



RESEARCH ARTICLE / Araştırma Makalesi

<https://doi.org/10.37093/ijisi.1418130>

Ekonomik Büyüme ve Sanayileşmenin Ekolojik Ayak İzine Etkileri: Asimetrik Nedensellik Analizi

Onur Yağış*

Öz

Türkiye’de Cumhuriyet’in kuruluşunun ilk yıllarından itibaren sanayileşme adımları devlet desteğiyle birlikte başlamıştır. Ardından meydana gelen İkinci Dünya Savaşı, ekonomi ve sanayi sektörünün olumsuz etkilenmesine neden olmuştur. 1980’den sonra küreselleşmenin hız kazanmasıyla birlikte Türkiye ekonomisi ticari serbestleşme sürecine giriş yapmıştır. Bu yeni ekonomik anlayış globalleşmenin de etkisiyle kentleşme ve sanayileşmeyi beraberinde getirmiştir. Kentleşme ve sanayileşmenin başlamasıyla çevresel tahribat artmıştır. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin Ekolojik Ayak İzi (GFN) üzerindeki etkilerini 1968-2022 dönemi için Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizi ile araştırmaktır. Araştırmada bu nedenle birim kök testi, uygun gecikme uzunluğu, eş bütünleşme ve söz konusu nedensellik testi yapılmıştır. Yapılan nedensellik testi bulgularına göre; incelenen dönemde Türkiye’de, ekonomik büyüme ve sanayileşme ile GFN arasında, kentleşmede ve ekonomik büyüme arasında, ekonomik büyüme ve sanayileşme arasında, kentleşme ve GFN arasında, sanayileşme ve kentleşme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Bu bağlamda sanayileşmede çevre dostu üretim uygulamaları desteklenmelidir. Türkiye’de ayrıca büyük şehirlerde çarpık kentleşme problemine çözüm sağlayacak uygulamalar yapılmalıdır.

Anahtar Kelimeler: Ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme, ekolojik ayak izi, asimetrik nedensellik analizi

JEL Kodları: O4, O430, Q56

Cite this article: Yağış, O. (2024). Ekonomik büyüme ve sanayileşmenin ekolojik ayak izine etkileri: Asimetrik nedensellik analizi. *International Journal of Social Inquiry*, 17(1), 87–104. <https://doi.org/10.37093/ijisi.1418130>

* Dr., Bağımsız Araştırmacı, Çanakkale, Türkiye.

E-posta: onuryagis@hotmail.com, ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3457-657X>

Article Information

Received 11 January 2024; Revised 01 April 2024; Accepted 04 April 2024; Available online 30 April 2024

Effects of Economic Growth and Industrialization on Ecological Footprint: Asymmetric Causation Analysis

Abstract

Industrialization in Türkiye began with state support shortly after the establishment of the Republic. The subsequent Second World War had a detrimental effect on both the economy and industrial sector. After 1980, the Turkish economy began to undergo trade liberalization due to the increased pace of globalization. Globalization has led to the emergence of urbanization and industrialization, resulting in a new economic understanding. With the onset of urbanization and industrialization, environmental destruction has increased. The aim of this study is to investigate the effects of economic growth, industrialization, and urbanization on the ecological footprint in Türkiye with Hatemi-J (2012) asymmetric causality analysis for the period 1968–2022. For this reason, a unit root test, appropriate lag length, cointegration, and causality test were performed in the research. Based on the findings of the causality test, it was determined that there is a bidirectional causal relationship between economic growth and industrialization, economic growth and ecological footprint, urbanization and economic growth, urbanization and ecological footprint, and industrialization and urbanization in Türkiye during the analyzed period. In this context, environmentally friendly production practices should be supported in industrialization. In Türkiye, practices should also be implemented to provide solutions to the problem of unplanned urbanization in big cities.

Keywords: Economic growth, industrialization, urbanization, ecological footprint, asymmetric causality analysis

JEL Codes: O4, O430, Q56

1. Giriş

Sanayileşme, emek yoğun üretim olarak adlandırılan tarımsal üretimden mekanik ve kitlesel üretim olarak adlandırılan fabrika modelini esas alan sürece geçilmesidir (Calhoun, 2002, s. 229). Naudé vd. (2013) sanayileşmenin tanımı imalat sektöründe meydana gelen gelişimler olarak yapmıştır. Bu tanımlama Bagchi'nin (1987) tanımlamasıyla benzerlik göstermektedir.

İmalat sektörü ile sanayileşme kavramı ilişkilendirilmektedir. İmalat sektörü mekanik ve kimyasal süreçler vasıtasıyla maddeleri farklı yeni ürünler haline getirebilen işletmelerin tamamını kapsamaktadır (Levinson, 2017, s. 2).

Sanayileşmenin birçok doğrudan makroekonomik etkileri olduğu gibi dolaylı olarak da etkileri bulunmaktadır. Sanayileşme, imalat sektörü gibi katma değeri ve enerji kullanımı fazla olan sektörler için doğru geçişi yansıtmaktadır. Bu bakımdan sanayileşme olgusu tarım gibi sektörlerden ayrılmaktadır (Sadorsky, 2013, s. 54). Sanayileşme, çevresel bozulmanın doğrudan nedenlerinden biri olarak gösterilse de aynı zamanda, ülkedeki en önemli gelişim göstergelerinden birisidir. Sanayileşmenin etkilerinden birisi de kentleşmedir (Varkey, 1984, ss. 83–86). Sanayileşmede meydana gelen gelişimler sonucunda nüfusun şehirlere kayması ve şehir alanlarının genişleme göstermesi süreci *kentleşme* olarak ifade edilmektedir (Türk Dil Kurumu [TDK], 2020).

Kentleşmenin çevresel yansımaları derişik şehir teorisi, kentsel çevreye geçiş teorisi ve ekolojik modernleşme teorisi olarak üç teoriden oluşmaktadır. Derişik şehir teorisinde kastedilen sürdürülebilir bir şehir şeklidir. Bu anlayışta motor kullanımı yerine, toplu taşıma, yürüme ve bisiklet kullanımını destekleyen bir şehir yapısı söz konusudur. Bu teoriye göre, kentleşme kaynaklı çevresel bozulmalar çarpık kentleşme yerine yoğun ve etkin kentleşme yapısının tercih edilmesiyle ortadan kalkar (Jenks vd., 1996). Kentsel çevreye geçiş teorisine

göre, gelir düzeyleri değiştikçe kentleşmenin çevresel etkilerinde de farklılıklar meydana gelecektir. Gelir düzeyi düşük şehirlerde altyapısal sorunlar meydana gelmekte bu durum da çevresel problemlere yol açmaktadır. Orta gelirli şehirlerde, altyapısal problemler büyük ölçüde halledilmiştir. Sanayi üretimiyle birlikte fosil yakıt kullanımı ve karbondioksit emisyonları artmıştır. Bu durum insan sağlığını üzerinde olumsuz etki yaratmıştır. Ayrıca çevresel problemleri beraberinde getirmiştir. Zengin şehirlerde ise altyapısal problemlerin tamamı çözüme kavuşturulmuştur. Ancak küresel çevresel problemler devam etmektedir (Poumanyong & Kaneko, 2010, s. 435). Ekolojik modernleşme teorisine göre, alternatif enerji kaynakları kullanılarak ve çevre dostu geri dönüşüm uygulamaları hayata geçirilerek ekonomik büyümenin çevresel bozulmalara neden olmaması sağlanabilmektedir (Gouldson & Murphy, 1997, s. 2).

Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi Grossman ve Krueger (1991) tarafından literatüre kazandırılmıştır ve IBRD (1992) ile popüler olmaya başlamıştır. Konuyla ilgili diğer önemli çalışmalar da şunlardır: Grossman ve Krueger (1995), Holtz-Eakin ve Selden (1995), Selden ve Song (1994), Shafik ve Bandyopadhyay (1992)'dir. Panayotou (1993) gelir ve çevre ilişkisine dair incelemede bulunmuştur. Bu etki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi (EKC) ile değerlendirilmiştir. Bu hipoteze göre, kişi başına gelirin çevresel tahribata etkisi ters U biçiminde gösterilmektedir. Diğer bir ifadeyle EKC'ye göre, gelir az seviyede olduğu zaman çevresel tahribat daha az gerçekleşecektir. Sonrasında gelir seviyesi arttıkça çevresel tahribat da artacaktır. Belli bir gelir seviyesinin ardından (dönüm noktası), ekonomideki yapının değişime uğraması ve çevresel duyarlılığın artması gerçekleşecektir. Sonuç olarak, çevresel tahribat gelir düzeyindeki artışın akabinde azalış trendine geçecektir (Kaika & Zervas, 2013, ss. 1393–1394).

Ekolojik Ayak İzi (GFN), bireylerin doğal kaynakları kullanma oranını ve çevresel tahribatı ölçebilen bir yöntem olarak tanımlanmaktadır. Bu yöntem ile bireylerin doğayı ne ölçüde kullandığı ve ne kadar doğaya sahip olduğu incelenebilmektedir. Bu noktadan hareketle bireylerin çevresel talebi hesaplanmakta ve biyolojik kapasite belirlenebilmektedir (Duman, 2023, s. 280).

Türkiye'de 1980 öncesinde sanayileşme, Cumhuriyet'in ilanı ile birlikte devlet desteğiyle başlamıştır. Ardından dünyada meydana gelen İkinci Dünya Savaşı nedeniyle gelişimi istenilen düzeye ulaşamamıştır. Bu durum ekonominin ve sanayi sektörünün olumsuz etkilenmesine neden olmuştur (Petek & Şanlı, 2018, s. 200). Türkiye'de kentleşme, küreselleşme sürecinin hız kazandığı 1980'li yılların başından itibaren hız kazanmıştır. Kentleşme iktisadi serbestleşme ve tarım odaklı bir yapıdan sanayi odaklı bir yapıya geçiş sonucunda artmaya başlamıştır. Sanayileşme ve kentleşmenin meydana getirdiği yapısal dönüşümlerle Türkiye ekonomisinin genişleme kaydettiğini söylemek mümkündür (Karasoy, 2021, s. 209). 2000 yılından sonra meydana gelen, Şubat 2001 Krizi ve 2008 Küresel Krizi sonrasında sanayi sektörü küçülmüştür (Petek & Şanlı, 2018, s. 200).

1980 yılında Türkiye'de kişi başına gelir 3.941,58 (2015 sabit ABD doları) olarak gerçekleşmişken 2021 yılında 13.250,6589 (2015 sabit ABD doları) olarak gerçekleşmiştir. İmalat sanayiden elde edilen katma değerde 2021 yılında 1980 yılına kıyasla yaklaşık (2015 sabit ABD doları) 9 kat artış yaşanmıştır. Toplam nüfus içerisinde kentleşme oranı 1980 yılında %43,78 iken 2021 yılında %76,56 oranına yükselmiştir (World Bank, 2023). Türkiye'de kişi başına düşen

birincil enerji tüketiminde 1980 yılına göre 2021 yılında yaklaşık 3 katlık bir artış yaşanmıştır (BP, 2022). Yaşanan bu gelişimler çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir.

Türkiye'nin GFN ilgili dönemlerin tümünde artmıştır. Türkiye'de kişi başına düşen ekolojik açık 1980 yılında 0,03 gha (GFN ölçümü) iken 2022 yılında 1.91 gha olmuştur (GFN, 2023). 1980 sonrası ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin artması, GFN'nin artmasına neden olmuştur. Bu açık çevresel bozulmaların bir göstergesi olmakla birlikte açığın artması çevresel problemlerin arttığının işaretidir.

Bu çalışmanın amacı, ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin, GFN üzerindeki etkilerinin araştırılmasıdır. Diğer bir deyişle çalışmada *Türkiye'de ekonomik büyüme sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerinde etkisi var mı?* sorusuna cevap aranmıştır. Çalışmada analiz dönemi olarak 1968-2022 zaman aralığı belirlenmiş; analiz yöntemi olarak birim kök, eş bütünleşme ve Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizi yöntemi kullanılmıştır. Bu test güncel bir teknik olması nedeniyle tercih edilmiştir. Literatür incelendiğinde, GFN ve çeşitli değişkenlere dair araştırmalar bulunmaktadır.

Bu çalışmanın literatürdeki diğer çalışmalardan farkı ise güncel verilerle Türkiye'de ekonomik büyüme sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerindeki etkilerini incelerken pozitif ve negatif şoklar elde ederek analiz yapılmasıdır. Bu durum çalışmaya yönelik temel motivasyonu oluşturmuştur. Bu açıdan literatürdeki diğer araştırmalardan ayrılmakta ve belirtilen özelliklerle birlikte literatüre katkı sunulması amaçlanmaktadır. Çalışmada öncelikle giriş bölümüne yer verilmiştir. Literatür taramasının yapıldığı bölümün ardından ampirik analiz ve bulgular ile devam edilmiştir. Sonuç kısmı ile çalışma tamamlanmıştır.

2. Literatür Taraması

Türkiye'yi ele alan ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerindeki etkilerine dair yapılan ampirik çalışmaların sayısı oldukça sınırlıdır. Türkiye'nin dâhil edildiği çalışmalarda genellikle ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin çevresel bozulmayı artırıcı bir etken olduğu tespit edilmiştir. Bu bağlamda, bu araştırmada ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin çevresel bozulma üzerindeki etkilerini incelemek için GFN değişkeni kullanılmıştır. Aşağıda ele alınan literatürde konuya dair yerli ve yabancı çalışmalara yer verilmiştir.

Monfreda vd. (2004), GFN hesaplamalarını incelemiştir. Sonuç olarak ulusların nihai tüketimleri veya ekonomik üretimlerinin GFN'yi analiz etmeye yardımcı olabildiğini bulmuştur.

Jorgenson ve Burns (2007), 1991-2001 zaman aralığını ele alarak gelişmiş ülkelerde GFN ve büyüme arasındaki ilişkiyi tahin etmeye çalışmışlardır. Panel regresyon yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, üretim teorisinin koşu bandı, eşitsiz ekolojik değişim teorisi, ihracat bağımlılığı teorisi ve dünya sistemleri teorisinin temel ilkelerini destekler sonuçlara ulaşılmıştır.

Akıllı vd. (2008), Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi öğrencileri ve çalışanlarının bireysel ekolojik ayak izlerini ele almıştır. Anket çalışmasının yapıldığı araştırmada, GFN'nin ele alınan kişiler arasında farklı sonuçlara neden olduğuna ayrıca gelirin GFN'yi artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Bagliani vd. (2008), 2001 yılını ele alarak 141 ülkede GFN'nin belirleyicilerini incelemiştir. En küçük kareler (EKK) ve ağırlıklandırılmış en küçük kareler (WLS) testlerinin uygulandığı

çalışmada, kişi başına gelir ve biyo-kapasitenin çevre üzerinde olumsuz etkilere neden olduğu sonucunu bulmuşlardır. EKC'yi reddetmiştir.

Caviglia-Harris vd. (2009), 146 ülke de gelir ve GFN'yi ele almıştır. 1961-2000 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada en küçük kareler (EKK), iki aşamalı EKK ve GMM testleri uygulanmıştır. Çalışma sonucunda büyüme ve GFN arasında EKC'nin geçerli olmadığına ulaşılmıştır.

Wang vd. (2013), 150 ülke için 2005 yılı verilerini ele alarak de tüketim ve üretim ile GFN'yi araştırmıştır. Mekânsal ekonometrik tekniğin uygulandığı çalışmada yazarlar, EKC'nin geçerli olmadığı sonucunu bulmuştur.

