



Çevre Teknolojisi Patentleri ve Yenilenebilir Enerjinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkilerine İlişkin Ampirik Bir Çalışma

An Empirical Study Regarding the Effects of Environmental Technology Patents and Renewable Energy on Ecological Footprint

Gaye Sanatçı Aktaş¹ , Alper Bilgili² 

öz

Küresel bir kriz olan iklim değişikliği ile mücadelede çevresel sürdürülebilirliğin ölçülebilir kılınması önemlidir. Bu hususta başta tüm dünyada olmak üzere bölgesel, ulusal, yerel, kurum ve birey ölçeğinde niceliksel göstergeler sunan ekolojik ayak izi hesaplamalarına ciddi görevler düşmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın problemi, “çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranının (büyüklüğünün) azaltılmasına katkı sunmakta mıdır?” şeklinde belirlenmiştir. Araştırmanın amacı ise, dünya nüfusunun %60’ını, küresel gayrisafı yurtiçi hasılanın %80’ini ve küresel ihracatın %75’ini oluşturan G-20 üyesi ülkelerin 1994-2017 yılları aralığında kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının sinamasının yanı sıra çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji yüzdelerinin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranı üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesini sunabilmektir. Araştırmada belirlenen amaçlara ulaşılabilmesi için veri setleri, sosyal bilimler alanında sıklıkla tercih edilen IBM SPSS Statistics (Versiyon 24) paket programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Normal dağılıma sahip olmayan veri setine non-parametric testlerden Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi, Friedman Testi ve Spearman Testleri uygulanmıştır. Uygulanan testler sonucunda ilk olarak, kişi başına düşen ekolojik ayak izi miktarının ortalama değerinin 1994 ve 2017 yılları aralığında birbirine yakın değerler aldığı görülmüştür. İkinci olarak, G-20 üyesi ülkelerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranlarının birbirinden farklı olduğu anlaşılma birlikte en fazla kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranına sahip ülkelerin ABD, Kanada, Avustralya, Birleşik Krallık ve Güney Kore olduğu görülmüştür. Üçüncü olarak, çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentlerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranları üzerinde nötr bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılırken yenilenebilir enerji alanında yaşanan minimum düzeydeki bir artışın dahi ekolojik ayak izi miktarının azalmasında olumlu düzeyde katkı sağladığı neticesine varılmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Sürdürülebilirlik, Ekolojik Ayak İzi, Çevre Teknolojisi Patentleri, Yenilenebilir Enerji, G-20 Ülkeleri

ABSTRACT

It is important to make environmental sustainability measurable while fighting against climate change which is currently a global crisis. In this respect, serious tasks are undertaken in the ecological footprint calculations, which provide quantitative indicators on regional, national, local, institutional, and individual scales and especially on a global scale. The problem of this research is: “Do the patents and improvements in renewable energy related to environmental technologies contribute to the reduction of the per capita ecological footprint ratio (size)?”. The aim of the research is to see whether there is a significant difference in the ecological footprint per capita in the range of years 1994-2017 in the G-20 member countries who comprise of the 60% of the world's population, 80% of global GDP and 75% of global exports. It also aims to provide a statistical assessment of the effect of ecological footprint on the percentage of environmental technology and renewable energy

¹ Corresponding Author: Çanakkale Onsekiz Mart University, Graduate School of Education, gayesanatci1994@gmail.com, ORCID: 0000-0002-8249-4061

² Çanakkale Onsekiz Mart University, Biga Faculty of Economics and Administrative Sciences, Public Administration Department
bilgili@comu.edu.tr, ORCID: 0000-0003-0417-5070



patents per capita. Data sets have been subjected to statistical analysis with the IBM SPSS Statistics (Version 24) package program, which is frequently preferred in the field of social sciences to achieve the goals set in the study. Non-parametric tests, Kruskal-Wallis one-way variant Analysis, Friedman Test and Spearman Tests were applied to the data set that does not have a normal distribution. As a result of the tests, it was first observed that the average value of the per capita ecological footprint was similar between 1994 and 2017. Secondly, it was understood that the ecological footprint rates per capita of G-20 member countries differ, but countries with an ecological footprint ratio of most per capita were found to be the United States, Canada, Australia, United Kingdom, and South Korea. Third, it was concluded that the patents obtained for environmental technologies had a neutral effect on the ecological footprint ratios per capita, while a minimum - level increase in renewable energy contributed positively to reducing the number of ecological footprints per capita, even in the field of renewable energy.

Keywords: Environmental Sustainability, Ecological Footprint, Environmental Technology Patents, Renewable Energy, G-20 Countries

GİRİŞ:

Minimum kaynak tüketimi, yenilenebilir enerji, atıkların geri dönüşümü ve biyolojik çeşitliliğe zarar vermeyen yeni yöntem ve uygulamaların hayata geçirilmesini hedefleyen çevresel sürdürülebilirliğin en çarpıcı göstergelerinden biri ekolojik ayak izidir. Ekolojik ayak izi, çevresel sürdürülebilirlik için ideal bir gösterge olmasının yanı sıra sürdürülebilirliğin farklı boyutlarını izlenebilir kılan tanımlayıcı eğitsel bir araç olması bakımından önem arz etmektedir. Bu doğrultuda “çevre teknolojileri alanında alınan patentler ile yenilenebilir enerji alanında yaşanan gelişmelerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi (KBD_EAİ) oranının azaltılmasında katkı sunmakta mıdır?” sorusu araştırmanın problemini oluşturmaktadır. Belirlenen problem doğrultusunda araştırmanın amacı, G-20 üyesi ülkelerinin 1994-2017 yılları aralığında kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığının araştırılmasının yanı sıra çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji yüzdelerinin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranı üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesini sunmaktır. Araştırmanın amacı doğrultusunda dört ana hipotez kurulmuş olmakla birlikte bu hipotezler şöyledir; H₁: 1994-2017 yılları aralığında KBD_EAİ oranı arasında anlamlı bir farklılık vardır, H₂: G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranları birbirlerinden farklıdır, H₃: KBD_EAİ oranı ile çevre teknolojiler alanındaki patent yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki vardır, H₄: KBD_EAİ oranı ile yenilenebilir enerji yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki vardır.

Araştırma, Saqib ve Benhmad (2021), Ansari vd. (2021), Kongbuamai vd. (2021) ve Kılınc 'ın (2021) yapmış oldukları araştırmalardan elde ettikleri sonuçlardan hareketle “çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin KBD_EAİ oranlarının azaltılmasına olumlu katkı sağlayacağı” önermesine dayandırılmıştır.

Ekolojik ayak izi ölçümleri başta tüm dünyada olmak üzere bölgesel, ulusal, yerel, kurum ve birey ölçeğinde hesaplanabilmektedir. Bu araştırma dünya nüfusunun %60'ını, küresel gayrisafi yurtiçi hasılanın %80'ini ve küresel ihracatın %75'ini oluşturan G-20 ülkelerini incelemeye almış ve ekolojik ayak izi sorununa küresel ölçekten değerlendirmeler sunması açısından önemlidir. Çalışma “bir ülkenin toplam ekolojik ayak izinin ülkenin toplam nüfusuna bölünmesiyle elde edilen” KBD_EAİ hesaplamalarını esas aldığı için nüfus değişkeni ile G-20 üyesi ülkeler araştırma kapsamında değerlendirdiği içinde gayrisafi yurtiçi hasıla değişkenini araştırmaya dahil edilmemiştir. Böylelikle çalışma, yazında sıklıkla tekrar eden parametrelere odaklanmaması açısından da önem arz etmektedir.

