

İnsani Gelişme – Çevre Kalitesi Bağlantısının Analizi: Türkiye İçin Yeni Kanıtlar*

Analysing the Linkage between Human Development and Environmental Quality: Fresh Evidence from Türkiye

Burhan Durgun¹ 

¹(Arş. Gör. Dr.), Dicle Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Diyarbakır, Türkiye

*Bu çalışma, 31 Mayıs-2 Haziran 2024 tarihleri arasında düzenlenen VII. Anadolu International Conference on Economics (EconAnadolu 2024) adlı konferansta sunulan bildirinin tam metnidir.

ÖZ

Antropojenik faaliyetlerdeki artışların neden olduğu iklim değişikliği hem bugünü hem de geleceği tehdit etmektedir. Bu anlamda, artan sera gazı salınımı, sürdürülebilirliğin önündeki en büyük engellerden biridir. Çevresel bozulmaya etki eden faktörlerin belirlenmesi, bu sorunun etkilerini azaltmaya yönelik politikaların geliştirilmesinde faydalı olabilmektedir. Çevresel bozulmayı ifade etmek için sıklıkla karbon emisyonu kullanılsa da sera gazı emisyonları daha kapsamlı bir göstergedir. Çevresel bozulmanın büyüme ile ilişkisini araştıran çalışmalar fazla olmasına rağmen kalkınma ile ilişkisini araştıran literatür hala zayıftır. Bu bağlamda bu çalışmada Türkiye’de 1990-2021 döneminde kalkınmanın kapsamlı bir göstergesi olarak kabul gören insani gelişme endeksi, insani gelişme endeksinin alt endeksleri ve kentleşmenin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi genişletilmiş ARDL yöntemiyle incelenmiştir. Sınır testi sonuçları değişkenlerin eşbütünleşik olduğunu göstermiştir. Uzun dönem esnekliklerine göre gelir boyutu ve kentleşme çevresel bozulmayı artırırken eğitim boyutu az da olsa çevreyi koruyucu etkide bulunmaktadır. İnsani gelişme endeksi ve sağlık endeksinin çevresel bozulmaya etkisi ise istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Ancak sağlamlık kontrolü yapıldığında insani gelişme endeksinin etkisinin anlamlı olduğu görülmektedir. Çevre kalitesinin yükselmesi için üretim sürecinde fosil yakıtların ağırlığının azaltılması ve yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması gerekmektedir. Ayrıca eğitim hizmetleri daha kapsayıcı ve daha eşit bir şekilde sunulmalıdır. Son olarak kentleşmenin çevre kirletici etkisinin azaltılması için kentlerin sürdürülebilirlik kabiliyetlerinin artırılması gerekmektedir.

ABSTRACT

Climate change caused by increases in anthropogenic activities threatens both the present and the future. In this sense, increasing greenhouse gas (GHG) emissions are one of the biggest obstacles to sustainability. Identifying the factors that contribute to environmental degradation (ED) can be useful in designing policies to mitigate the effects of this problem. Although carbon emissions are frequently used as a metric for assessing ED, GHG emissions offer a more comprehensive indicator. While numerous studies have examined the relationship between ED and economic growth, the existing literature on the relationship between ED and development remains limited. In this context, this study examines the impact of the human development index, which is accepted as a comprehensive indicator of development, sub-indices of the human development index and urbanisation on GHG emissions in Türkiye for the period 1990-2021 using the augmented ARDL method. The bounds test results indicate that the variables are co-integrated. In the long run, the income dimension and urbanisation contribute ED, while the education dimension has a slightly protective effect on the environment. The effects of the human development index and the health index on environmental degradation are statistically insignificant. However, when the robustness check is conducted, the effect of the human development index is found to be significant. To enhance environmental quality, it is imperative to diminish the reliance on fossil fuels in the production process and augment investments in renewable energy. It is also recommended that education services become more inclusive and equitable. Ultimately, to mitigate the harmful environmental consequences of urbanisation, it is crucial to enhance the sustainability capacities of urban centres.

Anahtar Kelimeler: İnsani Gelişme Endeksi, Sera Gazı Emisyonu, Çevresel Bozulma, Genişletilmiş ARDL

Keywords: Human Development Index, Greenhouse Gas Emissions, Environmental Degradation, Augmented ARDL

Corresponding Author: Burhan Durgun **E-mail:** burhan.durgun@dicle.edu.tr

Submitted: 29.08.2024 • **Accepted:** 06.11.2024



This article is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License (CC BY-NC 4.0)

EXTENDED SUMMARY

Climate change caused by increases in anthropogenic activities threatens both the present and the future. In this sense, rising greenhouse gas (GHG) emissions are one of the biggest obstacles to sustainability. The identification of factors that either positively or negatively impact environmental degradation is a valuable step in the development of policies designed to mitigate the effects of this problem. Carbon emissions are often used as a proxy for environmental degradation. However, GHG emissions are a more comprehensive indicator that also includes carbon compounds.

This study is based on the assumption that the various dimensions of human development may exert disparate impacts on environmental quality. Unlike previous studies, human development is included in the econometric model both in general and in its components such as education, health and income. Moreover, GHG emissions, which are a more encompassing measure than carbon emissions, are employed as an environmental quality variable. By incorporating urbanisation rates into the model as a control variable, it becomes evident how urbanisation impacts sustainability. The research questions of this study are i) how does human development affect environmental quality and ii) is there a difference in the effects of human development components on environmental quality? The absence of any other study in the literature that analyzes the impact of human development on environmental quality by decomposing it into its components has been a significant motivating factor in the development of this study.

Although numerous studies have been conducted to examine the relationship between environmental degradation and economic growth, the existing literature on the relationship between environmental degradation and development remains limited. Some studies have generally emphasised the mitigating effect of human development on environmental degradation. The literature on the relationship between education, health and income indicators and environmental degradation, on the other hand, has emphasised the environment-protective effect of these three dimensions, with contrasting results.

In this study, the effect of the sub-indices of the human development index, which is widely accepted as a comprehensive indicator of development, on GHG emissions in Türkiye for the period 1990-2021 is analysed with the augmented ARDL method. In the study, two models were constructed with GHG emissions as the dependent variable. The independent variables are the Human Development Index in the first model and the sub-indices of education, health, and income in the second model. In both models, urbanisation rate is used as a control variable.

The stationarity of the variables was tested with the Augmented Dickey-Fuller (ADF) and Phillips-Perron (PP) unit root tests. Furthermore, the stationarity analysis was repeated with the Zivot-Andrews (ZA) unit root test, which also identified the structural breaks in the model. The AARDL procedure, as proposed by Sam et al. (2019), is more effective than the traditional ARDL method in detecting the relationship between variables.

The ADF and PP unit root tests show that all variables except urbanisation are stationary at first differences. The ADF test indicated an I(2) process for urbanisation, while the PP unit root test indicated stationarity at the level. The unit root test with the ZA break reported that the stationary process is valid in the first difference for all variables. The bounds test results show that the variables are co-integrated in both models and that there is no degenerate case in the models. The long-run elasticities indicate that increases in income and urbanisation are associated with heightened environmental degradation. Conversely, the education dimension exerts a slight protective effect on the environment. The effects of the human development index and the health index on environmental degradation are statistically insignificant. However, when the robustness check was conducted with the FMOLS method, the effect of the human development index was found to be significant.

The results for Türkiye indicate the necessity for the implementation of policies aimed at reducing environmental degradation. Primarily, the proportion of fossil fuels in primary energy consumption should be reduced, while investments in renewable energy should be increased. To reduce the environmental impact of production processes, regulations should be enacted, particularly in relation to energy efficiency and conservation. Furthermore, it is crucial to expand the scope of educational services to encompass a more inclusive and equitable approach. It is also essential to incorporate environmental awareness into the educational process and to provide support for research and development studies on green technologies at the post-secondary level.