Al-Mulali vd. (2015), 1980-2008 yıllık verileri ile 99 ülkede gelir, toplam birincil enerji tüketimi, dış ticarete açıklık, şehirleşmiş nüfus, finansal gelişme ve GFN'yi tahmin etmiştir. Genelleştirilmiş momentler metodu yaklaşımının uygulandığı çalışmada, dışa açıklığın çevresel bozulma üzerinde negatif etki yarattığını bulmuştur. Yazarlar ayrıca finansal gelişmenin farklı gelir grubundaki ülkelerde çevresel kaliteye katkı sağladığını vurgulamıştır.

Al-Mulali ve Öztürk (2015), GFN'nin belirleyicilerini 1996-2012 dönemi yıllık verilerini ele alarak araştırmıştır. Panel eş-bütünleşme, panel VECM ve FMOLS yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, siyasi istikrar ve GFN arasında tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Öztürk vd. (2016), 1988-2008 zaman aralığını ele alarak 144 ülkede turizm ve GFN'yi incelemiştir. GMM yaklaşımının uygulandığı çalışmada, EKC'nin tüm gelir gruplarında geçerli olduğunu kanıtlamıştır.

Aşıcı ve Acar (2016), 166 ülke de GFN değişkeninin dâhil edildiği bir modele dair tahminde bulunmuştur. 2004-2008 dönemi yıllık verilerini baz alındığı çalışmada sabit etkiler panel veri analizi yaklaşımının uygulanmıştır. Araştırma sonucunda nüfus artışı ve enerji tüketiminin GFN üzerinde azaltıcı etkisi olduğunu belirtmiştir. Ayrıca yazarlar İthalatın, dış ticaretin ve biyo kapasitenin GFN üzerinde artıcı bir etkisi olduğuna ulaşılmıştır.

Mrabet ve Alsamara (2017), 1980-2011 zaman aralığını ele alarak Katar da karbondioksit emisyonu ve GFN'yi incelemiştir. Eş-bütünleşme testleri ve ARDL yaklaşımının uygulandığı çalışmada, enerji tüketimi ve CO₂ emisyonları arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur.

Rudolph ve Figge (2017), sabit etkiler tahmin edicileri ve uç sınırlar analizi ile 146 ülkede globalleşme ve GFN arasındaki ilişkiyi araştırmıştır. 1981-2009 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada, globalleşme, ithalat ve ihracatın Ekolojik Ayak İzleri üzerinde pozitif bir ilişkiye sahip olduğuna ulaşılmıştır.

Charfeddine ve Mrabet (2017), 1975-2007 dönemi verileri ile 15 MENA ülkesi için tahminde bulunmuştur. DOLS, FMOLS ve panel Granger nedensellik yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, enerji tüketimi ve GFN arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca yazarlar EKC'nin geçerli olduğunu belirtmiştir.

Ulucak ve Bilgili (2018), CUP-FM (continuously updated fully modified) ve CUP-BC (continuously updated bias corrected) tekniklerini uygulayarak 45 ülkede GFN belirleyicilerini incelemiştir. 1961-2013 zaman aralığını ele alındığı çalışmada, EKC'nin ele alınan tüm ülkelerde geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Destek vd. (2018), 1980-2013 zaman aralığını ele alarak 15 AB ülkesinde GFN belirleyicilerini incelemiştir. FMOLS, DOLS ve dinamik ortak korelasyonlu etkiler tahmincisinin (DCCE) yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, yazarlar EKC'nin ele alınan tüm ülkelerde geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ayrıca yazarlar, yenilenebilir enerji ve dışa açıklığın çevresel bozulma üzerinde pozitif, yenilenemez enerji tüketiminin ise negatif bir etkiye sahip olduğunu kanıtlamıştır.

Doğan vd. (2019), MINT ülkelerinde Ekolojik bozulmanın belirleyicilerini araştırmıştır. 1971-2013 zaman aralığı yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada, ARDL ve VECM yaklaşımları uygulanmıştır. Çalışma sonucunda EKC'nin ele alınan tüm ülkelerde farklı dönüm noktalarında geçerli olduğu belirtilmiştir.

Majeed ve Mazhar (2019), 1971-2017 zaman aralığını ele alarak 131 ülkede GFN kullanarak finansal gelişmenin çevresel etkilerini analiz etmiştir. OLS, FEM, REM, Driscoll Kraay (DK) standart hatalar ve genelleştirilmiş momentler yöntemi (GMM) yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, tüm finansal gelişme göstergelerinin GFN'yi azaltarak çevre kalitesinin iyileştirilmesine önemli ölçüde yardımcı olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Apaydın (2020), Türkiye'de küreselleşme ve GFN'ye dair inceleme yapmıştır. 1980-2014 dönemi yıllık verileri ile ARDL, FMOLS ve DOLS yöntemleri kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, küreselleşme ve GFN arasında anlamlı ve uzun dönemli bir ilişki bulunmuştur.

Kılınç (2021), OECD ülkelerinde enerji Ar-Ge ve demonstrasyon harcamalarının GFN üzerindeki 2002-2016 zaman aralığını ele alarak tahminde bulunmuştur. Panel veri yönteminin uygulandığı çalışmada, yazar enerji Ar-Ge ve gösteri harcamalarının GFN üzerinde negatif, enerji tüketimi ve GSYH ise pozitif etkiler meydana getirdiği sonucuna ulaşmıştır.

Samreen ve Majeed (2022), 1971-2017 zaman aralığını yıllık verileri ile 128 ülkede GFN ve Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) Hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır. POLS, FEM, REM, FMOLS, EGLS ve Driscoll Kraay (DK) standart hatalar yaklaşımlarının uygulandığı çalışmada, EKC'nin ele alınan tüm ülkelerde geçerli olduğu belirtilmiştir.

Özbek (2023), ASEAN-5 ülkeleri için GFN'nin belirleyicilerine dair tahminde bulunmuştur. 1980-2018 dönemi yıllık verilerinin kullanıldığı araştırmada Westerlund (2006) panel Eş-bütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Yazar araştırmasının sonucunda, ekonomik büyüme, küreselleşme ve enerji tüketiminin GFN üzerinde artırıcı etkenler olduklarını belirtmiştir.

Kamacı (2024), ABD için küreselleşme, ekonomik büyüme ve hidroelektrik enerjinin karbon emisyonu ve GFN etkilerine yönelik araştırma gerçekleştirmiştir. 1971-2014 yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada Fourier ADL eşbütünleşme ve Fourier Toda-Yamamoto nedensellik yöntemleri kullanılmıştır. Yazar araştırmasının sonucunda, hidroelektrik enerjinin CO₂ emisyonu üzerinde negatif, ekonomik büyümenin GFN üzerinde pozitif etkisi bulgusuna ulaşmıştır.

Lu ve Wang (2024), 10 Asya ülkesi için ekonomik küreselleşmenin, ekolojik teknolojideki yeniliklerin, endüstriyel yapıdaki değişimlerin ve GSYH'nin GFN etkilerine yönelik araştırma gerçekleştirmiştir. 1999-2018 yıllık verilerinin kullanıldığı çalışmada nedensellik yöntemi kullanılmıştır. Yazar araştırmasının sonucunda, küreselleşmeden GFN'ye, GFN'den endüstriyel yapı değişikliğine ve GSYH'den endüstriyel yapı değişikliğine doğru tek yönlü nedensellik tespit etmiştir.

3. Ampirik Analiz

Bu bölümde, Türkiye’de ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin çevresel bir gösterge olan GFN üzerindeki etkileri 1968-2022 dönemi için araştırılmıştır. Çalışmada yıllık veriler kullanılarak Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizi yapılmıştır. Öncelikle çalışmada kullanılan değişkenler ve değişkenlere ait şokların (değişkenlerin pozitif ve negatif şokları dikkate alınarak ayrıştırılmıştır. Bu ayrıştırma sonuçları Excel yardımıyla elde edilmiştir) durağanlık düzeylerini ve karakteristik özelliklerini belirlemek için birim kök testi yapılmıştır. Ardından VAR modeli ile uygun gecikme uzunluğu belirlenmiştir.

