

Ekonomik Karmaşıklık Endeksinin ve Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: G-7 Ülkeleri Üzerine Uygulama *

Impact Of The Economic Complexity Index And Environmental Taxes On Environmental Pollution: Application To G-7 Countries

ÖZET

Çevre, tüm canlılar için oldukça önemli bir yaşam alanını temsil etmektedir. Ekolojik dengenin sağlanabilmesi için de en önemli araçlardan biri olarak sayılmaktadır. Bununla birlikte son yıllarda çevreyi tehdit eden unsurların sayısında artış yaşanmakta ve çevre kirliliği küresel bir sorun haline gelmektedir. Bu çalışmada G-7 ülkelerinde 1995-2021 dönemi için ekolojik ayak izi üzerinde ekonomik karmaşıklık endeksinin, çevre vergisinin ve ekonomik büyümenin etkisi ve itici güçleri araştırılmaktadır. Statik panel veri analiz yönteminin kullanıldığı bu çalışmada ekonomik karmaşıklığın ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi istatistiksel olarak anlamlı ve negatif bulunmuştur. Çevre vergisi ve ekonomik büyümenin ülke grubu üzerindeki etkisi de istatistiksel olarak anlamlı çıkmakla birlikte ekolojik ayak izini pozitif etkilediği görülmüştür. Ayrıca Ekonomik karmaşıklık, çevre vergisi ve ekonomik büyümeden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. Bu çalışmanın, sınırlı literatüre sahip olan ekonomik karmaşıklık, çevre vergileri, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi ilişkisine dair katkı sağlama motivasyonu bulunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Ayak İzi, Ekonomik Karmaşıklık Endeksi, Çevre Vergisi, Statik Panel Veri Analizi.

ABSTRACT

All living things rely heavily on the environment for their survival. It is regarded as one of the most important tools for achieving ecological balance. However, the number of elements threatening the environment has increased in recent years, and environmental pollution has emerged as a global issue. This study looks at the impact and driving forces of the economic complexity index, environmental tax, and growth on the ecological footprint in the G-7 countries between 1995 and 2021. In this study, which used the static panel data analysis method, the effect of economic complexity on the ecological footprint was found to be statistically significant but negative. Environmental taxes and economic growth have a statistically significant positive impact on the country group's ecological footprint. In addition, a unidirectional causality relationship was discovered between economic complexity, environmental taxation, and economic growth and the ecological footprint. The purpose of this study is to contribute to the limited literature on the relationship between economic complexity, environmental taxes, and ecological footprint.

Keywords: Ecological Footprint, Economic Complexity Index, Environmental Tax, Static Panel Data Analysis.

GİRİŞ

İkinci Dünya Savaşı sonrasında uygulanmaya başlanılan kalkınma politikaları, çevre üzerindeki baskıyı artırmıştır. Bununla birlikte sanayileşme süreci ekolojik sorunların temelini oluşturmuştur (Samancı, 2018: 225). Sanayileşme ile üretim ve tüketimde artış meydana gelmiş, enerji kullanımı artmış ve çevre kirliliği gün yüzüne daha çok çıkmaya başlamıştır. Özellikle yenilenemeyen enerji kullanımına bağlı olarak meydana gelen sera gazı emisyonları, çevresel bozulmanın ve küresel ısınmanın sebebi olmuştur. Sera gazı emisyonları arasında en güçlü olanı ise karbon emisyonudur. Sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması için düşük karbonlu ekonomiye geçiş teşvik edilmelidir. Sürdürülebilir kalkınmanın önemi günden güne artmış ve bilim adamları, politikacılar ve akademisyenlerin üzerinde durduğu bir konu haline gelmiştir (Lin ve Jia, 2018: 560-561). Yirminci yüzyılın ikinci yarısından bu yana ise çevre sorunları insanoğlunu tehdit eder bir boyuta ulaşmıştır (Görmez, 2020: 1). Bu bağlamda çevreye ilişkin tehditler ve çevre kalitesi gibi başlıklar baz alınarak Birleşmiş Milletler öncülüğünde birçok ülkenin de taraf olduğu konferans ve sözleşmeler gerçekleştirilmiştir. Bu konferanslardan ve sözleşmelerden en önemlileri şu şekilde sıralanabilir: Stockholm Konferansı (1972), Akdeniz Eylem Planı (1975), Habitat İnsan

* Bu çalışma Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde, Doç. Dr. Fındık Özlem ALPER danışmanlığında yürütülen doktora tezinden türetilmiştir.

¹ Doktora Öğrencisi, Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-2605-2090

² Doç. Dr., Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Niğde, Türkiye, ORCID ID: 0000-0002-7829-8551

Nursaç Değerli Parlak¹
Fındık Özlem Alper²

How to Cite This Article

Değerli Parlak, N. & Alper, F. Ö. (2024). "Ekonomik Karmaşıklık Endeksinin ve Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: G-7 Ülkeleri Üzerine Uygulama" International Social Sciences Studies Journal, (e-ISSN:2587-1587) Vol:10, Issue:12; pp:2518-2535. DOI: <https://doi.org/10.5281/zenodo.14569741>

Arrival: 13 November 2024
Published: 30 December 2024

Social Sciences Studies Journal is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.

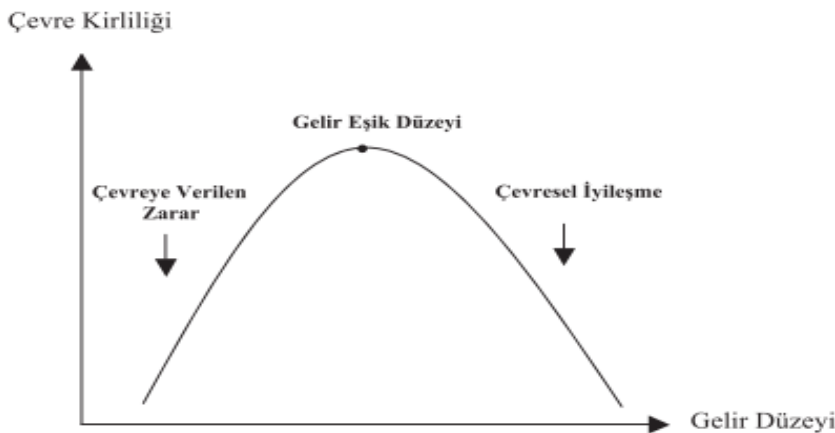
Yerleştirmeleri Konferansı (1976, 1996, 2016), Rio'da yapılmış olan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçevesi Sözleşmesi (1992), Kyoto Protokolü (1997), Milano Dokuzuncu İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (2003), Bali İklim Değişikliği Konferansı (2007), Kopenhag Taraflar Konferansı (2009), Paris İklim Zirvesi (2015), Polonya Katowice Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı (2018) (Bozkurt, 2018: 164-200). Bu gelişmelerle birlikte çevre sorunları, küresel alanda incelenen, çözüm önerileri sunulan ve bilimsel çalışmalara konu olan bir hal almaktadır.

Çevre kirliliğinin bir göstergesi olarak kullanılan ekolojik ayak izi, birçok çalışmada incelenmektedir. Ekolojik ayak iziyle karbon emisyonu kıyaslandığında, ekolojik ayak izinin çevresel bozulmanın tespiti için daha kapsamlı sonuçlar verdiği görülmektedir. Bunun nedeni ekolojik ayak izinin birden fazla bileşenden oluşmasıdır (Zahra vd., 2021: 2525). Karbon emisyonları kullanmak yerine kapsamı daha geniş olan ekolojik ayak izi değişkeni kullanılmaktadır (Yavuz, 2021: 1938). Ekolojik ayak izi altı alt bileşenden oluşmaktadır. Bunlar; karbon, orman ürünleri, tarım, otlak, balıkçılık ve yapılaşma alanlarıdır. Ekolojik ayak izi, insanoğlunun tükettiği doğal kaynakların, çevre için ne derece baskı oluşturduğunu ölçmek için kullanılmaktadır. Ekolojik ayak izi ile birlikte göze çarpan bir başka terim ise biyokapasitedir. Biyokapasite, kişilerin talep ettiklerinin ya da tüketilenlerin yeniden yenilenmesi şeklinde tanımlanmaktadır. Ekolojik ayak izinin, biyokapasiteyi aştığı durumda ekolojik açıktan söz edilirken, ekolojik ayak izinin biyokapasiteden az olduğu durumda ise ekolojik rezervden söz edilmektedir (Yavuz ve Ergen, 2022: 115). Bundan dolayı Global Footprint Network, gezegendeki kaynaklar konusunda sürdürülebilirlik kriterinin oluşması için Dünya'daki ekolojik ayak izi ve biyokapasitesinin birbirine denk olması gerekliliğini ileri sürmektedir (Ulucak ve Lin, 2017: 339).

Ekolojik ayak izi, kolay hesaplanabilir, geniş kapsamlı ve anlaşılır olduğu için son yıllarda çevresel gösterge olarak kabul görmektedir. Ekolojik ayak izi hem doğal kaynaklara karşı olan talebin bileşik göstergesi niteliğindedir hem de küresel alanda çevresel bozulmanın, çevresel baskının ve ekonomik birimler arasında olan ilişkinin açıklanması konusunda gerekli bir değişkendir (Ulucak ve Lin, 2017: 342). Ekolojik ayak izi, insanların kaynak tüketimi yoluyla çevre koşulları üzerindeki insan merkezli baskıyı temsil eden ve bunu dünyanın yenilenme kapasitesiyle ilişkilendiren bir metriktir (Rafique vd., 2022: 4624). Genel bir tanımlamayla, ekolojik ayak izinin, belirli bir ülke ya da bölgenin, hava-su-toprak açısından doğa üzerinde oluşan etkileşimi ile ilgili bilgiler verdiği ifade edilmektedir (Ozturk vd., 2016: 1917). Bu bağlamda, ekolojik ayak izinin, çevresel bozulma göstergesi olarak çalışmalara dahil edilmesi günden güne artmaktadır (Doğan vd., 2020: 7).

Yakın dönemlerde çevreye ait tahribatın arttığı görülmektedir. Ekolojik ayak izi 1961 yılından bu yana neredeyse üç kat artış eğilimi göstermiştir. Öte yandan biyokapasiteye bakıldığında ise yaklaşık olarak %20 ile %30 arasında kalmıştır. 1970 yılına kadar Dünya'da biyokapasite, ekolojik ayak izinin üzerinde olduğu için ekolojik rezerv bulunmaktaydı. Fakat 1970'li yıllardan sonra ekolojik ayak izinin artış oranı, biyokapasiteyi artış oranını geçmiş ve ekolojik açık sorunu meydana gelmiştir. Ekolojik ayak izi bazı dönemler azalma gösterse de genel olarak artış eğilimindedir (Yavuz ve Ergen, 2022: 115).

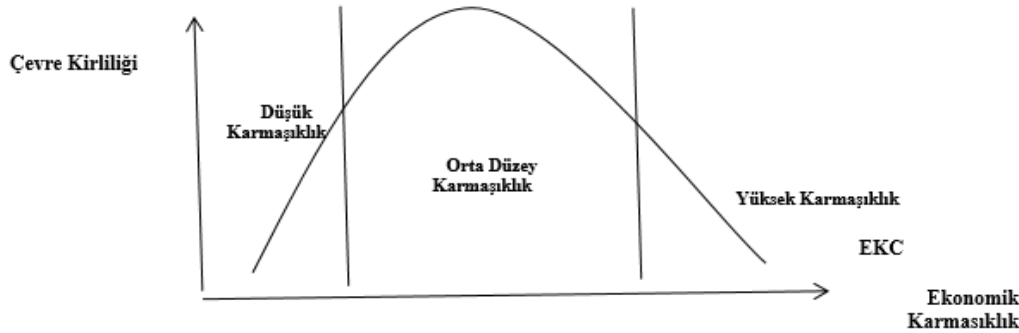
Ülkelerin ekonomik büyümenin devamlılığını sağlama istekleri beraberinde tahribata neden olmaktadır. Çevresel bozulmayla büyüme arasındaki ilişkiyi açıklayan hipotez, Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezidir. Bu hipotezin temelinde gelirin artışıyla birlikte çevresel kirliliğinin belli bir noktaya kadar arttığı ancak belli bir dönüm noktasından sonra gelirdeki artışla birlikte çevre kirliliğinin de azaldığı ifade edilmektedir. Bundan dolayı EKC hipotezinde, gelirle çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi gösteren eğri ters-U şeklinindedir (Doğan vd., 2019: 31900). Bu etkilerin grafik gösterimi şekil 1'de özetlenmektedir.



