and the Jevons paradox is put forward theoretically. Then, in determining the validity of Jevons Paradox, it is focused on environmental pollution, thus contributing to the literature. For this purpose, it is aimed to test the validity of Jevons paradox in the context of environmental relationship by using 15 selected emerging market economy examples. Thus, the environmental issue has been clarified and it has been clarified whether the Jevons Paradox is still valid today.

In this study, it is aimed to analyze the validity of Jevons paradox in terms of the impact of industrialization and technological development on the environment. In the studies carried out so far, developed countries with the highest environmental pollution have been preferred. However, in this study, it is aimed to test the Jevons Paradox for emerging economies that allow foreign capital inflow by going into financial liberalization, thus aiming to gain growth momentum. Thus, it is aimed to reveal how the environment is affected while these countries take steps to reach their growth goal. For this reason, 15 emerging market economies (Argentina, Bangladesh, Brazil, Indonesia, South Africa, India, Colombia, Malaysia, Mexico, Pakistan, Peru, Romania, Chile, Thailand, Türkiye) included in the IMF's 2015 world economic outlook report. 1990-2017 period data is used. The reason why the study is limited to 2017 is that the time intervals of the variables used are different from each other and they meet in a common balance between these years. In this respect, it differs from other studies. While creating the model, variables that could represent the Jevons paradox and have an impact on the environment are taken into account, and thus a general model is created. Among these variables, ecological footprint representing the environment was considered as a dependent variable in the model, and technological development and industrialization data were used as independent variables in the validity of Jevons paradox. In addition to these, economic growth, trade openness and energy consumption data are also included in the model as control variables. In this direction, firstly, cross-section dependence and homogeneity tests were performed on the variables in the study. Then, the Boot-IPS brim root test was used to determine the level at which the variables were stationary. The CCEMG method was used to analyze the relationship between the variables.

As a result of the cross-sectional dependency test, it was concluded that each of the variables included cross-sectional dependence. Delta homogeneity test results confirmed the heterogeneity and accordingly, the Boot-IPS second generation unit root test was used to determine the level at which the variables were stationary. As a result of this test, it was seen that the TECHN variable representing technological development was stationary at the level, while all other variables were found to be stationary at the first difference. Finally, as a result of the CCEMG test, it is seen that a one-unit increase in industrialization increases the ecological footprint, which represents environmental pollution, by 0.017 units. However, a positive relationship was found between economic growth and ecological footprint. The coefficients of the other variables could not be interpreted because they were insignificant. In line with this result, the accuracy of Jevons paradox has been accepted.

In line with the results obtained from the study, as Jevons paradox put forward, it confirmed the assumption that the long-term development and the increase in economic growth increase environmental pollution. For this reason, the validity of Jevons paradox was accepted in this study.

1. GİRİŞ

Jevons (1906), özellikle 19. yüzyılda iktisat literatürüne damgasını vurmuş ve "The Coal Question: An Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of Our Coal-Mines" adlı eserinde, bir kaynağa olan talebin artmasının verimlilik artışına neden olacağını bunun ise artan verimlilikle birlikte söz konusu kaynağın kullanımında bir artış yaratacağını ileri sürmüştür. Ayrıca uzun dönemde yaşanan teknolojik gelişmelerin ve ekonomik büyümenin çevresel kirlenmeyi artıracaklarını savunmuştur. Bu varsayım literatüre Jevons paradoksu olarak girmiş ve o günden itibaren üzerine en fazla düşünülen ve tartışılan konular arasında yer almıştır.

Ana akım iktisat yazınında teknolojik gelişme ile büyüme arasında pozitif bir ilişki bulunmaktadır. Buna göre verimlilik artışının ekonomik büyümeyi artıracakı kabul edilir. Ancak bu artış Jevons paradoksunda da açıklandığı üzere aşırı enerji ve doğal kaynak kullanımı sayesinde biyosfer üzerinde büyük bir baskıya neden olmaktadır. On dokuzuncu yüzyılın ortalarında Marx, besin maddelerinin doğal döngüsünün kapitalizmdeki gelişmeler tarafından kırıldığına yani kendi ifadesi ile "metabolik yarık"lar oluşturduğuna işaret etmiştir. Bir taraftan şehirdeki nüfusun ihtiyaçlarını karşılamak adına elde edilen gıda, kentlere gönderilirken aynı zamanda gıda atıklarının kalıntıları da nehirleri kirlenmiştir. En geniş anlamıyla kapitalizmin doğayla olan tüm etkileşimlerini karakterize eden bu metabolik yarıktan kaynaklanan ekolojik sorunlar günümüzde bizleri de fazlasıyla meşgul eden konulardır (Magdoff, 2002). Bu sebeple de özellikle Jevons paradoksunun geçerliliğinde çevre konusuna odaklanması ayrı bir önem teşkil etmektedir.

Literatürde Jevons paradoksunun geçerliliği özellikle enerji etkinliği ve tüketimi arasındaki ilişki üzerinden inceleme konusu olmuş buna karşılık çevre üzerinden yapılan incelemeler daha sınırlı kalmıştır. Bu konuda yapılan çalışmalara örnek olarak ise Ceddia (2019), Akıncı ve diğerleri (2018), Murshed (2018), Singh ve Narayanan (2015), Polimeni (2007) verilebilmektedir. Bu sebeple bu çalışmada öncelikle ekolojinin iktisattaki yeri ele alınmış ve Jevons paradoksu teorik olarak ortaya konulmuştur. Ardından Jevons paradoksunun geçerliliğinin tespit edilmesinde çevresel kirlenme üzerine odaklanılmış böylece literatüre katkı sağlamaya çalışılmıştır. Bu amaçla çalışmada özellikle seçilmiş 15 yükselen piyasa ekonomisi örneğinden yararlanılarak Jevons paradoksunun çevresel ilişki bağlamında geçerliliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Böylelikle çevre konusuna netlik kazandırılarak Jevons Paradoksunun günümüzde hala geçerli olup olmadığına açıklık kazandırılmıştır.

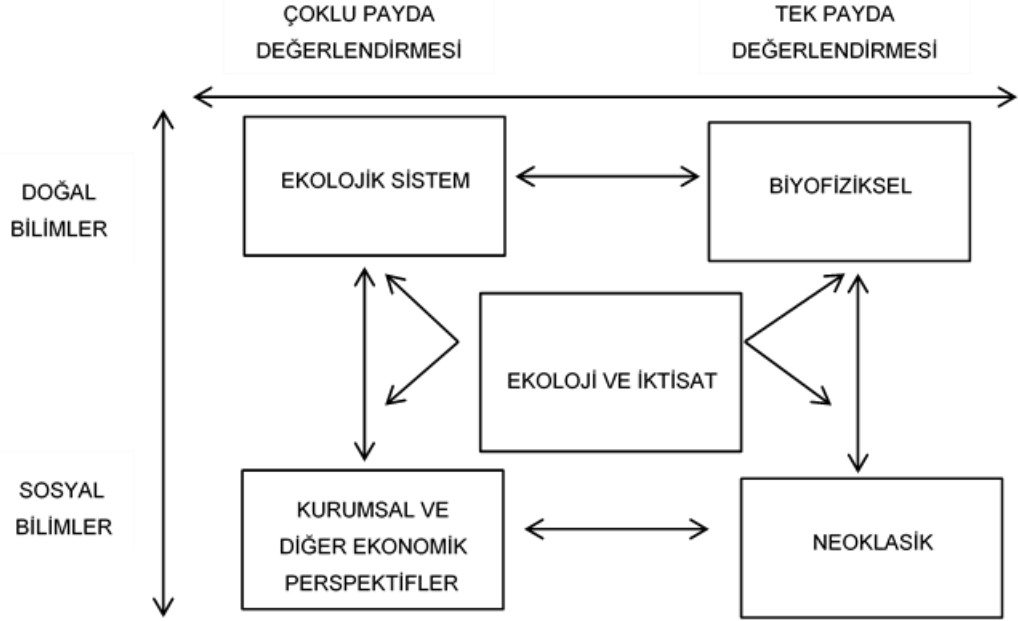
Çalışmada öncelikli olarak ekolojik iktisat üzerine teorik bilgiye yer verilmiştir. Daha sonra kapitalizm ve ekoloji bağlantısı ortaya koyulmuştur. Böylelikle Jevons paradoksunun daha net anlaşılması için bir temel oluşturulmuştur. Akabinde ise Jevons Paradoksuna yönelik ayrıntılı bir teorik bilgiye yer verilerek konunun özünün anlaşılması amaçlanmıştır. Bu noktada daha fazla ürün ve hizmet sunumu veya daha az enerji ve doğal kaynak kullanımı ile daha fazla ekonomik ve çevresel verimlilik dikkat çekerek eko-verimlilik kavramı öne çıkmıştır. Eko-verimlilik konusunun incelenmesinde de bu çalışma özellikle Jevons paradoksunun geçerliliğiyle analiz edilerek verimlilik konusuna da farklı bir bakış açısı kazandırılmıştır. Daha sonra Jevons Paradoksuna yönelik literatürde bu konuda yapılan çalışmalara yer verilerek bu çalışma kapsamında elde edilen sonuçların diğer çalışmalarla kıyaslanması sağlanmış ve ekonometrik analiz kısmına bir temel oluşturulmuştur. Akabinde ise çalışma kapsamında ekonometrik analiz kısmı uygulanmış ve sonuçlar verilmiştir. Ekonometrik analiz kısmına ise panel veri analizlerinde önemli bir sorun olan yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testleri uygulanarak başlanmıştır. Akabinde ise değişkenlerin durağan olduğu seviyenin tespit edilebilmesi için birim kök testi uygulanmış ve çıkan sonuçlar doğrultusunda CCEMG tahmincisiyle değişkenler arasındaki ilişki ortaya koyularak çalışma sonuç bölümüyle birlikte sonlandırılmıştır.

2. EKOLOJİK İKTİSAT ÜZERİNE

Neoklasik iktisatta, kapitalist sistem savunularının doğal bir sonucu olarak çevresel bozulmalara ilişkin endişeler yatıştırılmaya çalışılır. Neoklasiklere göre ileri teknolojilere ve verimli hammadde kaynaklarına sık başvurulması sistemin gelişimi sürecinde kaçınılmazdır. Ancak uzun dönemde emisyonların ve çevresel bozulmanın azalacağı iddia edilir. Bunu kanıtlamak adına "Çevresel Kuznets Eğrisi" (EK) kullanılır. EK'ye göre, kirlilik gibi çevresel etkiler, endüstriyel bir ekonomi kuruldukça uluslardaki gelişimin ilk aşamalarında artacak ancak ilerleyen aşamalarda artış göstermeyip aynı seviyede kalacaktır (Clack ve York, 2005).