Yapılan bu çalışmada, Türkiye’de 1968-2022 dönemi için ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerindeki etkileri ilişkin model Denklem 1’de yer almaktadır.

$$GFN_t = \beta_1 + B_2 LNGDP_t + B_3 LNIND_t + B_4 URB_t + u_t \quad (1)$$

şeklinde belirlenmiştir. Modelde kullanılan değişkenlerden, GFN (Tüketimin ekolojik ayak izi, kişi başına, dünya çapında hektar-gha), Küresel Ayak İzi Ağı (GFN) veri tabanından elde edilmiştir. LNGDP (Kişi başına düşen milli gelir, 2015 ABD doları cinsinden), LNIND (Sanayileşme, imalat sektöründe yaratılan katma değer, kişi başına 2015 ABD doları cinsinden) ve URB (Kentleşme, toplam nüfusun %) Dünya Bankasından (World Bank) elde edilmiştir. Sanayileşme ve ekonomik büyüme değişkeninin logaritması alınarak modele dâhil edilmiştir. Tablo 1’de değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri gösterilmiştir.

Tablo 1

Analizde Kullanılan Değişkenler

Sembol	GFN	LNGDP	LNIND	URB
Ortalama	2.532353	8.661362	24.99727	3.280169
Medyan	2.430000	8.608732	25.00601	2.493495
Maksimum	3.530000	9.393230	26.34539	6.201879
Minimum	1.750000	8.088409	23.62471	2.057650
Standart Hata	0.510336	0.376381	0.777034	1.192870
Jarque-Bera	3.515065 (0.000)	2.936268 (0.000)	2.388080 (0.000)	7.474330 (0.000)
Gözlem	55	55	55	55

Tablo 1’e bakıldığında, ortalaması en yüksek seri sanayileşme iken en düşük seri GFN’dir. Maksimum değeri en yüksek seri sanayileşme iken en düşük seri GFN’dir. Minimum değeri en yüksek seri sanayileşme iken en düşük seri GFN’dir. Çalışmada kullanılan seriler normal dağılım sergilemektedir. Model 55 gözlemden oluşmaktadır.

Nedensellik analizlerine dair literatürde farklı yaklaşımlar bulunmaktadır. En bilinen nedensellik analizleri olarak Granger (1969), Toda ve Yamamoto (1995), Hacker ve Hatemi-J (2006) testlerini söylenebilir. Fakat bu testlerde hataların normal dağılmama olasılığı bulunduğundan dolayı Bootstrap yöntemi ile yeni kritik değerler elde edilmektedir. Bu testlerin etkisiz kaldığı bir diğer durum seriye gelen şokları ayrıştıramaması, pozitif ve negatif şokların

aynı etkilere sahip olduğunu kabul etmesidir (Alkın vd., 2019, s. 219; Mert & Çağlar, 2019, ss. 349-350). Hatemi-J (2012, ss. 448–454) nedensellik analizi, piyasa üzerinde meydana gelen şokların birbirinden farklı olacağı ayrıca bu şokların pozitif ve negatif olarak ayrıştırılmasının gerekliliğini kabul etmektedir. Bu testte kullanılan veri seti normal dağılıma sahip olmadığı koşullarda bile testin dağılımında farklı bozulmalar oluşmamaktadır. Hatemi-J (2012) testi ile bu araştırmada değişkenler arasında pozitif ve negatif şokların diğer değişkenler üzerinde ne gibi etkilere yol açtığına tespit edilmesi amaçlanmıştır. Hatemi-J (2012) testinde, γ_{1t} ve γ_{2t} iki farklı bütünleşik seri arasındaki nedensel ilişkinin araştırıldığı durumda aşağıdaki aşamalar takip edilmektedir (Hatemi-J, 2012, ss. 448–449):

$$\gamma_{1t} = \gamma_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = \gamma_{10} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i} \quad (2)$$

$$\gamma_{2t} = \gamma_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = \gamma_{20} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i} \quad (3)$$

Burada $t = 1, 2, T$; γ_{10} ve γ_{20} başlangıç değerlerini ε_{1i} ve ε_{2i} ise hata terimlerini ifade etmektedir. Pozitif ve negatif şoklar şu şekilde tanımlanabilir (Bkz. Denklem 4):

$$\varepsilon_{1i}^+ = \max(\varepsilon_{1i}, 0), \varepsilon_{2i}^+ = \max(\varepsilon_{2i}, 0), \varepsilon_{1i}^- = \min(\varepsilon_{1i}, 0), \varepsilon_{2i}^- = \min(\varepsilon_{2i}, 0) \quad (4)$$

Ayrıca $\varepsilon_{1i} = \varepsilon_{1i}^+ + \varepsilon_{1i}^-$ ve $\varepsilon_{2i} = \varepsilon_{2i}^+ + \varepsilon_{2i}^-$ şeklinde gösterilmektedir. Böylelikle γ_{1t} ve γ_{2t} 'nin denklemleri şu şekildedir (Bkz. Denklem 5, 6).

$$\gamma_{1t} = \gamma_{1t-1} + \varepsilon_{1t} = \gamma_{10} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^- \quad (5)$$

$$\gamma_{2t} = \gamma_{2t-1} + \varepsilon_{2t} = \gamma_{20} + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+ + \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (6)$$

Son olarak, her bir değişkenin pozitif ve negatif şokları kümülatif bir aşağıdaki şekilde tanımlanabilir (Bkz. Denklem 7):

$$\gamma_{1t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^+, \gamma_{1t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{1i}^-, \gamma_{2t}^+ = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^+, \gamma_{2t}^- = \sum_{i=1}^t \varepsilon_{2i}^- \quad (7)$$

Bu şoklar arasındaki nedensellik ilişkisi bir sonraki adımda test edilmektedir. Pozitif kümülatif şoklar arasındaki nedensellik ilişkisi; $\gamma_t^+ = \gamma_{1t}^+, \gamma_{2t}^+$ olduğu varsayıldığında, "p" gecikmeli VAR (p) modeli ile Denklem 8'deki gibi elde edilmektedir:

$$\gamma_t^+ = \nu + A_1 \gamma_{t-1}^+ + \dots + A_p \gamma_{t-p}^+ + u_t^+ \quad (8)$$

4. Bulgular

Türkiye’de 1968-2022 dönemi için ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerindeki asimetrik ilişkilerin bulgularına geçmeden önce değişkenlerin orijinal seri hallerine, pozitif ve negatif şoklarına dair birim kök bulgularına Tablo 2’de yer verilmiştir.

Tablo 2

Birim Kök Sonuçları

Değişkenler		ADF	PP
GFN	I(0)	-0.466228 (0.8888)	-0.937049 (0.7682)
	I(1)	-11.29935 (0.0000)***	-17.14925 (0.0000)***
GFN ⁺	I(0)	-0.599479 (0.8606)	-0.472793 (0.8876)
	I(1)	-8.108235 (0.0000)***	-123.1441 (0.0001)***
GFN ⁻	I(0)	-0.919289 (0.7738)	-0.919289 (0.7738)
	I(1)	-2.852496 (0.0586)*	-2.852496 (0.0586)*
LNGDP	I(0)	0.675291 (0.9904)	0.737186 (0.9918)
	I(1)	-6.812556 (0.0000)***	-6.812474 (0.0000)***
LNGDP ⁺	I(0)	0.864712 (0.8727)	0.956104 (0.3670)
	I(1)	-8.604988 (0.0000)***	-11.62353 (0.0000)***
LNGDP ⁻	I(0)	0.022695 (0.9975)	2.752477 (0.3670)
	I(1)	-5.280719 (0.0000)***	-6.280719 (0.0000)***
LNIND	I(0)	-0.370800 (0.9060)	-0.363598 (0.9072)
	I(1)	-6.112188 (0.0000)***	-6.080468 (0.0000)***
LNIND ⁺	I(0)	-0.096271 (0.7572)	-1.109564 (0.7036)
	I(1)	-5.688049 (0.0000)***	-18.63235 (0.0000)***
LNIND ⁻	I(0)	-0.965022 (0.9997)	3.777524 (0.7036)
	I(1)	-4.218079 (0.0000)***	-4.218079 (0.0000)***
URB	I(0)	-1.877945 (0.3397)	-1.553619 (0.4985)
	I(1)	-4.619328 (0.0005)***	-4.665895 (0.0004)***
URB ⁺	I(0)	-0.965022 (0.9438)	-0.125419 (0.9406)
	I(1)	-33.14592 (0.0001)***	-63.44418 (0.0001)***
URB ⁻	I(0)	-1.854998 (0.7572)	-1.833616 (0.7036)
	I(1)	-7.318556 (0.0000)***	-7.014981 (0.0000)***