Şekil 1: Çevresel Kuznets Eğrisi

Kaynak: Erataş & Uysal, 2014: 6

Ülkeler kalkınmanın başlangıç aşamasındayken, çevre kirliliğine az da olsa katkı sağlayan tarım sektörü alanında faaliyet içerisindedirler. Zaman geçtikçe ülkeler, fazla kirlilik yaratan sanayileşme evresine ulaşmaktadır ve buna ölçek etkisi denilmektedir. Bu aşamadan sonra ülkeler, bilgiyle becerinin yoğunlaştığı alanlara odaklanmakta ve çevre kirliliğini azaltan yani çevre kalitesini artıran süreç başlamaktadır, buna yapısal etki denilmektedir. Yapısal değişimin olduğu aşamada yeni teknolojilerle, imalat alanında kullanılmış olan eski teknolojiler değiştirildiğinden çevre kirliliği oranları daha aza indirgenmektedir, bu da teknolojik etki olarak ifade edilmektedir (Can ve Gozgor, 2017: 16364-16365). Büyümeyle çevresel kalite arasında var olan ilişkinin analiz edildiği çoğu çalışmaya literatürde rastlamak olasıdır. Geleneksel yaklaşımlara göre farklılık yaratan çalışmalar azınlıkta olsa da son zamanlarda ülkelerin modernleşmiş ve gelişmiş üretim yapısını gösteren ekonomik karmaşıklık endeksi (ECI) ile çevresel kirliliğin arasında olan ilişkiyi gösteren çalışmalar da gündeme taşınmıştır. Günümüzde artan dünya rekabeti, karmaşıklığı yüksek olan ürünlerin talebini artırmıştır. Genellikle fazla karmaşık ve değişik olan ihracat bazı ürünler, zorunlu bir şekilde enerjinin yoğunluk oranında bir artışı ve çevre kirliliğine neden olan bir enerji talebini ifade etmektedir (Neagu, 2019: 1). Karmaşıklık düzeyi ve çevre kirliliği arasındaki ilişki ise Şekil 2’de gösterilmiştir.



Şekil 2: Çevre Kirliliği ve Ekonomik Karmaşıklık Arasındaki İlişki
Kaynak: Pata, 2021: 848

Hidalgo ve Hausmann tarafından 2009 yılında geliştirilmiş olan ECI, çevre üzerinde belirli bir etkisi olan ekonomik ve enerji tüketim yapısına sahip olan bir ekonominin üretken kapasitesidir. Bir ekonomide üretken yapının inşa edilmesi için toplum tarafından kullanılan bilgi miktarı ekonomik karmaşıklıkta. Bilgi, ekonomik kalkınmayı teşvik eder ve büyümenin tahmincisi konumundadır. Ekonomik karmaşıklığın çevre ile güçlü bir ilişkisi vardır. Daha karmaşık bir ekonomi düzeni, bilgi yoğun üretim yapısının sağlanması ve bilgi ve teknolojinin benimsenmesiyle çevre kalitesinin artırılması sağlanmaktadır (Hidalgo ve Hausmann, 2009: 10550). Yüksek karmaşıklık seviyesi, bir ülkenin katma değeri yüksek olan karmaşık ürün üretmesini ve ihraç etmesini yansıtmaktadır.

ECI, çevresel kalitenin itici gücü ve üretilen ürünlerin teknolojik seviyesinin ve bilgiye bağlı üretim yapısının ifade edilmiş şeklidir (Chu vd., 2023: 34410). ECI, bir ülkedeki üretkenliği, üretim sürecindeki teknolojinin seviyesini, bilgi yoğunluğunu ifade etmektedir. Şekil 2 çevresel kirlilik ile ekonomik karmaşıklık düzeyinin arasında ters-U biçiminde bir ilişkinin varlığını ifade etmektedir. Nitekim ekonomik kalkınmanın ilk döneminde temel seviyedeki tarımsal üretim süreci, düşük bir ekonomik karmaşıklığı ve oransal olarak az bir şekilde çevre kirliliğini ifade etmektedir. Karmaşıklık seviyesi orta seviyelerde iken bakıldığında çevresel kirlilikte artış görülmektedir. Ancak yüksek ekonomik karmaşıklık düzeyinde çoğunlukla teknoloji ve bilgi yoğun teknikler kullanıldığı için çevre kirliliği azalmaktadır (Pata, 2021: 847-848). Bu çalışmada, çevrenin lüks bir mal olarak kabul görüldüğü geleneksel EKC hipotezine karşın; bir ülkenin üretim yapısını, bilgi, teknoloji ve beceri yoğunluğu ile tanımlayan ECI ile çevre kirliliğinin arasındaki ilişki analiz edilmektedir. Tarım sektörünün geçerli olduğu ekonomilerde çevresel bozulma daha az yaşanmaktadır. Ancak sanayileşmeyle birlikte üretimin çeşitlendiği ve ekonomilerin daha karmaşık hale geldiği görülmektedir. Bundan dolayı çevre kirliliği de artmaktadır. Zamanla ekonomik karmaşıklık seviyesi, bilgi yoğun endüstriler için yapısal değişiklikler meydana getirmiştir. Ekonomik karmaşıklık düzeyindeki yaşanan artışlar, çevresel tahribatı azaltmaya yardımcı üretim yapısının gelişmesine katkı sağlamıştır (Swart ve Brinkmann, 2020: 5-6). Tüm bunlara karşın ECI'nin hem çevresel kaliteyi artırdığı hem de çevresel kirliliğine neden olduğu çalışmaların varlığı göz ardı edilmemelidir (Adedoyin vd. 2021, 2).

İklim değişikliği ve küresel ısınma, biyolojik çeşitliliğin azalması, çevre kirliliği, çevresel kalitenin düşmesi ve atıkların özümsemesi gibi çevreyle ilgili konularla mücadelede küresel alanda uygulamaya koyulan çevre vergilerinin, kirliliğin önüne geçmede önemli bir araç olduğu ifade edilmektedir. Çevre vergileri, doğaya zarar veren işlevlerin göreceli fiyatını artırarak ekonomide faaliyet gösteren sektörlerin çevresel maliyetlerini yok saymalarını önlemekte ve harcama kararlarında değişikliğe neden olmaktadır (Çelikkaya, 2020: 14). Çevresel

vergiler, sera gazı emisyonlarını en aza indirmek için kullanılan en etkili politika aracıdır (Bashir vd., 2020: 4). Hükümetler, çevre vergileri ile olumsuz dışsallıkları içselleştirerek enerji verimliliğini artırmakta ve karbon emisyonlarını vergilendirmeyi amaçlamaktadır (Bashir vd. 2021: 20703).

Kamu politikaları kapsamında çevresel bozulmayı önleme yöntemlerinin içerisinde yasaklamak, para cezası uygulamak, ruhsat vermek ve sınırlar getirmek gibi hukuki ve idari yaptırımları vardır. Hukuki ve idari yaptırımların yanı sıra vergi, kirlilik harcı, sübvansiyon ve harcama gibi mali yaptırımlar bulunmaktadır. Çevresel bozulma ile mücadelede kullanılan en yaygın araç, dolaylı kontrol aracı olan vergisel politikadır (Şen ve Sağbaşı, 2020: 453). Çevresel kirlilik ile mücadele kapsamında A. Pigou vergilendirmesinden söz edilmektedir. Pigou için çevresel kirliliğe sebep olan faaliyetleri üstlenen taraf, verdiği zararı tazmin etmelidir yani ödemelidir (Çataloluk, 2014: 24). Kirliliğin önlenmesi için buna benzeyen bir yaklaşım da C. R. Plott (1983) tarafından ileri sürülmüştür. Plott'a göre, en uygun düzeyde hesaplanmış olan marjinal sosyal maliyetine eşit oranda verginin uygulanması gerekmektedir. Bu tür vergilerden toplanan gelirin, topluma dağıtılması öngörüldüğü için çevresel tahribat optimum düzeyde sınırlandırılacaktır (Plott, 1983: 108).

Hükümetler, çevre vergileriyle mal ve hizmetin nispi fiyatını şekillendirirken aynı zamanda çevrenin korunmasını da sağlamaktadır. Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü (OECD) çevre vergisini şu şekilde tanımlamıştır: Araç yakıtları, enerji ürünleri, ulaşım hizmetleri, doğal kaynaklar talep edilirken çevrenin zarar görmesi, ozon tabakasının incilmesi, suyun ve toprağın kirlenmesi ve gürültünün oluşması gibi kirliliğe neden olan faaliyetler için alınan vergilerdir (Yavuz ve Ergen, 2022: 120). Çevresel kalitenin sürdürülebilirliği kapsamında çevresel vergilerin doğaya en önemli faydası, bireyleri yenilenebilir enerji kaynak kullanımı konusunda teşvik ediyor olmasıdır. Çünkü yenilenebilir enerji kaynaklarının, asit yağmuru, ozon tabakası incilmesi ve küresel iklim değişikliğine sebep olduğu bilinmektedir (Dinçer, 2000: 160). Yenilenebilir enerji kaynakları, genel olarak güneşten ve jeotermal enerjiden oluştuğu için meydana gelebilecek zararlı etkileri minimum düzeye indirmektedir (Turkenburg, 2000: 221). Bununla birlikte yenilenebilir enerji kaynaklarında bulunan teknolojiler, rüzgâr ve güneş enerjisi gibi, önemli derecede maliyet avantajı sağlamaktadır. Uygun alternatifler ise sürdürülebilir büyümeyi de desteklemektedir (Gross vd., 2003: 105). Nitekim son dönemlerde yapılmış olan birçok çalışmada (Doğan vd., (2020), Değirmenci ve Aydın (2024), Koçak (2024)) yenilenebilir enerji kullanımının, ekolojik ayak izini olumlu yönde etkilediği sonucu açıkça belirtilmiştir. Çevre vergileri, çevreyi ve doğayı korumak, negatif dışsallıkları içselleştirilmek, ek bir gelir kaynağı oluşturmak, insanların tasarruflarını fazlaştırmak gibi yararlarının yanında çevre bilincini de artırmak gibi katkılar sağlamaktadır (Yavuz ve Ergen, 2022: 120).

Teorik yaklaşımlar ışığında, ECI'nin çevre kirliliği üzerine olan etkisi, G-7 ülkeleri için incelenmekte ve ek olarak çevre vergilerinin, oluşan çevre kirliliği üzerinde etkisinin olup olmadığı araştırılarak literatüre katkı sağlanması amaçlanmaktadır. Bilindiği kadarıyla, G-7 ülkeleri için, ekolojik ayak izi, ekonomik karmaşıklık endeksi ve çevre politikalarını inceleyen bir çalışmanın daha olmadığı ve bu anlamda literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Bu çalışmada ilk bölümünde çevresel kirlilik, ekolojik ayak izi, ECI ve çevre politikaları ile alakalı genel bilgilere verilmiştir. İkinci bölümünde literatür özeti sunulmuştur. Üçüncü bölümünde ampirik analiz için kullanılan model, veri seti ve bulgular yer almaktadır. Sonuç bölümünde ise elde edilen ampirik bulgular neticesinde genel yargılara ve politika önerilerine yer verilmiştir.

LİTERATÜR ÖZETİ

ECI, ekonomik kalkınmanın temel unsuru olmasının yanı sıra ihraç edilen ürünlerin rekabet gücünü, gelişmişlik düzeyini, bilgi ve yetkinlik yapısını ifade etmeye yarayan bir kavramdır. Mevcut literatür tarandığında ekonomik karmaşıklık endeksinin, sürdürülebilir büyümeyi desteklediği gibi genel bir kanı oluşmaktadır. Fakat ekonomik karmaşıklık endeksinde oluşan değişimlerin çevresel kirlilik üzerindeki etkisi çoğu çalışmada ihmal edilmektedir. Çalışmalardan elde edilen bulgulara göre ortak bir görüş birliği sağlanamaması ile birlikte ekonomik karmaşıklık endeksinin bazı çalışmalarda çevresel bozulmayı azaltıcı etkisi görülürken; bazı çalışmalarda ise çevresel bozulmayı etkilemediği ya da tam tersi artırdığı görülmektedir.