Giriş

Büyük ekonomik ilerlemelerin kaydedildiği dünyada gelişme safhası, kirlilik ve iklim değişikliği gibi ciddi çevresel sorunları da beraberinde getirmiştir. Hızlı nüfus artışı, sanayileşme ve kentleşme, artan enerji talebiyle birlikte çevresel sürdürülebilirliği tehdit etmektedir (Kırıkkaleli vd., 2023). Sürdürülebilir çevre ve ekonomik kalkınmanın hedeflendiği dünyada kirlilikle birlikte doğal kaynakların tükenmesi, daha yüksek karbon emisyonları, küresel ısınma ve ekonomik büyüme yoluyla geri dönüştürülemeyen atıkların birikmesi, çevre politikalarının ve akademik çalışmaların temel konuları haline gelmiştir (Lee vd., 2022). Bu konulardan biri olan sera gazı emisyonları da ekosistemler ve insan faaliyetleri üzerinde önemli etkiler yaratarak küresel ısınmaya ve işgücü verimliliğinin düşmesine neden olmaktadır. Bu emisyonlar, sürdürülebilir kalkınmanın önündeki büyük engellerden biridir (Georgescu ve Kinnunen, 2024). Sera gazı emisyonlarını azaltan etkenleri ortaya çıkarmak ve bu mekanizmaları devreye almak çevreye feda edilmeyen bir kalkınma süreci için büyük önem arz etmektedir.

Genel olarak gelişmiş ülkeler küresel çevresel bozulmadan sorumlu tutulmaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde bilinçsiz doğal kaynak tüketimi ve çok fazla katı ve endüstriyel atık kullanımı yoluyla meydana gelen hava, su ve toprak kirliliği de çevresel tahribatın artmasına katkı yapmaktadır (Aytun vd., 2024). Ancak gelişme yolundaki ülkeler için enerji kullanımı istihdam yaratma, tarım, ulaşım, ticaret, sanitasyon hizmetleri, eğitim kalitesi ve gıda güvenliği için kritik önem arz etmektedir (Karekezi vd., 2012). Bu yüzden ağırlığı fosil yakıtlardan oluşan enerjilerin kullanımıyla kirlenen çevre gelişmekte olan ülkelerde gelişim sürecinin maliyeti olarak ortaya çıkmaktadır.

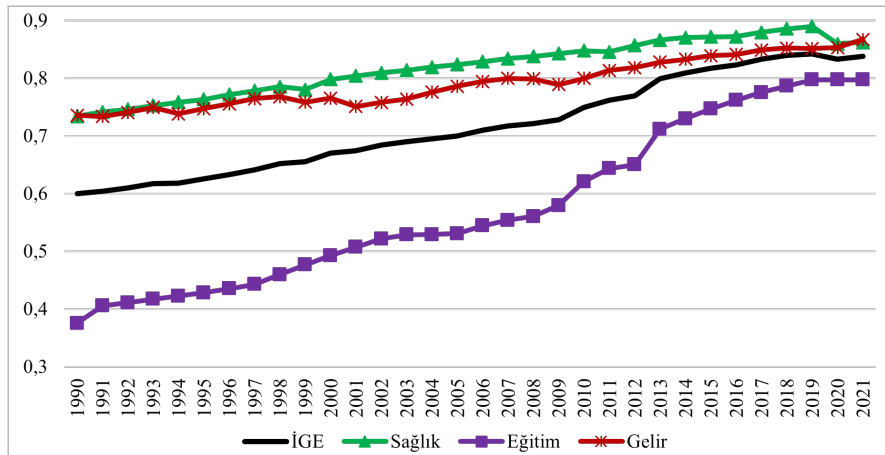
Ekonomik faaliyetlerin çevre üzerindeki etkisi değerlendirilirken sıkça kullanılan gayrisafi yurt içi hasıla verileri çevre kalitesinin sadece ekonomik büyümeyle ilişkilendirilmesine neden olmaktadır. Büyüme ile birlikte merkezine insanı alan kalkınma göstergelerinin kullanılması bu ilişkinin daha kapsamlı bir şekilde ele alınmasını sağlayabilmektedir.

Kalkınma düzeyini ifade edebilecek gösterge arayışının olduğu yıllarda Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) insani gelişme endeksini ortaya atmıştır. Temel olarak bireyin seçimlerinin genişletilmesi süreci olarak ifade edilen insani gelişme uzun ve sağlıklı bir hayat, bilgi edinme ve iyi bir hayat standardı gibi üç ana unsura dayanmaktadır (UNDP, 1990:10). Bu bakımdan insani gelişme endeksi büyümeye göre refahın daha kapsamlı bir göstergesi olmaktadır.

Bu çalışmada insani gelişmenin çevre üzerindeki etkisi ampirik yöntemlerle araştırılmıştır. Çalışma Türkiye'nin 1990-2021 dönemini ele almaktadır. Önceki çalışmalardan farklı olarak insani gelişme hem genel olarak hem de eğitim, sağlık ve gelir gibi bileşenlerine ayrılarak ekonometrik modele dahil edilmiştir. Ayrıca çevre kalitesi değişkeni olarak karbon emisyonundan daha geniş kapsamlı olan sera gazı emisyonu kullanılmıştır. Çalışma metodolojik olarak da diğer çalışmalardan ayrılmaktadır. Çalışmada yöntem olarak klasik gecikmesi dağıtılmış otoregresif sınır testi (ARDL) yönteminin genişletilerek uygulandığı Genişletilmiş ARDL (AARDL) prosedürü tercih edilmiştir. Böylece muhtemel ilişkiler daha sağlam bir şekilde tahmin edilebilmektedir. Bunun yanında tahminlemelerde yapısal değişimler de dikkate alınmıştır. Bu çalışmanın araştırma soruları, i) insani gelişme çevre kalitesini nasıl etkiler? ve ii) insani gelişme bileşenlerinin çevre kalitesi üzerindeki etkilerinde farklılık var mıdır? şeklindedir. Literatürde insani gelişmeyi bileşenlerine ayırarak çevre kalitesi üzerindeki etkisini inceleyen başka bir çalışmaya rastlanılmaması çalışmanın şekillenmesinde motivasyon kaynağı olmuştur. Çalışmada modellere eklenen kentleşme değişkeniyle model genişletilerek modernleşme göstergelerinden biri olan kentleşmenin (York vd., 2010) çevre üzerindeki etkisini ifade eden ekolojik modernleşme teorisi de doğrusal olarak test edilmiştir.

Çalışmanın bundan sonraki kısımlarında ilk olarak Türkiye'de insani gelişmenin ve sera gazı emisyonunun seyri değerlendirilmiştir. Daha sonra konuyla ilgili literatürün özeti sunulmuştur. Ampirik bölümde kullanılan veri ve yöntemler tanıtılmış sonrasında analiz bulguları yorumlanmıştır. Sonuç bölümünde ise genel değerlendirmeye birlikte politika önerilerinde bulunulmuştur.

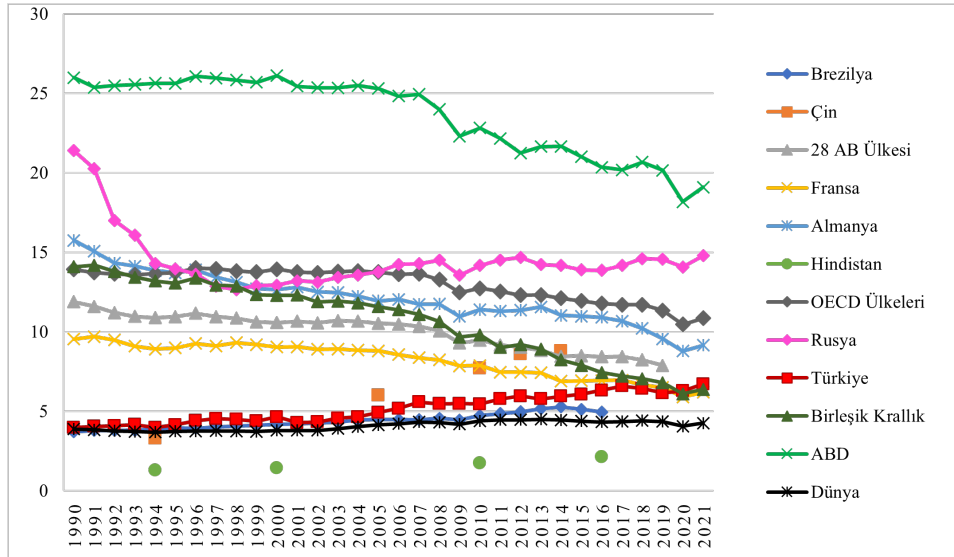
Türkiye'de insani gelişmenin seyri Şekil 1'de yer almaktadır. İnsani gelişme endeksi ve alt endekslerin yer aldığı grafiğe göre zaman serisinin başında Türkiye orta insani gelişmişlik seviyesinde bulunmakta, 2005'te yüksek insani gelişmişliğe 2014'te ise çok yüksek insani gelişmişliğe erişmiştir. Bileşen katkılarına bakıldığında ise sağlık, gelir ve eğitim şeklinde sıralanmaktadır. Endekste pandeminin yaşandığı 2020 yılı hariç sürekli yükseliş gerçekleşmiştir. Bu istisnanın oluşmasında sağlık endeksindeki büyük düşüşün etkisi görülmektedir. Kriz yılları (1994, 2001, 2009) ve 1999 depremi gelir endeksinde düşüşe neden olmuştur. Eğitim endeksi ise özellikle 2009 yılında yeni üniversitelerin açılması ve üniversite kontenjanlarının artmasıyla büyük bir artış kaydetmiştir.