Notlar. Parantez içerisindeki değerler olasılık değerlerini + ve - işaretleri pozitif ve negatif şokları ifade etmektedir. *** ve * ise sırasıyla %1 ve %10 anlamlılık düzeylerini belirtmektedir. %1 için test istatistiği -3,57 %5 için test istatistiği -2,92 ve %10 için test istatistiği -2,59 olarak belirlenmiştir. Sabit sonuçlar tabloda yer almaktadır.

Çalışmada ele alınan değişkenler, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşme değişkenlerinin birim kök testlerine bakıldığında düzeyde durağan olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Fakat serilerin birinci farkları alındığında, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşmenin birim kök sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler pozitif şokları dikkate alınarak ayrıştırıldığında, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşme değişkenlerinin birim kök testlerine bakıldığında düzeyde durağan olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Fakat serilerin birinci farkları alındığında, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşmenin birim kök sonuçlarına göre %1 anlamlılık düzeyinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Değişkenler negatif şokları dikkate alınarak ayrıştırıldığında, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşme değişkenlerinin birim kök testlerine bakıldığında düzeyde durağan olmadıkları sonucuna ulaşılmıştır. Fakat serilerin birinci farkları alındığında, GFN, ekonomik büyüme, kentleşme ve sanayileşmenin birim kök sonuçlarına göre %10 ve %1 anlamlılık düzeylerinde durağan oldukları sonucuna ulaşılmıştır. Buradan hareketle değişkenlerin orijinal seri, pozitif ve negatif şoklarının hepsi I(1)'de durağan özellik taşımaktadır.

Bir diğer bulgu da uygun gecikme uzunluklarının elde edilmesidir. Sonuçlar Tablo 3'te yer almaktadır.

Tablo 3*VAR Modeli Uygun Gecikme Uzunluğu*

Değişkenler	Var Modeli Uygun Gecikme	Uygun Gecikmede Tanısal Testler		
		Otokorelasyon (LM)	Değişen Varyans (White)	Normallik (Jarque-Bera)
URB-LNIND	1	11.96 (0.176)*	23.59 (0.324)*	3.36 (0.516)*
LNIND-GFN	1	5.60 (0.231)*	12.65 (0.894)*	4.32 (0.593)*
URB-GFN	1	20.54 (0.823)*	13.29 (0.647)*	3.40 (0.342)*
LNGDP-GFN	1	4.51 (0.807)*	17.83 (0.271)*	5.25 (0.262)*
LNIND-LNGDP	1	7.61 (0.471)*	17.18 (0.308)*	2.21 (0.545)*
URB-LNGDP	1	15.19 (0.557)*	21.40 (0.124)*	4.60 (0.980)*

Not: Schwarz (SIC) bilgi kriterine göre VAR modelinde uygun gecikme uzunluğu elde edilmiştir. Parantez içerisindeki değerler test istatistiklerinin olasılık değerlerini, * ise %1 anlamlılık düzeyini göstermektedir.

Uygun gecikme uzunluğu VAR modeli bulgularına göre tümünde 1 olarak belirlenmiştir. Uygun gecikme nedensellik analizinde 1 olarak kullanılmıştır. Uygun gecikme uzunluğunda bütün tanısal testler koşulları sağlamıştır. Bundan sonraki aşamada Johansen eş bütünleşme testi yapılmıştır. Tablo 4'te söz konusu sonuçlar yer almaktadır.

Tablo 4*Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları*

Orijinal Seri			
Ho	Trace İstatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	40.55023**	40.17493	0.0458
R≤1	17.20644	24.27596	0.2983
Ho	Maks.-Eigen istatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	24.34379**	24.15921	0.0342
R≤1	9.529351	17.79730	0.5359
Pozitif Şoklar			
Ho	Trace İstatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	219.1678***	39.14937	0.0000
R≤1	21.39564	23.25967	0.1722
Ho	Maks.-Eigen istatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	156.7722***	34.51912	0.0000
R≤1	14.36243	16.77309	0.4685
Negatif Şoklar			
Ho	Trace İstatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	77.22735***	45.14937	0.0000
R≤1	16.65261	18.29675	0.6917
Ho	Maks.-Eigen istatistik Değeri	Kritik Değer (%5)	Olasılık
R=0	46.57474***	35.12159	0.0000
R≤1	12.58232	17.30797	0.7671

Not. ** $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

Orijinal seri, pozitif ve negatif şoklarının eş bütünleşme test sonuçlarına göre H_0 hipotezi, $R=0$ için 0.05 ve 0.01 anlamlılık düzeylerinde reddedildiklerinden dolayı ve $R \leq 1$ hipotezi kabul edildiğinden dolayı, LNGDP, LNIND, URB ile GFN'nin uzun dönemli bir ilişki içerisinde olduğu sonucu elde edilmiştir.

Tablo 5'teki sonuçlara göre; ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların GFN'de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, GFN'de gerçekleşen negatif şokların ekonomik büyümedeki gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen negatif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğu, ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır. Sanayileşme gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Tablo 5