- ✓ Can ve Gozgor (2017), çalışmalarında 1964-2014 yıllarına ait enerji tüketimi, karbondioksit (CO₂) emisyonu ve ekonomik karmaşıklık endekslerini kullanarak Fransa için karbondioksit emisyonunun belirleyicilerini test etmişlerdir. Çalışmada zaman serisi yöntemi kullanılarak öncelikle EKC hipotezinin geçerliliği ortaya koyulmuş daha sonra enerji tüketiminin CO₂ emisyonu üzerindeki etkisinin pozitif çıktığı kanıtlanmıştır. Son olarak ise ekonomik karmaşıklığın, uzun vadede CO₂ emisyonunu azalttığı sonucuna varılmıştır.
- ✓ Doğan vd., (2019), çalışmalarında farklı gelir düzeylerine (yüksek, yüksek orta ve alt orta gelirli) sahip 55 ülkenin 1971'den 2014 yılına kadar olan dönem aralığındaki verileriyle ECI ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Panel veri analizi yapılan çalışmanın sonucunda EKC hipotezinin geçerli olduğu analizle

desteklenmiştir. Ayrıca ECI'nin, düşük ve yüksek orta gelir düzeyine sahip ülkelerde çevresel kirliliği artırdığı sonucu elde edilmiştir.

- ✓ Neagu (2019), 25 Avrupa ülkesinin (Belçika, Bulgaristan, Çek Cumhuriyeti, Danimarka, Almanya, Estonya, İrlanda, Yunanistan, İspanya, Fransa, Hırvatistan, İtalya, Letonya, Litvanya, Macaristan, Hollanda, Avusturya, Polonya, Portekiz, Romanya, Slovenya, Slovak Cumhuriyeti, Finlandiya, İsveç Ve Birleşik Krallık) 1995-2017 dönemine ait verileri kullanarak, ECI'nın çevresel kalite üzerindeki etkisini araştırmıştır. Çalışmada CO2 emisyonları, enerji yoğunluğu ve GSYİH değişkenleri seçilmiştir. Yöntem olarak panel veri analiz yöntemi seçilen bu çalışmada, ekonomik karmaşıklığın belirli bir noktadan sonra çevre kirliliğini azalttığı görülmüştür. Kısaca, ECI ile çevresel kirlilik arasında ters-U biçiminde bir ilişkinin varlığı söz konusu olmuştur.
- ✓ Negau ve Teodoru (2019), Avrupa Birliği ülkeleri için yürüttükleri çalışmada 1995-2016 yılları arasındaki verilerle ekonomik karmaşıklık ve çevre kirliliği ilişkisini Tam Düzeltmiş En Küçük Kareler (FMOLS) ve Dinamik En Küçük Kareler (DOLS) yöntemlerini kullanarak analiz etmişlerdir. Ekonomik karmaşıklığın yüksek ve düşük olduğu ülkeler iki alt panel yapılarak incelenmiş ve ekonomik karmaşıklığın çevre kirliliğini artırdığı görülmüştür.
- ✓ Doğan B. vd., (2020), 1990- 2014 dönemindeki verilerle 28 OECD ülke için yaptıkları analiz sonucuna göre, ECI ve yenilenebilir enerjinin söz konusu ülkeler için çevre kirliliğini azalttığı bulgusuna rastlanılmıştır. Çalışmada artırılmış ortalama grup tahmincisi, panel eş bütünleşmesi ve panel regresyon teknikleri kullanılmıştır.
- ✓ Yılcı ve Pata (2020), yaptıkları çalışmada 1965-2016 perioduna ait büyümenin, ECI'nin, enerji tüketiminin ve ekolojik ayak izinin verileri ile Çin ülkesi analize dahil edilmiştir. ARDL yöntemiyle yapılan bu analizin sonuçlarına göre enerji tüketimi ve ekonomik karmaşıklık, çevre kirliliğini artırmıştır. Kısaca ekonomik karmaşıklık, ekolojik ayak izini artırmıştır.
- ✓ Laverde-Rojas vd., (2021) birlikte yürüttükleri çalışmada Kolombiya için 1971-2014 yıllarına ait verilerle ekonomik karmaşıklık ve çevresel kirlilik arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Zaman serisi yöntemi kullanılan bu çalışmadan elde edilen sonuca göre ekonomik karmaşıklıktaki artış, mevcut dönemde çevre kirliliğini azaltmamıştır.
- ✓ Shahzad vd., (2020) 1965-2017 dönemine ait çeyreklik verileri Quantile Granger Nedensellik Testi yöntemleri kullanılmış ve ABD için ekonomik karmaşıklığın, ekolojik ayak izini yükselttiği sonucunu elde etmiştir.
- ✓ Neagu ve Negau (2022) ortak çalışmalarında panel veri analizi yöntemi ile ECI'ye göre sıralanan ilk sıradaki 48 ülke için EKC hipotezi kapsamında ekolojik ayak izi ve ekonomik karmaşıklığın arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Ekonomik karmaşıklık endeksi kapsamında her ülke için EKC hipotezi doğrulanmıştır. Bu bağlamda ECI'nin çevre kirliliğini belli bir noktaya kadar yükselttiği, dönüm noktasına ulaştıktan sonra ise azalttığı ifade edilmiştir.
- ✓ Özbek ve Naimoğlu (2022) çalışmalarında Türkiye için çevre kalitesiyle ekonomik karmaşıklık arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Yapılan çalışmada Fourier ADL yöntemi ile elde edilen sonuçlara bakıldığında ECI'nin kısa vadede ekolojik ayak izinin artmasına sebep olurken; uzun vadede ise azalttığı sonucuna varılmıştır.
- ✓ Rafique vd., (2022b) analiz dönemi olarak 1980-2017 yıl aralığını belirlemişlerdir. 10 ülke için ekolojik ayak izini, yenilenebilir üretimi, büyümeyi, beşeri sermayeyi, kentleşmeyi, ihracat kalitesini ve ticareti analize dahil etmişlerdir. Kullanılan yöntem FMOLS ve DOLS olarak belirlenmiş ve uygulama sonucunda uzun vadede büyümenin, ekonomik karmaşıklığın, ihracat kalitesinin, ticaretin ve kentleşmenin ekolojik ayak izini artırdığı görülmüştür.
- ✓ Özbek (2023), Türkiye için 1980-2018 yıl aralığına ait verilerle finansal gelişme, ekonomik küreselleşme, enerji tüketimi ve ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin varlığını araştırmaktadır. Çalışmada yöntem olarak ARDL sınır testi uygulanmıştır. Çalışmanın kısa dönem sonucuna bakıldığında, ekonomik küreselleşme, enerji tüketimi ve ekonomik büyümede artış gerçekleştiğinde çevresel kalitenin azaldığı görülmüştür. Uzun döneme bakıldığında ise ekonomik küreselleşme ve ekonomik büyümede artış olduğunda çevresel kalite azalmış; finansal gelişmede artış olduğunda ise çevresel kalitenin arttığı elde edilmiştir.
- ✓ Tekbaş ve Tutumlu (2023) çalışmalarında Türkiye'nin 1995-2019 dönem aralığına ait ekonomik büyüme, ECI ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2 emisyonuyla arasındaki ilişkiyi test etmişlerdir. Analiz için seçilen yöntem ARDL (Autoregressive Distributed Lag Bound Test) sınır testidir. Çalışmanın bulgularına göre EKC hipotezi geçersiz olmuş ve ekonomik karmaşıklık kısa ve uzun dönemde CO2 emisyonunu pozitif yönde etkilemiştir.

Çevre vergileriyle çevresel kirlilik arasındaki ilişkiyi ele alan panel çalışmalarının sayısının az olmasına rağmen son dönemlerde bu konuyla ilgili çalışmalar artış göstermektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde çevresel gösterge olarak ekolojik ayak izinin yanı sıra karbon emisyonu, sera gazı emisyonu, çevresel performans endeksi gibi değişkenlerin de kullanıldığı görülmektedir. Çevre vergisinin, çevre kirliliği üzerindeki etkisine yönelik yapılan çalışmalara bakıldığında farklı bulgulara rastlanılmıştır. Bazı çalışmalarda çevre vergisinin, çevre kirliliğini azalttığı tespit edilirken; bazı çalışmalarda ise çevre vergisinin, çevre kirliliği üzerinde anlamlı bir etkiye sahip olmadığı belirlenmiştir.

- ✓ Rapanos ve Polemis (2005), birlikte yaptıkları bu çalışmada Yunanistan için 1965-1998 yılları aralığında enerji vergilerinin, karbon emisyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Yöntem olarak hata düzeltme modelinin uygulandığı bu çalışmada, eğer çevre vergileri ortalama AB seviyeleri ile uyumlaştırılırsa toplamda karbon emisyonunun %6 artacağı ancak AB'nin en yüksek seviyelerine çıkarılırsa karbon emisyonlarının ciddi ölçüde azalacağı belirtilmiştir. Buna rağmen çevresel vergilerin, çevresel kirliliğini önlemede tek başına yeterli olmaması durumu ifade edilmiştir.
- ✓ Morley (2012), ele aldığı çalışmasında AB ülkelerinin ve Norveç'in 1995 ile 2006 yılları arasında sera gazları emisyonlarının çevre vergilerinden etkilenip etkilenmediğini araştırmıştır. Analiz yöntemi olarak belirlenen dinamik panel modelleri sonucuna göre çevresel vergilerle çevre kirliliği arasında olumsuz bir ilişkinin var olduğu, çevresel vergilerle enerji tüketiminin arasında da ilişki olmadığı vurgulanmıştır.
- ✓ Bekmez ve Nakıpoğlu (2012), Türkiye için 1994 ve 2009 yıl aralığında kişi başına milli gelirin, çevresel vergilerin ve karbon emisyonunun arasında uzun dönemli ilişki bulunduğuna dair uygulamaları sunmuştur. Yöntem olarak Johansen eşbütünleşme testi ve VAR analizi etki-tepki analizi uygulanmıştır. Varyans ayrıştırması sonucuna göre çevre kirliliği üzerinde kişi başına milli gelirin yaklaşık %12, çevre vergilerinin ise yaklaşık %11 seviyelerinde etki oluşturduğu vurgulanmıştır.
- ✓ Şaşmaz (2016), AB-15 ülkeleri için 1995-2012 yıllarına ait çevre vergisi, çevre kirliliğini temsilen karbon emisyonu ve işsizlik değişkenlerinin verileriyle panel veri analizi ile yaptığı uygulama sonucunda, çevre vergilerinin çevre kirliliğini ve işsizliği azalttığı aynı zamanda çifte yarar hipotezinin de geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.
- ✓ Bayar ve Şaşmaz (2016), Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İsveç ve Norveç ülkelerinin 1996-2011 yıllarına ait verileriyle Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi uygulamış ve sonuç olarak karbon vergileriyle çevresel kalite arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı bununla birlikte büyüme değişkeninden karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik olduğu saptanmıştır.
- ✓ Alper (2018), yaptığı çalışmada 18 Avrupa ülkesine ait 1995-2015 yılları aralığında çevresel vergiler ve karbon emisyonları arasında ilişkinin var olup olmadığını test etmiştir. Panel sonuçları incelendiğinde, çevresel vergilerde oluşan %1'lik bir artış, karbon emisyonunu %0.9 kadar azaltmıştır.
- ✓ Hashmi ve Alam (2019) beraber yürüttükleri bu çalışmada 29 OECD ülkesi için 1999-2014 dönemini kapsayan verileri çalışmışlardır. Yöntem olarak Kao, Pedroni ve Westerlund eşbütünleşme testleri, Dumitrescu & Hurlin nedensellik testi ve Driscoll & Kraay tahmincisi yöntemleri uygulanmıştır. Çalışmanın sonucunda elde edilen bulgulara göre kişi başına çevre vergisi gelirindeki %1'lik artış olduğunda karbon emisyonlarının %0.03 azaldığı tespit edilmiştir.
- ✓ Aydın (2020), OECD ülkelerinin 1995-2016 yılları arasında çevre vergileri ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi Granger, Sims ve Geweke nedensellik testleri ve Fourier Granger nedensellik testi ile test etmiş ve Almanya, İsveç ve Danimarka için çevre vergisinden ekolojik ayak izine doğru Fransa ve İspanya için ise ekolojik ayak izinden çevre vergisi gelirlerine tek yönlü nedensellik olduğu bulgusuna rastlamıştır.
- ✓ Kılınç ve Altıparmak (2020), birlikte yapmış oldukları çalışmada AB ülkeleri ve Türkiye için 2005-2014 yılları kapsamında karbon emisyonu, çevre vergileri, ar-ge harcamaları, kişi başına GSYH ve birincil enerji tüketimine ait verilerle çalışmışlardır. Dinamik panel veri yöntemini uygulaması sonucunda çevre vergileriyle ar-ge harcamaları karbon emisyonunu azaltmakta; kişi başına GSYH ve birincil enerji tüketimi ise artırmaktadır.
- ✓ Esen vd., (2021), 1995 ve 2016 yılları aralığında 15 AB ülkesi için yaptıkları çalışmalarında, çevre vergilerinin ekolojik denge ve bileşenleri üzerindeki etkisini PSTR yöntemi ile incelemişlerdir. Elde edilen sonuca göre tespit edilen sınır değerlerinin altında çevresel vergilerin ekolojik ayak izini ve bileşenlerini olumsuz etkilediği ancak sınır değerlerinin üstünde ise olumlu etkilediği tespit edilmiştir.
- ✓ Rafique vd., (2022a), çevre vergilerinin ekolojik ayak izi üzerindeki test etmek için 1994-2016 yılları aralığındaki verileri 29 OECD ülkesi için analize tabi tutmuşlardır. Uygulamada yöntem olarak Westerlund