Şekil 1. Türkiye'de İnsani Gelişme ve Alt Endeksleri, (1990-2021)

Kaynak: UNDP, 2022.

Türkiye’de 1990-2021 yılları arasında kişi başına sera gazı emisyonu miktarı Şekil 2’de görüldüğü üzere genel bir artış eğilimi göstermiştir. 1994, 2001, 2008 gibi kriz yaşanan yıllarda, depremin yaşandığı 1999 yılında, iç karışıklıkların yaşandığı 2013 yılı ve kur şokunun yaşandığı 2018 yılında emisyon miktarında azalma yaşanmıştır. Bu dönemde fert başına salınan sera gazında yaklaşık %69 oranında bir artış gerçekleşmiştir. Seçilmiş ülke ve ülke gruplarının grafiklerine göre, bu dönemde dünyada kişi başına sera gazı emisyonunda artış yaşanmıştır. Brezilya, Çin ve Hindistan’da da artış yaşanırken diğer ülke ve ülke grupları ise daha az çevre kirlenmeye gelmiştir. Covid19 pandemisinin etkisiyle dünyada 2020 yılında sera gazı emisyonlarında düşüş yaşanırken Türkiye’de uygulanan kapanma politikalarındaki sektörel istisnalar sera gazı emisyonunun artış eğiliminin sürmesine neden olmuştur.



Şekil 2. Kişi Başına Sera Gazı Emisyonları, Ton CO2 Eşdeğeri, (1990-2021)

Kaynak: OECD, 2024.

Literatür ve Teorik Arka plan

1960’lardan itibaren ekonomik büyüme, nüfus artışı, kentsel nüfus yoğunluğu ve kontrolsüz sanayileşme gibi olgular çevre sorunlarının artmasına neden olmuştur. Yoğun kimyasal madde kullanımı, su kaynaklarının ve toprağın kirlenmesi, erozyon, tuzlanma, orman azalması, biyolojik çeşitlilik kaybı, çevreyi dikkate almayan turizm faaliyetleri, fosil yakıt kullanımı ve artan sera gazı salınımı, çevresel sorunların giderek derinleşmesine neden olmuştur (Pamuk, 2014: 15). Bu sorunların derinleşmesi çevreyle ilgili akademik çalışmalar için motivasyon sağlamıştır. Çevre korunmadan büyümenin sürdürülebilir olamayacağı fikri ağır bastıkça çevre ekonomisi literatürü gelişmeye ve genişlemeye başlamıştır. Böylece çevresel tahribatın neden ve sonuçları farklı bakış açılarıyla incelenmiştir.

Çevre tahribatının ekonomik sebepleri ilk olarak Grossman ve Krueger (1991) tarafından incelenmiştir. Kuzey Amerika ülkeleri özelinde yapılan çalışmada çevre kirlenmesi (sülfür dioksit) kalkınma seviyesiyle ilişkilendirilmiştir. Çalışmada değişkenler arasında önce artan bir dönüm noktasından sonra da azalan (ters U) bir bağlantının bulunduğu tespit edilmiştir. Literatürde bu ilişki çevresel Kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezi şeklinde ifade edilmektedir. Halen birçok çalışmaya konu olan bu hipotez çevre ekonomisi literatüründe hem ulusal hem de uluslararası bazda kapsamlı olarak test edilip değerlendirilmektedir.

Bu çalışmada insani gelişme hem bir bütün olarak hem de ayrıştırılarak analiz edildiği için literatür taraması da bu bakış açısıyla yapılmıştır. İlk olarak insani gelişmenin çevreye etkisinin araştırıldığı sınırlı sayıda çalışmanın özetine yer verilmiştir.

Ekonomik büyüme ile çevresel kirliliği ilişkisini 170 ülkede farklı insani gelişme düzeylerine ayrıştırarak panel regresyon yöntemiyle inceleyen Beşer vd.’nin (2017) çalışmalarında, karbon salınımının insani gelişmişlik seviyesinden bağımsız olduğu tespit edilmiştir. Manga ve Akar (2020), 1998-2014 yılları arasında 9 Akdeniz ülkesinde büyüme, CO2 emisyonu ve insani gelişme ilişkilerini panel ARDL yöntemiyle araştırmışlardır. ÇKE hipotezinin doğrulandığı çalışmada insani gelişme düzeyindeki artışların çevre koruyucu etkisi olduğu raporlanmıştır. Damirova ve Yayla (2021), 10 Avrupa ülkesi ve Türkiye’de 1995-2016 döneminde kişi başına gelir, insani gelişme endeksi, doğrudan yabancı yatırımlar ve çevre vergilerinin çevresel bozulmaya etkisini panel eşbütünleşme yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmanın sonuçları insani gelişme endeksinin çevresel kaliteyi arttırdığını çevre vergilerinin ise azalttığını göstermiştir. Bucak (2022), E7 ülkelerinde 2000-2017 dönemini baz alarak ekonomik özgürlük, insani gelişme ve ekolojik ayak izi bağlantılarını analiz etmiştir. Panel eşbütünleşme yönteminin kullanıldığı çalışmaya göre insani gelişme ekolojik ayak izini arttırırken ekonomik özgürlükler azaltmaktadır. Ayrıca ekonomik özgürlükler insani gelişmeye olumlu katkı sağlamaktadır.

İnsani gelişmenin ekolojik ayak izi üzerindeki asimetrik etkisini finansal gelişme, gelir eşitsizliği ve enerji tüketimi bağlamında inceleyen Uzar ve Eyuboglu (2024), Türkiye'nin 1990-2021 dönemini ele almışlardır. Çalışma bulguları insani gelişmenin ekolojik ayak izini azalttığını finansal gelişmenin ve gelir eşitsizliğinin ise arttırdığını göstermiştir. Balsalobre-Lorente vd. (2024), ekolojik ayak izinin ekonomik karmaşıklık, insani gelişme, yenilenebilir enerji tüketimi ve yüksek inovasyon süreçleriyle etkileşimini G7 ülkelerinin 1991-2018 dönemi verileriyle araştırmışlardır. Analizler tüm değişkenlerin ekolojik ayak izini azaltıp çevre koruyucu etki yaptığını ortaya koymuştur. Nguea ve Fotio (2024), biyokütle enerjisi tüketimi ve insani gelişmenin ekolojik ayak izine etkisini panel veri teknikleriyle incelemişlerdir. 31 Afrika ülkesinde 1996-2018 döneminin analiz edildiği çalışma biyokütle enerjisi tüketiminin ekolojik ayak izini arttırdığını insani gelişmenin ise azalttığını göstermiştir.

Bu çalışmalar genel olarak değerlendirildiğinde, yüksek insani gelişmenin daha çok çevre koruyucu etkide bulunmasının yanı sıra çevresel kaliteyi bozucu etkisinin de raporlandığı görülmüştür. Bu sonuçların ortaya çıkmasında ele alınan ülke veya ülke grubunun farklı olmaları, metodolojik yaklaşımdaki farklılıklar veya kurulan modellerdeki değişkenlerin etkisinin bulunduğu düşünülmektedir. Örneğin, E7 ülkelerini inceleyen Bucak (2022) ve G7 ülkelerini inceleyen Balsalobre-Lorente vd.'nin (2024) elde ettiği sonuçlar zıt yönlüdür. Bu iki çalışma aynı zamanda ele alınan dönem açısından da farklılaşmaktadır.

Bu çalışma insani gelişmenin farklı boyutlarının çevre kalitesi üzerindeki etkilerinin farklılaşabileceği varsayımıyla ele alınmıştır. Bu boyutlardan biri olan eğitim boyutu da çevre ekonomisi literatüründe sıkça çalışılan konular arasındadır. Aşağıda özetlenen bu çalışmalarda eğitim göstergesi olarak beşeri sermaye endeksleri ön plana çıkmaktadır.