1. Çevresel Sürdürülebilirlik ve Ekolojik Ayak İzi

Bir ülke ekonominin üretim hacminde belli periyodik dönemlerde ortaya çıkan gelir artışı olarak tanımlanan ekonomik büyüme karmaşık bir kavramdır (Turan, 2008: 11). Ancak bir yaşam biçimin kesintisiz bir şekilde devam ettirilmesine olanak sağlayan sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ekonomik büyüme yaklaşımından daha da karmaşık bir durumdur (WWF, 2012: 12; Sachs, 2019: 178). 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu tarafından Ortak Geleceğimiz adlı raporda, “bugünün ihtiyaçlarını, gelecek kuşakların da kendi ihtiyaçlarını karşılayabilme imkânından ödün vermeksizin karşılamak” olarak tanımlanan sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı, sağlıklı bir gezegen üzerinde yaşayan hastalıklı toplumumuzun sorunlarına ciddi bir çözüm arayışıdır (UN, 1987; Lovelock, 2017: 14). Dünyada sınırlı kaynak kullanım kapasitesini aşmadan toplumların refah düzeylerinin yükseltilmesinin yollarını arayan sürdürülebilir kalkınma yaklaşımı ekonomik, toplumsal ve çevresel boyutlarıyla birlikte ele alınması gereken dinamik bir yapıdan oluşmaktadır (Barlas, 2013: 260; Tosun, 2019: 26).

Jeologlar tarafından *antroposen* olarak adlandırılan içinde yaşadığımız bu çağ, insanın canlı bir organizma olan gezegen üzerinde yarattığı derin ve olumsuz etkilerinin en üst düzeye ulaştığı döneme verilen isimdir (Kaya, 2019: 132 – 133). Söz konusu bu çağ, insanlığın Sanayi Devrimi’nden bu yana büyük ölçekli ekonomik faaliyetlerin hâkim olduğu ve dünya ikliminde, okyanus kimyasında, su ve azot döngüsünde çevresel sürdürülebilirliğin tehlikeli boyutlara ulaştığı bir dönem olarak da adlandırılmaktadır (Sachs, 2019: 51-53). İnsanlığın içinde yaşadığı çevre sisteminin doğal yapısına zarar vermeden kullanılması felsefesine dayanan çevresel sürdürülebilirlik; minimum kaynak tüketimi, yenilenebilir enerji, atıkların geri dönüşümü, biyolojik çeşitliliğe zarar vermeyen yeni yöntem ve uygulamaların hayata geçirilmesini hedeflemektedir (Tosun, 2019: 27-28). Bu doğrultuda çevresel sürdürülebilirliği ölçen çarpıcı bir gösterge olarak “ekolojik ayak izi” karşımıza çıkmaktadır (WWF, 2012: 13).

Ekolojik ayak izi, 1996 yılında Dr. Mathis Wackernagel, Prof. William Rees ve arkadaşlarının bozulmamış doğal kaynakların üretkenliğinin ve miktarının ölçülebilmesi, doğanın sürekli tüketilmesi ve tahrip edilmesini önleyecek çözümlerin üretilebilmesine yönelik geliştirdikleri yeni bir hesaplama tekniğidir (Akıllı vd. 2008: 3). Dar anlamda ekolojik ayak izi, toplumların doğal varlığı olan kaynaklarını nasıl kullandıklarını ölçmeye yarayan hesaplama metodu iken geniş anlamda, gezegen düzeyinde tüketilen biyolojik üretken alan miktarını, atıklarının yok edilmesi için gereken, kara ve su alanlarının büyüklüğünü, ülkelerin, kentlerin, ailelerin ya da bireylerin ne kadar biyolojik üretken alan kullandıklarını ve gelecekte ihtiyaçları olan gezegen sayısını gösteren niceliksel bir hesaplama tekniği olarak ifade edilmektedir (Irshad ve Hussain, 2017: 5; Rapport, 2000: 367). Özsoy ve Dinç (2016: 42) ise ekolojik ayak izini, çevresel sürdürülebilirlik için ideal bir gösterge ve sürdürülebilirliğin farklı boyutlarını izlenebilir kılan tanımlayıcı eğitsel bir araç olarak değerlendirmesinin yanı sıra, sürdürülebilir gelişmeye ilişkin bilgilerin organizasyonu için ideal bir platform, toplumsal düzeyde ekolojik bilincin artırılması amacıyla çok iyi bir örnek ve ulusal ve küresel eşitlik anlayışını geliştirebilecek yararlı bir yol olarak özetlemektedir. Ayrıca Ekolojik Ayak İzi, küresel, bölgesel, yerel ve bireysel arz ve ihtiyaçlara dayalı olarak doğal kaynakları hesaplamak için bir sistem yaklaşımı olarak görülebilir ve altı temel unsurdan var olmaktadır. Bu bileşenler “karbon tutma ayak izi”, “tarım arazisi ayak izi”, “orman ayak izi”, “otlak ayak izi”, “yapılaşmış alan ayak izi” ve “balıkçılık sahası ayak izi” olmakla birlikte söz konusu bileşenlere ilişkin tanımlamalar aşağıda yer almaktadır (Mızık ve Avdan, 2020: 457; WWF, 2012: 9).

“Okyanuslar tarafından tutulan CO₂ emisyonunun yanı sıra, fosil yakıt tüketimi, arazi kullanımı değişiklikleri ve kimyasal süreçlerden kaynaklanan emisyonların tutulması için gereken orman alanının hesaplanmasında kullanılan karbon tutma ayak izi”,

“İnsan tüketimi için gerekli gıda ve lif, hayvan yemi, yağ bitkileri ve kauçuk üretimi için kullanılan alanın hesaplanmasında kullanılan tarım arazisi ayak izi”,

“Tüketilen tomruk, kereste, kâğıt hamuru, odun ürünleri ve yakacak odun miktarını karşılamak için gereken orman alanının hesaplanmasında kullanılan orman ayak izi”,

“Et, süt, deri ve yün ürünleri için hayvancılık yapılan alanın hesaplanmasında kullanılan otlak ayak izi”,

“Konut, ulaşım, endüstriyel yapılar ve enerji santralleri dahil insan ihtiyaçlarının karşılanmasıyla ilgili altyapı ve üstyapı ile kaplı alanın hesaplanmasında kullanılan yapılaşmış alan ayak izi”,

“Tüketilen balık ve deniz ürünlerini temin etmek için gereken deniz ve tatlı su alanının hesaplanmasında kullanılan balıkçılık sahası ayak izi”.

Ekolojik Ayak İzi Hesaplaması, küresel, bölgesel, yerel ve bireysel arz ve talebe dayalı olarak doğal kaynak hesaplamalarında sistematik bir yaklaşım ortaya koymaktadır (Mızık ve Avdan, 2020: 457). Ekolojik ayak izi hesaplamaları 2003 yılından bu yana, yüksek etkili politika ve yatırım kararlarını yönlendiren bilimsel öngörüler sunmak için 50’den fazla ülke, 50 şehir ve 70 küresel ortakla eşgüdümlü bir şekilde çalışmalarını sürdüren Küresel Ayak İzi Ağı (Global Footprint Network) tarafından gerçekleştirilmektedir. Kâr amacı gütmeyen uluslararası bir kuruluş olan Global Footprint Network, tek gezegenimizin araçlarıyla herkesin gelişebileceği bir gelecek öngörerek ekolojik aşımı sona erdirmeyi amaçlamaktadır (Global Footprint Network, 2021a; Global Footprint Network, 2021b).

Küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini inceleyen Apaydın (2020), küreselleşmenin 1980-2014 dönem aralığında Türkiye’nin ekolojik ayak izi göstergeleri üzerinde ciddi olumsuz etkiler barındırdığı sonuna ulaşmıştır. Ulucak (2018) ise çevresel yıkımın bir göstergesi olarak ekolojik ayak izi değişkeni üzerinde çevresel yakınsama hipotezini test etmiş ve tüm ülkeler için evrensel olarak kabul edilmiş bir yakınsama olmadığı sonucuna varmıştır. Çevreyle ilgili ortak politikaların genel kabul göremeyeceği, ülkelerin kirlilikle yapılan savaşta farklılaşan politikaların başarısının daha yüksek olacağı değerlendirilmesinde bulunmuştur. Zhang ve Ma (2021), Çin’in Pekin şehrinde kentsel ekolojik güvenliği test etmeyi amaçlamışlar çalışma sonucunda, Pekin’in çok yüksek seviyede ekolojik ayak izi yoğunluğuna sahip olduğunu ve bu durumun ciddi bir ekolojik açıklık yarattığına vurgu yaparken ekolojik sistem ile ekonomik sistem arasında düşük iş birliği seviyesinden duyulan zorluklara vurgu yapmışlardır.