eşbütünleşme testi, Panel ARDL, sabit etkiler, FMOLS ve DOLS yöntemleri seçilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre kısa ve uzun dönemde çevresel vergilerle ekolojik ayak izi arasında negatif bir ilişki olduğu ve çevre vergilerinin sürdürülebilirliğe katkı sağlayacağı belirtilmiştir.

- ✓ Özbek (2023), Türkiye için yaptığı çalışmada çevre vergilerini, çevre teknolojileriyle ilgili patentleri, enerji tüketimini, ekonomik büyümeyi ve çevre kirliliğini temsilen de CO2 emisyonunu ele almıştır. Bu değişkenler arasındaki ilişkiyi 1994-2021 dönem aralığı verilerini kullanarak, ARDL sınır testi yöntemiyle analize tabi tutmuştur. Çalışmadan elde edilen sonuçlara göre uzun dönemde çevre vergileri ve çevre teknolojileriyle ilgili patentlerin CO2 emisyonunu yok ettiği; enerji tüketimi ve ekonomik büyümenin de CO2 emisyonunu artırdığı bulgusuna rastlanılmıştır.
- ✓ Değirmenci ve Aydın (2024), çalışmalarında Annex-II ülkelerine ait 1994-2018 yılların ait ekonomik büyüme, yük kapasitesi faktörü, yeşil enerji tüketimi, yeşil vergi, teknolojik yayılım ve yeşil inovasyon değişkenlerini ele almışlardır. Çalışmada panel veri analizi yöntemi uygulanmış ve söz konusu ülke grubu için yük kapasitesi eğrisi hipotezi test edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre hipotezin, Annex-II ülke grubunda yer alan tüm ülkeler için geçerli olmasa da Finlandiya için geçerli olduğu belirtilmiştir.

PANEL VERİ SETİ VE MODEL

Bu çalışma G7 (Almanya, Amerika Birleşik Devletleri, İngiltere, İtalya, Fransa, Japonya) ülkeleri için ekonomik karmaşıklığın ve çevre vergisinin çevre kirliliğini ne düzeyde etkilediğini tespit etmeyi amaçlamaktadır. Söz konusu ilişki için 1995 ile 2021 yıl aralığı ele alınmıştır. Çevre kirliliğini temsilen bağımlı değişken olarak ele alınan ekolojik ayak izi serisi Global Footprint Network veri tabanından elde edilmiştir. Ekolojik ayak izi; yapıları arazi, karbon, tarım arazisi, balık tutma alanları, orman ürünleri ve otlak alanının toplam değerinden oluşmaktadır. Ekonomik karmaşıklık endeksine Atlas Media veri sitesinden ulaşılmıştır. Çevre vergisine ait veriler OECD veri tabanından alınmıştır. Bu vergiler; enerji, ulaşım, kaynak ve kirlilik üzerinden alınan vergilerin toplamından oluşmaktadır. Son olarak ekonomik büyümeyi temsilen ele alınan GDP değişkenine de World Bank veri tabanından ulaşılmıştır. Ülkelerin ve zamanın seçilmesinde verilerin ulaşılabilirliği dikkate alınmıştır. Bu nedenle Kanada için çevre vergisi verileri ilgili veri tabanında eksik olmasından dolayı panele dâhil edilmemiştir. Analizde yıllık veriler kullanılmıştır. Serilerin logaritmik dönüşümü gerçekleştirildikten sonra analize dâhil edilmiştir. Verilere ait açıklamalar Tablo 1’de yer almıştır.

Tablo 1: Değişkenler ve Tanımlamalar

Değişkenler	Tanımlama	Kaynak
LNEFP	Ekolojik Ayak İzi; Yapılı Arazi, Karbon, Tarım Arazisi, Balık Tutma Alanları, Orman Ürünleri ve Otlak Alan Endekslerinin Toplamı (Ecological Footprint Gha Per Person, Total)	Global Footprint Network
LNECI	Ekonomik Karmaşıklık Endeksi	Atlas Media
LNET	Çevre Vergisi; Enerji, Ulaşım, Kaynaklar ve Kirlilik Üzerinden Alınan Çevre Vergilerinin Toplamı (Environmental Tax Total % of GDP)	OECD
LNGDP	Ekonomik Büyüme (Gdp Per Capita, Constant 2015 US\$)	World Bank

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmada ekonomik karmaşıklık, çevre vergisi ve çevre kirliliğini temsilen ele alınan ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi belirlemek adına model oluşturulmuştur. Oluşturulan ekonometrik modele ait denklem aşağıda gösterilmiştir.

$$LNEFP_{it} = \beta_0_{it} + \beta_1 LNECI_{it} + \beta_2 LNET_{it} + \beta_3 LNGDP_{it} + \varepsilon_{it}$$

Denklemden yer alan LNEFP, bağımlı değişken olan logaritmik ekolojik ayak izini temsil etmektedir. LNECI ve LNET bağımsız değişken olarak sırasıyla ekonomik karmaşıklık endeksi ile çevre vergisini ifade etmektedir. LNGDP, ekonomik büyümeyi temsilen kontrol değişkeni olarak modele dâhil edilmiştir. β_0 sabit terimi, ε ise hata terimini göstermektedir. “i” ve “t” alt indisleri de çalışma panel veri yöntemi ile gerçekleştirildiği için sırasıyla kesit ve gözlem sayısını temsil etmektedir.

EKONOMETRİK YÖNTEM

Analizde yatay kesit ve zaman boyutu yer aldığı için panel veri analizinden faydalanılmıştır. Bağımlı değişken olan LNEFP’nin gecikmeli değeri modelde yer almadığı için statik panel veri analizi kullanılmıştır. Ayrıca ele alınan kesitler için gözlem sayısında herhangi bir eksiklik görülmediği için dengeli panel ile çalışılmıştır. Birim kök testine geçmeden önce serilerin düzey değer grafiklerine bakılmıştır. Seriler arasındaki yatay kesit bağımlılığı

Pesaran (2004) ve Pesaran vd. (2008) testleri ile araştırılmıştır. Homojenlik varsayımı ise Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta testi ile incelenmiştir. Serilerin durağanlık dereceleri Pesaran (2007) tarafından geliştirilen CIPS testi ile analiz edilmiştir. ekonometrik teşhis testlerine bakıldığında, otokorelasyon sorunu için Wooldridge (2002), değişen varyans sorunu için Levene (1960) ve kesit bağımlılığı sorunu için ise Pesaran (2004) testi kullanılmıştır. Parks ve Kmenta (1986) tarafından geliştirilen (FGLS) ile sabit etkili modelin tahmini gerçekleştirilmiştir. Son olarak seriler arasındaki nedensel ilişki Emirmahmutoglu ve Köse (2011) ile incelenip analiz sonlandırılmıştır.

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testi

Seriler arasında yatay kesit bağımlılığını sınamak adına literatürde en sık kullanılan test Breusch ve Pagan (1980) Lagrange çarpanı testidir. Söz konusu test, hata terimleri arasında korelasyon olmadığı yönünde kurulmaktadır. Zaman boyutunun kesit boyutundan fazla olduğu durumda kabul görmektedir. Söz konusu testin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2, \chi^2 N(N-1) / 2$$

Yokluk hipotezi altında asimptotik olarak χ^2 dağılımına sahiptir. Bu test $T > N$ durumunda etkili olduğu için hem T 'nin hem de N 'nin büyük olduğunda daha uygun sonuçlar veren Pesaran (2004) CD ve CDLM testleri zamanla geliştirilmiştir. Pesaran CDLM testi ortalamaları ve varyansı, Breusch ve Pagan LM testini modifiye ederek düzeltmiştir. Test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$CDLM = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left(\frac{T \hat{\rho}_{ij}^2 - \mu}{\sigma} \right)}$$

Pesaran CD test ise zaman boyutu küçük kesit sayısı büyük olduğu durumlarda etkindir. Söz konusu test standart normal dağılımı takip etmektedir. Seriler arasındaki kesit bağımlılığını nispeten küçük örneklemeler ile incelemeyi amaçlamaktadır. Testin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$CD = \sqrt{\frac{2}{N(N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2}$$

Seriler arasındaki kesit bağımlılığını hem kesit sayısı hem de gözlem boyutunun büyük olduğu durumlarda test eden diğer bir yaklaşım ise Pesaran vd. (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} testidir. Söz konusu test standart normal dağılıma sahiptir. Testin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$LM_{adj} = \frac{\sqrt{2}}{N - (N-1)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \left(\frac{T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1}{\sqrt{2}} \right)$$

Yukarıda bahsi geçen her dört test için de yokluk hipotezi yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulmaktadır. Alternatif hipotez ise tersini ifade etmektedir. Bu bilgi dâhilinde beraberinde uygulanacak testlere geçmeden önce, panel veri analizlerinde eğim katsayılarının homojenliği de test edilmelidir. Heterojenliği daha doğru bir şekilde test etmek adına Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta (Δ) testi ile gerçekleştirilmiştir. Küçük ve büyük örneklemeler için iki farklı test istatistiği bulunmaktadır. Küçük örneklemeler için Δ_{adj} kullanılmaktadır. Söz konusu test istatistikleri aşağıdaki gibidir:

$$\hat{\delta} = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \left(\hat{\beta}_i - \hat{\beta}_{pooled} \right)^2$$

$$\hat{\delta}_{adj} = \hat{\delta} \cdot \left(1 - \frac{N}{T} \right)$$

Söz konusu testin yokluk hipotezi katsayıların homojen olduğunu yani, tüm kesit birimleri için regresyon katsayılarının aynı olduğu yöndedir. Alternatif hipotez ise tersini ifade etmektedir.

Panel Birim Kök Testi

Seriler arasında kesit bağımlılığını dikkate alan Pesaran (2007) tarafından geliştirilen Cross-Sectional Augmented Im Pesaran Shin (CIPS) birim kök testi panel veri de serilerin durağanlığını test etmektedir. İkinci nesil panel birim kök testleri olarak kullanılmakta ve kesit bağımlılığını dikkate aldığı için kesit bağımlılığının yanıltıcı rapor vermesini engelleyebilmektedir. Kesit bağımlılığı sınılandıktan sonra her bir değişken için ADF test istatistikleri hesaplanıp söz konusu istatistiklerin ortalaması alınmaktadır. Ortalaması alınan istatistikler ile CIPS testi tamamlanmaktadır. Testin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$CIPS(N, T) = N^{-1} \sum_{i=1}^N t_i(N, T)$$

Kesit sonuçlarında CADF kısmı değerlendirilirken panelin geneli için CIPS raporlarına bakılmalıdır. Testin sıfır hipotezi serinin birim kök içerdiğini, alternatifi ise durağan olduğunu bildirmektedir.