Türkiye'nin 1971-2020 dönemi verileriyle yapılan Aytun ve Akın'ın (2016) çalışmasında karbon emisyonları, eğitim düzeyi ve enerji tüketimi ilişkileri incelenmiştir. Nedensellik analizi sonuçlarına göre ilk ve ortaöğretim düzeyinden çevresel bozulmaya bir ilişki bulunmamakta fakat yükseköğretimden çevresel bozulmaya doğru nedensel bir bağlantı bulunmaktadır. Chankrajang ve Mutarak (2017), örgün eğitimin çevre dostu davranışları teşvik edip etmediğini araştırmak için Tayland'da 2010 ve 2013 yıllarında ulusal düzeydeki anketleri kullanan bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma sonuçlarına göre, daha fazla eğitim gören bireylerin çevre dostu eylemlerde bulunma olasılığı artmaktadır. Finansal gelişmişlik, yenilenebilir enerji tüketimi, biyokapasite ve beşeri sermayenin ekolojik ayak izine etkisini GMM yaklaşımıyla inceleyen Shujah-ur-Rahman vd. (2019), 16 Doğu ve Orta Avrupa ülkesini ele almışlardır. Çalışmada, yenilenebilir enerji tüketimi ve beşeri sermayenin çevre koruyucu etkisi olduğu raporlanmıştır.

Çevre ve beşeri sermaye arasında uzun dönemde anlamlı bir bağlantının tespit edilemediği Hassan vd.'nin (2019) çalışmalarında Pakistan'ın 1971-2014 periyodu incelenmiş ve beşeri sermaye, biyolojik çeşitlilik, büyüme ve ekolojik ayak izi değişkenleri kullanılmıştır. Çalışma ayrıca kısa dönemde beşeri sermayenin ekolojik ayak izini arttırdığını değerlendirmiştir. Ahmed ve Wang (2019) ise Hindistan'da ekolojik ayak izinin büyüme, beşeri sermaye, enerji tüketimi, kentsel nüfus ve ticaret açıklığından nasıl etkilendiğini incelemişlerdir. ARDL ve Bayer-Hanck testlerine göre beşeri sermaye, ekolojik ayak izi üzerinde negatif etki yaratarak çevresel bozulmayı azaltmaktadır. ABD özelinde yapılan Zafar vd.'nin (2019) çalışmalarında da yine ARDL prosedürü kullanılmış ve 1970-2015 dönemi ele alınmıştır. Enerji tüketimi, doğal kaynaklar, doğrudan yabancı yatırımlar ve beşeri sermayenin ekolojik ayak izine etkisinin araştırıldığı çalışma beşeri sermaye ve doğal kaynakların çevre kalitesini pozitif, enerji tüketimi ve büyümenin negatif etkilediğini ortaya koymuştur.

Çin özelinde yapılan Li ve Ouyang'ın (2019) çalışmalarında beşeri sermaye, büyüme ve finansal gelişmenin karbon emisyonlarına etkisi incelenmiştir. 1978-2015 döneminin ele alındığı çalışmaya göre, beşeri sermaye ile çevresel bozulma arasında ters-N şekilli bir bağlantı bulunmaktadır. Khan (2020), 122 ülkede 1980-2014 dönemindeki verileri kullanarak beşeri sermaye, finansal gelişme, ticaret açıklığı, fosil yakıt tüketimi ve büyüme arasındaki ilişkileri Hansen eşik regresyon modeliyle incelemiştir. Çalışma bulguları, düşük beşeri sermaye düzeyindeki yükselişlerin ilk aşamada kirliliği arttırdığını fakat belli bir eşik değerden itibaren artan eğitim düzeyinin çevre bilinci kazandırdığını ve karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik çevre dostu teknolojilerin kullanımını teşvik ettiğini göstermiştir. Sarkodie vd. (2020), dinamik ARDL yöntemiyle Çin'de yenilenebilir enerji tüketimi, ticari açıklık, beşeri sermaye ve ekonomik büyümeyle çevre kalitesi bağlantılarını değerlendirmişlerdir. ÇKE hipotezinin doğrulandığı çalışmada, artan beşeri sermayenin çevre kirlenme etkisini raporlamışlardır.

Pakistan'ın 1985-2018 dönemi verileri kullanan Zhang vd. (2021), doğal kaynak bolluğu, beşeri sermaye, ve büyümenin çevre kalitesine etkisini araştırmışlardır. Dinamik ARDL analizi sonuçlarına göre, doğal kaynağın bol olduğu ve beşeri sermayenin yüksek olduğu durumda karbon emisyonları ve ekolojik ayak izi azalmaktadır. Khan vd. (2021), 1990-2018 yılları arasında 7 OECD ülkesi özelinde mali yerelleşme ile çevre kalitesi ilişkisini beşeri sermaye ve kurumsal kalite etkileşimiyle incelemişlerdir. Panel eşbütünleşme ve nedensellik analizine göre, mali yerelleşmenin karbon emisyonlarını azaltıcı etkisi kurumsal kalite ve beşeri sermayeyle birlikte artmaktadır. 23 Sahra altı Afrika ülkesi için yapılan çalışmada Erdoğan vd. (2021), ekolojik ayak iziyle küreselleşme, beşeri sermaye, doğal kaynak bolluğu ve kentsel nüfusu modellemiştir. Panel eşbütünleşme analizi sonuçları, beşeri sermayedeki artışların çevre koruyucu etkisine karşılık kentsel nüfusun kirlenme etkisinin olduğunu göstermiştir.

Hao vd. (2021), genişletilmiş kesitsel ARDL yöntemini kullanarak G7 ülkelerinde beşeri sermaye, çevre vergileri, çevresel teknolojiler, yenilenebilir enerji tüketimi, büyüme ve karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma yürütmüşlerdir. Araştırma bulguları ÇKE hipotezini doğrulamaktadır ve büyüme dışındaki faktörlerin karbon emisyonları üzerinde hafifletici bir

etkisi olduğunu göstermektedir. Çin özelinde yapılan Yilanci vd.'nin (2022) çalışmalarında RALS-FADL yöntemiyle büyüme, beşeri sermaye ve kentleşmenin orman ayak izi üzerindeki etkisi araştırılmıştır. ÇKE hipotezinin doğrulandığı analizlere göre, beşeri sermayenin orman ayak izi üzerinde negatif yönlü bir etkisi bulunmaktadır. Ülke özelinde yapılan bir başka çalışmada Boukhelkhal (2022), Cezayir'in 1980-2017 dönemini ele almıştır. Enerji tüketimi, doğumda yaşam beklentisi, ticaret açıklığı ve beşeri sermaye değişkenlerinin ekolojik ayak iziyle ilişkisinin incelendiği çalışmada kısa dönemde beşeri sermaye ve doğumda yaşam beklentisinin ekolojik ayak izini pozitif etkilediği, uzun dönemde ise beşeri sermayenin etkisinin negatife döndüğü tespit edilmiştir.

Chen vd. (2022), 1990-2016 yılları arasında 110 ülkede beşeri sermaye, kentleşme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi panel kantil regresyon yöntemiyle incelemişlerdir. Tüm ülkeler için elde edilen sonuç beşeri sermayenin ekolojik ayak izi üzerinde önce pozitif daha sonra negatif bir etkisi olduğunu göstermiştir. Ayrıca yüksek gelirli ülkelerde beşeri sermaye çevre koruyucu iken düşük gelirli ülkelerde çevre kirleticidir. Daha güncel yöntemlerle analiz yapan Jin vd. (2022) çalışmalarında Çin'in 1988'den 2018'e kadar üç aylık verilerini kullanmışlardır. Kantil ARDL sonuçları eko-inovasyonun ve beşeri sermayenin karbon emisyonlarını azalttığını ortaya koymuştur. Çin'i ele alan bir diğer çalışmada Durgun ve Dayanır (2023), 1990-2019 döneminde enerji yoğunluğu ve kentleşme bağlamında beşeri sermayenin sera gazı emisyonuna etkisini incelemişlerdir. Bayer-Hanck yönteminin kullanıldığı çalışmada beşeri sermayedeki yükselişlerin çevre kirletici etkisi olduğu bildirilmiştir. Aynı ülke ve dönem için farklı yöntem ve veriler kullanıldığında farklı sonuçların ortaya çıkabildiği görülmektedir. Son olarak, 19 orta gelirli ülkenin 1980-2016 dönemine ait verileri kullanarak beşeri sermaye, teknolojik yenilik ve finansal gelişmenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini değerlendiren Aytun vd. (2024) ampirik yöntem olarak CS-ARDL yaklaşımını kullanmışlardır. Çalışmada, büyümenin ekolojik ayak izini artırmasına karşılık, beşeri sermaye ve finansal gelişmenin azalttığını teknolojik yeniliğin ise etkisinin anlamsız olduğu raporlanmıştır.