Karbon emisyonu (CO₂) salınımindaki artışın iklim değişikliğine yol açması günümüzde büyük bir endişe kaynağı haline gelmiş ve emisyonları azaltmak adına dünya çapında sosyal baskılar artış göstermiştir. Küresel ekolojik yaşam içerisindeki tehlikelere dair artan farkındalıklar, alınan kararların küresel olarak kötü sonuçlar ortaya çıkarabileceğine dikkat çekmektedir. Buna karşılık geleneksel ekonomik ve ekolojik modellerin ve kavramların küresel ekolojik sorunlarla başa çıkmada yetersiz kaldığı gözlemlenmektedir. Ekosistem ve ekonomik sistemler arasındaki bağlantılar, ekolojik iktisadın odak

noktasını oluşturmaktadır. Ekolojik iktisat tanımsal olarak ekosistemler ve ekonomik sistemler arasındaki ilişkileri en geniş anlamıyla ele alan ve çevre-ekonomi etkileşimine önem veren yeni bir disiplinler arası çalışma alanıdır. Bu ilişkiler insanlığın mevcut sorunlarının birçoğunun çözümünde ve sürdürülebilir bir gelecek inşa etmenin merkezinde yer almaktadır (Costanza ve diğerleri, 1991). Ekolojik iktisat etkileşimlerine olası bilimsel yaklaşımların basitleştirilmiş şeması Şekil 1’de verilmiştir.



Şekil 1. Ekolojik iktisat perspektifinin basitleştirilmiş modeli (Munda, 1997)

Ekolojik iktisat olarak bilinen alanın temelleri 1980’li yılların sonunda atılmıştır (Van Den Bergh, 2001). Ekolojik iktisat tüm geleneksel ve heterodoks ekonomik düşünce okulları arasında, gelecek yüzyıllarda insanın hayatta kalmasıyla ilgili sorunları ele almaya hazır olan tek iktisat alanıdır. Ekonomik, biyofiziksel ve sosyal dünyaların karşılıklı bağlantılarını ve karşılıklı bağımlılığını açıkça tanıyan düşünce okuludur. Ekolojik iktisat henüz çok yeni olmasından dolayı tutarlı bir düşünce okulunda birleşmemiştir. Ancak neoklasik ortodoksiye kapsamlı bir alternatif olmak için heterodoks ekoller içinde önde gelenlerden biridir (Gowdy ve Erickson, 2005).

Ekolojik iktisat, neoklasik iktisadın içinde yer alan bir ekol değildir. Neoklasik, kurumsal veya Post-Keynesyen ekonomi gibi bir ekonomik paradigma da değildir. Ekolojik iktisat toplumun karşı karşıya olduğu kaynak problemlerini en geniş anlamda analiz etmek ve ele almak için hem sosyal hem de doğa bilimlerinin bir birleşimidir. Bu nedenle ekolojik iktisat normal olarak algılandığı gibi çevre sorunlarının araştırılmasıyla sınırlı değildir. Aynı zamanda uzun vadeli teknolojik değişim ve ekonomik büyüme üzerine doğal ve sosyal bilim perspektiflerinin entegrasyonunu da içermektedir (Stern, 1997).

Çevre ekonomisi esas olarak tüketici seçimi teorisi, mükemmel bilgi ve marjinal verimlilik dağıtım teorisi gibi neoklasik ekonominin aksiyomatik çevrevesi dahilinde çalışmaktadır. Buna karşılık ekolojik iktisat bu varsayımların bazılarını meydan okumakta ve ekonomik sistemi birlikte geliştirdiği sosyal ve ekolojik sistemlerle kavramsallaştırmaktadır (Gómez-Baggethun ve diğerleri, 2009). Bu açıdan bakılınca da ekolojik iktisat hem neoklasik iktisattan hem de çevre ekonomisinden farklılık göstermektedir.

Öncelikle çevre ekonomisi ve ekolojik iktisat, insan-ekonomi-çevre dinamiklerini anlamının altında yatan amacı analiz etmek için kullandıkları temel teorik çerçeve üzerinde farklılık göstermektedir. Çevre ekonomisi, neoklasik ekonominin metodolojik bireycilik, rasyonalite, marjinalizm, verimlilik kriteri ve genel denge modelleri gibi temel önermelerini çevresel sorunları analiz etmek için genişletirken, ekolojik iktisat enerji analizi ve ekolojik modelleme gibi çeşitlendirilmiş yaklaşımları benimsemektedir. Daha genel anlamıyla çevre ekonomisi, çevre konularının genel ekonomik konuların bir parçası olduğunu ve bu nedenle mevcut neoklasik ekonomik araçları ve ilkeleri, bunların temel yapısını değiştirmeden genişleterek, bu konuların iyi analiz edilebileceğini varsaymaktadır (Venkatachalam, 2007).

Neoklasik iktisatçılar için ekonomik büyüme bir sorun değildir. Neoklasik iktisatçılar sürdürülebilir kalkınmanın yeni teknolojilerin ve piyasa güçlerinin geliştirilmesi yoluyla sağlanabileceğine inanırlar. Ekolojik iktisatçılar ise teknolojinin gelişiminin önemli sınırları olduğuna ve daha fazla ekonomik büyümeden

ziyade yoksulluğu ve ekonomik kalkınmayı çözmek için yeniden dağıtımın gerekli olduğuna inanmaktadırlar. Bu doğrultuda bakılınca neoklasik iktisatçılar ile ekolojik iktisatçılar arasındaki mevcut tartışma, sürdürülebilirliğin tanımlanması, ekonomik büyümenin rolü ve çevresel kalitenin belirlenmesi etrafında şekillenmiştir (Greenwood ve Holt, 2008).

Ekolojik iktisatta optimal ölçek öne çıkarken neoklasik çevre iktisadında optimal dağılım ve dışsallık öne çıkmaktadır. Ayrıca ekolojik iktisatçılar sürdürülebilirliğinin önceliğine dikkat çekerken neoklasik iktisatçılar etkinliği öne koymuşlardır. Ekolojik iktisatçılar uzun döneme odaklanarak yerel topluluklar üzerinde bireysel rasyonalite ve belirsizliği öne çıkarırken neden-etki ilişkileri ile bütünleşik modeller kurulup çok boyutlu değerlendirmeler yaparken çevresel etik ve sistem analizleri üzerinde durmaktadırlar. Neoklasik çevre iktisatçıları ise kısıdan orta döneme odaklanmakta, küresel piyasa ve mahrum bırakılmış bireyler üzerine fayda ve kar maksimizasyonunu öne çıkarırken dışsal maliyetler ile uyarlanmış genel denge modelleri üzerine odaklanmaktadırlar. Ayrıca bunlar fayda-maliyet analizleri yaparak iktisadi değerlendirmeler yapmakta ve faydacılık ile işlevselciliği öne çıkarmaktadır (Van Den Bergh, 2001).

3. KAPİTALİZM ve EKOLOJİ

Tarihsel olarak kapitalizm var olmadan önce de insan faaliyetinin çevresel bozulmaya neden olduğu ve iktisadi krizlerin yaşandığı aşıkardır. Ancak kapitalizmin sürekli yatırım yapma ve servet biriktirme dürtüsü, hiç bitmeyen iktisadi ve çevresel krizlere yol açmaktadır. Kapitalizmin içsel bir dinamiği olan krizlerin yanı sıra bu amansız kâr arayışından türetilen ikinci bir temel kriz biçimi daha vardır: ekolojik bozulmanın hızlı büyümesi (Magdoff, 2002).

Sermayenin yeniden üretimi, doğal kaynakların kullanımına ve dönüştürülmesine bağlıdır. Bu nedenle iktisadi sistem, doğaya zarar vermeden ve görece maliyetsiz biçimde kendini muhafaza edemez. Doğal kaynak kullanımındaki artış, kapitalizm için ilave maliyetler yaratır ve bu maliyetler de kar oranlarını düşürür. Sermayenin kendi üretim koşullarını giderek artan ölçüde bozmasından dolayı ekolojik kriz ortaya çıkar. Bu bozulma, üretimin doğal zeminini bozacak kadar kirlenerek direkt ya da çevreye atılan maliyetlerin yeniden içselleştirilmesi yoluyla dolaylı olarak karlılığın kendisi üzerinde çelişkili bir etki yaratmaktadır (Foster, 2002).

O'Connor kapitalizmin iki çelişkisi olduğunu savunur. Bu çelişkilerden ilki sermayenin emek üzerindeki sosyal ve politik gücü ile ilgilidir. Sermayedar kesim emek üzerinde çok fazla güç uygularsa, sömürü oranı yüksek olacaktır ancak kriz riski de büyük olacaktır. Bu nedenle geniş bir kredi yapısına, agresif bir pazarlamaya, sürekli ürün yeniliğine ve yoğun rekabete ihtiyaç duyulacaktır. Kapitalizmin ilk çelişkisi sistemin içindedir: üretim koşullarıyla hiçbir ilgisi yoktur. Kapitalizmin ikinci çelişkisi ise, doğanın maliyeti ile ilgilidir. Yani kapitalizmin; emeği, kentsel altyapıyı ve çevreyi iktisadi olarak yok eden bir biçimde kullanımına ilişkindir (O'Connor, 1991; O'Connor, 1998). Artan doğal kaynak kullanımında temel sorunsal, bu kaynakların yenilenemez veya çok uzun sürede yenilenebilir olmalarıdır. Doğal kaynaklar insan emeğinin bir ürünü değildir ve varlığı doğrudan doğanın kendisine bağlıdır. Nüfus veya ekolojik dinamikler ile üretim girdilerine duyulan ihtiyaç arasında çok önemli bir fark olabilir. Bu durumu O'Connor "kapitalizmin ikinci çelişkisi" olarak tanımlar. Sermayedar kesim maliyetleri düşürüp karlılığı arttırmak adına adımlar attıkça verimlilik azalmakta, doğaya zarar verilmekte ve bu aslında sermayedar kesimin ortalama maliyetlerini de arttırmaktadır (O'Connor, 1998; Hovardas, 2016).