Panel Veri Modelleri İçin Modelleme Testleri

Panel veri analizinde hangi panel veri modelinin seçilmesi gerektiğine F testi, Breusch ve Pagan Lagrange çarpanı testi ve Hausman testine bakılmaktadır. Analizde havuzlanmış model ile sabit etkili model arasında seçim yapabilmek için F testi kullanılabilir. Burada, sabit etkili model her zaman dilimi veya birim için farklı kesişim noktası varsayarken Havuzlanmış etki tüm veri setinde tek bir kesişim noktasını belirlemektedir. Sıfır hipotezi bireysel etkilerin olmadığını yani havuzlanmış etkiyi ifade ederken alternatif hipotez sabit etkili modeli bildirmektedir. Bu doğrultuda F testi sabit etkili modelin geçerli olup olmadığını test etmektedir (Greene, 2003: 289). Testin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$F = \frac{(RSS_{Pooled} - RSS_{Fixed}) / (N - 1)}{RSS_{Fixed} / (T \cdot N - K)}$$

Havuzlanmış regresyon ile rassal etkili model arasında karar vermek için ise Breusch ve Pagan LM testi kullanılmaktadır. Söz konusu test bireysel etkilerin varyansının sıfır olup olmadığını kontrol etmektedir. Varyans sıfır ise havuzlanmış etki, değil ise rassal etkili modelin kullanımı tercih edilmektedir (Yerdelen Tatoğlu, 2012: 173). Test istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$LM = NT \cdot \frac{\left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=1}^T \hat{u}_{it} \right)^2}{\sum_{i=1}^N \left(\sum_{t=1}^T \hat{u}_{it}^2 \right)}$$

Test istatistiği χ^2 dağılımına sahip olmakla birlikte bir serbestlik derecesi ile değerlendirilmektedir. Testin sıfır hipotezi bireysel etkilerin olmadığını, yani havuzlanmış etkiyi işaret ederken alternatif hipotez rassal etkili modeli ifade etmektedir.

Uygun modelin tercih edilmesinde karar merci olarak görülen test ise Hausman (1978) testidir. Sabit etkili model ile rassal etkili model arasında karar alınmasını test etmektedir. Ayrıca panel veri modelinde ele alınan popülasyonun tamamına ait gözlem değeri yoksa rassal etkili modele eğilim gösterilebilmektedir. Ancak rassal etkili modelin, korelasyonu sıfır saymak gibi ağır bir varsayımı olduğu için yine Hausman testi ile rassal etkili modelin kullanılıp kullanılmayacağı onaylanmalıdır. Hausman testinin istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$H = (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})' [Var(\hat{\beta}_{FE}) - Var(\hat{\beta}_{RE})]^{-1} (\hat{\beta}_{FE} - \hat{\beta}_{RE})$$

Hausman testinin sıfır hipotezi rassal etkili modelin geçerli olduğunu ifade ederken, alternatif hipotez sabit etkili modelin geçerli olduğunu işaret etmektedir. Panel veri analizinde çoğunlukla otokorelasyon, kesit bağımlılığı ve değişen varyans gibi ekonometrik sorunların çıkması istenmemekle birlikte beklenen bir durumdur. Söz konusu sorunların olduğu bir modeli direkt yorumlamaktan ziyade bu sorunları dikkate alıp daha doğru tahminler elde etmek için Feasible Generalized Least Squares (FGLS) yöntemi kullanılabilir. Söz konusu yöntem Parks (1967) ve Kmenta (1968) tarafından geliştirilmiştir. Test istatistiği aşağıdaki gibidir (Beck ve Katz, 1995: 636):

$$\hat{\beta}_{FGLS} = (X' \hat{\Omega}^{-1} X)^{-1} X' \hat{\Omega}^{-1} y$$

Seriler arasındaki nedensel ilişkiyi araştırmak için son dönem testlerden biri Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) testidir. Daha tutarlı ve güçlü sonuçlar elde etmek için Granger nedensellik testinin revize edilmiş hali sunulmuştur.

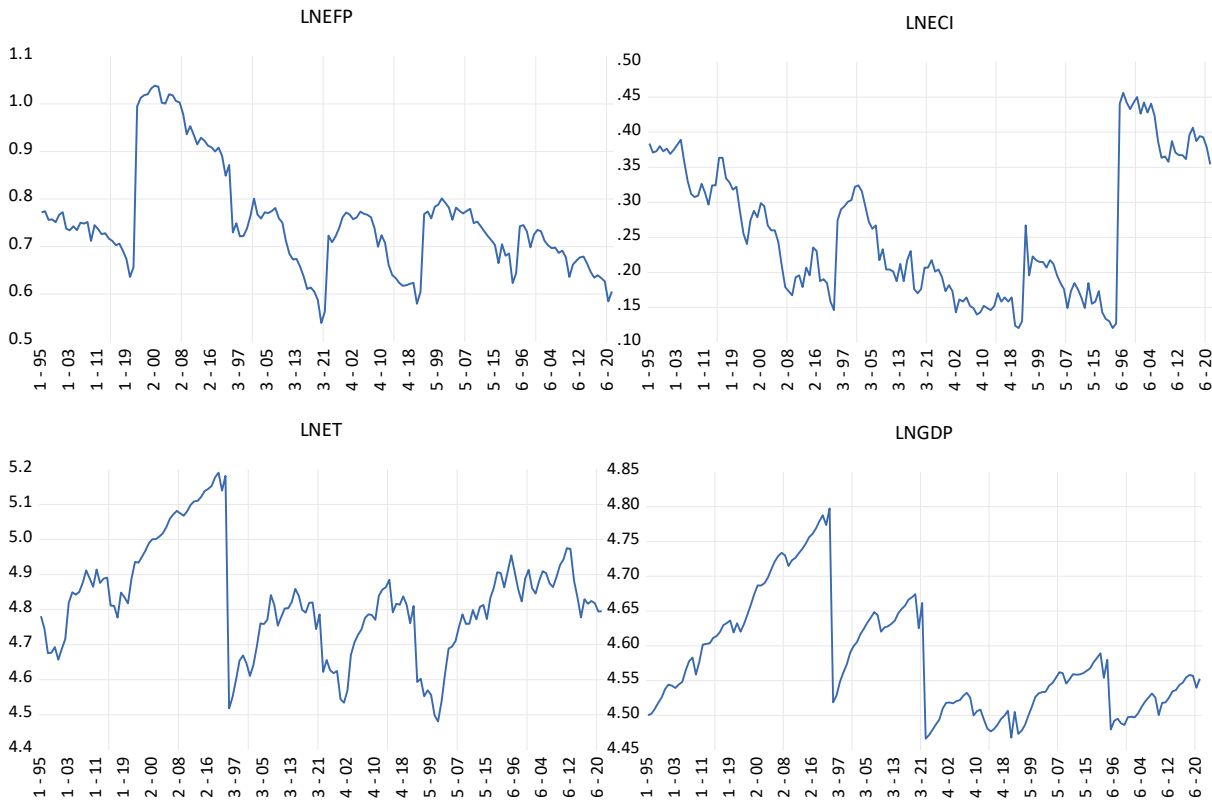
Kesit bağımlılığı dikkate alındığı için bootstrap kritik değerler ile hesaplanan Fisher istatistiği kıyaslanıp sıfır hipotez red veya reddedilememektedir (Emirmahmutoglu ve Köse, 2011: 870-872). Fisher istatistiği aşağıdaki gibidir:

$$\lambda = -2 \sum_{i=1}^N \ln(\pi_i)$$

Emirmahmutoglu ve Köse testinin sıfır hipotezi uygulamada dikkate alınan değişkenlerin ismine göre nedenselliğin olmadığını, alternatif hipotez ise nedenselliğin olduğu yönündedir.

AMPİRİK BULGULAR

G7 ülkeleri üzerine yapılan analiz kısmı beş kısımdan oluşmaktadır. Öncelikle hiçbir teste başlamadan önce serilerin düzey değer grafikleri yer almaktadır. Yatay kesit bağımlılığı ve homojenlik testi sonuçlarından sonra panel birim kök testine yer verilmiştir. Beraberinde panel veri modeli tahmin edilip tahmin sonuçları raporlanmıştır. Son olarak nedensellik analizi ile seriler arasındaki ilişkinin yönü belirlenip çalışma sonlandırılmıştır.



Şekil 4: Logaritmik Değişkenlerin Düzey Değer Grafikleri

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Değişkenlere ait grafikler incelendiğinde, her dört serinin de hem trend hem de intercept içerdiği görülmektedir. Analizde uygulanacak diğer testler için bu bilgi dâhilinde hareket edilmiştir.

Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Test Sonucu

G7 ülkelerinde panel birim kök analizi yapılmadan önce söz konusu ülke grubunun yatay kesit bağımlılığı içerip içermediği test edilmiştir. Analiz sonucunda gözlem sayısının kesit sayısından fazla olduğu durumlar için kullanılan Pesaran (2004) testinde yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddedilmiştir. Heterojen panellerde yatay kesit bağımlılığını sınamaya izin veren Pesaran, Ullah ve Yamagata (PUY) tarafından geliştirilen sapması düzeltilmiş LM_{adj} testi de yine yatay kesit bağımlılığı yoktur şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddetmiştir. Dolayısıyla dört seri içinde yatay kesit bağımlılığının varlığı tespit edilmiştir. Eğim katsayılarının homojenliğini test eden Pesaran ve Yamagata (2008) tarafından geliştirilen delta ve düzeltilmiş delta testinde ise sıfır hipotez eğim katsayıları homojendir şeklinde kurulmaktadır. Tablo sonucuna bakıldığında sıfır hipotez reddedilmektedir. Dolayısıyla heterojenlik durumu söz konusudur. Bu bilgiler dikkate alındığında hem yatay kesit

bağımlılığını hem de heterojenliği dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testlerinden Pesaran (2007) CIPS testi uygulanmıştır.

Tablo 2: Yatay Kesit Bağımlılığı ve Homojenlik Testi Sonucu

G7 Ülkeleri		
Değişkenler	CD Test (Pesaran 2004)	LM _{adj} (PUY 2008)
	İstatistik	Olasılık
LNEFP	-2.534***	2.698***
LNECI	-3.014***	4.022***
LNET	-2.753***	2.701***
LNGDP	-3.103***	3.928***
Pesaran&Yamagata(2008) ΔTest		
	Δ	Δ _{adj}
	8.178***	9.059***

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: ***, %1 hata payında sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.

Panel Birim Kök Testi Sonucu

Tablo 3 sonucu incelendiğinde panelin genelinde LNEFP, LNECI ve LNET serilerinin hesaplanan değerleri dikkate alınan tablo değerlerinden (%5) büyük çıktığı için birim kök vardır anlamına gelen sıfır hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla söz konusu üç serinin I(0), yani seviyede birim kök içermeyip durağan olduğu anlaşılmaktadır. LNGDP serisinin ise hesaplanan değeri dikkate alınan tablo değerinden (%5) küçük çıktığı için seviyede sıfır hipotezi reddedilememektedir. Dolayısıyla birim kök içermektedir. Birinci farkında bakıldığında serinin hesaplanan değeri dikkate alınan tablo değerinden (%5) büyük çıkarak sıfır hipotezini reddettiği dolayısıyla I(1) olduğu görülmektedir.