Çevre-eğitim literatürü genel olarak değerlendirildiğinde yine analiz edilen dönem ve ülke/ler ile kullanılan yöntemlerin sonuçların farklılaşmasında rol oynadığı görülmektedir. İlişkinin doğrusal olduğunun yanı sıra ters-U veya N şekilli olduğu da iddia edilmektedir. Ancak hakim görüş yüksek beşeri sermayenin yüksek çevre kalitesiyle ilişkilendirildiği yönündedir. Nitekim Jahanger vd.'ne (2022) göre de çevresel refahın artırılması için beşeri sermayenin geliştirilmesi gereklidir. Bu nedenle, özellikle gelişmekte olan ülkelerin hükümetleri eğitim ve sağlık sektörlerine daha fazla bütçe ayırmalıdır. İnsan kapasitesinin geliştirilmesine yönelik kamu yatırımlarının artırılması, çevresel refahın sağlanması için farkındalığın artırılmasında kritik bir rol oynamaktadır.

Çevre-sağlık ilişkisi daha çok halk sağlığı araştırmalarına konu olsa da ekonomistlerin de ilgisini çekmektedir. Kurulan modellerde daha çok çevre kalitesinin sağlığa etkisi araştırılmakla birlikte son zamanlarda özellikle yaşam beklentisinin çevreye etkisi çevre ekonomistlerinin merak ettiği konular arasındadır. Konu ile ilgili literatür aşağıda özetlenmiş ve ardından kısa bir değerlendirmesi yapılmıştır.

Şehir düzeyinde yapılan Son vd.'nin (2008) çalışmasında Güney Kore'nin Seul kenti incelenmiştir. Hava kirliliğiyle yenidoğan bebek ölüm hızı ilişkisi araştırılmış ve ozon haricindeki kirletici gazlar ile bebek ölümleri arasında aynı yönlü ilişki bulunmuştur. Fakhri vd. (2015), 1990-2010 döneminde MENA ülkelerinde büyüme, enerji tüketimi, yaşam beklentisi ve karbon emisyonu ilişkilerini panel eşbütünleşme yöntemiyle araştırmışlardır. Çalışmada enerji tüketiminin karbon emisyonunu arttırdığını, yaşam beklentisinin ve büyümenin ise düşürdüğünü bulmuşlardır. Shobande'nin (2020) çalışmasında 23 Afrika ülkesinin 1990-2014 dönemi verileri kullanılmış ve enerji tüketimi, karbon emisyonları, beşeri sermaye yatırımı ve bebek ölüm hızı ilişkisi incelenmiştir. Çalışmada bebek ölüm hızının beşeri sermaye yatırımı, su kaynağındaki iyileşme ve enerji tüketimiyle zıt çevre kirliliğiyle aynı yönlü ilişkide olduğu bulunmuştur.

Doğumda beklenen yaşam süresi ile çevresel kalite ilişkisini inceleyen Çakır (2023), çalışmasında E7 ülkelerini 2005-2019 dönemi verileriyle ele almış ve panel nedensellik yöntemini kullanmıştır. Çalışma bulguları doğumda beklenen yaşam süresi ile karbon emisyonu arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi olduğunu göstermiştir. Murthy vd. (2021), D8 ülkelerinde 1992-2017 döneminde çevresel bozulma ile sağlık ilişkisini panel ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Çalışmanın bulgularına göre, ekonomik büyüme ve sağlık harcamaları yaşam beklentisini olumlu etkilerken karbon emisyonu olumsuz etkilemektedir. Wang ve Li (2021), 154 ülke için 1992-2016 döneminde çevresel bozulmanın belirleyicilerini doğrusal panel ve panel eşik regresyon yöntemleriyle incelemişlerdir. Analizlerde yaşlanma, yaşam beklentisi ve büyümenin karbon emisyonuna etkilerinin doğrusal olmadığı görülmüştür. Kişi başına gelir arttıkça büyüme daha kirletici olmaktadır. Nüfusun yaşlanması ve yaşam beklentisinde meydana gelen artışlarla karbon emisyonu üzerindeki negatif etki daha da şiddetlenmektedir.

Mahalik vd. (2023), BRICS ülkelerinde 1999-2016 yılları arasında toplam ve cinsiyete göre ayrıştırılmış yaşam beklentisinin karbon emisyonu üzerindeki etkisini panel eşbütünleşme ve panel ARDL yöntemleriyle araştırmışlardır. Çalışmaya göre, toplam yaşam beklentisi, erkeklerin yaşam beklentisi ve ekonomik büyüme karbon emisyonlarını düşürürken, çevre teknolojisi ve kadınların yaşam beklentisi arttırmaktadır. Uddin vd. (2023), 6 Asya ülkesinde 2002-2020 döneminde yaşam beklentisinin belirleyicilerini CS-ARDL yöntemiyle incelemişlerdir. Yazarlar, kurumsal kalite, finansal kalkınma ve sağlık harcamalarının yaşam beklentisini arttırdığını buna karşılık, karbon emisyonları ve ekolojik ayak izinin yaşam beklentisini azalttığını ifade etmişlerdir.

Çevre kalitesiyle sağlık düzeyini araştıran literatür ise genel olarak yüksek sağlık düzeyi ile yüksek çevre kalitesi bağımlı

kurmaktadır. Söz konusu literatürde de yine hakim görüşün aksine önermelerde bulunan çalışmalar bulunmaktadır. Örneğin, Mahalik vd.'nin (2023) çalışmasında cinsiyete göre ayırım yapıldığında sonuçların farklılaştığı görülmüştür.

Çevre kalitesinin gelire ilişkisi daha çok ÇKE hipotezinin test edilmesiyle araştırılmıştır. Bunların yanında ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki doğrusal etkisinin incelendiği çalışmalar da mevcuttur. Hanif vd. (2019), Asya ülkelerinde, Hashmi ve Alam (2019) ve Huntington ve Liddle (2022) OECD ülkelerinde, Radmehr vd. (2021) ve Pejovic vd. (2021), Avrupa ülkelerinde ekonomik aktivitelerin çevre kirletici olduğu sonucunu bulmuşlardır. Buna karşın Achaempong vd. (2022) Avrupa ülkelerinde, Raihan ve Tuspekova (2022) Singapur'da ve Bosah vd. (2023) 159 ülkede büyümenin çevre koruyucu etkisini vurgulamışlardır. Çok ülkeli Ehigiamusoe ve Lean'ın (2019), çalışmalarında ise gelire göre gruplandırıldığında her iki sonucun da doğrulanabildiği gösterilmiştir.

Yapılan literatür taraması insani gelişme ile çevre bağlantısının karmaşık olabileceği, her bir boyutun çevreye etkisinin paralel olamayabileceği fikrini vermektedir. İnsani gelişmenin bir bütün olarak çevresel bozulmayı arttırdığı veya azalttığı bulgusu politika önerilerinde yanlılığa sebep olabilmektedir. İnsani gelişimin çevresel bozulmayı azalttığı durumda uygun politika önerileri insani gelişme düzeyinin yükseltilmesi yönünde olmaktadır. Ancak insani gelişmenin tüm boyutlarının azaltıcı etkide bulunabildiği kesin değildir. Herhangi bir boyutun zıt yönlü etkisinin olması politika etkisizliği yaratabilmektedir. Aynı durum insani gelişmenin çevresel bozulmayı arttırdığı durum için de geçerlidir. Bu motivasyonla çalışmanın sonraki aşamalarında tanıtılan yöntemler kullanılarak çevre-kalkınma ilişkisi analiz edilmiştir.