Asimetrik Nedensellik Bulguları

Boş Hipotez	Test Değeri	Bootstrap Kritik Değerler			Karar
		%1	%5	%10	
LNGDP ⁺ - GFN ⁺	108.598 ***	24.668	20.179	17.910	Var
LNGDP ⁺ - GFN ⁻	2.453	8.106	3.864	2.791	Yok
LNGDP ⁻ - GFN ⁻	3.063*	14.722	4.098	1.402	Var
LNGDP ⁻ - GFN ⁺	0.085	6.891	3.488	2.470	Yok
LNGDP ⁺ - URB ⁺	51.684***	14.654	10.900	8.944	Var
LNGDP ⁺ - URB ⁻	0.067	13.275	5.040	1.980	Yok
LNGDP ⁻ - URB ⁻	0.248	19.799	8.711	5.384	Yok
LNGDP ⁻ - URB ⁺	1.836	12.775	6.113	2.642	Yok
LNGDP ⁺ - LNIND ⁺	257.409***	78.257	15.374	8.895	Var
LNGDP ⁺ - LNIND ⁻	14.476***	8.599	5.727	4.418	Var
LNGDP ⁻ - LNIND ⁻	102.239***	24.517	19.548	16.999	Var
LNGDP ⁻ - LNIND ⁺	0.816	6.384	3.853	2.819	Yok
GFN ⁻ - LNGDP ⁻	8.086***	1.736	0.213	0.069	Var
GFN ⁻ - LNGDP ⁺	0.066	5.913	3.790	2.856	Yok
URB ⁺ - LNGDP ⁺	12.835**	14.894	10.909	9.201	Var
URB ⁺ - LNGDP ⁻	112.073***	23.919	19.248	17.071	Var
URB ⁻ - LNGDP ⁻	0.136	20.462	8.057	5.091	Yok
URB ⁻ - LNGDP ⁺	112.080***	26.397	20.904	18.041	Var
LNIND ⁺ - LNGDP ⁺	177.928	39.973	22.042	17.401	Var
LNIND ⁺ - LNGDP ⁻	6.957***	5.347	3.568	2.747	Var
LNIND ⁻ - LNGDP ⁻	0.354	29.637	5.417	0.524	Yok
LNIND ⁻ - LNGDP ⁺	1.671	6.140	3.945	2.893	Yok
URB ⁺ - GFN ⁺	10.926***	9.902	5.658	4.473	Var
URB ⁺ - GFN ⁻	65.769***	26.311	21.076	18.575	Var
URB ⁻ - GFN ⁻	1.875	14.195	7.005	4.810	Yok
URB ⁻ - GFN ⁺	24.517***	17.221	5.659	3.899	Var
LNIND ⁺ - GFN ⁺	60.373***	26.615	21.119	19.343	Var
LNIND ⁺ - GFN ⁻	3.252*	7.325	3.916	2.663	Var
LNIND ⁻ - GFN ⁻	2.073	15.558	4.501	1.416	Yok
LNIND ⁻ - GFN ⁺	0.001	7.158	3.399	2.365	Yok
LNIND ⁺ - URB ⁺	46.369***	22.892	18.237	15.554	Var
LNIND ⁺ - URB ⁻	0.033	21.990	10.082	5.532	Yok
LNIND ⁻ - URB ⁻	0.229	16.304	7.334	4.977	Yok
LNIND ⁻ - URB ⁺	6.046**	24.439	9.492	5.766	Var
GFN ⁺ - URB ⁺	7.304**	8.952	5.857	4.653	Var
GFN ⁺ - URB ⁻	2.057**	10.938	4.086	1.913	Var
GFN ⁻ - URB ⁻	2.235	14.700	7.221	5.049	Yok
GFN ⁻ - URB ⁺	0.687	12.205	4.228	2.208	Yok
GFN ⁺ - LNIND ⁺	16.009	26.319	21.143	18.308	Yok
GFN ⁺ - LNIND ⁻	57.575***	28.549	22.230	18.965	Var
GFN ⁻ - LNIND ⁻	0.850	18.135	3.945	1.220	Yok
GFN ⁻ - LNIND ⁺	36.512***	26.802	21.662	18.709	Var
URB ⁺ - LNIND ⁺	24.756***	23.118	18.187	14.942	Var
URB ⁺ - LNIND ⁻	55.239**	26.845	20.888	18.624	Var
URB ⁻ - LNIND ⁻	0.345	18.960	7.830	5.149	Yok
URB ⁻ - LNIND ⁺	46.471***	27.606	22.789	19.777	Var

Notlar. Tabloda yer alan - ifadesi iki değişken arasında nedenselliğin olmadığını ifade etmektedir. + ve - işaretleri pozitif ve negatif şokları göstermektedir.

* $p < 0,10$. ** $p < 0,05$. *** $p < 0,01$.

Kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif ve negatif şokların nedeni olduğuna, kentleşmede gerçekleşen negatif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğuna, GFN’deki gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif ve negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların GFN’de gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna, sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu sonucu bulunmuştur.

Sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğuna, sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif ve negatif şokların bir nedeni olduğuna, Kentleşmede gerçekleşen negatif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlardan hareketle ekonomik büyüme ve sanayileşme ile GFN arasında, kentleşmede ve ekonomik büyüme arasında, ekonomik büyüme ve sanayileşme arasında, kentleşme ve GFN arasında, sanayileşme ve kentleşme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

5. Sonuç

Türkiye’de çevre kirliliği, 1980’li yıllardan sonra küreselleşmenin hız kazanmasıyla birlikte etkisini artırmıştır. Ekonomik büyüme, sanayileşme, kentleşme, nüfus ve teknolojik gelişmeler gibi farklı unsurlar çevre kalitesine etki edebilmektedir. Çevresel etkileri olan bu unsurlar göz önünde bulundurulduğunda Türkiye’deki ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin GFN’yi nasıl etkilediğinin araştırılması, araştırmacılara ve politikacılara yeni bakış açıları kazandırabilir ve çevresel sürdürülebilirlik politikalarının uygulanması açısından yeni fikirler sunabilir. Türkiye için ekonomik büyüme ve sanayileşmenin sürdürülebilir hedefler olması ve bu hedeflerin artan çevresel sorunlar sebebiyle aksamaması için çevre dostu modellerin araştırılması, çevresel zararları olabilecek üretim tekniklerinin sıkı politika ve kurallarla denetime bağlanması önemli bir uygulama olarak görülebilir.

Türkiye’de sanayi sektörü, Cumhuriyet’in ilan edilmesinin ardından devlet desteğiyle gelişmeye başlamıştır. Türkiye’nin tarafsız kaldığı, İkinci Dünya Savaşı sonucunda tüm dünya ekonomileri ekonomik yıkımla karşı karşıya kalmıştır. Bu durum Türkiye’de sanayi sektörünün gelişimine engel olmuştur. 1980’li yıllardan sonra küreselleşmenin hız kazanmaya başlaması ticaretin serbest olmasını sağlamıştır. Bu durumda sanayi sektörünün gelişimini, kentleşme ve ekonomik büyümenin artmasını beraberinde getirmiştir. Kentleşme ve sanayileşmenin başlamasıyla birlikte çevresel tahribat artmıştır. 2021 yılında kişi başına gelir (2015 sabit ABD doları), 1980 yılına göre dört kat artmıştır. İmalat sanayiden elde edilen katma değerde 2021 yılında 1980 yılına kıyasla yaklaşık (2015 sabit ABD doları) 9 kat artış yaşanmıştır. Toplam nüfus içerisinde kentleşme oranı 1980 yılında % 43.78 iken 2021 yılında %76.56 oranına yükselmiştir. Sanayi ve Teknoloji Bakanlığı tarafından benimsenen “Milli Teknoloji Güçlü Sanayi” stratejisinin ekonomik büyümenin daha yüksek seviyelere çıkmasına katkı sağlayabileceği umulmaktadır.

Bu çalışmada Türkiye’de ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin GFN üzerindeki etkileri 1968-2022 dönemi için araştırılmıştır. Çalışmada Hatemi-J (2012) asimetrik nedensellik analizi kullanılmıştır. Nedensellik analizi bulgularına göre, ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, GFN’de gerçekleşen negatif şokların ekonomik büyümedeki gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen negatif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu, ekonomik büyümede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğu, ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır. Sanayileşme gerçekleşen pozitif şokların ekonomik büyümede gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif ve negatif şokların nedeni olduğuna, kentleşmede gerçekleşen negatif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğuna, GFN’deki gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif ve negatif şokların nedeni olduğuna ulaşılmıştır.

Sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların GFN’de gerçekleşen negatif şokların nedeni olduğuna, sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların GFN’de gerçekleşen pozitif şokların nedeni olduğu sonucu bulunmuştur.

Sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğuna, sanayileşmede gerçekleşen negatif şokların kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğu, kentleşmede gerçekleşen pozitif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif ve negatif şokların bir nedeni olduğuna, Kentleşmede gerçekleşen negatif şokların sanayileşmede gerçekleşen pozitif şokların bir nedeni olduğu sonucuna varılmıştır.

Bu sonuçlardan hareketle ekonomik büyüme ve sanayileşme ile GFN arasında, kentleşmede ve ekonomik büyüme arasında, ekonomik büyüme ve sanayileşme arasında, kentleşme ve GFN arasında, sanayileşme ve kentleşme arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur.

Çalışma sonucunda elde edilen bulgular literatürde; Akıllı vd. (2008), Aşıcı ve Acar (2016), Bagliani vd. (2008), Charfeddine ve Mrabet (2017), Destek vd. (2018), Doğan vd. (2019), Kamacı (2024), Kılınç (2021), Lu ve Wang (2024), Monfreda vd. (2004), Mrabet ve Alsamara (2017), Özbek (2023), Öztürk vd. (2016), Samreen ve Majeed (2022), Ulucak ve Bilgili’nin (2018) çalışmalarıyla örtüşmektedir.