Tablo 3: İkinci Nesil Panel Birim Kök Testi Sonucu

G7 Ülkeleri									
Kesit Sonucu (CADF) Unit Root Test									
Ülkeler	LNEFP		LNECI		LNET		LNGDP		
	L	t-stat	L	t-stat	L	t-stat	L	t-stat	
Almanya	1	-0.01053	0	-3.11684	2	-3.76475*	2	-2.76402	
ABD	0	-3.01116	1	-3.71154*	1	-3.51322	1	-1.99647	
İngiltere	1	-5.70221***	2	-2.52614	1	-4.19916**	0	-1.90403	
İtalya	1	-1.97984	0	-2.85605	1	-2.37281	1	-2.67128	
Fransa	0	-4.60827**	1	-4.53582**	1	-2.62517	0	-2.33899	
Japonya	3	-1.94877	1	-3.93714**	1	-3.97907**	2	-4.47447**	
ΔLNGDP									
Almanya	ABD		İngiltere		İtalya		Fransa		Japonya
L	t-stat	L	t-stat	L	t-stat	L	t-stat	L	t-stat
1	-2.46682*	1	-2.23209	2	-2.97774**	0	-1.51880	0	-4.82297***
Panel Sonucu (CIPS) Unit Root Test									
Seriler	LNEFP		LNECI		LNET		LNGDP		
							-2.69154		
t-stat	-2.87680**		-3.44726***		-3.40903***		ΔLNGDP		-3.10422***

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: "L" ADF gecikme uzunluğunu (ADF Lags) ifade etmektedir. Çalışma yıllık olduğu için gecikme uzunluğu "2" olarak belirlenmiştir. Bilgi kriteri olarak "Akaike" temel alınmıştır. Bu bilgiler dâhilinde kesit sonuçları için tablo değerleri %1, %5 ve %10 olmak üzere sırasıyla -4.79, -3.918 ve -3.514'dir. Panel sonuçları için de yine sırasıyla -3.12, -2.868 ve -2.734'tür. 1. farklar için kesit tablo değerleri -3.465, -2.675 ve -2.29'dur. 1. farklar için panel tablo değerleri -1.99, -1.72 ve -1.575'tir. ***, %1, **, %5 ve *, %10 hata payında sıfır hipotezinin reddedildiğini ifade etmektedir.

Bağımlı değişken I(0) olduğu için bağımsız değişkenlerden LNGDP birim kök içerip birinci derecede entegre olsa dahi yapılması gereken analiz kısa dönemli analizdir. Bunun için panel veri analizinde model seçimi yapabilmek için Havuzlanmış en küçük kareler, sabit etkiler ve rassal etkiler arasında karar verilmesi gerekmektedir. Şayet sabit etkiler ve rassal etkiler arasında kalınırsa bu noktada Hausman testi karar verici olmaktadır.

Panel Veri Model Tahmini

Çalışmada ele alınan bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki katsayı sonuçlarını görmek için uygun modelin seçilmesi gerekmektedir. Tablo 4 sonuçları incelendiğinde F testi sonucunda "havuzlanmış en küçük kareler" şeklinde kurulan sıfır hipotezi reddedilmektedir. Dolayısıyla F testi sonucuna göre modelin sabit etkilere sahip olabileceği sonucuna varılmaktadır. Ancak kesin bir yargıya varmadan önce Breusch Pagan LM testi ile modelin rassal etkiler veya havuzlanmış en küçük kareler arasında karar vermemizi sağlayan testin sonucuna da

bakılması gerekmektedir. F testi ile aynı sıfır hipotezine sahip Breusch Pagan LM testi sonucuna bakıldığında sıfır hipotezi reddedilmektedir. Söz konusu test modelin rassal etkili olabileceğini ifade etmektedir. Rassal etkiler, korelasyonun sıfır olduğunu ifade eden ağır bir varsayıma sahiptir. Rassal etkilerin tutarlı olması için bu varsayımın test edilmesi gerekmektedir. Sabit etkiler ise her zaman tutarlı (consistent) bir tahminci olarak karşımıza çıkmaktadır. Rassal etkiler veya sabit etkiler arasında karar verip hangi testin kullanılacağına onay veren test ise Hausman testidir. Söz konusu testin yokluk hipotezi rassal etkileri ifade etmektedir. Test sonucuna bakıldığında sıfır hipotezin reddedildiği dolayısı ile Hausman testinin sabit etkili modelin kullanılması gerektiği sonucunu gösterdiği görülmektedir.

Tablo 4: Model Seçimi ve Teşhis Test Sonuçları

<i>Model Seçimi</i>			
Uygulanan Testler	Test İstatistikleri	Olasılık	Karar
F Test	$\chi^2(5) : 701.40$	0.0000	SE
BP(LM) Test	$\bar{\chi}^2(1) : 240.10$	0.0000	RE
Hausman Test	$\chi^2(3) : 139.45$	0.0000	SE
<i>Teşhis Testleri</i>			
Wooldridge Test	$F(1,5) : 33.878$	0.0021	Otokorelasyon Vardır
Levene-Brown-Forsythe Test	W0: 5.4201 df(5,150)	0.0001	Değişen Varyans Vardır
	W50: 4.3687 df(5,150)	0.0009	
	W10: 5.3847 df(5,150)	0.0001	
Pesaran abs Test	Pesaran's test of cross sectional independence (-3.561)	0.0004	Kesit Bağımlılığı Vardır
	Average absolute value of the off-diagonal elements (0.472)		

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: SE sabit etkileri, RE ise rassal etkileri ifade etmektedir. Sabit etkilerin Çift yönlülüğü (two-way) test edildiğinde istatistik değeri $F(25,122):16.89$ ve olasılık değeri 0.0000 çıkmıştır. Yıllara eklenen kukla değişkenlerin hepsi topluca sifıra eşittir.

Sabit etkili modelin zaman etkisi içerip içermediği de ayrıca test edilmelidir. Yıllara koyulan kukla değişkenlerin tüm katsayıları topluca sifıra eşit olduğu anlamına gelen sıfır hipotez reddedilerek sabit etkili modelin iki yönlü (two-way) olduğu sonucuna varılmıştır. Bu bilgi dikkate alınarak diğer testler uygulanmıştır. Buna ek olarak sabit etkili modelin katsayıları direkt olarak yorumlanmadan önce modelde değişen varyans, otokorelasyon ve kesit bağımlılığı sonuçları da test edilmelidir. Sırası ile “değişen varyans yoktur” anlamına gelen sıfır hipotez Leven-Brown-Forsythe testi ile, “otokorelasyon yoktur” anlamına gelen sıfır hipotez Wooldridge testi ile ve “kesit bağımlılığı yoktur” anlamına gelen sıfır hipotez ise Pesaran (2004) testi ile sınanmıştır. Üç testin sonucu da sıfır hipotezlerini reddetmektedir. Dolayısıyla sabit etkili modeli bu hali yorumlamak yerine, bu sorunları dikkate alıp gideren dirençli tahmincilerden FGLS yöntemi kullanılmıştır. FGLS tahmin sonuçları ise Tablo 5’de raporlanmıştır.

Tahmin Sonuçları

Tablo 5 sonuçları incelendiğinde LNECI, LNET ve LNGDP değişkenlerinin olasılık değerleri 0.05’ten küçük çıkmakla birlikte modelde istatistiksel olarak anlamlı olduğu sonucuna varılmıştır. O halde söz konusu değişkenlerin katsayıları yorumlanabilmektedir. Rapor sonuçlarına bakıldığında, LNECI bağımsız değişkeninde meydana gelen %1’lik bir artış çevre kirliliğini temsilen ele alınan LNEFP değişkenini, ortalama tahmini olarak %19 azaltmaktadır. LNET bağımsız değişkeninde meydana gelen %1’lik artış LNEFP’yi ortalama tahmini olarak %22 artırırken DLNGDP kontrol değişkeninde meydana gelen %1’lik artış da LNEFP’yi %42 artırmaktadır. Buradan hareketle ekonomik karmaşıklık, ekolojik ayak izi üzerinde anlamlı ve negatif, çevre vergisinin ise anlamlı ve pozitif bir etki bıraktığı anlaşılmaktadır. Ayrıca iktisadi büyümenin de ekolojik ayak izi üzerinde anlamlı ve pozitif bir etki oluşturduğu görülmüştür.

Tablo 5: Uygulanabilir Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) Tahmin Sonuçları

<i>G7 Ülkeleri</i>				
Bağımlı Değişken:	LNEFP		$Wald \chi^2(28) : 3504.83$	$Prob > \chi^2 : 0.0000$
Bağımsız Değişkenler	Katsayı	Standart Hata	t-istatistik	Olasılık
LNECI	-0.1947	0.0817	-2.38	0.017
LNENT	0.2265	0.0470	4.82	0.0000
DLNGDP	0.4233	0.2119	2.00	0.046

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Panel Nedensellik Analizi

LNEFP-LNECI, LNEFP-LNET ve LNEFP-DLNGDP arasındaki nedensel ilişkinin varlığı ve bu ilişkinin yönü hakkında bilgi edinmek amacıyla uygulanan Emirmahmutoğlu ve Köse (2011) panel nedensellik analiz sonucu Tablo 6'da raporlanmıştır. Analizde yer alan maksimum gecikme uzunluğu (dmax), bir süreçte en fazla öneme alınacak gecikme uzunluğunu ifade etmektedir. Uygulanan panel birim kök testi sonucunda maksimum gecikme uzunluğu bir çıkmıştır. Bu kaniya LNGDP değişkeninin I(1) olduğu sonucu ile varılmıştır. Bu nedenle LNEFP-LNECI ve LNEFP-LNET arasındaki nedensel ilişki analiz edilirken maksimum gecikme uzunluğu (dmax) sıfır girilmiştir. LNEFP-LNGDP arasındaki nedensellik analiz edilirken de maksimum gecikme uzunluğu bir girilmiştir.

Tablo 6: Panel Nedensellik Testi Sonucu

Emirmahmutoğlu&Köse (2011) Panel Nedensellik									
Kesit Sonuçları							Panel Sonuç		
LNECI → LNEFP				LNEFP → LNECI			LNECI → LNEFP		
Ülkeler	L	Wald	Olasılık	L	Wald	Olasılık	%10	%5	%1
Almanya	2	0.417	0.812	2	8.639	0.013***	Panel Fisher:28.500**		
ABD	1	1.819	0.177	1	0.384	0.535	Bootstrap cv		
İngiltere	1	10.415	0.001***	1	0.033	0.857	19.40	23.31	29.24
İtalya	1	2.891	0.089*	1	0.040	0.842			
Fransa	2	4.619	0.099*	2	3.577	0.167			
Japonya	1	0.689	0.407	1	1.828	0.176			
Sonuç: ABD, İngiltere ve İtalya için LNECI → LNEFP Almanya için LNEFP → LNECI							LNEFP → LNECI		
							Panel Fisher:17.590		
							Bootstrap cv		
							%10	%5	%1
							20.94	24.32	30.99
Kesit Sonuçları							Panel Sonuç		
LNET → LNEFP				LNEFP → LNET			LNET → LNEFP		
Ülkeler	L	Wald	Olasılık	L	Wald	Olasılık	%10	%5	%1
Almanya	1	0.215	0.643	1	1.747	0.186	Panel Fisher:43.198***		
ABD	1	15.431	0.000***	1	1.801	0.180	Bootstrap cv		
İngiltere	1	3.279	0.070*	1	0.001	0.971	20.59	23.61	33.06
İtalya	1	8.060	0.005***	1	0.073	0.787			
Fransa	2	3.433	0.180	2	3.324	0.190			
Japonya	1	2.261	0.133	1	0.053	0.817			
Sonuç: ABD, İngiltere ve İtalya için LNET → LNEFP							LNEFP → LNET		
							Panel Fisher:11.060		
							Bootstrap cv		
							%10	%5	%1
							20.12	22.78	27.59
Kesit Sonuçları							Panel Sonuç		
LNGDP → LNEFP				LNEFP → LNGDP			LNGDP → LNEFP		
Ülkeler	L	Wald	Olasılık	L	Wald	Olasılık	%10	%5	%1
Almanya	2	1.891	0.389	2	0.121	0.941	Panel Fisher:24.965*		
ABD	1	0.006	0.940	1	0.038	0.846	Bootstrap cv		
İngiltere	1	0.379	0.538	1	0.048	0.827	21.95	25.76	32.13
İtalya	2	18.446	0.000***	2	5.606	0.061*			
Fransa	2	1.198	0.549	2	0.928	0.629			
Japonya	1	0.854	0.356	1	2.139	0.144			
Sonuç: İtalya için LNGDP ↔ LNEFP							LNEFP → LNGDP		
							Panel Fisher:11.250		
							Bootstrap cv		
							%10	%5	%1
							20.74	23.81	31.24

Kaynak: Yazar tarafından oluşturulmuştur.