1971-2016 döneminde N11 olarak bilinen gelişmekte olan veya yeni sanayileşen ülkelerdeki ekolojik ayak izi oranını elde etmeyi amaçlayan Yurtkuran (2020), Endonezya, Pakistan ve Filipinler’deki verilerin durağanlığını tespit ederken bu ülkelerdeki yakınsamanın varlığını ortaya koymuştur. Türkiye ve benzer bazı ülkelerde ise çevresel kirliliğin kalıcı olduğunu dolayısıyla bu ülkelerdeki politika yapıcılarının çevresel politikaları yeniden düzenlemeleri gerektiğine vurgu yapmıştır. Nathaniel vd. (2021) ise, 1990 ve 2016 yılları arasında N11 ülkeleri bağlamında çevresel düzenlemelerin ekolojik ayak izleri üzerindeki etkisini araştırmış, N11 ülkelerinde mevcut çevre mevzuatlarının ülkelerin ekolojik ayak izlerini azaltmada yetersiz olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ulucak ve Erdem’in (2017) ekosistemin ekonomik kalkınma modelleri içerisinde hangi şekilde ele alındığını inceledikleri Panel Veri Analizinde, gelişme sürecindeki toplumlar ekolojik etkinin gayri safi milli hasıla üzerindeki etkisinin daha büyük olduğunu tespit etmelerinin yanı sıra çevre politikaların söz konusu ülkelerde daha maliyetli olacağını ileri sürmüşlerdir.

Aydın (2020), 1995-2016 yılları aralığında, seçili OECD ülkelerinin çevre vergisi gelirlerinin çevresel sorunlar açısından etkisini araştırmıştır. Araştırma sonucunda, Almanya, İsveç ve Danimarka için çevresel sorunlarına dur diyebilmek için elde edilen çevre vergilerinin önemli finansal bir araç oldukları

sonucuna ulaşırken, Fransa ve İspanya için durumun tam tersi olduğu sonucuna varmıştır. Söz konusu iki ülke, çevreyi korumak adına topladıkları çevre vergilerini çevreyi koruma adına yeterli ölçüde kullanmadıkları görülmektedir.

1995'ten 2015 yılına kadar 22 Avrupa ülkesinin ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve nüfus artışının ekolojik ayak izine etkisini test etmeyi amaçlayan Saqib ve Benhmad (2021), enerji tüketimi ile ekolojik ayak izi arasında gidip gelen çift yönlü, GSYİH'dan ekolojik ayak izine doğru giden tek yönlü bir nedenselliğin olduğu sonucuna ulaşırken seçili 22 Avrupa ülkesindeki nüfus artışının yoğun enerji tüketimine kıyasla ciddi bir sorun teşkil etmediği sonucuna ulaşmışlardır.

Ulusoy ve Şen (2019) emisyon ticareti ve karbon salınımının firma değerine olan etkisini inceledikleri araştırmada, fosil yakıt tercihi yerine yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmayı tercih eden firmaların toplum üzerindeki pazarlama anlayışına katkı sağlayarak yeşil sermaye alanında rekabet avantajını ellerinde tutabilecekleri sonucuna ulaşmışlardır. Ansari vd. (2021) yenilenebilir ve yenilenemez enerji tüketiminin, küreselleşmenin, kentleşmenin ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki dinamik etkisini tahmin etmeyi amaçlamışlardır. Ekonomik büyümenin ve yenilenemeyen enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif yönlü (olumlu) bir etki gösterirken, yenilenebilir enerji tüketimi, küreselleşme ve kentleşme durumunda negatif yönlü (olumsuz) bir etki yarattığı sonucuna ulaşmışlardır.

Solarin vd. (2021) 1977-2016 yıl aralığında Nijerya'da doğrudan yabancı yatırımı, ekonomik büyüme ve kentleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini araştırmıştır. Araştırma sonuçları, belirlenen üç değişkenin uzun dönemli ekolojik ayak izi üzerinde etkisini teyit ederken ekonomik büyüme kısa vadede çevreyi bozarken, kentleşme hiçbir zararlı etki yaratmamaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar ve ticaret uzun vadede çevreyi bozarken ekonomik büyüme çevresel kaliteye katkı sağlamaktadır.

Chowdhury vd. (2021) 2001-2016 dönem aralığında 92 ülkenin doğrudan yabancı yatırımlar ve diğer değişkenlerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. İhracat ve kurumsal kalitenin ekolojik ayak izine olumlu bir katkı sunarken doğrudan yabancı yatırımın ekolojik ayak izini arttırıcı yönde katkı sağladığı sonucuna varılmıştır.

Murshed vd. (2021) yapmış oldukları çalışmada, 1972 ve 2015 yılları arasında Bangladeş'te doğrudan yabancı yatırımların yenilenebilir enerji ve çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Analiz bulguları, doğrudan yabancı yatırımların ülkenin toplam elektrik üretim seviyeleri içerisinde yenilenebilir elektrik üretim payını arttırırken Bangladeş'in ekolojik ayak izi miktarını da arttırarak çevre kalitesine doğrudan zarar verdiği sonucuna ulaşmıştır. Çalışma Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini destekleyerek doğrudan yabancı yatırımın Bangladeş'te yenilenebilir elektrik üretimine katkı sağladığı ancak ülkeyi de kirlilik cennetine dönüştürdüğü sonucuna varmıştır. Destek (2018), ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında ters U şeklinde bir ilişkinin geçerli olduğu görüşüne dayanan Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezini Türkiye açısından geçerliliğini test etmeyi amaçladığı çalışmada Türkiye açısından Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Kongbuamai vd. (2021) 1995–2016 döneminde BRICS ülkelerindeki ekolojik ayak izi üzerindeki ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemeyen enerji tüketimi, sanayileşme ve çevre politikası tutarlılığının etkisini incelemeyi amaçlamıştır. Bu hususta ekonomik büyüme, yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi ve endüstriyel faaliyetlerin ekolojik ayak izi üzerinde doğrudan ve pozitif yönlü bir ilişkinin varlığını ortaya koyarken ekolojik ayak izi ve çevre politikalarının tutarlılığında ters yönlü bir ilişkinin varlığı ortaya koymuştur. Böylelikle dünyanın en önemli beş yükselen ekonomisi BRICS' in, çevresel sürdürülebilirliği etkin kılabilmek adına önleyici çevre politikalarında ekolojik ayak izi üzerine eğilmesi gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Ekolojik ayak izi ile enerji Ar-Ge harcamaları arasındaki ilişkiyi OECD ülkeleri ekseninde inceleyen Kılınc (2021), 2002-2016 yılları arasında enerji Ar-Ge alanında yürütülen harcamalar artması ekolojik ayak izi miktarının azalmasına önemli miktarda katkı sağladığı sonucuna ulaşmıştır.

2. Metot

Yöntem ve teknik başlığı altında ilk olarak, araştırmanın evreni ve örnekleme hakkında bilgilere sırasıyla yer verilmiştir. Bu doğrultuda araştırmanın evrenine, kişi başına düşen ekolojik ayak izi miktarına en fazla sahip ülkeler girmekle birlikte çalışma dünyanın en büyük ekonomileri arasında yer alan 19 ülke ve Avrupa Birliği Komisyonu'ndan oluşan G-20 ülkeleri örneklem olarak seçilmiştir. Böylelikle ekonomik gelişmişliğin yanı sıra çevre teknolojisi patentleri ile yenilenebilir enerji alanında da en fazla paya sahip olan G-20 üyesi ülkelerin örneklem olarak seçilmesi yerinde bir tercih olarak değerlendirilebilir.