Bu sonuçlardan hareketle GFN’ye etkileri bakımından ekonomik büyüme, sanayileşme ve kentleşmenin etkilerini ortaya koymaktadır. Bu sonuçlar, Türkiye’de ekonominin büyümenin çevreye zarar verdiğini ve gelir seviyesinin bireyler arasında çevresel farkındalık oluşturacak düzeye henüz gelmediğini ifade etmektedir. Sanayileşme’ de aynı şekilde çevreye zarar vermektedir. Kullanılan bir diğer bağımsız değişken olan kentleşme’ de çevresel bozulmaya

neden olmuştur. Bu sonuç Türkiye’de kentsel çevreye geçiş teorisinin ileri sürdüğü, orta-gelirli şehirlerin karşılaştığı çevresel sorunların Türkiye’de de yaşandığını doğrulamaktadır. Bu nedenle sanayileşmede çevre dostu üretim uygulamaları desteklenmelidir. Türkiye’de ayrıca büyük şehirlerde çarpık kentleşme problemine çözüm sağlayacak uygulamalar yapılmalıdır. Konutların yapımında enerji verimliliği dikkate alınmalıdır. Böylece sanayileşme ve kentleşmenin çevresel bozulmalara etkisinin ortadan kaldırılması sağlanabilir. Bu bağlamda, eğitim kurumlarında çevresel farkındalığa dair eğitimler verilmelidir. Bu sayede bireyler arasında çevresel bilinç oluşturulabilir. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı önerilmektedir. Bu kullanıma dair teşvik ve politikaların uygulanması çevresel bozulmaları azaltabilir.

TEŞEKKÜR

—


FİNANSAL DESTEK

Yazar bu çalışma için herhangi bir finansal destek almadığını beyan etmiştir.

ETİK

Bu çalışmada etik ilke ve standartlara uyulduğu beyan edilmiştir.

YAZAR KATKI BEYANI

Onur Yağış  Genel katkı düzeyi %100.

Yazar, bu çalışmanın yazarlık koşulunu sağlayan başka bir kişinin olmadığını onaylamıştır.

ÇIKAR ÇATIŞMASI

Yazar herhangi bir çıkar çatışması beyan etmemiştir.

Kaynakça

- Akıllı, H., Kemahlı, F., Okudan, K., & Polat, F. (2008). Ekolojik Ayak İzinin kavramsal içeriği ve Akdeniz Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesinde bireysel GFN hesaplaması. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 8(15), 1-25. <https://dergipark.org.tr/en/pub/auibfd/issue/32317/359129>
- Alkın, H., Işık, S. & Çağlar, A. E. (2019). Türkiye’de Taylor Kuralının asimetrik nedensellik testi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 35, 211–225. <https://doi.org/10.30794/pausbed.463288>
- Al-Mulali, U., & Öztürk, I. (2015). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) Region. *Energy*, 84, 382– 389. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2015.03.004>
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2015). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological Indicators*, 48, 315–323. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.08.029>
- Apaydın, Ş. (2020). Küreselleşmenin Ekolojik Ayak İzi üzerindeki etkileri: Türkiye örneği. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(1), 23–42. <https://doi.org/10.30784/epfad.695836>
- Aşıcı, A. A., & Acar, S. (2016). Does income growth relocate ecological footprint? *Ecological Indicators*, 61, 707–714. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.022>
- Bagchi, A. K. (1987). Industrialization. In M. Vernengo, E. P. Caldentey & J. R. Jr Barkley (Ed.), *The New Palgrave Dictionary of Economics*. Palgrave Macmillan. https://doi.org/10.1057/978-1-349-95121-5_1152-1
- Bagliani, M., Bravo, G., & Dalmazzone, S. (2008). A consumption-based Approach to Environmental Kuznets Curves using the ecological footprint indicator. *Ecological Economics*, 65(3), 650–661. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.01.010>
- BP. (2022). *Statistical review of world energy*. Retrieved November 21, 2023, from <http://www.bp.com/statisticalreview>
- Calhoun, C. (2002). *Dictionary of the social sciences*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acref/9780195123715.001.0001>
- Caviglia-Harris, J. L., Chambers, D., & Kahn, J. R. (2009). Taking the “U” out of Kuznets: a comprehensive analysis of the ekc and environmental degradation. *Ecological Economics*, 68(4), 1149–1159. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.006>
- Charfeddine, L., & Mrabet, Z. (2017). The impact of economic development and socialpolitical factors on ecological footprint: A panel data analysis for 15 MENA countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 76, 138–154. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.03.031>

- Destek, M. A., Ulucak, R., & Dogan, E. (2018). Analyzing the environmental Kuznets curve for the EU countries: The role of ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(29), 29387–29396. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2911-4>
- Doğan, E., Taşpınar, N., & Gökmenoğlu, K. K. (2019). Determinants of ecological footprint in MINT countries. *Energy & Environment*, 30(6), 1065–1086. <https://doi.org/10.1177/0958305X19834279>
- Duman, E. (2023). Seçilmiş ekonomik değişkenlerin Ekolojik Ayak İzine etkisinin analizi: BRICS-T ülkeleri örneği. *Sosyoekonomi*, 31(58), 277–288. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2023.04.14>
- Global Footprint Network. [GFN]. (2023). *Country trends*. Retrieved November 21, 2023, from <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?type=BCpc,EFCpc&cn=223>
- Granger, C. W. J. (1969). Investigating causal relationships by econometric models and cross spectral methods. *Econometrica*, 37(3), 424–438. <https://doi.org/10.2307/1912791>
- Grossman G. M., & Krueger A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American free trade agreement* (Working Paper, No. 3914). National Bureau of Economic Research.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353–377.
- Gouldson, A., & Murphy, J. (1997). Ecological modernisation: restructuring industrial economies. *Political Quarterly*, 68(B), 74–86. <https://doi.org/10.1111/1467-923X.00117>
- Hacker, R. S., & Hatemi-J, A. (2006). Tests for causality between integrated variables using asymptotic and bootstrap distributions: Theory and application. *Applied Economics*, 38(13), 1489–1500. <https://doi.org/10.1080/00036840500405763>
- Hatemi-J, A. (2012). Asymmetric causality tests with an application. *Empirical Economics*, 43(1), 447–456. <https://doi.org/10.1007/s00181-011-0484-x>
- Holtz-Eakin, D., & Selden, T. M. (1995). Stoking the fires? CO2 emissions and economic growth. *Journal of Public Economics*, 57(1), 85–101. [https://doi.org/10.1016/0047-2727\(94\)01449-X](https://doi.org/10.1016/0047-2727(94)01449-X)
- International Bank for Reconstruction and Development. [IBRD]. (1992). *World development report 1992: Development and the environment*. World Bank. <http://documents.worldbank.org/curated/en/995041468323374213/World-development-report-1992-development-and-the-environment>
- Jenks, M., Burton, E., & Williams, K. (1996). *The compact city: A sustainable urban form?* Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203362372>
- Jorgenson, A. K., & Burns, T. J. (2007) The political-economic causes of change in the ecological footprints of nations, 1991–2001: a quantitative investigation, *Social Science Research*, 36(2), <https://doi.org/10.1016/j.ssresearch.2006.06.003>
- Kaika, D., & Zervas, E. (2013). The Environmental Kuznets Curve (EKC) theory—Part A: Concept, causes and the CO2 emissions case. *Energy Policy*, 62, 1392–1402. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.131>
- Kamacı, A. (2024). Küreselleşme, hidroelektrik enerji, ekonomik büyüme, CO2 emisyonları ve Ekolojik Ayak İzi ilişkisinin ABD için analizi: Kesirli Fourier ADL eşbütünleşme yöntemi. *Sosyoekonomi*, 32(59), 249–267. <https://doi.org/10.17233/sosyoekonomi.2024.01.11>
- Karasoy, A. (2021). Küreselleşme, sanayileşme ve kentleşmenin Türkiye'nin Ekolojik Ayak İzine etkisinin genişletilmiş ARDL yöntemiyle incelenmesi. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 208–231. <https://doi.org/10.17218/hititsbd.929092>
- Kılınc, E. C. (2021). Ekolojik ayak izi-enerji Ar-Ge harcamaları ilişkisi: OECD ülkeleri örneği. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(2), 527–541. <https://doi.org/10.25287/ohuiibf.723064>
- Levinson, M. (2017, February 06). *What is manufacturing? Why does the definition matter?* (CRS Report, R44755). Congressional Research Service. <https://www.nist.gov/system/files/documents/2017/02/08/r44755.pdf>
- Lu, W.-C., & Wang, K.-H. (2024). Effects of economic globalization, environment-related technology innovation, and industrial structure change on the ecological footprint of top 10 Asian technological innovation countries. *Journal of Environmental Studies and Sciences*. <https://doi.org/10.1007/s13412-024-00899-0>
- Majeed, M. T., & Mazhar, M. (2019). Financial development and ecological footprint: A global panel data analysis. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 13(2), 487–514. <https://jespk.net/paper.php?paperid=4347>
- Mert, M., & Çağlar, A. E. (2019). *Eviews ve Gauss uygulamalı zaman serileri analizi*. Detay Yayıncılık.
- Monfreda, C., Wackernage, M. L., & Deumling, D. (2004). Establishing national natural capital accounts based on detailed ecological footprint and biological capacity assessments. *Land Use Policy*, 21(3), 231–246. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2003.10.009>
- Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366–1375. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.12.039>
- Naudé, W., Szirmai, A., & Lavopa, A. (2013). *Industrialization lessons from BRICS: A comparative analysis*. (Discussion Papers, No. 7543). IZA Institute of Labor Economics.
- Özbek, S. (2023). Ekonomik büyüme, küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi ilişkisi: ASEAN-5 ülkeleri üzerine ekonometrik bir analiz. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 123–138. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.1144317>