Not: Akaike bilgi kriteri seçilmiştir. Gecikme uzunluğu, yıllık olduğu için "2" girilmiştir. "→", tek yönlü nedensel ilişkiyi, "↔" ise çift yönlü nedensel ilişkiyi temsil ederken "↔" işareti nedensellik olmadığını bildirmektedir. "L" ülkelerin gecikmelerini ifade etmektedir. *,**,***: Sırası ile %10, %5 ve %1 hata payını işaret etmektedir.

Tablo 6 sonuçlarına bakıldığında Ekonomik karmaşıklık ekolojik ayak izinin nedeni değildir anlamına gelen sıfır hipotez, hesaplanan değer tablo değerden (%5) büyük çıkması ile birlikte reddedilmektedir. Ekolojik ayak izi ekonomik karmaşıklığın nedeni değildir anlamına gelen sıfır hipotez ise hesaplanan değer tablo değerden küçük çıkması ile reddedilememektedir. Dolayısıyla ekonomik karmaşıklıktan ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensellik ilişkisi olduğu sonucuna varılmıştır.

Çevre vergisi ekolojik ayak izinin nedeni değildir anlamına gelen sıfır hipotezin hesaplanan değeri tablo değerden (%5) büyük çıkarak hipotezi reddetmiştir. Ancak ekolojik ayak izi çevre vergisinin nedeni değildir anlamına gelen yokluk hipotezi, hesaplanan değer tablo değerden küçük çıktığı için reddedilememektedir. Çevre vergisinden ekolojik ayak izine doğru tek taraflı bir nedensellik görülmüştür.

Son olarak ekonomik büyümeyle ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki test edilirken, “ekonomik büyüme ekolojik ayak izinin nedeni değildir” sıfır hipotezi hesaplanan değer büyüktür tablo değerden (%10) şeklinde çıkararak reddedilmektedir. G7 ülke grubu için %10 hata payında ekonomik büyüme ekolojik ayak izinin nedenidir. Diğer sıfır hipotez “ekolojik ayak izi ekonomik büyümenin nedeni değildir” ise hesaplanan değer tablo değerden küçük çıkmakla birlikte reddedilememektedir. Nedensellik analizi sonucunda ekonomik büyüme ekolojik ayak izinin nedeni çıkmıştır.

SONUÇ

Sanayi devrimi sonrasında küreselleşme sürecinin başlamasıyla dünyada önemli oranda üretimle beraber çevre üzerindeki baskı da artmıştır. Çevresel bozulma konusunda uluslararası alanda yapılan konferanslar ve anlaşmalara rağmen çevre kirliliği hedeflenen rakamlara düşürülemedi. Bu doğrultuda yapılan çalışmalar, çevresel kirliliğin üzerinde etkisi olan etkenleri belirlemek için şekillendirilmektedir. Bu bağlamda çevresel kirliliği en kapsamlı şekilde temsil eden ekolojik ayak izini etkilediği düşünülen ekonomik karmaşıklık endeksi ve büyüme ele alınırken, ekolojik ayak izinin artırılması ya da azaltılması konusunda nasıl bir politika sunulması gerektiğini görmek için de çevre vergileri analize dahil edilmiştir. Çalışmada G-7 ülkeleri için 1995-2021 yıllarına ait verilerle çalışılmıştır. Bu çerçevede yapılan çalışmada, ekonomik karmaşıklık ile çevre vergisinin ekolojik ayak izi üzerine olan etkisi Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler (FGLS) yöntemi ile incelenmiştir. Tahmin sonuçları incelendiğinde ekonomik karmaşıklık endeksinin, çevre vergisinin ve kontrol değişken olarak eklenen ekonomik büyümenin modelde istatistiksel olarak anlamlı çıktığı görülmektedir. Ayrıca, çalışmada, Emirmahmutoglu ve Köse (2011) nedensellik testi sonucunda ECI, çevre vergisi ve ekonomik büyümeden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü bir nedensel ilişki olduğu bulgusuna varılmıştır.

Ekonomik karmaşıklık endeksindeki %1'lik artış ekolojik ayak izini ortalama tahmini olarak %19 azaltmaktadır: Ekonomik karmaşıklık ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi analiz etmek, ülkelerin ekonomik yapılarının çevresel etkileri üzerindeki baskısını yorumlamak açısından önem arz etmektedir. Bu iki değişken arasındaki negatif ilişki birçok yönden açıklanabilmektedir. Birincisi, ekonomik karmaşıklığı yüksek olan ülkelerde daha ileri teknoloji ve bilgi tabanlı üretim süreçleri hâkimdir. Bu ülkeler verimli üretim yöntemleri kullanarak, kaynak israfından kaçındıkları için ekolojik ayak izini negatif etkiliyor olabilir. İkincisi, ekonomik karmaşıklığı yüksek olan ekonomilerde basit ve doğal kaynaklara yönelen ürünleri üretmek yerine daha karmaşık ve teknoloji içeren katma değerli ürünlerin üretimi tercih edilmektedir. Bu bağlamda doğal kaynaklar, tarım ve madencilik gibi sektörlerde üretilen ürünlerin üretiminde kullanıldığından daha az kullanılacaktır. Elektronik ve yazılım gibi ürünlerde doğal kaynak kullanımı fazla olmamaktadır. Üçüncüsü, söz konusu ülkelere yenilenebilir enerji ve sürdürülebilir üretim tekniklerine daha fazla yatırım yapıldığından dolayı, çevresel kaliteyi bozan eğilimler bu ülkelerde az görülmektedir. Dördüncüsü ise bu ülke gruplarında çevresel farkındalığa katkı sağlayacak eğitimler, kurslar ve konferanslara sıklıkla yer verildiği için yine ekolojik ayak izi azalma eğiliminde olmaktadır.

Ekonomik karmaşıklık endeksinin, ekolojik ayak izinin azaltılması konusundaki etkisi, ülkelerin ekonomik büyüklüğünün yanı sıra yapısal kriterlerin de çevresel sürdürülebilirliğe göre yönelim gösterdiğinin belirtisi olarak ifade edilmektedir. Ancak ülkelerin ekonomik yapısı, yürüttükleri politika ve doğal kaynak konusundaki yönetim tercihleri bazı dinamikleri farklı şekilde etkileyebilmektedir. Örneğin, karmaşıklık seviyesi yüksek olan ülkelerin, ithal ettikleri ürünlere ait ekolojik ayak izleri başka ülkelere kayabilmektedir. Bundan dolayı, analiz yapılırken uluslararası ticaret ve çevresel etkilerin transferini dikkate almak gerekmektedir.

Çevre vergisindeki %1'lik bir artış ekolojik ayak izini ortalama tahmini olarak %22 artırmaktadır: Çevre vergisi ve ekolojik ayak izi arasındaki bu ilişkiyi birkaç yönden ele almak mümkündür. Bunlardan birincisi, vergi sisteminin etkilerinden ya da yanlış uygulamadan kaynaklanmaktadır. Örneğin, yanlış tasarım; vergi uygulaması konusunda doğru hedeflere yönlendirilmemiş olabilmekte yani direkt olarak çevre kaliteyi artırmak yerine dolaylı sektörleri etkileyebilmektedir. Teşvik eksikliğinden dolayı da kaynak kullanımı artıyor olabilir. Bir diğer faktör de verginin yansımalarıdır; vergiler artırsa maliyetler artacağı için, üreticiler bunu tüketiciye yansıtır ve daha fazla üretmeye başlar böylelikle ekolojik ayak izi artacaktır. İkincisi, çevre vergisindeki artış bazı sektörlerdeki ekonomik faaliyetleri artırmaktadır; üretim yapısı ve süreci değiştikçe buna bağlı olarak altyapı yatırımları da artabilir bu da daha fazla enerji ve kaynak kullanımı demektir, böylelikle ayak izi artacaktır ya da vergi belirli sektörlerde uygulanırsa, vergi muafiyeti yaşanan sektörlerde kayma olabilir, bunun sonucunda da ekolojik ayak izinde artış görülmektedir. Üçüncüsü, çevre vergilerinin yüksek olduğu ülkelere vergiden kaçınmak için başka ülkelere firmasını taşıyanlar olabilir ancak bu şekilde sadece küresel bazda yine ayak izi azalmayacak, sadece yer değiştirecektir.

Analiz sonucuna göre çevre vergilerinin tek başına çevresel sorunları çözmede yeterli olmayacağı ve uygulamanın tasarımı, denetimi ve tamamlayıcı politikalarla desteklenmesi gerektiği önerilmektedir.

Ekonomik büyümedeki %1'lik bir artış ekolojik ayak izini ortalama tahmini olarak %42 artırmaktadır: Ekolojik ayak izi ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki oldukça önemlidir. Bu bulguya dayanarak büyümenin alternatif maliyeti, çevre kirliliği denilebilir. Ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini artırıyor olması şu şekilde yorumlanabilir. Birincisi, ekonomik faaliyetler ya da üretimler arttıkça doğal kaynak israfı da artmaktadır. Bunun yanı sıra üretim esnasında daha fazla enerji kullanımı da ayak izini artırmaktadır. İkincisi, büyümedeki artış eğer ayak izini artıyorsa o ülkede sürdürülebilir kalkınma modeli etkin değil demektir. Kısacası ekolojik ayak izinin, biyolojik kapasiteyi aştığını ifade etmektedir. Üçüncüsü, her ekonominin ilk hedefi sağlıklı büyümenin sağlanmasıdır. Ancak büyümenin maliyeti çevre kirliliği oluyorsa bu aşamada çevre dostu teknolojilerle faaliyetlere devam etmek gerekmektedir.

Sonuç olarak büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki bu ilişki büyüme modelinin yeniden değerlendirilip, yeşil ekonomiye geçişin sinyallerini vermektedir. Sürdürülebilir bir kalkınma ve büyüme sağlanabilmesi için sürdürülebilir üretim teknikleriyle bu ilişki desteklenmektedir. Bu bağlamda dinamik panel veri modelleri kullanılarak, yatay kesit bağımlılığı altında uygun testler ile benzer analizler gerçekleştirilebilir.

KAYNAKÇA

Adedoyin, F. F., Nwulu, N. & Bekun, F. V. (2021). "Environmental Degradation, Energy Consumption and Sustainable Development: Accounting for the Role of Economic Complexities with Evidence from World Bank Income Clusters", *Business Strategy and the Environment*, 1-14.

Alper, A. E. (2018). "Analysis of Carbon Tax on Selected European Countries: Does Carbon Tax Reduce Emissions", *Applied Economics and Finance*, 5(1), 29-36.

Aydın, M. (2020). "Seçilmiş OECD Ülkelerinde Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırılmalı Nedensellik Testinden Kanıtlar", *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 28, 137-154.

Bashir, M., MA, B., Shahbaz, M. & Jiao, Z. (2020). "The Nexus Between Environmental Tax and Carbon Emissions with the Roles of Environmental Technology and Financial Development", *Plos One*, 15(11), 1-20.

Bashir, MF., MA, B., Komal, B. & Bashir, MA. (2021). "Analysis of Environmental Taxes Publications: A Bibliometric and Systematic Literature Review", *Environ Sci Pollut Res*, 28, 20700-20716.

Bayar, Y. & Şaşmaz, M. Ü. (2016). "Karbon Vergisi, Ekonomik Büyüme ve CO2 Emisyonu Arasındaki Nedensellik İlişkisi: Danimarka, Finlandiya, Hollanda, İsveç ve Norveç Örneği", *International Journal of Applied Economic and Finance Studies*, 1(1), 32-41.

Beck, N. & Katz, J. N. (1995). "What to do (and not to do) with Time-Series Cross-Section Data", *American Political Science Review*, 89(3), 634-647.

Brown, M. B. & Forsythe, A. B. (1974). "Robust Tests for the Equality of Variances", *Journal of the American Statistical Association*, 69(346), 364-367.