Veri ve Ekonometrik Metodoloji

Bu çalışma Türkiye'de insani gelişme endeksi bileşenlerinin çevresel bozulmaya etkilerini incelemektedir. Hem insani gelişme endeksi hem de sera gazı emisyonunu gösteren veriler 1990 yılından itibaren elde edilebilir olduğundan dolayı analiz dönemi 1990-2021 periyoduyla sınırlandırılmıştır. Çevresel bozulmayı gösteren kişi başına sera gazı emisyonu verileri OECD veri tabanından insani gelişme endeksi bileşenleri ise UNDP tarafından ilan edilen insani gelişme raporlarından toplanmıştır. Kontrol değişkeni olarak eklenen kentleşme oranı Dünya Bankası'nın Dünya Gelişim Göstergelerinden derlenmiştir. Sera gazı emisyonu ve kentleşme oranının logaritması alınmıştır. Analizlerde sera gazı emisyonu $lghg$, eğitim endeksi ei , sağlık endeksi hi , gelir endeksi yi ve kentleşme oranı ise $lurb$ şeklinde gösterilmektedir. Değişkenlere ilişkin ayrıntılar Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Değişkenlerin Tanım, Ölçüt ve Kaynakları

Değişken	Tanım	Ölçüt	Kaynak
$lghg$	Sera Gazı Emisyonu	Kişi başına ton	OECD
hdi	İnsani Gelişme Endeksi	0-1 (Endeks)	UNDP
ei	Eğitim Endeksi	0-1 (Endeks)	UNDP
hi	Sağlık Endeksi	0-1 (Endeks)	UNDP
yi	Gelir Endeksi	0-1 (Endeks)	UNDP
$lurb$	Kentleşme Oranı	(Kentsel Nüfus/Toplam Nüfus) x 100	WorldBank, WDI

Sera gazı emisyonununun bağımlı değişken olduğu modellerin ekonometrik aşağıda gösterildiği gibidir:

$$lghg_t = \alpha_0 + \alpha_1 hdi_t + \alpha_2 lurb_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

$$lghg_t = \beta_0 + \beta_1 ei_t + \beta_2 hi_t + \beta_3 yi_t + \beta_4 lurb_t + \varepsilon_t \quad (2)$$

Model 1'de α_0 sabit terimi, α_1 insani gelişme endeksinin katsayısını ve α_2 kentleşme oranının katsayısını göstermektedir. α_1 katsayısının pozitif olması çevresel bozulmadaki artışı göstermektedir. α_2 katsayısı ise artan kentleşmenin çevresel bozulmaya etkisinin büyüklüğünü ifade etmektedir.

Model 2'de β_0 , sabit terimi, β_1 , β_2 ve β_3 bağımsız değişkenlerin katsayılarını, β_4 kentleşme oranının katsayısını ve ε_t ise hata terimini göstermektedir. β_1 , β_2 , β_3 ve β_4 katsayılarının pozitif olması çevresel bozulmayı gösterirken negatif olması çevre kirliliğinin azaldığını göstermektedir.

Modele eklenen kentleşme ile ilgili görüşler ağırlıklı olarak çevresel bozulmayı arttırıcı etkiyi öne sürmektedir. Abbasi vd. (2020), 8 Asya ülkesinde kentleşmenin çevresel kaliteyi azaltıcı etkisini raporlamışlardır. Plansız kentleşmeye vurgu yapılan çalışmada küresel ısınma için önemli bir faktör olduğu belirtilmiştir. Benzer şekilde Adebayo vd. (2021) de Latin Amerika ülkelerinde kentleşmenin artan enerji talebi yoluyla çevreyi bozduğunu raporlamışlardır. Musah vd.'nin (2021), Batı Afrika analizi yine kentleşmenin karbon emisyonlarını arttırdığını ortaya koymuştur. Doğrusal olmayan bir çalışma yürüten Hao vd. (2020) ise

Çin'in 29 eyaletinde kentleşmenin çevreyi kirlettiğini ancak bu kirliliğin üçüncül sanayi oranındaki artışla azaldığını bulmuşlardır. Diğer bir çalışmada Latief vd. (2022), kentleşme ile çevresel bozulma arasındaki ilişkinin ülke gelirine göre farklılaştığını ileri sürmüşlerdir. Yazarlar alt-orta ve yüksek gelir grubu ülkelerde ters U, üst-orta gelir grubu ülkelerde ise U şekilli bir ilişkiyi raporlamışlardır. Alt-orta ve yüksek gelirli ülkelerdeki bu yönseme ekolojik modernleşme teorisini desteklemektedir.

Çalışmanın ampirik kısmında öncelikle ekonometrik metodolojiye yer verilmiş daha sonra araştırmaya konu olan veriler kantitatif olarak ele alınmıştır. Tahminlerin daha güvenilir, daha istikrarlı ve karar verme süreçlerinin daha doğru elde edilebilmesi için öncelikle birim kök testlerine değinilmiş sonrasında ise uzun dönem ilişkileri ile nedensellik sınamasına geçilmiştir.

İlk olarak yaygın şekilde kullanılan ve yüksek mertebeden otoregresif süreçlerin olması durumunda tercih edilen genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi kullanılmıştır. Sınama klasik Dickey-Fuller (1979) birim kök testine bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin eklenmesiyle elde edilmektedir. ADF sınamasından sonra hata terimleri açısından daha esnek olan ve hata terimlerinin otokorelasyonlu olduğunu varsayan Phillips-Perron (PP) (1988) birim kök testi uygulanmıştır. Sınama asimptotik dağılımlarda ADF test istatistiği ile aynı sonuçları vermektedir (Gujarati ve Porter, 2012:758). Birim kök testlerinin sonuncusu olarak ise krizler, doğal afetler ya da istikrarsızlık gibi farklı durumlardan dolayı meydana gelen yapısal kırılmaları yakalayan ve bunu içsel olarak belirleyen, Zivot-Andrews (ZA) (1992) tek yapısal kırılmalı birim kök testi tatbik edilmiştir. Kırılma noktasının gözleme dayalı olarak değil de içsel olarak belirlenmesi sınamanın bağımsızlık varsayımından sapmadığını göstermektedir (Libanio, 2005: 155).

Durağanlıkların tespit edilmesiyle uzun dönem ilişkisinin belirlenebilmesi için eşbütünleşme sınamasına geçilmiştir. Eşbütünleşmenin tespiti için genişletilmiş gecikmeli dağıtılmış otoregresif (AARDL) sınır testi tercih edilmiştir. Sınama, Pesaran (1997) ve Pesaran vd. (2000, 2001) tarafından geliştirilen klasik ARDL sınır testinde olduğu gibi 2. mertebeden durağanlık durumunda kullanılamamaktadır. Sınamada gecikmeli düzeydeki bağımlı değişken test edilerek 1. dejenere durumu tespit etmeye yarayan t testi, gecikmeli düzeydeki bağımsız değişkenler test edilerek 2. dejenere durumu belirlemeye yarayan F testi ve tüm gecikmeli düzeydeki değişkenleri sınavan genel F testi ile tahminleme yapılmaktadır. Sınamada,

1. dejenere durumu temsil eden t testinin hipotezi $H_0 : \delta_1 = 0$,
2. dejenere durumu temsil eden bağımsız F testinin hipotezi $H_0 : \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0$ ve

Genel F testinin hipotezi $H_0 : \delta_1 = \delta_2 = \delta_3 = \delta_4 = \delta_5 = 0$

şeklinde ifade edilmektedir. Bu test istatistiklerine ait kritik değerler t testi için Pesaran vd.'nden (2001), bağımsız F testi için Sam vd.'nden (2019) ve genel F testi için gözlem sayılarına bağlı olarak Pesaran vd. (2001) veya Narayan'dan (2005) sağlanmaktadır. Sınama bu şekilde geleneksel eşbütünleşme testlerine göre daha kapsamlı bir görüntü çizdiğinden nispeten daha üstün bir test olarak görülmektedir. Sınamanın üç testi de sıfır hipotezini reddederse değişkenler arasında uzun dönem ilişkisi olduğu kanaatine varılmaktadır.

Bu çalışmada genişletilmiş sınamaların modelleri şu şekildedir:

$$\Delta lghg_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_1 \Delta lghg_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_2 \Delta hdi_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_3 \Delta lurb_{t-i} + lghg_{t-1} + \delta_2 hdi_{t-1} + \delta_3 lurb_{t-1} + z_t \quad (3)$$

$$\Delta lghg_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_1 \Delta lghg_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_2 \Delta ei_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_3 \Delta hi_{t-i} + \sum_{i=0}^u \alpha_4 \delta lurb_{t-i} + \delta_1 lghg_{t-1} + \delta_2 ei_{t-1} + \delta_3 hi_{t-1} + \delta_4 yi_{t-1} + \delta_5 lurb_{t-1} + z_t \quad (4)$$

Ampirik Bulgular

Değişkenlerin durağanlığı ADF ve PP birim kök testleriyle araştırılmıştır. Tablo 3'te verilen ADF birim kök testi sonuçlarına göre tüm değişkenler seviyesinde birim köklüdür. Değişkenlerin birinci farkı alındığında kentleşme haricindeki değişkenler %1 düzeyinde durağan olmaktadır. PP birim kök testi sonuçları da kentleşme haricindeki değişkenlerin seviyelerinde birim köklü olduğunu ve birinci farklarında durağan olduğunu göstermiştir. Bu test ayrıca kentleşmenin seviyesinde durağan olduğunu ima etmektedir.