Aslında insanlığın devamı, doğa ile maddi bir değiş tokuş yoluyla yaratılır. Bu maddi değişim sürecinin değiştirilmesi, potansiyel olarak toplumların gelişimini olumsuz etkileyebilir. Doğada ve toplumda bulunan koşullar birbirini etkiler ve şekillendirir. Birkaç yüzyıl boyunca kapitalizm, insanın doğa ile etkileşimini etkileyen küresel hegemonik iktisadi bir sistem olmuştur. İnsanın doğaya etkisi her toplumda var olmakla birlikte özellikle son dönemde büyük bir tehdit halini almıştır. Kapitalizmin genişlemesi doğal kaynaklara olan talebi artırır ve bu da sermayenin üretim maliyetlerini yükseltir. Zaman içinde bu durum kapitalizm için bir kriz yaratır (Clack ve York, 2005).

4. JEVONS PARADOKSU ÜZERİNE

İktisadi büyüme ve çevre ilişkisi üzerinde egemen olan Neoklasik paradigmaya göre, çevrenin ve doğanın korunması iktisadi büyüme ile uyumlu ve aynı zamanda orta/uzun vadede büyümeyi destekleyebilecek bir unsurdur. Teknolojik girdilerin, doğal kaynakların kullanımıyla birlikte verimlilik artışı sağlayacağı ve böylece talep üzerindeki baskıyı azaltacağı savunulur. Ancak verimlilik artışının sağladığı çevresel kazanım, diğer taraftan verimlilik artışına neden olan kaynağın aşırı tüketimini de hızlandırmaktadır. Bu eğilim ilk olarak 1865'te William Stanley Jevons tarafından ortaya konulmuştur. Jevons'a göre bir taraftan buhar motorlarında kömürün kullanılmasıyla birlikte verimlilik artışı sağlanırken diğer taraftan verimlilik artışına istinaden kömür tüketiminde genel bir artış ortaya çıkmaktadır. Jevons

Paradoksu³, doğal kaynakların kullanımındaki teknoloji ve verimliliğin, üretim ve tüketim kalıpları için belirgin bir karmaşıklık içerdiğini ve bunun genellikle ekolojik modernleşme savunucuları tarafından baltalandığını vurgular (Hovardas, 2016; York ve McGee, 2015). Yine Jevons, mevcut kömür miktarının, tüketimin artış hızından ve bu tüketimi yöneten doğal yasalardan daha az önemli olduğunu savunur. Tüketim artışını belirleyen unsurlar; kömürün kalitesi, madenlerin derinliği veya madencilik maliyetlerinden çok nüfus artışı, yeni buluşlar ile tüketme isteğidir (Alcott, 2005).

1860'larda Britanya'nın endüstriyel üretimi ve rekabet gücündeki üstünlüğünün, kömür rezervlerinin tükenmesiyle birlikte uzun vadede tehlikeye gireceğine ilişkin kaygılar gündeme gelmeye başlamıştır. O zamanlar, kömür rezervleri ve bunların endüstriyel tüketim ve iktisadi büyüme üzerindeki etkileri hakkında kapsamlı çalışmalar yapılmamıştır. Edward Hull'un 1861'de yayınlanan Coalfields of Great Britain eserinde, yalnızca kömür miktarı tahmin edilmiştir. Bu dönemde Jevons, İngiltere'nin endüstri büyümesinin ucuz kömüre dayandığını ve daha derin damarlar çıkarıldığı için artan kömür maliyetinin ekonomik durgunluğu tehdit ettiğini savundu. Ona göre Britanya'nın geleceği artık mısıra bağlı değildi. Tahıl Yasaları'nın yürürlükten kaldırılmasıyla birlikte mısır yerine kömür temel belirleyici olmuştur. Teknolojik bir gelişme veya kömür yerine başka enerji kaynaklarının ikame edilmesi bu durumu değiştiremeyecektir (Clark ve Foster, 2001).

Jevons 1865'de kaleme aldığı eserinde bir kaynağın verimlilik artışı nedeniyle kullanımının, o kaynağa yönelik talep artışını da beraberinde getireceğini ifade etmiştir. Verimlilik iyileştirmelerinin üretim ölçeğinde nasıl artışlara yol açtığını ve dolayısıyla kömür talebini nasıl artırdığını ortaya koymak amacıyla buhar motorunun tarihini araştırmıştır (Polimeni, 2008).

O, teknolojik bir gelişmenin bir kaynağı daha verimli hale getirdiği zaman, bilinenin aksine, söz konusu kaynağın toplam tüketiminin azalmayacağını aksine artacağını öne sürmüştür. Britanya'nın alışılmış yaşam tarzının sürdürülebilirliği ile siyasi ve iktisadi üstünlüğü konusunda Jevons'un endişeleri bir hayli fazladır. Buharlı motor teknolojisinde yapılan verimlilik artışı, kömür trenler için ekonomik bir enerji kaynağı haline getirmiş, kömür tüketimi daha önce hiç olmadığı kadar artış göstermiştir (Wolfe, 2012). Jevons bu durumu şu şekilde ifade eder (Jevons, 1906):

“...kömür arzındaki yetersizliğin, kömürü verimli ve ekonomik bir şekilde kullanımını sağlayacak yeni teknolojilerin geliştirilmesine neden olacağı ifade edilir. Tüketilen kömür miktarı sabit ve hatta azalan oranda iken, kömürden elde edilen faydalı iş miktarı artabilir. Kömürden elde edilen tasarrufun da gelecek nesillere aktarılacağı düşünülür...Ancak kömür bambaşka bir konudur. Bu yakıtın iktisadi kullanımının tüketimde azalmaya eşdeğer olduğunu varsaymak tamamen bir kafa karışıklığıdır. Bunun tam tersi geçerlidir. Kömür talebinde artışa yol açan şey kullanımının iktisadi olmasıdır. Geçmişte böyle olmuştur. Gelecekte de böyle olacaktır. Örneğin bir fırında kullanılan kömür miktarı verimlilik artışı nedeniyle azalırsa söz konusu ticaret karlı hale gelecektir. Bu alana yeni sermaye çekilecek, maliyetteki düşme ona olan talebi artıracak ve nihayetinde daha fazla sayıda fırın kömür talep edecektir”.

Jevons'un ortaya koyduğu bu paradoksa ilişkin potansiyel olarak birbirini tamamlayan iki açıklama öne çıkmaktadır. İlk olarak klasik ekonomik yaklaşımı takiben kömür kullanımının verimliliği arttıkça üretilen birim mal başına kömür maliyeti düşmektedir. Maliyetlerdeki bu azalma ise kömürü üreticiler için bir enerji kaynağı olarak cazip hale getirmekte ve böylece üreticileri kömür kullanan teknolojilere yatırım yapmaya yönlendirmektedir. İkinci olarak kapitalist üretim tarzlarının doğasında bulunan kârları artırma dürtüsü, üreticileri üretim birimi başına kaynak girdilerini azaltan verimlilik artışı yoluyla maliyetleri düşürmeye yöneltir. Aynı zamanda kaynak tüketiminin de artması kaçınılmaz olur. Jevons paradoksunun ekonomi politik yorumu, verimlilik ve toplam tüketim arasındaki ilişkinin öncelikle kapitalistlerin kâr arama davranışından kaynaklandığı şeklindedir (York, 2006).

Jevons, malların değerini belirleyen unsurun üretim maliyeti olduğunu savunan klasik iktisatçıları eleştirir. Jevons'a göre metallerin değerini belirleyen unsur, üretim maliyeti değil tüketilen son birime verilen fayda yani marjinal faydadır. Buna göre üretim maliyeti arzı etkilerken, arz ise nihai fayda derecesi ve nihai fayda derecesinin değerini etkilemektedir. Daha doğrusu iki metanın mübadele oranı, mübadele tamamlandıktan sonra tüketim için mevcut olan meta miktarının nihai fayda derecelerinin oranının karşılığı

³ Jevons paradoksu literatürde genellikle “rebound etkisi” ile eşanlamlı olarak kullanılmaktadır. Rebound yani geri tepme etkisi, verimlilikteki gelişmelere bağlı olarak kaynak kullanımındaki artışlarla verimlilik kazanımlarının faydalarının kısmen tüketilmesi olarak tanımlanmaktadır. Yüzde sıfırlık bir geri tepme etkisi yani geri tepme etkisinin olmaması geliştirilmiş verimlilik nedeniyle kaynak kullanımındaki azalmaların tam olarak gerçekleştiği anlamına gelmektedir. Yüzde yüzlük bir geri tepme etkisinin olması ise verimlilikteki iyileştirmeler nedeniyle geliştirilmiş verimlilik uygulandıktan sonra toplam kaynak kullanımının daha fazla olduğu anlamına gelmektedir. Ayrıntılı bilgi için bkz. Gunderson ve Yun, 2017.

olmaktadır. Bu durum üretim maliyetini düşürürken kaynak verimliliğinin verilen kaynağı kullanan metallerin marjinal faydasını azaltacağı ve doğrudan bu metallerin tüketimini ve dolaylı olarak değiş tokuş edildiği diğer metallerin tüketimini artıracacağı anlamına gelmektedir. Bu açıdan bakılınca kaynak verimliliği kaynakların daha az kullanılması için bir yol olmamaktadır. Çünkü üretim maliyetlerindeki azalma üreticilerin kaynakları daha fazla kullanmasına yol açarken tüketicilerin de tüketimini artırmaktadır (Trincado ve diğerleri, 2021).

Jevons analizlerinde klasik ekolün sınıf ve birikim üzerindeki merkezi vurgusunu terk etmiştir. O'na göre klasik ekol analizi, statik denge teorisi şeklinde olduğundan dinamik birikim ve büyüme sorunlarıyla başa çıkmak için yeterli donanımına sahip değildir. Ayrıca kapitalizm toplumsal olarak inşa edilmiş gerçeklikten öte bir fenomen olarak görülürken, klasik ekol sürekli artan talep için bireysel davranışa ve Malthusçu demografiye işaret etmekten başka açıklamalarda bulunmamıştır. Bununla birlikte Jevons analizini yaparken, toplumsal üretim ilişkilerinin kâr güdüsüyle değil insanların gerçek ihtiyaçları ve toplumun gereksinimleri tarafından yönetilen bir toplum doğrultusunda dönüştürülmesi fikri üzerinde durmamıştır. Yine ekolojik sürdürülebilirlik gibi bir sorunsalı hiç olmamıştır (Clark ve Foster, 2001).