İkinci olarak, araştırma verilerinin analize hazırlanma sürecine ilişkin önemli bilgiler paylaşılmıştır. Bu hususta araştırmada KBD_EAİ verileri, "Global Footprint Network" internet sitesinden temin edilirken çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji verileri "OECD Data" internet sitesinden temin edilmiştir (Global Footprint Network, 2021c; OECD Data, 2021a; OECD Data, 2021b). Ayrıca araştırmada 1994-2017 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Başlangıç yılı olarak seçilen 1994 yılının seçilme nedeni, küresel iklim krizi sorununa karşılık küresel bir tepkinin zeminini oluşturmak için 1992 yılında kabul edilen *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*'nin yürürlüğe girdiği yıl olmasıdır. Bitiş yılı olarak seçilen 2017 yılının seçilme nedeni ise, KBD_EAİ, çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji değişkenlerine ilişkin ortak veri setlerinin en güncel halinin 2017 yılında mevcut olmasıdır. 1994-2017 arası 24 yıllık dönemin dört eşit yıl aralığına bölünmesinin nedeni ise; söz konusu veri setinin nominal ölçeğe dönüştürülerek dönemler arasındaki farkın daha net bir şekilde ortaya koyabilmektir.

Üçüncü olarak, araştırma verilerinin analize hazırlanma sürecine ilişkin bilgilere yer verilmiştir. Bu doğrultuda araştırmada kullanılan veriler nicel (sayısal) ve nitel (kategorik) olmak üzere iki gruba ayrılmıştır. KBD_EAİ, çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler (ÇT_P) ve yenilenebilir enerjiye (Y_E) ilişkin veriler nicel veri kategorisinde yer alırken yıl (Y_A) ve G-20 üyesi ülkeler değişkeni nitel veri kategorisinde yer almaktadır. Araştırmada tüm G-20 üyesi ülkeler için dört farklı yıl aralığında KBD_EAİ, çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji yüzdelerinin aritmetik ortalamaları alınarak *scale ölçekte* veri girişleri yapılmıştır. Ayrıca analizde kullanılan değişken isimleri, kısaltmaları ve gösterge açıklamaları ve ölçek türleri aşağıdaki Tablo 1.'de yer almaktadır.

Tablo 1. Analizde Kullanılan Değişkenlere İlişkin Bilgiler

Değişken	Kısaltma	Gösterge	Ölçek Türü
“Kişi Başına Düşen Ekolojik Ayak İzi Yüzdesi”	KBD_EAİ	“Kişi başına düşen ekolojik ayak izi yüzdesini içermektedir”	Scale ölçek ile ölçülmüştür.
“Ülke”	G-20	“19 ülke ve bir AB Komisyonu içermektedir”	Nominal ölçek ile ölçülmüştür. ³
“Yıl “	Y_A	“1994-2017 dönem aralığını kapsamaktadır”	Nominal ölçek ile ölçülmüştür. ⁴
“Çevre Teknolojisi Patentleri”	ÇT_P	“Çevre teknolojileri alanına ilişkin patentleri içermektedir”	Scale ölçek ile ölçülmüştür.
“Yenilenebilir Enerji”	Y_E	“Birincil enerji arzının yüzdesi olarak karşılık bulmaktadır”	Scale ölçek ile ölçülmüştür.

Son olarak, düzenli hale getirilen veri setleri, sosyal bilimler alanında sıklıkla tercih edilen IBM SPSS Statistics (Versiyon 24) paket programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur. Analize konu olan bütün testler 0,05 anlam düzeyinde ölçümleri yapılarak tabloları hazırlanmış ve yorumlanmıştır.

3. Bulgular

Araştırmanın bulgular başlığı altında ilk olarak, araştırma kapsamında belirlenmiş değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklere yer verilmiştir. Değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistiklerde doğrudan bir SPSS çıktısı yerine değişkenlerin örneklem sayılarının, minimum (en düşük), maksimum (en yüksek), medyan (orta değer)⁵ ve standart sapma değerlerinin yer aldığı tanımlayıcı istatistik tablosuna (Bkz. Tablo 2.) yer verilmiştir. Daha sonra büyük örneklem sayısına sahip veri setinde (örnek sayısı ≥ 50 ; N: 80) dağılımın normalliğini sınamak için Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. Kolmogorov-Smirnov Testi sonucunda örneklem veri setinin normal bir şekilde dağılan anakütleden gelmediği sonucuna varılmıştır. Böylelikle hem nitel hem de nicel verilerin analizinde kullanılan parametrik olmayan testler uygulanmıştır. Bu hususta ilk olarak, H_1 hipotezi için Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi (Bkz. Tablo 4.) uygulanmıştır. Daha sonra H_2 hipotezi için Friedman Testi (Bkz. Tablo 6.) uygulanmış ve son olarak H_3 ve H_4 hipotezleri içinde Spearman Testi (Bkz. Tablo 8.) uygulanmıştır.

³ Ülke değişkeni alfabetik sıralamaya göre; 1. AB Komisyonu; 2. ABD; 3. Almanya; 4. Arjantin; 5. Avustralya; 6. Birleşik Krallık; 7. Brezilya; 8. Çin; 9. Endonezya; 10. Fransa; 11. Güney Afrika; 12. Güney Kore; 13. Hindistan; 14. İtalya; 15. Japonya; 16. Kanada; 17. Meksika; 18. Rusya; 19. Suudi Arabistan; 20. Türkiye olacak şekilde nominal ölçekte veri girişleri yapılmıştır.

⁴ Yıl değişkeni eşit aralıklarda olmak üzere; 1990-2000; 2000-2006; 2006-2012 ve 2012-2017 şeklinde dört farklı döneme ayrılarak nominal ölçekte veri girişleri yapılmıştır.

⁵ Parametrik testlerde merkezi eğilim ölçüsü olarak mean (ortalama) değeri dikkate alınırken parametrik olmayan testlerde medyan (ortanca) değeri dikkate alınır (Şengül ve Kırıl, 2020: 319).

Araştırmanın amacı doğrultusunda belirlenmiş dört hipotezi sınavabilmek adına uygulanan bütün testlerde “yokluk”, “eşitlik”, “fark yoktur” veya “önemli değildir” ifadelerine karşılık gelen H_0 hipotezleri kurularak Tablo 3., Tablo 5. ve Tablo 7.’de okuyucu ile paylaşılmıştır.

Tablo 2. Değişkenlere İlişkin Tanımlayıcı İstatistikler

Statistics					
Değişkenler	N	Minimum	Maksimum	Medyan	Standart Sapma
Y_A	80	1	4	2,50	1,125
G-20	80	1	20	10,50	5,803
KBD_EAİ	80	1	10	5	2,174
ÇT_P	80	4	23	9	11,416
Y_E	80	0	44	7	3,334
Valid N (listwise)	80				

Tablo 2.’de değişkenlere ilişkin tanımlayıcı istatistik verileri yer almaktadır. Tabloda ilgili her değişken için örneklem sayılarının gösterildiği N sütunu incelendiğinde her değişken için 80 veri girişinin yapıldığı ve sıfır kayıp verinin olduğu görülmektedir. Tabloda daha sonra her değişken için minimum, maksimum, medyan ve standart sapma değerlerinin yer aldığı görülmektedir. Ancak nitel veri kategorisinde Y_A ve G-20 değişkenleri için nominal ölçekle ölçüldüğü için söz konusu dört değerin bir anlam teşkil etmeyeceği açıktır. Dolayısıyla bu dört değere ilişkin açıklamalar nicel veri kategorisinde scale ölçek ile ölçülmüş KBD_EAİ, ÇT_P ve Y_E değişkenleri üzerinden açıklanmıştır. Bu hususta minimum, maksimum ve medyan değerleri KBD_EAİ değişkeni için sırasıyla 1; 10; 5, ÇT_P değişkeni için 4; 23; 9 ve Y_E değişkeni içinde 0; 44; 7 olduğu görülmektedir. Ayrıca ÇT_P değişkeninin standart sapma değerinin büyük olması, değerlerin birbirinden uzak bir dağılımda olduğunu göstermektedir. ÇT_P değişkeninin aksine KBD_EAİ ve Y_E değişkenlerinin standart sapma değerlerinin sıfıra yakın olması, söz konusu değişkenler için ortalamadan sapmanın ve riskin daha az olduğunu kanıtlar niteliktedir.