Bekmez, S. & Nakipoğlu, F. (2012). "Çevre Vergisi-Ekonomik Büyüme İkilemi", *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(3), 641-658.

Bozkurt, Y. (2018). *Çevre Sorunları ve Politikaları*, 5. Baskı, Ekin Basım Yayın Dağıtım, Bursa.

Breusch, T. S. & Pagan, A. R. (1980). "The Lagrange Multiplier Test and its Applications to Model Specification in Econometrics", *Review of Economic Studies*, 47(1), 239-253.

Can, M. & Gozgor, G. (2017). "The impact of Economic Complexity on Carbon Emissions: Evidence from France", *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 16364-16370.

Chu, L. K., Dogan, B., Abakah, E. J. A., Ghosh, S. & Albeni, M. (2023). "Impact of Economic Policy Uncertainty, Geopolitical Risk, and Economic Complexity on Carbon Emissions and Ecological Footprint: An Investigation of The E7 Countries", *Environmental Science and Pollution Research*, 30, 34406-34427.

Çataloluk, C. (2014). "Çevre Sorunlarının Önlenmesinde Vergi Politikası", *Journal of Turkish Studies*, 9(8), 21-34.

Çelikkaya, A. (2020). "En Son Çevre Vergisi Reformları Üzerine Bir İnceleme", *Mali Çözüm Dergisi/Financial Analysis*, 30(158), 13-27.

Değirmenci, T. & Aydın, M. (2024). "Testing the Load Capacity Curve Hypothesis with Green Innovation, Green Tax, Green Energy, and Technological Diffusion: A Novel Approach to Kyoto Protocol", *Sustainable Development Research Article*, 1 March 2024.

- Dinçer, I. (2000). “Renewable Energy And Sustainable Development: A Crucial Review”, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 4(2), 157-175.
- Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012). “Testing for Granger Non-causality in Heterogeneous Panels”, *Economic Modelling*, 29(4), 1450-1460.
- Doğan, B., Saboori, B. & Can, M. (2019). “Does Economic Complexity Matter for Environmental Degradation? An Empirical Analysis for Different Stages of Development”, *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31), 31900-31912.
- Doğan, B.; Driha, O. M., Lorente, D. B. & Shahzad, U. (2020). “The Mitigating Effects of Economic Complexity and Renewable Energy on Carbon Emissions in Developed Countries”, *Sustainable Development*, 1-12.
- Doğan, E., Ulucak, R., Koçak, E. & Isık, C. (2020). “The Use of Ecological Footprint in Estimating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for BRICST by Considering Cross-Section Dependence and Heterogeneity”, *Science of the Total Environment*, 723, 138063.
- Emirmahmutoglu, F. & Köse, N. (2011). “Testing for Granger Causality in Heterogeneous Mixed Panels”, *Economic Modelling*, 28(3), 870-876.
- Erataş, F. & Uysal, D. (2014). “Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “BRICT” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi”, *İktisat Fakültesi Mecmuası*, Cilt: 64(1), 1-25.
- Esen, Ö., Yıldırım, D. Ç. & Yıldırım, S. (2021). “Pollute Less or Tax More? Asymmetries in the EU Environmental Taxes–Ecological Balance Nexus”, *Environmental Impact Assessment Review*, 91, 106662.
- GFN. (2024). “Ecological Footprint”. https://data.footprintnetwork.org/?_ga=2.227547101.1710824046.1686068698-751671114.1686068698#/countryTrends?type=BCtot,EFCtot&cn=5001 . (19.09.2024).
- Görmez, K. (2020). *Çevre Sorunları*, 5. Baskı, Nobel Akademik Yayıncılık, Ankara.
- Greene, W. H. (2003). *Econometrics Analysis* (5th ed.). Prentice Hall, NJ.
- Gross, R., Leach, M. & Bauen, A. (2003). “Progress in Renewable Energy”, *Environment International*, 29(1), 105-122.
- Hashmi, R. & Alam, K. (2019). “Dynamic Relationship among Environmental Regulation, Innovation, CO2 Emissions, Population, and Economic Growth in OECD Countries: A Panel Investigation”, *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109.
- Hausman, J. A. (1978). “Specification Tests in Econometrics”, *Econometrica*, 46(6), 1251- 1271.
- Hidalgo, C. A. & Hausmann, R. (2009). “The Building Blocks of Economic Complexity”, *Proc Natl Acad Sci*, 106(26), 10570-10575.
- Kmenta, J. (1968). “A General Procedure for Estimating the Parameters of a Linear Regression Model with Autocorrelated Errors”, *Econometrica*, 36(1): 169-172.
- Kılınc, E. C. & Altıparmak, H. (2020). “Çevre Vergilerinin CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi Üzerine Bir Uygulama”, *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBİAD)*, 10(1), 217-227.
- Koçak, E. (2024). “Yenilenebilir Enerjinin Ekolojik Ayak İzi Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği”, *Politik Ekonomik Kuram*, 8(1): 256-265.
- Laverde-Rojas, H., Guevara-Fletcher, D. A. & Cmacho-Murillo, A. (2021). “Economic Growth, Economic Complexity, and Carbon Dioxide Emissions: The Case of Colombia”, *Heliyon*, (2021), 7(6), e07188.
- Levene, H. (1960). “Robust Tests for Equality of Variance”, *Contributions to Probability and Statistics*, 278-292.
- Lin, B. & Jia, Z. (2018). “The Energy, Environmental and Economic Impacts of Carbon Tax Rate and Taxation Industry: A CGE Based Study in China”, *Energy*, 159, 558-568.
- Morley, B. (2012). “Empirical Evidence on The Effectiveness of Environmental Taxes”, *Applied Economics Letters*, 19(18), 1817-1820.
- Neagu, O. (2019). “The Link Between Economic Complexity and Carbon Emissions in the European Union Countries: A Model Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) Approach”, *Sustainability*, 11(17), 4753, 1-27.

- Neagu, O. & Negau, M. I. (2022). "The Environmental Kuznets Curve Revisited: Economic Complexity and Ecological Footprint in the Most Complex Economies of the World", *Studia Universitatis Vasile Goldiş Arad, Seria Ştiinţe Economice*, 32(1), 78-99.
- Neagu, O. & Teodoru, M. C. (2019). "The Relationship Between Economic Complexity, Energy Consumption Structure and Greenhouse Gas Emission: Heterogeneous Panel Evidence from the EU Countries", *Sustainability*, 11(2), 497.
- OECD. (2024). <https://www.oecd.org/en/data/indicators/environmental-tax.html>. (21.09.2024).
- Ozturk, I., Al-Mulali, U. & Saboori, B. (2016). "Investigating The Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Role of tourism and Ecological Footprint", *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1916-1928.
- Özbek, S. & Naimoğlu, M. (2022). "Çevre Kalitesi-Ekonomik Karmaşıklık İlişkisi: Türkiye Ekonomisi Üzerine Fourier Eşbütünlük Analizi", *İstanbul İktisat Dergisi*, 72(1), 407-431.
- Özbek, S. (2023). "Küreselleşme Sürecinde Çevresel Bozulma: Türkiye Üzerine Ampirik Bulgular". *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(3), 533-554.
- Özbek, S. (2023). "Sürdürülebilir Çevre: Çevre Teknolojileri ve Vergileri Kapsamında Ekonometrik Bir İnceleme". *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(Prof. Dr. Muammer ERDOĞAN Anısına Kongre Özel Sayısı), 63-91.
- Pata, U. K. (2021). "Renewable and Non-renewable Energy Consumption, Economic Complexity, CO2 Emissions, and Ecological Footprint in the USA: Testing the EKC Hypothesis with a Structural Break", *Environmental Science and Pollution Research*, 28(1), 846-861.
- Parks, R. W. (1967). "Efficient Estimation of a System of Regression Equations When Disturbances are Both Serially and Contemporaneously Correlated". *Journal of the American Statistical Association*, 62(318), 500-509.
- Pesaran, M. H. (2004). "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels", *Cambridge Working Papers in Economics No. 0435*, University of Cambridge.
- 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. & Yamagata, T. (2008). "Testing Slope Homogeneity in Large Panels", *Journal of Econometrics*, 142(1), 50-93.
- Pesaran, M. H., Ullah, A. & Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence", *The Econometrics Journal*, 11(1), 105-127.
- Pesaran, M. H. (2015). "Testing Weak Cross-Sectional Dependence in Large Panels", *Econometric Reviews*, 34(6), 1089-1117.
- Plott, C. R. (1983). "Externalities and Correvtive Policies in Experimental Markets", *The Economic Journal*, 93(369), 106-127.
- Rafique, M. Z., Fareed, Z., Ferraz, D., Ikram, M. & Huang, S. (2022a). "Exploring the Heterogenous Impacts of Environmental Taxes on Environmental Footprints: An Empirical Assessment from Developed Economies", *Energy*, 238, 121753.
- Rafique, M. Z., Nadeem, A. M., Xia, M., Ikram, M., Shoaib, H. M. & Shahzad, U. (2022b). "Does Economic Complexity Matter For Environmental Sustainability? Using Ecologica Footprint As an Indicator", *Environment, Development and Sustainability*, 24, 4623-4640.
- Rapanos, V. T. & Polemis, M. L. (2005). "Energy Demand and Environmental Taxes: The Case of Greece", *Energy Policy*, 33(14), 1781-1788.
- Samancı, M. (2018). *Türkiye'de Çevre Politikalarının Mali Yönü, Türkiye'de Çevre Politikaları*, (Ed. Burak Hergüner, Erol Kalkan), 203-228, Nobel, Ankara,
- Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F. & Shahzad, K. (2020) "Investigating the Nexus Between Economic Complexity, Energy Consumption and Ecological Footprint for the United States: New Insights from Quantile Methods", *Journal of Cleaner Production*, 279, 123806.
- Swart, J. & Brinkmann, L. (2020). "Economic Complexity and the Environment: Evidence from Brazil", In *Universities and Sustainable Communities: Meeting the Goals of the Agenda 2030*, Springer, Cham, 3-45.

- Şaşmaz, M. Ü. (2016). "Validity of Double Dividend Hypothesis in EU-15 Countries", *New Trends and Issues Proceedings on Humanities and Social Sciences*, 2(2), 30-36.
- Şen, H. & Sağbaş, İ. (2020). *Vergi Teorisi ve Politikası*, Barış Arıkan Yayınları, 4. Baskı, Ankara.
- Tekbaş, M. & Tutumlu, H. (2023). "Ekonomik Büyüme, Ekonomik Karmaşıklık, Yenilenebilir Enerji Tüketimi ve CO2 Emisyonu İlişkisi: Türkiye Örneği", *Siyaset, Ekonomi ve Yönetim Araştırmaları Dergisi*, 11(2), 124-141.
- The Atlas of Economic Complexity. (2024). <https://atlas.hks.harvard.edu/about#what-is-the-atlas> (19.09.2024).
- Turkenburg, W. C. (2000). "Renewable energy Technologies", *Energy and the Challenge of Sustainability*, (ed.) Goldemberg, J., World Energy Assessment. New York: UNDP, 219-272.
- Ulucak, R. & Lin, D. (2017). "Persistence of Policy Shocks to Ecological Footprint of The USA", *Ecological Indicators*, 80, 337-343.
- Yavuz, E. (2021). "Çevre Vergileri ile Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Kanıtlar", *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences*, 7(45), 1937- 1945.
- Yavuz, E. & Ergen, E. (2022). "Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi: Seçilmiş G20 Ülkeleri Üzerine Bir Uygulama", *International Journal of Public Finance*, 7(1), 113-136.
- Yerdelen Tatoğlu, F. (2012). *Panel Veri Ekonomisi*, Detay Yayıncılık, İstanbul.
- Yilanci, V. & Pata, U. K. (2020). "Investigating the EKC Hypothesis for China: The Role of Economic Complexity on Ecological Footprint", *Environmental Science and Pollution Research*, 27(26), 32683-32694.
- Zahra, S., Khan, D. & Nouman, M. (2021). "Fiscal Policy and Environment: A Long-Run Multivariate Empirical Analysis of Ecological Footprint in Pakistan", *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 2523-2538.
- Wooldridge, J. M. (2002). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*, MIT Press.
- World Bank. (2024). <https://data.worldbank.org/>. (18.09.2024).