Tablo 2. ADF ve PP Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	ADF		PP	
	I(0)	I(1)	I(0)	I(1)
<i>lghg</i>	-0.3304	-5.4360***	0.1159	-6.6034***
<i>hdi</i>	-0.0785	-4.6739***	-0.1425	-4.7287***
<i>ei</i>	0.2189	-4.4071***	0.0795	-4.6175***
<i>hi</i>	-1.9922	-5.4911***	-2.2569	-5.5012***
<i>yi</i>	0.3674	-5.6178***	1.4442	-6.3071***
<i>lurb</i>	-2.5536	0.5908	-4.2744***	-3.8819***

Not: ***, %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Analizin yapıldığı dönemde gerçekleşen yapısal değişim/ler zaman serisindeki durağanlığı etkileyebilmektedir. Ayrıca kentleşme oranı için yapılan testlerin farklı sonuçlar sunması daha üstün ek bir testin uygulanmasını gerektiğini göstermektedir. Bu amaçla serilerin durağanlığı veri setindeki gözlem boyutunun kısa olması nedeniyle tek yapısal kırılmalı Zivot-Andrews testine başvurulmuştur. Tablo 4'teki test sonuçlarına göre tüm değişkenler birinci farkında birim kök içermektedir. Değişkenlerin fark serileri ise tek yapısal kırılmayla birlikte durağandır. Birim kök testi sonuçları genel olarak değerlendirildiğinde değişkenlerin I(1) düzeyinde bütünlük olduğu sonucuna varılmaktadır.

Tablo 3. ZA Birim Kök Testi Sonuçları

Değişken	I(0)	Kırılma Tarihi		I(1)	Kırılma Tarihi		Kritik Değerler
<i>lghg</i>	-4.1515	2005		-5.8151***	2003		0.01 -5.57
<i>hdi</i>	-3.6600	2001		-8.1461***	2013		0.05 -5.08
<i>ei</i>	-4.6088	2004		-7.1403***	2013		0.10 -4.82
<i>hi</i>	-1.1605	2017		-5.6512***	2015		
<i>yi</i>	-4.2047	1999		-6.0356***	2003		
<i>lurb</i>	-3.2263	2012		-26.1181***	2001		

Not: ***, %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Modellerde ikinci farkında durağan olan değişken bulunmadığı için seriler arasındaki eşbütünlük ilişkisi ARDL sınır testi yardımıyla araştırılabilmektedir. Model 1 için sınır testi sonuçları Tablo 5'te yer almaktadır. Modele Zivot-Andrews testinde tespit edilen 2005 kırılma yılı kukla değişken olarak eklenmiştir. Modelin tümü için hesaplanan F test istatistiği %10 üst sınır kritik değerinden büyük olduğu için seriler arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmaktadır. Modeldeki dejener durumların varlığını tespit etmek amacıyla genişletilmiş ARDL prosedürü gereği hesaplanan test istatistikleri de aynı tabloda sunulmuştur. Bağımlı değişken için hesaplanan t istatistiği mutlak %5 üst kritik değerinden mutlak değerce büyük olduğu için birinci dejener durum bulunmamaktadır. Bağımsız değişkenler için hesaplanan F istatistiği %5 üst kritik değerinden yüksek olduğu için modelde ikinci dejener durum da bulunmamaktadır.

Tablo 4. Genişletilmiş ARDL (1, 0, 0) Sonuçları- Model 1

Test İstatistikleri	F_{ALL}	4.9638*	t_{DV}	-3.7219**	F_{IDV}	6.7206**
Kritik Değerler	Narayan (2005)		Pesaran vd. (2001)		Sam vd. (2019)	
(k=2)	I0	I1	I0	I1	I0	I1
0.10	3.437	4.470	-2.57	-3.21	2.53	4.54
0.05	4.267	5.473	-2.86	-3.53	3.36	5.90
0.01	6.183	7.873	-3.43	-4.10	5.41	9.16

Not: F_{ALL} tüm model için hesaplanan F testini, t_{DV} bağımlı değişken için hesaplanan t testini ve F_{IDV} bağımsız değişkenler

Model 2 için sınır testi sonuçları ise Tablo 6'da yer almaktadır. Modelin tümü için hesaplanan F test istatistiği %1 üst sınır kritik değerinden büyük olduğu için seriler arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmaktadır. Bağımlı değişken için hesaplanan t istatistiği mutlak %1 üst kritik değerinden mutlak değerce büyük olduğu için birinci dejener durum bulunmamaktadır. Bağımsız değişkenler için hesaplanan F istatistiği %1 üst kritik değerinden yüksek olduğu için modelde ikinci dejener durum da bulunmamaktadır.

Tablo 5. Genişletilmiş ARDL (1, 0, 0, 0, 0) Sonuçları- Model 2

Test İstatistikleri	F_{ALL}	12.9863***	t_{DV}	-6.5663***	F_{IDV}	15.4443***
Kritik Değerler	Narayan (2005)		Pesaran vd. (2001)		Sam vd. (2019)	
(k=4)	I0	I1	I0	I1	I0	I1
0.10	2.752	3.994	-2.57	-3.66	2.22	3.84
0.05	3.354	4.774	-2.86	-3.99	2.80	4.70
0.01	4.768	6.670	-3.43	-4.60	4.15	6.83

Not: F_{ALL} tüm model için hesaplanan F testini, t_{DV} bağımlı değişken için hesaplanan t testini ve F_{IDV} bağımsız değişkenler için hesaplanan F testini ifade etmektedir. ***, %1 düzeyinde anlamlılığı göstermektedir.

Model 1 için değişkenler arasındaki uzun dönem esneklikleri ve kısa dönem analizi Tablo 7’de yer almaktadır. Panel A’daki sonuçlara göre insani gelişme endeksinin etkisi pozitif ancak anlamsızdır. Bu sonuç insani gelişme endeksindeki artışların çevresel bozulmayı artırıcı etkisinin anlamsız olduğunu göstermektedir. Kentleşme oranının katsayısı ise pozitif ve anlamlıdır. Beklendiği gibi çıkan bu sonuç kentleşme oranındaki %1’lik artışın çevre kirliliğini %2.46 arttırdığını ima etmektedir. Panel B’de kısa dönem analizi sonuçları verilmiştir. Hata düzeltme terimini gösteren $ect(-1)$ parametresi 0 ile -1 arasında ve istatistiksel anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde oluşan dengesizliklerin %69’u sonraki dönemde düzeliyor ve uzun dönem denge değerine yakınsamaktadır. Bu sonuçlar hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını ifade etmektedir. ARDL(1,0,0) modelinin diagnostik testleri de yapılmış ve elde edilen sonuçlar aynı tabloda verilmiştir. Test sonuçlarına göre hata terimleri normal dağılmakta, otokorelasyon ve değişen varyans sorunu (heteroskedastisite) ve model spesifikasyon hatası bulunmamaktadır.

Tablo 6. Uzun ve Kısa Dönem Analizi – Model 1

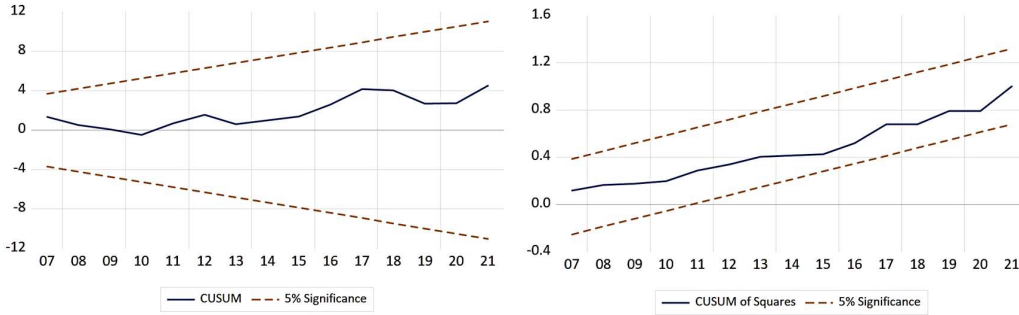
Panel A: Uzun Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>hdi</i>	0.7774	0.7052	1.1024	0.2793
<i>lurb</i>	2.4632	0.7925	3.1081	0.0042
Panel B: Kısa Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>c</i>	-3.5567	0.8954	-3.9724	0.0005
<i>kukla(2005)</i>	0.0601	0.0179	3.3512	0.0023
<i>ect(-1)</i>	-0.6945	0.1734	-4.0046	0.0004
Panel C: Diagnostik Testler				
Test	İstatistik	Olasılık		
J-B Normallik	0.7850	0.6754		
B-G LM	1.5348	0.4642		
BPG Değişen Varyans	3.7130	0.4462		
Ramsey RESET	1.1076	0.3027		