KBD_EAİ, ÇT_P ve Y_E değişkenlerinin normal bir dağılıma sahip bir anakütleden gelip gelmediğini sınamak için Kolmogorov-Smirnov Testi uygulanmıştır. Üç değişkenin de olasılık değerlerinin [Sig. KBD_EAİ; Y_E = ,000; Sig. ÇT_P = ,002] 0,05’ten küçük olması veri setinin normal bir dağılıma sahip olmadığını göstermektedir.

1994-2017 yıllarını kapsayan dönemde KBD_EAİ oranlarının farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır. Test için kurulan hipotezler Tablo 3.’de yer alınırken test sonuçlarını içeren istatistiki verilerde Tablo 4.’de yer almaktadır.

1994-2017 yıl aralığını kapsayan dönemde KBD_EAİ oranlarının farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi uygulanmıştır. Test için kurulan hipotezler Tablo 3.’de yer alınırken test sonuçlarını içeren istatistiki verilerde Tablo 4.’de yer almaktadır.

Tablo 3. H₁ Hipotezini Sınamak İçin Kruskal-Wallis Testi Hipotezleri

H ₁	H ₀ : KBD_EAİ oranları 1994-2017 yılları aralığında anlamlı bir farklılık göstermez ($p > 0,05$).
KBD_EAİ * Y_A	H ₁ : KBD_EAİ oranları 1994-2017 yılları aralığında anlamlı bir farklılık gösterir ($p < 0,05$).

Tablo 4. Kruskal-Wallis Test Sonucu

KBD_EAİ	Y_A	N	Sıra Ortalaması	X ²	SD	p
	1994-2000	20	38,68	,198	3	,978
	2000-2006	20	40,75			
	2006-2012	20	41,75			
	2012-2017	20	40,83			

Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizinin bulgularının yorumlanmasında ve rapor edilmesinde Tablo 4.'de yer alan sonuçlar esas alınmıştır. Tabloda yer alan sonuçlara göre, KBD_EAİ oranlarının dört farklı dönem aralığında anlamlı bir farklılık olmadığı görülmektedir [$X^2 = ,198$; $p > .05$]. Ayrıca dört farklı döneme ilişkin KBD_EAİ değerlerinin ortalamalarına bakıldığında söz konusu değerlerin birbirine yakın olduğu da görülmektedir. Sonuç olarak H₀ hipotezi %95 güven seviyesinde kabul edilmiştir.

G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranlarının farklılık gösterip göstermediğini sınamak için Friedman Testi uygulanmıştır. Test için kurulan hipotezler Tablo 5.'de yer alırken test sonuçlarını içeren istatistikî verilerde Tablo 6.'da yer almaktadır.

Tablo 5. H₂ Hipotezini Sınamak İçin Friedman Testi Hipotezleri

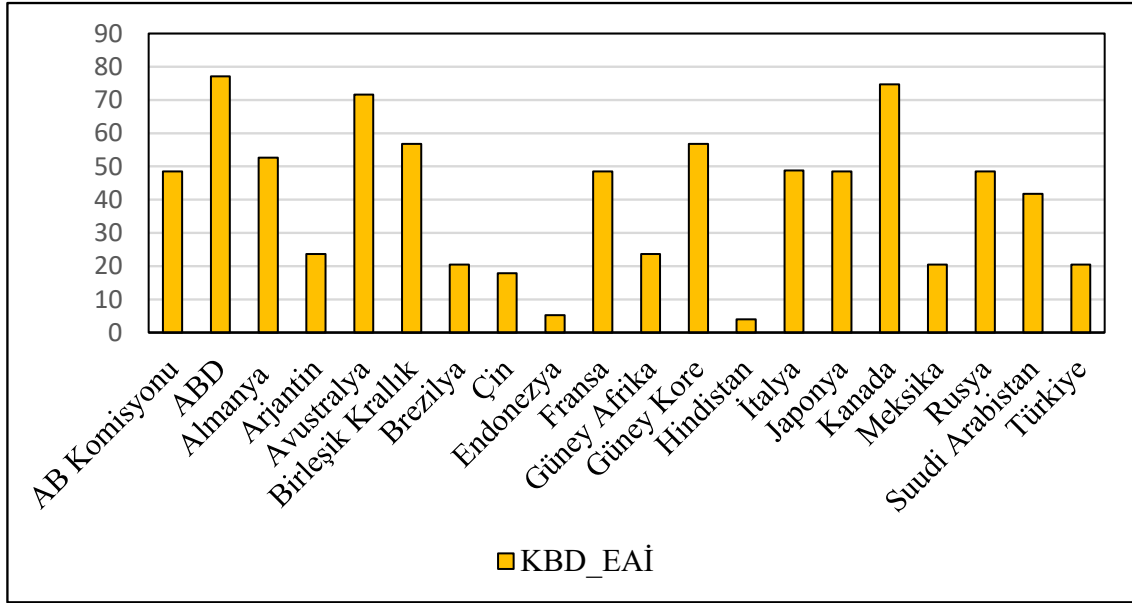
H ₂	H ₀ : G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranları farklılık göstermez ($p > 0,05$).
KBD_EAİ * G-20	H ₁ : G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranları farklılık gösterir ($p < 0,05$).

Tablo 6. Friedman Testi Sonucu

	Sıra Ortalaması	N	X ²	SD	p
KBD-EAİ	1,22	80	26,299	1	,000
G-20	1,78				

Friedman Testinin bulgularının yorumlanmasında ve rapor edilmesinde Tablo 6.'da yer alan sonuçlar esas alınmıştır. Tabloda yer alan veriler doğrultusunda, p değeri verisinin 0.05'ten küçük olması KBD_EAİ oranlarının G-20 üyesi ülkelere göre farklılık gösterdiği anlaşılmaktadır [$X^2 = 26,299$; $p < 0,05$]. Bu durumda 19 ülke ve AB Komisyonu da dahil G-20 üyesi ülkelerinin KBD_EAİ oranlarının birbirlerinden farklı oranlara sahip olduğu kanıtlanarak H_2 hipotezi kabul edilmiştir.

Grafik 1. 1994-2017 Yılları Aralığında G-20 Ülkelerin Ortalama KBD_EAİ Oranlarının Gösterildiği Bar Grafiği



G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranlarındaki farklılığı daha net bir şekilde ortaya Grafik 1. hazırlanmıştır. Grafiğin x eksenini G-20 ülkelerinin 1994-2017 yılları aralığında ortalama KBD_EAİ miktarını gösterirken y eksenini ise, alfabetik sıralama esas alınarak G-20 üyesi ülkelerini göstermektedir. Grafik 1.'de G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranlarının keskin ayrımlara sahip oldukları görülmekte birlikte en fazla KBD_EAİ sahip ilk beş ülkenin sırasıyla ABD, Kanada, Avustralya, Birleşik Krallık ve Güney Kore (Birleşik Krallık ve Güney Kore'nin KBD_EAİ oranları eşittir) olduğu görülmektedir. En az KBD_EAİ oranına sahip iki ülke ise sırasıyla Hindistan ve Endonezya'dır.

KBD_EAİ oranı ile çevre teknolojisi patentleri ile yenilenebilir enerji yüzdeleri arasında anlamlı bir farklılığın olup olmadığını sınamak için Spearman Testi uygulanmıştır. Test için kurulan hipotezler Tablo 7.'de yer alırken test sonuçlarını içeren istatistiksel verilerde Tablo 8.'de yer almaktadır.

Tablo 7. H₃ ve H₄ Hipotezlerini Sınamak İçin Spearman Testi Hipotezleri

H ₃ KBD_EAİ * ÇT_P	H ₀ : KBD_EAİ oranı ile çevre teknolojisi patentleri arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,01$).
	H ₁ : KBD_EAİ oranı ile çevre teknolojisi patentleri arasında anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0,01$).
H ₄ KBD_EAİ * Y_E	H ₀ : KBD_EAİ oranı ile yenilenebilir enerji arasında anlamlı bir ilişki yoktur ($p > 0,01$).
	H ₁ : KBD_EAİ oranı ile yenilenebilir enerji arasında anlamlı bir ilişki vardır ($p < 0,01$).