Bununla birlikte Jevons paradoksu yalnızca kömür ve diğer fosil enerji kaynaklarına olan talep açısından değil aynı zamanda genel olarak kaynak talebi açısından da doğruluğuna yönelik kanıtlar sunmaktadır. Örneğin son 50 yılda hektar başına gıda üretiminin verimliliğini iki katına çıkarmak, açlık sorununu çözmek bir yana, gıdaya ihtiyaç duyan insan sayısının ve yetersiz beslenen insanların mutlak sayısını artırdığından dolayı, daha da kötüleşmesine neden olmuştur. Aynı şekilde yolların iki katına çıkarılması trafik sorununu çözmek yerine kişisel araç kullanımını daha fazla teşvik ederek trafiğin durumunu daha da kötüleştirmiştir. Artan petrol fiyatlarının bir sonucu olarak da elektrikle çalışan veya hibrit otomobiller geliştirilmeye başlanmış ancak bu verimlilik artışı otomobil sahiplerinin daha çok araç kullanmasına neden olmuştur. Kısacası iktisadi ajanların mikro düzeyde enerji verimliliğini teşvik etmesi, tüm toplumun makro düzeyde enerji tüketimini artırma eğiliminde artışlara yol açmıştır (Giampietro ve Mayumi, 2006).

5. LİTERATÜR TARAMASI

1865 tarihinde Jevons'un kullanımı verimli hale gelen kaynak ile o kaynağın tüketimi arasındaki ters yönlü ilişkiyi ortaya koymasıyla birlikte Jevons paradoksu literatürdeki yerini almıştır. Ancak 1980'lere kadar çok fazla ilgi görmeyen Jevons paradoksu, özellikle 1980'lerden sonra CO₂ salınımındaki artışın çevreye verdiği zararın ortaya çıkmasıyla birlikte akademik çalışmalarda yer almaya başlamıştır. Bu çalışma sürecinde yapılan literatür taramasında konuya ilişkin ekonometrik çalışmaların daha kısıtlı olduğu görülmüştür. Ayrıca yapılan inceleme sonucunda Jevons paradoksuna yönelik yapılan ekonometrik çalışmalarda rebound etkisine odaklanıldığı ve ağırlıklı olarak enerji etkinliğinin tüketim üzerindeki etkisinin analiz edildiği saptanmıştır. Literatürde Jevons paradoksuna yönelik yapılan çalışmalardan bazıları çalışmanın bu bölümünde açıklanmıştır.

Xu ve diğerleri (2021), tarafından gerçekleştirilen çalışmada Çin'deki 30 il üzerine bir incelemede bulunulmuştur. Dönem olarak ise 2000-2017 dönemi baz alınarak tarımsal su kullanımı, etkin sulanan alan, yağış (milimetre), kurak alan, ekili alan ve ekim yapısı değişkenleri kullanılmıştır. Çalışmada tarımsal su kullanım verimliliğini artırmanın su kıtlığını azaltacağı belirtilmiş ve tarımsal su kullanım verimliliği ile su tasarrufunun rebound etkisi ile dengelenebileceği ileri sürülmüştür. Bu nedenle bu çalışmada tarımsal su kullanımının rebound etkisi analiz edilmiştir. Analiz sonucunda Jevons paradoksu da olarak bilinen rebound etkisini %88,81 olduğu anlaşılmıştır.

Ceddia (2019), tarafından yapılan çalışmada Jevons paradoksunun analiz edilmesi için 10 Latin Amerika ülkesinin 1990-2010 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada hem temsili hem de kontrol değişkenler olmak üzere toplamda 9 farklı değişken kullanılarak analiz gerçekleştirilmiştir. Çalışmada artan tarımsal üretkenlik bağlamında eşitsizliğin farklı yönlerinin tarımsal genişlemeyi veya daralmayı teşvik edip etmediğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Sonuç olarak tarımsal üretkenlikteki artışların tarımsal genişlemeyi teşvik ettiği ifade edilmiş böylece Jevons paradoksu söz konusu ülkeler için doğrulanmıştır.

Akıncı ve diğerleri (2018), tarafından gerçekleştirilen çalışmada Türkiye örneği üzerinden Jevons paradoksu olarak da bilinen rebound etkisinin analiz edilmesi amaçlanmıştır. Bunun için rebound (enerji etkinliği), büyüme, enerji ithalatı, enerji tasarrufu, enerji tüketimi, enerji üretimi, enflasyon ve cari açık çevre değişkenlerinin 1967-2015 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Sonuçta değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişki olduğu ve Türkiye ekonomisi için enerji verimliliği ve üretimdeki artış doğrultusunda enerji tüketiminin artma eğilimi göstereceği yönündeki Jevons paradoksunun geçerli olduğu ileri sürülmüştür.

Murshed (2018), çalışmasında Jevons paradoksunun analiz edilmesinde Bangladeş ve Hindistan olmak üzere iki ülke örneğinde incelemede bulunulmuştur. Bunun için söz konusu ülkelerin 1990-2016 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesinde yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemez enerji tüketimi, elektrik tüketimi, doğal gaz tüketimi, kömür tüketimi, petrol tüketimi, birincil

enerjinin enerji yoğunluk seviyesi, kişi başına gayri safi yurtiçi hasıla (GSYH), hükümet harcamaları, nüfus büyümesi, net resmi kalkınma yardımı, havale girişi ve doğrudan yabancı yatırım girişi olmak üzere çoklu değişken örnekleminde çalışılarak analiz sonucunun güvenilirliği artırılmıştır. Sonuçta yenilenebilir enerji, elektrik ve kömür tüketimi bağlamında Jevons paradoksunun geçerli olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca yapılan nedensellik testi sonucunda değişkenler arasında uzun dönemli bir nedensellik ilişkisi bulunamamıştır.

Singh ve Narayanan (2015), tarafından yazılan çalışmada Hindistan eyaleti olan Andhra Pradesh Eyaleti üzerine incelemede bulunulmuştur. Bunun için ekin genişlemesi, verim kazancı, kırpma yoğunluğundaki değişiklik, nüfus artışı, kentsel nüfus artışı, okuryazar sayısında artış, ekin payı, kişi başına enerji arzı ve yol genişletme değişkenlerinin 1970-2009 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmada refah, nüfus ve teknolojinin kaynak kullanımı üzerindeki etkisini analiz etmek için bir regresyon modeli kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Andhra Pradesh’de arazi tasarrufu hipotezini çürütürken, Jevons paradoksunun geçerli olduğunu doğrulamıştır.

Ceddia ve diğerleri (2013), tarafından gerçekleştirilen çalışmada Jevons paradoksunun test edilmesinde tarım arazisi, tarımsal çıktı değeri, nüfus, tarım ihracat endeksi, kişi başına GSYH, dış borç servisi, tarımsal katma değer, yolsuzluk kontrol endeksi, hukukun üstünlüğü endeksi, ses ve hesap verebilirlik endeksi değişkenlerinden yararlanılmıştır. Ülke örneklemleri olarak ise Tropikal Güney Amerika Ülkeleri’nin 1970-2006 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Kamu yönetişiminin kalitesi ile tarımsal yoğunlaşma arasındaki etkileşim analize dahil edildiğinde yüksek yönetim değerleri için bir Jevons paradoksunun meydana geldiği tahmin edilmiştir. Ayrıca çalışmada gerçekleştirilen analizin genel olarak çevresel Kuznets eğrisi hipotezini reddettiği de görülmüştür.

Clement (2011), tarafından gerçekleştirilen çalışmada Jevons paradoksunun analiz edilmesinde diğer çalışmalardan farklı olarak çevre üzerine odaklanılmıştır. Bunun için Birleşik Devletler’in 1963-1997 dönemi karbon emisyonu, toplam nüfus büyüklüğü, kişi başına GSYH ve sanayileşme değişkenlerinin verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma kapsamında yapılan analiz sonucunda Jevons paradoksunun geçerli olduğu ileri sürülmüştür. Ayrıca teknolojik gelişmenin iklime sağladığı faydanın asgari düzeyde olduğu ifade edilmiştir.

Polimeni (2007), tarafından yapılan çalışmada 18 Avrupa Birliği üyesi ülkeler örneklemleri üzerinden Jevons paradoksu incelenmiştir. Bunun için söz konusu ülkelerin 1980-2004 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Analizin gerçekleştirilmesinde toplam birincil enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu, nüfus, kentsel nüfus, kırsal nüfus, GSYH, ihracat, ithalat, hanehalkı tüketimi, hükümet tüketimi ve enerji yoğunluğu olmak üzere toplamda 11 değişkenden yararlanılmıştır. Bu ise çalışma kapsamında gerçekleştirilen analizin kapsamını genişletmiştir. Model içerisinde ele alınan ülkeler içerisinde Jevons paradoksunun geçerli olduğuna yönelik ampirik kanıtlar sunulmuştur. Ayrıca Jevons paradoksunun sadece bir sektöre ya da ürüne yönelik olmayıp ekonomi çapında geçerli olduğu ileri sürülmüştür.

Yapılan literatür incelemesiyle birlikte Jevons paradoksunun geçerliliğinin özellikle enerji etkinliği ve tüketimi arasındaki ilişki üzerinden inceleme konusu olduğu görülmektedir. Bu durumda Jevons paradoksunun geçerliliğinin test edilmesinde çevre unsurunun ihmal edildiği görülmektedir. Bu çalışmada da bu eksikliğin giderilmesi amaçlanarak Jevons paradoksunun geçerliliğinin test edilmesinde çevre üzerine odaklanılarak diğer çalışmalardan ayrışma sağlanmıştır.