- Öztürk, 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. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5447x>
- Panayotou, T. (1993, January). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (Working papers, No. WEP2-22/WP.238). International Labour Organization. https://webapps.ilo.org/public/libdoc/ilo/1993/93B09_31_engl.pdf
- Petek, A., & Şanlı, O. (2018). Makro ekonomik değişkenler açısından Türkiye’de sanayi sektörünün gelişimi ve imalat sanayinin teknolojik yapısı. *Adnan Menderes Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(3), 185–203. <https://doi.org/10.30803/adusobed.437391>
- Poumanyong, P., & Kaneko, S. (2010). Does urbanization lead to less energy use and lower CO₂ emissions? A cross-country analysis. *Ecological Economics*, 70(2), 434–444. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2010.09.029>
- Rudolph, A., & Figge, L. (2017). Determinants of ecological footprints: what is the role of globalization? *Ecological Indicators*, 81, 348–361. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2017.04.060>
- Samreen, I., & Majeed, M. T. (2022). Economic development, social–political factors and ecological footprint: A global panel data analysis. *SN Business & Economics*, 2(132). <https://doi.org/10.1007/s43546-022-00320-4>
- Sadorsky, P. (2013). Do urbanization and industrialization affect energy intensity in developing countries? *Energy Economics*, 37, 52–59. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2013.01.009>
- Selden, T. M. & Song, D. (1994). Environmental quality and development: Is there a Kuznets curve for air pollution emissions? *Journal of Environmental Economics and Management*, 27(2), 147–162. <https://doi.org/10.1006/jeem.1994.1031>
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: Time-series and cross-country evidence* (Working Paper, No. WPS904). World Bank Publications. <https://documents1.worldbank.org/curated/en/833431468739515725/pdf/multi-page.pdf>
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of Econometrics*, 66(1), 225–250. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(94\)01616-8](https://doi.org/10.1016/0304-4076(94)01616-8)
- Türk Dil Kurumu. (2020). *Türk dil kurumu sözlükleri*. 21 Kasım 2023’de erişim adresi <https://sozluk.gov.tr>
- Ulucak, R., & Bilgili, F. (2018). A reinvestigation of EKC model by ecological footprint measurement for high, middle and low income countries. *Journal of Cleaner Production*, 188, 144–157. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.191>
- Varkey, A. M. (1984). Industrialisation and environmental problems. *Cochin University Law Review*, 8, 83–93. <http://dspace.cusat.ac.in/jspui/handle/123456789/10981>
- Wang, Y., Kang, L., Wu, X., & Xiao, Y. (2013). Estimating the environmental Kuznets curve for ecological footprint at the global level: A spatial econometric approach. *Ecological Indicators*, 34, 15–21. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2013.03.021>
- World Bank (2023). *World development indicators*. Retrieved November 21, 2023, from <https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>

Extended Abstract

The aim of this study is to investigate the effects of economic growth, industrialization and urbanization on the ecological footprint in Türkiye with Hatemi-J (2012) asymmetric causality analysis, which takes into account positive and negative shocks for the period 1968–2022. For this reason, a unit root test, appropriate lag length, Johansen cointegration, and causality test were performed in the study.

When the unit root tests of the variables considered in the study—ecological footprint, economic growth, urbanization, and industrialization—were examined, it was concluded that they were not stationary at the level. However, when the first differences of the series were taken, it was concluded that ecological footprint, economic growth, urbanization, and industrialization were stationary at the 1% significance level according to the ADF and PP unit root results.

The appropriate lag length was determined as 1 in all according to the VAR model findings. The appropriate lag was used as 1 in the causality analysis. All diagnostic tests met the conditions at the appropriate delay length.

According to the cointegration test results of the original series, positive and negative shocks it was concluded that LNGDP, LNIND, URB and GFN are in a long-term relationship.

Research has revealed positive shocks in economic growth lead to positive shocks in urbanization, while positive shocks in urbanization lead to positive shocks in economic growth. Conversely, positive shocks in urbanization can also result in negative shocks in economic growth. Additionally, negative shocks in urbanization can lead to positive shocks in economic growth.

It has been found that positive shocks in economic growth cause positive shocks in industrialization, while negative shocks in economic growth cause negative shocks in industrialization. Positive shocks in industrialization have been shown to cause negative shocks in economic growth.

The relationship between urbanization and GFN is complex and interdependent. Positive shocks in urbanization can lead to both positive and negative shocks in GFN, while negative shocks in urbanization can result in positive shocks in GFN. Similarly, positive shocks in GFN can have both positive and negative impacts on urbanization.

It was found that positive shocks in industrialization were the cause of negative shocks in the GFN, and negative shocks in industrialization were the cause of the positive shocks in the GFN.

The research has found that different types of industrialization shocks have different effects on urbanization. For example, positive shocks in urbanization can cause both positive and negative shocks in industrialization. On the other hand, negative shocks in urbanization can cause positive shocks in industrialization.

Based on these results, a bidirectional causality relationship was found between economic growth and industrialization and GFN, between urbanization and economic growth, between economic growth and industrialization, between urbanization and GFN, and between industrialization and urbanization.

The results provide insight into the influence of economic growth, industrialization, and urbanization on GFN. These results indicate that economic growth in Türkiye harms the environment and that the income level has not yet reached a level that creates environmental awareness among individuals. Industrialization also harms the environment in the same way. Another independent variable used, urbanization, also caused environmental degradation. This result confirms that the environmental problems faced by middle-income cities, as suggested by the theory of transition to the urban environment in Türkiye, are also experienced in Türkiye. Therefore, environmentally friendly production practices should be supported in industrialization. In Türkiye, practices should also be implemented to provide solutions to the problem of unplanned urbanization in big cities. Energy efficiency should be taken into account in the construction of houses. Thus, the effects of industrialization and urbanization on environmental degradation can be eliminated. In this context, training on environmental awareness should be given in educational institutions. In this way, environmental awareness can be created among individuals. Additionally, the use of renewable energy sources is recommended. Implementation of incentives and policies regarding this use can reduce environmental degradation.