Tablo 8. Spearman Testi Sonuçları

		ÇT_P	Y_E	
Spearman's rho	KBD_EAİ	Correlation Coefficient	0,198	-0,566
		Sig.	0,079	0,000
		N	80	80

Spearman testinin yorumlanmasında ve rapor edilmesinde Tablo 8.'de yer alan sonuçlar esas alınmıştır. Spearman's rho testinin KBD_EAİ ile çevre teknolojisi patentleri için p değerinin 0,01'den büyük olduğu görülürken KBD_EAİ ile yenilenebilir enerji için p değerinin 0,01'den küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda KBD_EAİ ve yenilenebilir enerji değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki olduğu için H₁ hipotezi desteklenirken KBD_EAİ ile çevre teknolojisi patentleri değişkenleri için anlamlı bir ilişki olmadığı H₀ hipotezi ile desteklenmiştir. KBD_EAİ ile yenilenebilir enerji değişkenleri arasındaki anlamlı ilişki Spearman's rho katsayısının -0,566 olması nedeniyle negatif yönlü ve orta seviyede olduğu görülmektedir. Bu durumda 1994-2018 yılları aralığında her ne kadar yenilenebilir enerji oranında anlamlı bir artış sağlanamamış olsa da (Bkz. Tablo 4.) minimum düzeydeki artışın KBD_EAİ oranının azaltılmasında orta seviyede bir etki yarattığı sonucuna ulaşılmıştır.

SONUÇ:

İklim değişikliği, tatlı su kaynaklarının aşırı kullanımı, biyolojik çeşitlilikte azalma ve okyanus kıta sahanlığı gibi çevre sorunlarının çoğu küresel ölçekli çevre sorunlardır. Küresel ölçekli çevre sorunları antroposen çağında gezegenin sınırlarını aşmış durumdadır. Böylesine küresel bir krizle ülkelerin tek tek parçalı çözümler üreterek başa çıkabilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla küresel düzeyde belli bir refah seviyesine ulaşmış devletlerin hem mevcut sorunlara hem de gelecekte ortaya çıkabilme tehlikesi taşıyan çevre sorunlarına karşı hazırlıklı olmaları gerekmektedir. Bu durumda çevre sorunlarına karşı

mücadelede teknoloji ile bütünleşmiş yeni sistemlerin hayata geçirilerek söz konusu zararların ortadan kaldırılması ve önlenmesi hedeflenmektedir. Bu hususta çevre teknolojisi alanında alınan patentler ve yenilenebilir enerji başta olmak üzere çevre politikalarında teknolojik yeniliklerin ön plana çıkarılması desteklenmesi önem arz etmektedir. Bu doğrultuda araştırmanın problemi, “çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranının azaltılmasına katkı sunmakta mıdır?” şeklinde belirlenmiştir. Araştırmanın amacı ise, dünya nüfusunun %60’ını, küresel gayrisafi yurtiçi hasılanın %80’ini ve küresel ihracatın %75’ini oluşturan G-20 üyesi ülkelerin 1994-2017 yılları aralığında kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranları arasında anlamlı bir farklılık olup olmadığını sınımasın yanı sıra çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji yüzdelerinin kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranı üzerindeki etkisinin istatistiksel değerlendirmesini sunabilmektir.

Araştırmada KBD_EAİ verileri “*Global Footprint Network*” internet sitesinden temin edilirken çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji verileri “*OECD Data*” internet sitesinden temin edilmiştir. Ayrıca araştırmada 1994-2017 arası 24 yıllık dönemin dört eşit yıl aralığına bölünmesinin nedeni, söz konusu veri setinin nominal ölçeğe dönüştürülerek dönemler arasındaki farkın daha net bir şekilde ortaya koyabilmektir. Bu hususta araştırmanın artı yönleri; başlangıç yılı olarak seçilen 1994 yılının küresel iklim krizi sorununa karşılık küresel bir tepkinin zeminini oluşturmak için 1992 yılında kabul edilen *Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi*’nin yürürlüğe girdiği yıl olması, KBD_EAİ, çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji değişkenlerine ilişkin ortak veri setlerinin güncel veriler (2017 yılı) olması, yazında sıklıkla tekrar eden nüfus, gayrisafi yurtiçi hasıla değişkenleri gibi değerlere odaklanmayarak çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerji gibi parametrelere odaklanması, çevresel sürdürülebilirliğin hesaplanmasında ekolojik ayak izi sorununa küresel ölçekten değerlendirmeler sunması ve ekonomik gelişmişliği yüksek olan G-20 ülkelerinin örneklem olarak seçilmiş olması olarak sıralanabilir. Veri setinin normal bir dağılıma sahip olmaması sonucu parametrik testlere göre güvenilirliği daha düşük non-parametric testlerin uygulanmış olması, kişi başına düşen ekolojik ayak izi verilerinin yanı sıra biyokapasite rezervi ve açıklığın dikkate alınmamış olması çalışmanın eksi yönleri olarak değerlendirilebilir. Ancak çalışmanın eksi yönlerini değerlendirebilmek için normal dağılıma sahip ABD, Çin ve İtalya gibi örnekler üzerinde çalışarak parametrik testler yapılabilir. Ayrıca çalışmanın örnekleme OECD ülkeleri ile genişletilebilir ve çalışmaya biyokapasite rezervi ve biyokapasite açıklığı da dikkate alınarak araştırmanın kapsamı genişletilebilir. Araştırma, “çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin KBD_EAİ oranlarının azalmasına olumlu katkı sağlayacağı” önermesine dayandırılmıştır. Ayrıca araştırmanın amacı doğrultusunda dört ana hipotez kurulmuş ve bu hipotezler sosyal bilimler alanında sıklıkla tercih edilen IBM SPSS Statistics (Versiyon 24) paket programı ile istatistiksel analize tabi tutulmuştur.

Yapılan analizler 1994-2017 yılları aralığında G-20 ülkelerin KBD_EAİ miktarının ortalama değerinin 40,489 olduğunu göstermektedir. Kruskal-Wallis Tek Yönlü Varyans Analizi sonucunda 24 yıllık dönem zarfında KBD_EAİ miktarında keskin bir artış veya azalışın gerçekleşmemiş olması H_1 hipotezinin (1994-2017 yılları aralığında KBD_EAİ oranı arasında anlamlı bir farklılık vardır) reddedilmesine neden olmaktadır. Ancak 24 yıllık dönem aralığında KBD_EAİ oranlarında anlamlı bir değişikliğin olmaması gezegende ekolojik ayak izi oranlarında bir artışın yaşanmadığı anlamına gelmez. Ekolojik ayak izi, belirli bir nüfusun üretim ve tüketim faaliyetleri sonucu doğa üzerinde bıraktığı yükü hesaplamak amacıyla geliştirilen bir yöntem iken kişi başına düşen ekolojik ayak izi, bir ülkenin toplam ekolojik ayak izinin toplam nüfusuna bölünmesiyle elde edilmektedir.

Friedman Testi sonucuna göre ise, 19 ülke ve AB Komisyonu da dahil G-20 üyesi ülkelerinin KBD_EAİ oranlarının birbirlerinden farklı oranlara sahip olduğu kanıtlanarak H_2 hipotezi (G-20 üyesi ülkelerin KBD_EAİ oranları birbirlerinden farklıdır) kabul edilmiştir. Bu hususta ortalama değer üzerinde

KBD_EAİ miktarına sahip ülkeler sırasıyla; Avrupa Birliği Komisyonu, ABD, Kanada, Avustralya, Birleşik Krallık ve Güney Kore olurken ortalama değer altında KBD_EAİ miktarına sahip ülkeler ise; Hindistan, Endonezya, Çin, Brezilya ve Türkiye'dir. Ancak biyokapasite rezervi ve biyokapasite açığı dikkate alındığında, ortalama değerinin üzerinde KBD_EAİ miktarına sahip Kanada ve Avustralya'nın biyokapasite rezervine sahip olduğu anlaşılırken ortalama değer altında KBD_EAİ miktarına sahip Çin ve Türkiye'nin biyokapasite açıklığına sahip olduğu görülmektedir (Global Footprint Network, 2021ç). Ayrıca araştırma bulguları Zhang ve Ma (2021)'nin Çin'in başkenti Pekin'de çok yüksek seviyede ekolojik ayak izi yoğunluğuna sahip olduğu ve bu durumun ciddi bir ekolojik açıklık yarattığı sonucu ile örtüşmesinin yanı sıra Yurtkuran (2020)'nin 1971-2016 döneminde N11 ülkelerden biri olan Türkiye'nin ciddi bir biyokapasite açıklığına sahip olduğu ve bu durumun uzun dönemde kalıcı çevresel kirliliğe neden olacağı sonucuyla da örtüşmektedir.