6. METODOLOJİ ve VERİ SETİ

Bu çalışmada sanayileşmenin ve teknolojik gelişmenin çevreye etkisi bakımından Jevons paradoksunun geçerliliğinin analiz edilmesi amaçlanmaktadır. Bu zamana kadar yapılan çalışmalarda genellikle çevre kirliliğinin en fazla olduğu gelişmiş ülkeler tercih edilmiştir. Ancak bu çalışmada finansal serbestliğe giderek yabancı sermaye girişine izin veren, böylece büyüme ivmesi kazanması hedeflenen yükselen ekonomiler için Jevons Paradoksunun test edilmesi amaçlanmıştır. Böylece bu ülkelerin büyüme amacına ulaşılacak adına adımlar atarken çevrenin nasıl etkilendiği gözler önüne serilmek istenmiştir. Bu nedenle IMF tarafından 2015 tarihli dünya ekonomik görünüm raporunda yer verilen yükselen piyasa ekonomilerinden 15 ülkenin (Arjantin, Bangladeş, Brezilya, Endonezya, Güney Afrika, Hindistan, Kolombiya, Malezya, Meksika, Pakistan, Peru, Romanya, Şili, Tayland, Türkiye) 1990-2017 dönemi verilerinden yararlanılmıştır. Çalışmanın 2017 yılı ile sınırlı kalmasının sebebi kullanılan değişkenlerin zaman aralığının birbirinden farklı olması ve bu yıllar arasında ortak dengede buluşmasıdır. Bu açıdan da diğer çalışmalardan farklılık sergilenmiştir. Model oluşturulurken Jevons paradoksunu temsil edebilecek ve çevre üzerinde etkili olabilecek değişkenler dikkate alınmış ve böylece genel bir model oluşturulmuştur. Bu değişkenler içerisinde çevreyi temsilen ekolojik ayak izi modelde bağımlı değişken olarak ele alınmış, bağımsız değişken olarak teknolojik gelişme ve sanayileşme verileri Jevons paradoksunun geçerliliğinde kullanılmıştır. Bunlara ek olarak ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enerji tüketimi verileri de modele kontrol değişkeni olarak alınmıştır. Böylece modelde 5 farklı bağımsız değişken kullanılmıştır. Bu kapsamda oluşturulan panel veri modeli Eşitlik 1’de gösterilmiştir.

$$EFP_{it} = b_0 + b_1TEKN_{it} + b_2SANAY_{it} + b_3GDP_{it} + b_4TRD_{it} + b_5EC_{it} + \mu_{it} \quad (1)$$

Eşitlik 1’de EFP, ekolojik ayak izi; TEKN, teknolojik gelişmeyi; SANAY, sanayileşmeyi; GDP, ekonomik büyümeyi; TRD, ticari açıklığı ve son olarak EC, enerji tüketimini temsil etmektedir. Ayrıca panel veri setleri kapsamında i ve t sırasıyla yatay kesit (ülke) ve zaman boyutlarını göstermektedir. μ_{it} ise hata terimini ifade etmektedir. Bu model kapsamında kullanılan değişkenler ve bunların açıklamaları Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1. Modelde kullanılan değişkenler ve açıklamaları

Kısaltma	Değişken	Kaynak
EFP	Ekolojik Ayak İzi	Footprintnetwork
TEKN	Teknolojik Gelişme	Dünya Bankası
SANAY	Sanayileşme	Dünya Bankası
GDP	Ekonomik Büyüme	Dünya Bankası
TRD	Ticari Açıklık	Dünya Bankası
EC	Enerji Tüketimi	Dünya Bankası

Tablo 1’de verilen değişkenler kullanılarak çalışmada yükselen piyasa ekonomileri üzerinde Jevons paradoksunun geçerliliği sınanmıştır. Bunun için panel veri çalışmalarında önemli bir sorun teşkil eden yatay kesit bağımlılığı incelenerek çalışmaya başlanmıştır. Akabinde homojenlik testi yapılarak serilerin homojen mi yoksa heterojen mi oldukları incelenmiştir. Değişkenlerin birim kök içerip içermediğinin tespit edilmesi için Boot-IPS birim kök testi kullanılmış ve uzun dönemli katsayıların yorumlanmasında CCEMG tahmincisinden yararlanılmıştır.

6.1. Yatay Kesit Bağımlılığı

Panel veri çalışmalarının yatay kesit bağımlılığın test edilmesi oldukça önemli bir konudur. Çünkü yatay kesitin bağımlı olup olmadığına göre uygulanacak birim kök testlerine karar verilecektir. Şöyle ki yatay kesitin bağımsız olduğu durumlarda birinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekirken, yatay kesitin bağımlı olduğu durumlarda ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Böylece değişkenlerin durağanlık seviyeleri en doğru şekilde tespit edilmiş ve yapılacak analizle birlikte en doğru sonuca ulaşılmış olunacaktır. Bunun için panel veri analizlerine öncelikle yatay kesit bağımlılığının test edilerek başlanması gerekmektedir. Standart bir panel veri modeli düşünüldüğü zaman ki Eşitlik 2’de gösterilmiştir (De Hoyos ve Sarafidis, 2006):

$$y_{it} = \alpha_i + \beta'x_{it} + \mu_{it}, \quad i = 1, \dots, N \text{ ve } t = 1, \dots, T \quad (2)$$

Eşitlik 2’de x_{it} , $K \times 1$ regresör vektörü olup β , tahmin edilecek parametrelerin bir $K \times 1$ vektörüdür. α_i ise zamanla değişmeyen bireysel parametreleri temsil etmektedir. Sıfır hipotezi altında μ_{it} ’in bağımsız olduğu ve periyotlar boyunca ve yatay kesit birimleri arasında özdeş olarak dağıldığı varsayılmaktadır. Alternatif hipotez altında ise enine kesitler arasında bağlantı olabileceken seri bağlantı olmadığı varsayımı kabul edilmektedir. Böylece ilgili hipotezler:

$$H_0: \rho_{ij} = \rho_{ji} = \text{cor}(\mu_{it}, \mu_{jt}) = 0 \quad i \neq j$$

$$H_1: \rho_{ij} = \rho_{ji} \neq 0 \quad i \neq j$$

Burada ρ_{ij} korelasyon katsayısıdır ve Eşitlik 3’deki gibi verilir:

$$\hat{\rho}_{ij} = \hat{\rho}_{ji} = \frac{\sum_{t=1}^T \mu_{it} \mu_{jt}}{(\sum_{t=1}^T \mu_{it}^2)^{1/2} (\sum_{t=1}^T \mu_{jt}^2)^{1/2}} \quad (3)$$

6.2. Homojenlik Testi

Tüm i için eğim homojenliği sıfır hipotezini ($H_0: \beta_i = \beta$) heterojenlik hipotezine karşı test etmenin en bilinen yolu $i = j$ için ikili eğimlerin sıfır olmayan bir kesri için ($H_1: \beta_i = \beta_j$) uygulamaktır. Standart F testi, kesit boyutunun (N) nispeten küçük ve panelin zaman boyutunun (T) büyük olduğu durumlarda geçerlidir. Açıklayıcı değişkenler kesinlikle dışsaldır ve hata varyansları homoskedastiktir. Swamy (1970), F testinde homoskedastisite varsayımını gevşeterek, uygun bir havuzlanmış tahminden bireysel eğim tahminlerinin dağılımı üzerinde eğim homojenliği testini geliştirmiştir. Bununla birlikte, hem F hem de Swamy testi, N ’nin T ’ye göre küçük olduğu panel veri modellerini gerekli kılmıştır. Pesaran ve Yamagata (2008), büyük panellerde eğim homojenliğini test etmek için Swamy testinin standartlaştırılmış bir versiyonunu önermiştir. Bu test, $(N, T) \rightarrow \infty$ olarak, hata terimleri normal olarak dağıtıldığında, N ve T ’nin bağıl genişleme

oranlarında herhangi bir kısıtlama olmaksızın geçerlidir. Ayrıca bu test yaklaşımında, ilk adım Swamy testinin aşağıdaki Eşitlik 4'te değiştirilmiş versiyonunu hesaplamaktır (İnglesi-Lotz ve diğerleri, 2015):

$$\tilde{S} = \sum_{i=1}^N (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE})' \left(\frac{X_i' M_t X_i}{\hat{\sigma}_i^2} \right) (\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{WFE}) \quad (4)$$

Burada $\hat{\beta}_i$, havuzlanmış OLS tahmincisidir. $\hat{\beta}_{WFE}$ ise ağırlıklı sabit etkili havuzlanmış tahmin edicidir. M_t bir kimlik matrisi olup $\hat{\sigma}_i^2$ ise σ_i^2 'nin tahmincisidir. Pesaran ve Yamagata (2008), Swamy (1970) testinin standartlaştırılmış bir versiyonuna dayanarak, büyük N ve T içeren panel veriler için eğim homojenliği için bir test önerdi. Test istatistiği Eşitlik 5'te verilmektedir (Bersvendesen ve Ditzen, 2020):

$$\bar{\Delta} = \frac{1}{\sqrt{N}} \left(\frac{\sum_{i=1}^N \bar{d}_{i-k_2}}{\sqrt{2k}} \right) \quad (5)$$

burada istatistik H_0 altında asimptotiktir. Normal dağılmış hatalar durumunda, ayarlanan ortalama varyans sapması ise aşağıdaki Eşitlik 6'daki gibi ifade edilmektedir:

$$\tilde{\Delta}_{adj} = \sqrt{N} \left(\frac{N^{-1} \sum_{i=1}^N \bar{d}_{i-k_2}}{\sqrt{Var(\tilde{Z}_{i,T_i})}} \right) \quad (6)$$

Eşitlik 7'de Var ise aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır.

$$Var(\tilde{Z}_{i,T_i}) = \frac{2k_2(T_i - k_1 - 1)}{T_i - k_1 + 1} \quad (7)$$

6.3. Birim Kök Testi

Panel verilerin birim boyutunun yanı sıra zaman boyutunun da olması veriyi yaratan sürecin belirlenmesi için serinin durağanlığının araştırılmasını gerektirir. Panel birim kök testlerinin zaman serisi birim kök testlerinden en büyük farkı, hem zaman hem de kesit boyutu nedeniyle panel serilerinin asimptotik davranış sergileyebilir olmalarıdır. Panel serilerde birimler arasında korelasyon olursa, testlerin asimptotik özellikleri etkilenebilecektir. Bundan dolayı birimler arasındaki korelasyonun varlığına göre farklı birim kök testleri geliştirilmiştir. Literatür içerisinde birimler arasında korelasyon olmadığı durumda uygulanan testlere birinci nesil birim kök testleri denilirken, birimler arasında korelasyonun olması durumunda kullanılan testlere ikinci nesil birim kök testleri denilmektedir (Şak, 2021).