Çalışma, "çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin KBD_EAİ oranlarının azalmasına olumlu katkı sağlayacağı" önermesine dayandırılmıştır. Bu hususta KBD_EAİ'nin hem çevre teknolojisi patentleriyle hem de yenilenebilir enerjiyle aralarındaki ilişkinin derecesini ve yönünü belirlemek amacıyla Spearman Testi uygulanmıştır. Spearman Testi sonucunda ilk olarak, KBD_EAİ ile çevre teknolojisi patentleri değişkenleri arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna varılarak H₃ hipotezi (*KBD_EAİ oranı ile çevre teknolojiler alanındaki patent yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki vardır*) reddedilmiştir. Ayrıca Spearman Test sonucuna, Kılınc (2021)'in 2002-2016 tarihleri arası dönemde aralığında OECD ülkelerinde Ar-Ge harcamalarının artması ekolojik ayak izi miktarının azalmasına önemli katkı sağladığı sonucu ile örtüşmemektedir. Ancak çevre teknolojisi disiplinin geniş bir alanı kapsadığı göz önünde bulundurulduğunda, farklı alanlarda alınan patentlerin kategorize edilip istatistiksel analizinin yapılması halinde H₃ hipotezine ilişkin farklı araştırma bulgularına erişilebileceği de unutulmamalıdır. Dolayısıyla hava, su, toprak gibi farklı kategorik alanlarda alınan çevre teknolojisi patentlerin KBD_EAİ oranı arasında anlamlı bir ilişkinin olup olmadığı da başka bir araştırmanın konusu olup araştırma da ki eksiklik farklı bir araştırma ile test edilebilir.

Spearman Testi sonucunda ikinci olarak, KBD_EAİ ile yenilenebilir enerji değişkenleri arasında anlamlı bir ilişkinin olduğunun ve bu ilişkinin orta seviyede bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılarak H₄ hipotezi (*KBD_EAİ oranı ile yenilenebilir enerji yüzdeleri arasında anlamlı bir ilişki vardır*) desteklenmiştir. Ayrıca Saqib ve Benhmad (2021) ve Kongbuamai vd. (2021)'nin test sonuçlarıyla da örtüşür niteliktedir. Bu hususta 2000-2016 tarihleri arasındaki dönemde yenilenebilir enerjide büyük bir oran elde etmeyi başaran G-20 ülkelerinin KBD_EAİ oranlarının azaltılmasında orta seviyede bir etki yaptığı sonucuna varılmıştır.

Sonuç olarak, gelecekte doğabilecek tehlikelerin kestirimine dayanan önleyici çevre politikalarının başlıca uygulama araçlarından olan çevre teknolojisi alanında alınan patentlere ilişkin atılan adımlar dikkate değer olmakla beraber ekolojik ayak izinin azaltımı noktasında etkisinin olmaması dikkat çekicidir. Bu hususta başta küresel ekonomi piyasasında söz sahibi ülkelerin (G-20) çevrenin korunması ve geliştirilmesi için yararlı yöntemleri hayata geçirecek üretim düzeyinde değişiklikler yapmaları gerekmektedir. Ayrıca ekonomiler büyüdükçe enerjiye duyulan talepte artmaktadır. Enerji arzının karşılanabilmesi için kömür, petrol gibi yenilenemeyen enerji kaynaklarının kullanılması atmosferdeki sera gazlarında artışa yol açarak küresel çapta ekolojik krizle yüzleşmemize neden olmuştur. Bu doğrultuda, küresel gayrisafi yurtiçi hasılanın %80'ini ve küresel ihracatın %75'ini oluşturarak G-20 ülkelerinin enerji politikalarının daha sürdürülebilir duruma gelmesi sağlanarak KBD_EAİ oranları üzerinde orta seviyede değil kuvvetli bir etki yapmaları gerekmektedir. Nihayetinde "çevre teknolojileriyle ilgili alınan patentler ve yenilenebilir enerji alanında yaşanan ilerlemelerin KBD_EAİ oranlarının azalmasına olumlu katkı sağlayacağı" önermesi karşılık bulamamıştır.

Etik Standart ile Uyumluluk

Çıkar Çatışması: Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmasının olmadığını beyan eder.

Etik Kurul İzni: Bu çalışma için etik kurul iznine gerek yoktur.

Finansal Destek: Yoktur.

KAYNAKÇA:

- Akıllı, H.; Kemahlı, F.; Okudan, K.; Polat, F. (2008). Ekolojik Ayak İzinin Kavramsal İçeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi'nde Bireysel Ekolojik Ayak İzi Hesaplaması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 08 (15), 1-25.
- Ansari, M. A.; Haider, S.; Masood, T. (2021). Do Renewable Energy and Globalization Enhance Ecological Footprint: An Analysis of Top Renewable Energy Countries?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (6), 6719-6732.
- Apaydın, Ş. (2020). Küreselleşmenin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkileri: Türkiye Örneği. *Ekonomi, Politika & Finans Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), 23-42.
- Aydın, M. (2020). Seçilmiş OECD Ülkelerinde Çevre Vergilerinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kırılmalı Nedensellik Testinden Kanıtlar. *ÜİİD-IJEAS*, 28, 137-154.
- Barlas, N. (2013). Küresel Krizlerden Sürdürülebilir Topluma Çağımızın Çevre Sorunları. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Yayınları.
- Chowdhury, M. A. F.; Shanto, P. A.; Ahmed, A.; Rumana, R. H. (2021). Does Foreign Direct Investments Impair The Ecological Footprint? New Evidence From The Panel Quantile Regression. *Environmental Science and Pollution Research*. 28 (12), 14372-14385.
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Türkiye için İncelenmesi: Stırpat Modelinden Bulgular. *C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19 (2), 268-283.
- Global Footprint Network (2021a). <https://www.footprintnetwork.org/our-work/> , (Erişim Tarihi: 16.05.2021).
- Global Footprint Network (2021b). <https://www.footprintnetwork.org/about-us/> , (Erişim Tarihi: 16.05.2021).
- Global Footprint Network (2021c). <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=5001&type=BCpc,EFCpc> , (Erişim Tarihi: 21.05.2021).
- Global Footprint Network (2021ç). <https://data.footprintnetwork.org/#/> , (Erişim Tarihi: 10.11.2021).
- Irshad, H.; Hussain, A. (2017). Analysis of Ecological Efficiency and Its Influencing Factors in Developing Countries: Pakistan Institute of Development Economics, *Department of Environmental Economics*, Working Paper No. 11.