İkinci nesil birim kök testleri; Smith ve diğerleri (2004) Bootstrap-IPS, Breuer ve diğerleri (2001) SUR-ADF, Pesaran (2007), CADF ve CIPS, Westerlund ve Hosseinkouchack (2016)'ın Modified CADF ve CIPS, Hadri ve Kurozumî'nin (2012) CA-Hadri, Bai ve Ng'nin (2004) PANIC, Reese ve Westerlund (2016)'un PANIC-CA testleridir (Bayar, 2020). Bu çalışmada kullanılan Boot-IPS birim kök testi, zaman serilerini ve yatay kesit bağımlılığını dikkate almak için bootstrap blokları vesilesiyle bir süzgeç örnekleme şemasından faydalanmaktadır. Testte \bar{t} test istatistiğinin sonuçları dikkate alınmakta ve temel hipotez birim kök olduğu varsayımı altında kurulmaktadır. Analiz sonucunda temel hipotez reddedilirse en azından tek bir ülkede söz konusu değişken için durağanlığın bulunduğu anlaşılmaktadır. \bar{t} test istatistiği, Im-Pesaran-Shin (2003)'ün geliştirdiği ve IPS olarak adlandırılan istatistiğin bootstrap versiyonunu oluşturmaktadır. Bu istatistik aşağıdaki Eşitlik 8'deki gibi hesaplanmaktadır (Uğur, 2021):

$$\bar{t} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N t_i T \quad (8)$$

6.4. CCEMG Tahmincisi

Panel çalışmalarda heterojen eğim katsayısı tahminine izin veren birkaç alternatif tahmin bulunmaktadır. Bunlardan ikisi mean group (MG) ve common correlated effect mean group (CCEMG) tahmincileridir. Pesaran ve Smith (1995) tarafından geliştirilen MG tahmincisi, öncelikle her bir kesite sıradan en küçük kareler tahminini uygulayarak, ardından da panel birimleri boyunca tahmin edilen eğim katsayılarının ortalamasını uygulayarak heterojenliği ele almaktadır. MG tahmincisinin spesifikasyonu Eşitlik 9'da gösterilmiştir (Topcu ve Payne, 2017):

$$\hat{\beta}_{MG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (9)$$

burada $\hat{\beta}_{MG}$, bireysel tahmin edicilerin basit bir ortalamasıdır. MG tahmincisi, panel birimleri arasında heterojenliğe ve korelasyona izin verse de kesit bağımlılığını ele almaz. CCEMG tahmincisi, eğim katsayılarının panel birimleri arasında değişmesine izin vermenin yanı sıra kesit bağımlılığını da içerir. CCEMG tahmincisinin gösterimi Eşitlik 10'da gösterilmiştir.

$$\hat{\beta}_{CCEMG} = N^{-1} \sum_{i=1}^N \hat{\beta}_i \quad (10)$$

burada $\hat{\beta}_{CCEMG}$ yine bireysel tahmin edicilerin basit bir ortalamasıdır. CCEMG, MG tahmincisinin enine kesit artırılmış versiyonu olduğundan, Eşitlik 9'da sunulan tahminci Eşitlik 10'daki ile tamamen aynı olmaktadır.

7. AMPİRİK BULGULAR

Panel veri çalışmalarında serilerin yatay kesit bağımlılığı içerip içermediği önemli bir sorun teşkil etmektedir. Çünkü yatay kesit bağımlılığının olması durumunda ikinci nesil birim kök testleri kullanılması gerekirken, yatay kesit bağımlılığının olmaması durumunda birinci nesil birim kök testleri kullanılarak serilerin birim kök içerip içermediğinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Aksi halde serilerin durağanlık seviyeleri doğru tespit edilemeyeceği için yapılan analizler doğrultusunda elde edilecek bulgular doğru sonuçlara yönlendirmeyecektir. Bunun için çalışmada uygulama kısmına ilk olarak yatay kesit bağımlılığı tespit edilerek başlanmıştır. Çalışma kapsamında yapılan yatay kesit bağımlılığı test sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Yatay kesit bağımlılığı test sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>CD-test</i>	<i>Olasılık Değeri</i>
EFP	12,791	0,000
TEKN	10,427	0,000
SANAY	12,104	0,000
GDP	50,482	0,000
TRD	18,78	0,000
EC	21,234	0,000

Her bir değişkene ayrı ayrı uygulanan yatay kesit bağımlılığı test sonuçları Tablo 2'den elde edilen sonuçlar doğrultusunda incelendiğinde tüm değişkenlerde olasılık değerinin %1 anlamlılık düzeyinden düşük olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç yatay kesitin bağımsız olduğu yönündeki temel hipotezin reddedilip alternatif hipotezin kabul edildiğini göstermektedir. Bu doğrultuda değişkenlerin her birinin yatay kesit bağımlılığı içerdiği sonucuna ulaşılmaktadır. Değişkenlerin yatay kesit bağımlılığı içermesi değişkenlerin birim kök içerip içermediğinin anlaşılmasında ikinci nesil birim kök testleri uygulanması gerektiğini göstermektedir. Ancak bu noktada da bir diğer önemli sorun olan homojenliğin var olup olmadığıdır. Bunun için birim kök testleri yapılmadan önce değişkenlere homojenlik testi uygulanmıştır. Uygulanan Delta homojenlik testi sonunda elde edilen sonuçlar Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Delta homojenlik testi sonuçları

<i>Test</i>	<i>Delta</i>	<i>P-değeri</i>
Δ	11,223	0,000
$\Delta_{adj.}$	12,959	0,000

Tablo 3'ten elde edilen sonuçlar incelendiğinde iktisadi modellerde en çok kabul gören %1 anlamlılık düzeyinde homojenliği kabul eden temel hipotezin reddedilerek heterojenliği kabul eden alternatif hipotezin kabul edildiği görülmektedir. Dolayısıyla bundan sonraki aşamada heterojenliği kabul eden ikinci nesil birim kök testlerinin uygulanması gerekmektedir. Bu amaçla bu çalışmada Boot-IPS birim kök testi uygulanmış ve sonuçları Tablo 4'te verilmiştir.

Tablo 4. Boot-IPS birim kök testi sonuçları

<i>Değişkenler</i>	<i>Olasılık Değerleri</i>		<i>Sonuç</i>
	<i>Seviyede</i>	<i>Birinci Farkında</i>	
EFP	0,128	0,000	I(1)
TEKN	0,016	-	I(0)
SANAY	0,843	0,000	I(1)
GDP	0,979	0,001	I(1)
TRD	0,720	0,000	I(1)
EC	0,874	0,000	I(1)

Yatay kesit bağımlılığı altındaki Boot-IPS ikinci nesil birim kök testi sonuçları Tablo 4'te verilmiştir. Bu doğrultuda elde edilen sonuçlar teknolojik gelişmeyi temsil eden TEKN değişkeninin seviyede durağan olduğu görülürken, diğer tüm değişkenlerin birinci farkında durağan olduğu görülmektedir. Elde edilen bu sonuç değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin incelenmesinde ARDL (Autoregressive Distributed Lag Test) analizi kullanılması gerektiğini göstermiştir. Çünkü ARDL analizi bağımlı değişkenin I(1), bağımsız değişkenlerin ise farklı seviyelerde durağan olduğu durumda değişkenlerin analiz edilmesine olanak sağlamaktadır. Bundan dolayı çalışmada ARDL analiz yöntemi olan CCEMG yöntemi uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 5'te verilmiştir.

Tablo 5. CCEMG panel test sonuçları

<i>Değişken</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Olasılık</i>
TEKN	0,002	0,005	0,770
SANAY	0,017	0,007	0,024
GDP	0,000	0,000	0,041
TRD	-0,001	0,004	0,837
EC	-0,008	0,007	0,221

Not: Bağımlı Değişken: EFP

Tablo 5'ten elde edilen sonuçlar incelendiği zaman %5 anlamlılık düzeyinde sanayileşmede meydana gelen bir birimlik bir artışın çevresel kirlenmeyi temsil eden ekolojik ayak izini 0,017 birim artırdığı görülmektedir. Bununla birlikte ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında da pozitif bir ilişki bulunmuştur. Diğer değişkenlerin ise katsayıları anlamsız olduğu için yorumlanamamıştır. Elde edilen bu sonuç doğrultusunda Jevons paradoksunun doğruluğu kabul edilmiştir. Çünkü Başol (2018)'inde çalışmasında belirttiği üzere Jevons, teknolojik gelişmenin kullanılan kaynağın verimliliğini artıracak ve bunun da kaynağın tüketiminde artma meydana getireceğini ileri sürerken tüketilen bu kaynakların çevresel açıdan daha fazla kirliliğe neden olacağını savunmuştur. Yani gelişme ile çevre kirliliği arasında pozitif bir ilişki olduğunu kabul etmiştir. Dolayısıyla bu çalışmada gelişmeyi temsilen sanayileşme ve ekonomik büyümenin çevresel kirlenmeyi artırdığı doğrulanmıştır. Bu sebeple Jevons paradoksunun geçerliliği kabul edilmiştir.

8. SONUÇ

19. yüzyılın ortalarında Jevons tarafından ortaya konan paradoks, aslında mevcut sistemin doğa ile sürdürülebilir bir ilişkisinin mümkün olmadığını da gözler önüne sermektedir. "Sınırsız birikim" beklentisi direkt olarak doğanın kendi dengelerini bozmaktadır. Kapitalist üretim biçiminde, verimlilik artışı kullanılan kaynağın maliyetini düşürse bile doğal kaynaklara dayalı enerjiden yararlanmaya devam edilecektir. Doğal kaynak kullanımındaki artış da hangi kaynak olursa olsun karbon salınımını artırarak atmosfere zarar verecektir.

Halen iktisadın vazgeçilmezi olan iktisadi büyüme, en büyük problemlerimizden biri haline gelen doğanın tahribatına rağmen desteklenmektedir. Teknolojik gelişmenin uzun dönemde çevre kirliliğini azaltacağı ve doğal kaynak kullanımını sınırlandıracağı savunulur. Ancak teknolojik gelişme kaynakların verimliliğinde artışa yol açsa da kaynak talebine bağlı olarak tüketim artışını da daima beraberinde getirecektir. Jevons'un ifade ettiği gibi bu kaynakların kullanımındaki artış kaynakların maliyetlerini artıracak, kaynak kullanımına giderek daha fazla başvurulacak ve bu kaynaklar uzun dönemde kendini yenileyebildikleri için noksan olmaları verimlilik artışını da düşürecektir. Verimlilik artışı düşerken çevre kirliliği de her geçen gün daha da büyük bir problem olarak karşımıza çıkacaktır.