- Kangbuomoi, N.; Bui, Q.; Nimsai, S. (2021). The Effects of Renewable and Nonrenewable Energy Consumption on The Ecological Footprint: The Role of Environmental Policy in BRICS Countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-15.
- Kaya, Yasemin (2019). Antroposen ve Ekolojik Güvenlik. 13. Uluslararası Kamu Yönetimi Sempozyumu Uluslararası Siyaset ve Güvenlik Stratejileri Kamu Yönetimi Politikaları, Gaziantep-Türkiye, 18-20 Nisan 2019, 132-134.
- Kılıncı, E. C. (2021). Ekolojik Ayak İzi-Enerji Ar-Ge Harcamaları İlişkisi: OECD Ülkeleri Örneği. Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 14 (2), 527-541.
- Lovelock, J. (2017). Gaia Dünyadaki Yaşama Yeni Bir Bakış. İstanbul: Alfa Yayıncılık.
- Mızık, E. T.; Avdan, Z. Y. (2020). Sürdürülebilirliğin Temel Taşı: Ekolojik Ayak İzi. *Doğal Afetler ve Çevre Dergisi*, 6 (2), 451-467.
- Murshed, M.; Elheddad, M.; Ahmed, R.; Bassim, M.; Than, E. T. (2021). Foreign Direct Investments, Renewable Electricity Output, and Ecological Footprints: Do Financial Globalization Facilitate Renewable Energy Transition and Environmental Welfare in Bangladesh?. *Asia-Pacific Financial Markets*, 1-46.
- Nathaniel, S. P.; Murshed, M.; Bassim, M. (2021). The Nexus Between Economic Growth, Energy Use, International Trade and Ecological Footprints: The Role of Environmental Regulations in N11 Countries. *Energy, Ecology and Environment*, 1-17.
- OECD Data (2021a). <https://data.oecd.org/envpolicy/patents-on-environment-technologies.htm> , (Erişim Tarihi: 26.05.2021).
- OECD Data (2021b). <https://data.oecd.org/energy/renewable-energy.htm> , (Erişim Tarihi: 27.05.2021).
- Özsoy, C. E.; Dinç, A. (2016). Sürdürülebilir Kalkınma ve Ekolojik Ayak İzi. *Finans Politik & Ekonomik Yorumlar*, 53 (619), 35-55.
- Rapport, D. J. (2000). Ecological Footprints and Ecosystem Health: Complementary Approaches to A Sustainable Future. *Ecological Economics*, 32, 367-370.
- Sachs, J. D. (2019). Sürdürülebilir Kalkınma Çağı. İstanbul: Yeditepe Üniversitesi Yayınevi.
- Saqib, M.; Benhmad, F. (2021). Does Ecological Footprint Matter for The Shape of the Environmental Kuznets Curve? Evidence from European Countries. *Environmental Science and Pollution Research*. 28 (11), 13634-13648.
- Solarin, S. A.; Nathaniel, S. P.; Bekun, F. V.; Okunola, A. M.; Alhassan, A. (2021). Towards Achieving Environmental Sustainability: Environmental Quality Versus Economic Growth in A Developing Economy on Ecological Footprint Via Dynamic Simulations of ARDL. *Environmental Science and Pollution Research*, 28 (14), 17942-17959.
- Şengül, S.; Kırıl, G. (2020). İşletme, İktisat ve Sosyal Bilimler için İstatistik (Excel, SPSS, R ve Matlab Uygulamalı). Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Tosun, E. K. (2019). Sürdürülebilir Kentleşme Kent Modelleri Üzerine Bir İnceleme. Bursa: Dora Yayıncılık.
- Turan, T. (2008). İktisadi Büyüme Teorisine Giriş. İstanbul: Yalın Yayıncılık.

- Ulucak, R. (2018). Çevre Kalitesi Açısından Yakınsama Hipotezine Yeni Bir Bakış: Ekolojik Ayak İzi ve Kulüp Yakınsamaya Dayalı Ampirik Bir Analiz. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18 (4), 29-38.
- Ulucak, R.; Erdem, E. (2017). Ekonomik Büyüme Modellerinde Çevre: Ekolojik Ayak İzini Esas Alan Bir Uygulama. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 35 (4), 115-147.
- Ulusoy, T.; Şen, Ş. (2019). Emisyon Ticareti ve Karbon Emisyonlarının Firma Değerine Olan Etkisi. *Turkish Studies Social Sciences*, 14 (4), 1827-1840.
- UN (1987). (Ed.: Report of the World Commission on Environment and Development: Our Common Future), Oxford: Oxford University Press.
- WWF (2012). Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzi Raporu. Ofset Yapımevi.
- Yurtkuran, S. (2020). N11 Ülkelerinde Ekolojik Ayak İzi Yakınsaması: Fourier Durağanlık Testinden Yeni Kanıtlar. *Uluslararası Ekonomi ve Yenilik Dergisi*, 6 (2), 191-210.
- Zhang, J.; Ma, L. (2021). Urban Ecological Security Dynamic Analysis Based on an Innovative Emery Ecological Footprint Method. *Environment, Development and Sustainability: A Multidisciplinary Approach to the Theory and Practice of Sustainable Development*, 1-29.

EXTENDED SUMMARY

Research Problem:

The study aims to give a statistical assessment of the impact of environmental technology patents and renewable energy percentages on the ecological footprint ratio per person and see whether there is a significant difference between the ecological footprint rates per capita in 1994-2017 of the G-20 member countries, which make up 80% of global gross domestic product and 75% of global exports.

Research Questions:

Do the patents and improvements in renewable energy related to environmental technologies contribute to the reduction of the per capita ecological footprint ratio (size)?

Literature Review:

When the national and international literature is examined, it is seen that there are many studies on the Concept of Ecological Footprint. Aydın (2020) investigated the effect of environmental tax revenues of selected OECD countries in terms of environmental problems between the years 1995-2016. Solarin et al. (2021) investigated the effect of foreign direct investment, economic growth, and urbanization on the ecological footprint in Nigeria between 1977 and 2016. Chowdhury et al. (2021) examined the effects of foreign direct investments and other variables on the ecological footprint of 92 countries over the period 2001-2016. Murshed et al. (2021) investigated the effect of foreign direct investment on renewable energy and environmental sustainability in Bangladesh between 1972 and 2015. Kongbuamai et al. (2021) aimed to examine the impact of economic growth, renewable energy consumption, non-renewable energy consumption, industrialization, and environmental policy coherence on the ecological footprint in the BRICS countries in the period 1995-2016. In this regard, economic growth, renewable and non-renewable energy consumption, and the ecological footprint of industrial activities on direct and positive directional reveals the existence of a relationship when in the consistency of the ecological footprint and environmental policies has revealed the existence of an inverse relationship. Thus, it has

been concluded that the BRICS, the five most important emerging economies in the world, should focus on the ecological footprint in preventive environmental policies to make environmental sustainability effective.

Methodology:

As a method, information about scope and sample of the research is given respectively. In this direction, while the countries with the highest amount of ecological footprint per capita are included in the scope of the research, 19 countries that are among the largest economies in the world and the G-20 countries consisting of the European Union Commission were chosen as samples. Secondly, important information about the process of preparing the research data for analysis was shared. In this regard, KBD_EAI data were obtained from the "Global Footprint Network" website, while patents and renewable energy data related to environmental technologies were obtained from the "OECD Data" website (Global Footprint Network, 2021c; OECD Data, 2021a; OECD Data, 2021b). In addition, data belonging to the period of 1994-2017 were used in the research.

Results and Conclusion:

As a result, the steps taken regarding the patents taken in the field of environmental technology, which are one of the main application tools of preventive environmental policies based on the prediction of future hazards, are noteworthy, but it is noteworthy that they have no effect on reducing the ecological footprint. As a result of the Spearman Test, secondly, it was concluded that there is a significant relationship between the NPV_EAI and renewable energy variables and this relationship has a moderate effect, and the H4 hypothesis (there is a significant relationship between the KBD_EAI ratio and the percentages of renewable energy) was supported. Also, Saqib and Benhmad (2021) and Kongbuamai et al. (2021) is also consistent with the test results. In this regard, it has been concluded that the G-20 countries, which managed to achieve a large share in renewable energy in the period between 2000 and 2016, had a moderate effect in reducing the LCA_EAI rates.

it is noteworthy that they have no effect on reducing the ecological footprint. In this regard, the countries that have a voice in the global economy market (G-20) need to make changes in the production level to implement useful methods for the protection and development of the environment. In addition, as economies grow, the demand for energy increases. The use of non-renewable energy sources such as coal and oil to meet the energy supply has led to an increase in greenhouse gases in the atmosphere, causing us to face a global ecological crisis. In this direction, it is necessary to make a strong, not moderate, impact on the LCA_EAI ratios by making the energy policies of the G-20 countries more sustainable, by constituting 80% of the global gross domestic product and 75% of the global exports. In the end, the proposition that "the patents on environmental technologies and the advances in renewable energy will contribute positively to the decrease in the KBD_EAI rates" did not find a response.