Jevons'un çalışmasında amaç İngiltere hegemonyasının sürdürülebilirliği ile ilgilidir. Artık günümüzün temel problemi ise mevcut sistem ile dünyanın ne kadar sürdürülebilir olduğu ile ilgilidir. Büyümenin yerine toplumsal olarak kalkınmanın, eşitliğin, insani gelişme düzeyinin artırılması artık temel hedef olarak belirlenmelidir. İçerisinde bulunduğumuz pandemi koşulları da aslında bazı şeylerin değişme vaktinin geldiğinin en büyük kanıtıdır.

Bu çalışmada Jevons paradoksunun analizinde ekonomi politik ile ekonometrik yöntemlerin bir bileşiminden yararlanılmıştır. Büyümenin çevre üzerinde yol açtığı tahribat hem teorik hem de ekonometrik bir gözle ortaya konulmaya çalışılmıştır. Jevons paradoksu, teknolojik ilerleme ve verimlilik artışlarının kısa dönemde, ekonomik büyümeyi artırdığı ve ekolojik kirlenmeyi engellediği, buna karşılık uzun dönemde teknolojik ilerlemenin çok daha fazla kaynak kullanımına neden olarak ekolojik kirlenmeyi artırdığını ifade etmektedir. Bu açıdan da teknolojik gelişme ve bu gelişmeyi temsil eden sanayileşme veya ekonomik büyüme gibi birçok değişkenin çevre üzerindeki etkisinin analiz edilmesi Jevons paradoksunun geçerliliğinin doğrulanması için büyük bir önem arz etmektedir. Bu amaçla bu çalışmada büyüme artışı için finansal serbestleşmeye giden yükselen ekonomiler seçilmiş 15 yükselen piyasa ekonomisinde ekolojik ayak izi verilerinden yararlanılarak Jevons paradoksunun uzun dönemde geçerliliğinin test edilmesi amaçlanmıştır. Çalışmada gelişmişlik göstergesi olarak teknolojik gelişme, sanayileşme, ekonomik büyüme, ticari açıklık ve enerji tüketimi verilerinden yararlanılmıştır. Söz konusu yükselen piyasa ekonomilerinde bu değişkenlerin 1990-2017 arası verilerinden yararlanılmıştır.

Çalışmada Jevons paradoksunun geçerliliğinin doğrulanabilmesinde en doğru sonuca ulaşılması için panel veri analizlerinde önemli bir sorun teşkil eden yatay kesit bağımlılığı test edilmiş ve yatay kesitin bağımlı olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Akabinde Delta homojenlik testi yapılarak heterojenlik varsayımı kabul edilirken bundan sonraki kısımda yatay kesit bağımlılığı ve heterojenlik varsayımını kabul eden Boot-

IPS birim kök testi uygulanmıştır. Bu test sonucunda tüm değişkenler birinci farkında durağan çıkarken sadece teknolojik gelişmenin seviyede durağan olduğu tespit edilmiştir. Bundan dolayı uzun dönemli katsayıların yorumlanmasında CCEMG tahmincisinden yararlanılmıştır. Yapılan analiz sonucunda ise %5 anlamlılık düzeyinde sanayileşmede ve ekonomik büyümede meydana gelen artışın çevresel kirlenmeyi artırdığı gözlemlenmiştir. Diğer değişkenlerin ise katsayıları anlamsız olduğu için yorumlanamamıştır. Bu sonuç Jevons paradoksunun ileri sürdüğü gibi uzun dönemde yaşanan gelişmenin ve ekonomik büyümedeki artışın çevresel kirlenmeyi artırdığı varsayımını doğrulamıştır. Bu sebeple bu çalışmada Jevons paradoksunun geçerliliği kabul edilmiştir. Söz konusu ülkelerin ortak verilerinin 1992-2017 yılları arasında temin ediliyor oluşu çalışmanın kısıtını oluşturmaktadır. Ancak söz konusu dönem için elde edilen bu sonuç Jevons paradoksunun geçerliliğini destekler niteliktedir. Çalışmamız çevre üzerine odaklanan Clement (2011)'in ABD için ve Akıncı ve diğerlerinin (2018) Türkiye için yaptığı analiz sonuçları ile de uyumludur. Bundan sonraki yapılacak çalışmalarda, Jevons paradoksunun geçerliliği diğer ülke grupları için test edilebilir. Ayrıca enerji etkinliği ve tüketimi ilişkisinden yararlanılarak analizler yapılabilir.

Jevons Paradoksu'nun da ortaya koyduğu üzere büyümenin temel amaç olmaktan çıkarılıp küçülmenin (degrowth) temel alınmasının zamanı gelmiştir. Artık kaynakların ihtiyaçlar doğrultusunda kullanılması, tüketim ve üretimin kooperatifler aracılığı ile yönlendirilmesi, çevreye zarar veren şirketlere ağır yaptırımların ve bu zararı veren ülkeler için çevre vergilerinin uygulanması, yenilenebilir kaynakların kendini yenileyebilmeleri için gerekli sürenin farkında olunması ve bu doğrultuda kaynak kullanımına sınırlamaların getirilmesi çevrenin korunmasında atılacak ilk adımlardır. Öyle görünüyor ki kapitalizmin o "her şeye rağmen sermaye birikimi/her şeye rağmen büyüme" mottosu ve teknolojik gelişmenin doğaya verilen zararı uzun dönemde telafi edeceği inancı sürdükçe Jevons paradoksu da geçerliliğini korumaya devam edecektir.

Yazar Katkıları / Author Contributions

Ecem Turgut: Modelleme, Veri Derleme, Analiz, Makale Yazımı-inceleme ve düzenleme Yeliz Sarıöz Gökten: Literatür taraması, Kavramsallaştırma, Metodoloji, Analiz, Makale Yazımı- orijinal taslak Ecem Turgut: Modelling, Data Curation, Analysis, Writing-review and editing Yeliz Sarıöz Gökten: Literature review, Conceptualization, Methodology, Analysis, Writing-original draft

Çatışma Beyanı / Conflict of Interest

Yazarlar tarafından herhangi bir potansiyel çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
No potential conflict of interest was declared by the authors.

Fon Desteği / Funding

Bu çalışmada herhangi bir resmi, ticari ya da kâr amacı gütmeyen organizasyondan fon desteği alınmamıştır.
Any specific grant has not been received from funding agencies in the public, commercial, or not-for-profit sectors.

Etik Standartlara Uygunluk / Compliance with Ethical Standards

Yazarlar tarafından, çalışmada kullanılan araç ve yöntemlerin Etik Kurul izni gerektirmediği beyan edilmiştir.
It was declared by the authors that the tools and methods used in the study do not require the permission of the Ethics Committee.

Etik Beyanı / Ethical Statement

Yazarlar tarafından bu çalışmada bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan edilmiştir.
It was declared by the author(s) that scientific and ethical principles have been followed in this study and all the sources used have been properly cited.



Yazarlar, Verimlilik Dergisi'nde yayımlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.
The authors own the copyright of their works published in Verimlilik Dergisi and their works are published under the CC BY-NC 4.0 license.

KAYNAKÇA

- Akinci, M., Sevinç, H. ve Yılmaz, Ö. (2018). "Jevons Paradoksu: Enerji Etkinliği ve Rebound Etkisi Üzerine Ekonometrik Bir Analiz". *Fiscaoeconomia*, 2(1), 77-98.
- Alcott, B. (2005), "Jevons' Paradox". *Ecological Economics*, 54, 9-21.
- Bai, J. ve S. Ng. (2004). "A Panic Attack on Unit Roots and Cointegration". *Econometrica*, 72(4), 1127-1177.
- Başol, O. (2018). "Dünyada ve Türkiye'de Yeşil İşlerin Gelişimine İlişkin Bir Değerlendirme." *Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar*, (636), 71-87.
- Bayar, E. (2020). "Teknolojik İnovasyonun Cinsiyetler Arası İstihdam Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz". Yüksel Lisans Tezi, Şırnak Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Şırnak.
- Bersvendsen, T. ve Ditzén, J. (2020). xthst: "Testing for Slope Homogeneity in Stata". *Centre for Energy Economics Research and Policy Working Paper*, 11.
- Breuer, J.B., McNown, R. ve Wallace, M.S. (2001). "Misleading Inferences From Panel Unit- Root Tests with An Illustration from Purchasing Power Parity". *Review of International Economics*, 9(3), 482-493
- Ceddia, M.G. (2019). "The Impact of Income, Land, and Wealth Inequality on Agricultural Expansion in Latin America". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 116(7), 2527-2532.
- Ceddia, M.G., Sedlacek, S., Bardsley, N.O. ve Gomez-y-Paloma, S.J.G.E.C. (2013). "Sustainable Agricultural Intensification or Jevons Paradox? The Role of Public Governance in Tropical South America". *Global Environmental Change*, 23(5), 1052-1063.
- Clark, B. ve Foster, J.B. (2001). "William Stanley Jevons and The Coal Question: An Introduction to Jevons's of The Economy of Fuel". *Organization & Environment*, 14(1), 93-98.
- Clack, B. ve York, R. (2005). "Carbon Metabolism: Global Capitalism, Climate Change, and the Biospheric Rift". *Theory and Society*, 34(4), 391-428.
- Clement, M.T. (2011). "The Jevons Paradox and Anthropogenic Global Warming: A Panel Analysis of State-Level Carbon Emissions in The United States. 1963-1997". *Society & Natural Resources*, 24(9), 951-961.
- Costanza, R., Daly, H.E. ve Barthlomew, J.A. (1991). "Goals, Agenda and Policy Recommendations For Ecological Economics", in R. Costanza (ed.). *Ecological Economics: The Science and Management of Sustainability*, 1- 20. Columbia University Press, New York.
- De Hoyos, R.E. ve Sarafidis, V. (2006). "Testing for Cross-Sectional Dependence in Panel-Data Models". *The Stata Journal*, 6(4), 482-496.
- Foster, J.B. (2002). "Capitalism and Ecology", *Monthly Review*, <http://napoletano.net/cursos/geomarx2018a/textos/Foster2002.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.01.22).
- Giampietro, M. ve Mayumi, K. (2006). "Efficiency, Jevons' Paradox and The Evolution of Complex Adaptive Systems", *Economic Development, Climate Change and the Environment* (203-223). Routledge India, New Delhi.
- Gómez-Baggethun, E., De Groot, R., Lomas, P.L. and Montes, C. (2010). "The History of Ecosystem Services in Economic Theory and Practice: from Early Notions to Markets and Payment Schemes". *Ecological Economics*, 69(6), 1209-1218.
- Gowdy, J. and Erickson, J.D. (2005). "The Approach of Ecological Economics". *Cambridge Journal of Economics*, 29(2), 207-222.
- Greenwood, D.T. and Holt, R.P. (2008). "Institutional and Ecological Economics: The Role of Technology and Institutions in Economic Development". *Journal of Economic Issues*, 42(2), 445-452. doi: 10.1080/00213624.2008.11507153
- Gunderson, R. ve Yun, S.J. (2017). "South Korean Green Growth and The Jevons Paradox: An Assessment With Democratic and Degrowth Policy Recommendations". *Journal of cleaner production*, 144, 239-247.
- Hadri, K. ve Kurozumi, E. (2012). "A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Serial Correlation And A Common Factor." *Economics Letters*, 115(1), 31-34.
- Hovardas, T. (2016). "Two Paradoxes with One Stone: A Critical Reading of Ecological Modernization". *Ecological Economics*, 130, 1-7.
- Im, K.S., Pesaran, M.H. ve Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels. *Journal of Econometrics*", 115(1), 53-74.
- Inglesi-Lotz, R., Chang, T. ve Gupta, R. (2015). "Causality Between Research Output and Economic Growth in BRICS". *Quality & Quantity*, 49(1), 167-176.
- Jevons, W.S. (1906). "The Coal Questions, an Inquiry Concerning the Progress of the Nation, and the Probable Exhaustion of our Coal-mines", Macmillan Press, Third Edition.

- Magdoff, F. (2002). "Capitalism's Twin Crises: Economic and Environmental", *Monthly Review*, <https://monthlyreview.org/2002/09/01/capitalisms-twin-crises/>, (Erişim Tarihi: 11.01.2022).
- Munda, G. (1997). "Environmental Economics, Ecological Economics, and The Concept of Sustainable Development". *Environmental Values*, 6(2), 213-233.
- Murshed, M. (2018). "Revisiting the Jevons Paradox of Energy Economics: Empirical Evidence from Bangladesh and India". *International Review of Business Research Papers*, 14(1), 68-93.
- O'Connor, J. (1991). "On the Two Contradictions Of Capitalism". *Capitalism Nature Socialism*, 2(3) 107-109.
- O'Connor, J. (1998). "Natural Causes: Essays in Ecological Marxism". Guilford Press, New York and London.
- Pesaran, M.H., ve Smith, R. (1995). "Estimating Long-Run Relationships from Dynamic Heterogeneous Panels". *Journal Of Econometrics*, 68(1), 79-113.
- Pesaran, M.H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence." *Journal of applied econometrics*, 22(2), 265-312.
- Pesaran, M.H. ve Yamagata, T. (2008). "Testing Slope Homogeneity in Large Panels." *Journal Of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Polimeni, J.M. (2007). "Jevons Paradox and The Economic Implications For Europe". *International Business & Economics Research Journal (IBER)*, 6(10).
- Polimeni, J.M. (2008). "Empirical Evidence for the Jevons Paradox". Polimeni, J. M., Mayumi, K., Giampietro, M. and Alcott B. *The Jevons Paradox and the Myth of Resource Efficiency Improvements*. First published by Earthscan in the UK and USA, 141-172.
- Reese, S. ve Westerlund, J. (2016). "Panicca: Panic on Cross-Section Averages". *Journal of Applied Econometrics*, 31(6), 961-981.
- Singh, A.P. ve Narayanan, K. (2015). "Agriculture Intensification Population Growth and Cropland Expansion: Evidence From Post". Forum for Global Knowledge Sharing.
- Smith, L.V., Leybourne, S., Kim T.H. ve Newbold, P. (2004). "More Powerful Panel Data Unit Root Tests With An Application to Mean Reversion In Real Exchange Rates". *Journal of Applied Econometrics*, 19(2), 147-170.
- Stern, D. (1997). "Ecological Economics and Sustainable Development: Theory, Methods and Applications". *The Economic Journal*, 107(445), 1905-1907.
- Swamy, P.A. (1970). "Efficient Inference in A Random Coefficient Regression Model." *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 311-323.
- Şak, N. (2018). "Panel Birim Kök Testleri". *Uygulamalı Panel Veri Ekonometrisi*. Editör Güriş, S. Der Kitabevi, İstanbul, 261-309.
- Topcu, M. ve Payne, J.E. (2017). "The Financial Development–Energy Consumption Nexus Revisited", *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(9), 822-830. doi: 10.1080/15567249.2017.1300959
- Trincado, E., Sánchez-Bayón, A. ve Vindel, J.M. (2021). "The European Union Green Deal: Clean Energy Wellbeing Opportunities and the Risk of the Jevons Paradox". *Energies*, 14(14), 4148.
- Uğur, B. (2021). "Yükselen Piyasa Ekonomilerinde İhracatın Ekonomik Büyümeye Etkisi: Panel Veri Analizi". *Uluslararası Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 7(2), 17-29.
- Van den Bergh, J.C. (2001). "Ecological Economics: Themes, Approaches, and Differences with Environmental Economics". *Regional Environmental Change*, 2(1), 13-23.
- Venkatachalam, L. (2007). "Environmental Economics and Ecological Economics: Where They Can Converge?" *Ecological Economics*, 61(2-3), 550-558.
- Westerlund, J. ve Hosseinkouchack, M. (2016). "Modified CADF and CIPS panel unit root statistics with standard chi-squared and normal limiting distributions". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(3), 347-364.
- Wolfe, M. (2012). "Beyond "Green Buildings": Exploring The Effects of Jevons' Paradox on The Sustainability of Archival Practices". *Arch Sci*, 12(35-50).
- Xu, H., Yang, R. ve Song, J. (2021). "Agricultural Water Use Efficiency and Rebound Effect: A Study for China". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(13), 7151.
- York, R. (2006). "Ecological Paradoxes: William Stanley Jevons and the Paperless Office". *Human Ecology Review*, 143-147.
- York, R. ve McGee, J.A. (2015). "Understanding the Jevons Paradox". *Environmental Sociology*, 2(1), 77-87.

EK

Tablo A1. CCEMG ülke bazlı test sonuçları

<i>Değişken</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Olasılık</i>
Arjantin			
TEKN	0,009	0,014	0,539
SANAY	0,027	0,026	0,294
GDP	0,000	0,000	0,191
TRD	0,008	0,018	0,663
EC	0,041	0,048	0,399
Bangladeş			
TEKN	-0,004	0,005	0,471
SANAY	-0,016	0,008	0,053
GDP	0,000	0,000	0,029
TRD	0,004	0,002	0,035
EC	-0,003	0,004	0,394
Brezilya			
TEKN	-0,005	0,013	0,685
SANAY	-0,003	0,012	0,759
GDP	0,000	0,000	0,153
TRD	0,010	0,012	0,397
EC	-0,027	0,013	0,052
Endonezya			
TEKN	0,008	0,005	0,143
SANAY	-0,002	0,004	0,599
GDP	-0,000	0,000	0,276
TRD	-0,006	0,001	0,700
EC	-0,006	0,007	0,363
Güney Afrika			
TEKN	-0,011	0,011	0,319
SANAY	0,009	0,052	0,856
GDP	0,000	0,000	0,001
TRD	0,048	0,015	0,002
EC	0,001	0,027	0,970
Hindistan			
TEKN	-0,000	0,002	0,713
SANAY	0,001	0,003	0,659
GDP	0,000	0,000	0,029
TRD	-0,000	0,001	0,486
EC	-0,001	0,003	0,609
Kolombiya			
TEKN	0,002	0,006	0,760
SANAY	-0,017	0,025	0,483
GDP	0,000	0,000	0,727
TRD	0,002	0,011	0,823
EC	-0,010	0,007	0,187
Malezya			
TEKN	0,042	0,025	0,091
SANAY	0,022	0,051	0,668
GDP	0,000	0,000	0,059
TRD	-0,004	0,008	0,615
EC	0,034	0,046	0,453
Meksika			
TEKN	-0,028	0,051	0,583
SANAY	0,069	0,133	0,605
GDP	-0,000	0,000	0,829
TRD	-0,032	0,033	0,333
EC	-0,011	0,233	0,961

Tablo A1. (Devamı)

<i>Değişken</i>	<i>Katsayı</i>	<i>Standart Hata</i>	<i>Olasılık</i>
Pakistan			
TEKN	-0,009	0,004	0,037
SANAY	0,001	0,005	0,751
GDP	-0,000	0,000	0,013
TRD	0,000	0,002	0,993
EC	-0,024	0,003	0,000
Peru			
TEKN	0,006	0,015	0,670
SANAY	0,049	0,047	0,294
GDP	0,000	0,000	0,962
TRD	-0,000	0,010	0,943
EC	-0,016	0,008	0,067
Romanya			
TEKN	0,046	0,019	0,020
SANAY	0,010	0,058	0,858
GDP	0,000	0,000	0,700
TRD	-0,011	0,012	0,456
EC	-0,032	0,032	0,307
Şili			
TEKN	-0,041	0,024	0,090
SANAY	0,079	0,032	0,014
GDP	-0,000	0,000	0,779
TRD	-0,030	0,012	0,013
EC	0,012	0,020	0,536
Tayland			
TEKN	0,025	0,016	0,125
SANAY	-0,000	0,021	0,986
GDP	0,000	0,000	0,000
TRD	0,011	0,003	0,002
EC	-0,009	0,014	0,519
Türkiye			
TEKN	-0,005	0,022	0,789
SANAY	0,025	0,032	0,447
GDP	0,000	0,000	0,898
TRD	-0,020	0,011	0,078
EC	-0,073	0,033	0,030

Not: Bağımlı Değişken: EFP