Model 2 için değişkenler arasındaki uzun dönem esneklikleri ve kısa dönem analizi Tablo 8’de yer almaktadır. Panel A’daki sonuçlarda %10 güven düzeyinde sağlık endeksi haricindeki uzun dönem katsayılarının istatistiksel olarak anlamlı olduğunu görülmektedir. Buna göre gelir endeksi ve kentleşme oranı sera gazı emisyonu üzerinde pozitif etki yaparken eğitim endeksi negatif etki yapmaktadır. Gelir endeksi ve kentleşme oranındaki %1’lik artış sera gazı emisyonunu sırasıyla %3.70 ve %2.18 civarında arttırmaktadır. Eğitim endeksindeki %1’lik artış ise sera gazı emisyonunu %0.40 civarında azaltmaktadır. Yani gelir düzeyindeki ve kentleşme oranındaki artışlar çevresel bozulmayı artırırken, eğitim düzeyindeki artışlar çevre koruyucu etki yaratmaktadır. Panel B’de kısa dönem analizinin sonuçları verilmiştir. Hata düzeltme terimini gösteren $ect(-1)$ parametresi 0 ile -1 arasında ve istatistiksel anlamlı olarak bulunmuştur. Buna göre kısa dönemde oluşan dengesizliklerin %86’sı sonraki dönemde düzeliyor ve uzun dönem denge değerine yakınsamaktadır. Bu sonuçlar her iki modelde de hata düzeltme mekanizmasının çalıştığını ifade etmektedir. Aynı tabloda sunulan ARDL(1,0,0,0,0) modelinin diagnostik test sonuçlarına göre bu modelde de hata terimleri normal dağılmakta, otokorelasyon ve değişen varyans sorunu (heteroskedastisite) ve model spesifikasyon hatası bulunmamaktadır.

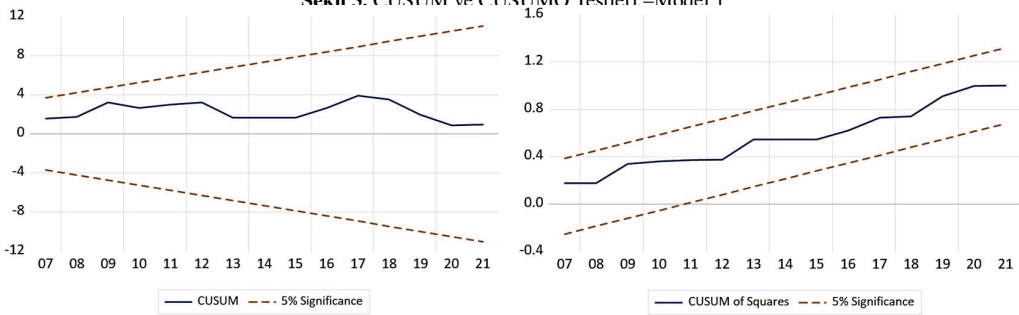
Tablo 7. Uzun ve Kısa Dönem Analizi – Model 2

Panel A: Uzun Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>hdi</i>	0.7774	0.7052	1.1024	0.2793
<i>lurb</i>	2.4632	0.7925	3.1081	0.0042
Panel B: Kısa Dönem Analizi				
Değişken	Katsayı	Std. Hata	t-İstatistiği	Olasılık
<i>c</i>	-3.5567	0.8954	-3.9724	0.0005
<i>kukla(2005)</i>	0.0601	0.0179	3.3512	0.0023
<i>ect(-1)</i>	-0.6945	0.1734	-4.0046	0.0004
Panel C: Diagnostik Testler				
Test	İstatistik	Olasılık		
J-B Normallik	0.7850	0.6754		
B-G LM	1.5348	0.4642		
BPG Değişen Varyans	3.7130	0.4462		
Ramsey RESET	1.1076	0.3027		

Son olarak ARDL modellerinin uzun dönem katsayılarında ani veya kademeli yapısal değişimlerin yaşanıp yaşanmadığını tespit etmek için CUSUM ve CUSUMQ testleri yapılmıştır. Şekil 3 (Model 1) ve Şekil 4'te (Model 2) hata terimi için çizilen eğriler %5 güven aralığında seyretmektedir. Bu sonuçlar her iki modelde de katsayıların kararlı olduğunu göstermektedir.



Şekil 3. CUSUM ve CUSUMQ Testleri – Model 1



Şekil 4. CUSUM ve CUSUMQ Testleri – Model 2

Elde edilen katsayıların sağlamlık kontrolü her iki model için FMOLS tahmincisiyle yapılmıştır. Model 1 için yapılan tahminde Tablo 9'da görüldüğü gibi tüm katsayılar anlamlı olarak tespit edilmiştir. ARDL (1,0,0) modelinin uzun dönem katsayı tahmininde anlamsız olduğu tespit edilen insani gelişme endeksi FMOLS modelinde %5 düzeyinde anlamlı çıkmaktadır. Bu sonuca göre insani gelişme endeksindeki artışların çevresel bozulmayı artırıcı etkisi olduğu söylenebilmektedir. FMOLS tahmininde kentleşme oranının çevre kirliliğini artırıcı etkisine yönelik ek kanıt sunulmuştur.

Model 2 için yapılan sağlamlık kontrolü sonuçları da Tablo 10'da görüldüğü gibi parametrelerin şiddeti farklılık arz etse de ARDL (1,0,0,0,0) modelinin uzun dönem katsayıları ile paralel çıkmıştır. Bu sonuçlar sağlık endeksinin pozitif etkisinin anlamsız olduğu, gelir endeksi ve kentleşmenin çevre kirliliği olduğu ve eğitim endeksinin çevre koruyucu etki yaptığı hakkında ek kanıt sunmuştur.

Tablo 8. Sağlamlık Kontrolü (FMOLS)

Değişken	Model 1		Model 2	
	Katsayı	t-İstatistiği	Katsayı	t-İstatistiği
<i>hdi</i>	1.1931**	2.6837		
<i>ei</i>			-0.3159***	-2.8916
<i>hi</i>			0.3146	0.9859
<i>yi</i>			3.4788***	9.6839
<i>lurb</i>	2.0052***	4.0156	2.0617***	6.9410
<i>c</i>	-3.5033*	-1.9452	-5.6925***	-5.9592
<i>kukla2005</i>	0.0906***	3.5569	0.0490***	4.3461

Not: *, ** ve ***, sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Elde edilen sonuçlar literatürdeki çalışmalarla kıyaslandığında çeşitli benzerlik var farklılıklar bulunduğu görülmektedir. Öncelikle çevresel bozulmayı ifade eden değişkenler başta olmak üzere modellemelerde kullanılan değişkenler bu farkın oluşmasında neden olabilmektedir. Çalışmada insani gelişmenin çevresel bozulmayı arttırdığı bulgusu literatürde Bucak'ın (2022) çalışmasıyla örtüşmektedir. Genel olarak beşeri sermaye endekslerinin kullanıldığı eğitim boyutunda elde edilen sonuç literatür özetinde yer alan 19 çalışmanın 15'i ile paralellik göstermektedir. Çalışmanın eğitim ile ilgili bulguları hakim görüşü destekler nitelikte olmuştur. Sağlık boyutunu ele alan çalışmalarda ise daha çok sağlık göstergelerini bağımlı değişken olarak modellemiştir. Etkisinin anlamsız olduğu göz önüne alınmadığında Mahalik vd.'nin (2023) elde ettiği sonuçlarda kadınların yaşam beklentisiyle ilgili bulgular bu çalışmayla paralelken erkeklerin yaşam beklentisiyle ilgili bulgular zıttır. Son olarak gelir boyutuyla ilgili bulgularda da benzerlik ve farklılıkların olduğu ancak hakim görüşle paralelliklerin daha ağır bastığı söylenebilir.

Sonuç

Bu çalışmada insani gelişme endeksinin alt endekslerinin sera gazı emisyonu üzerindeki etkisi kentleşme kontrol edilerek Türkiye özelinde incelenmiştir. ARDL sınır testi sonuçlarına göre değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisi bulunmaktadır. Genişletilmiş ARDL prosedürüne göre modelde herhangi bir dejenere durumun olmadığı görülmüştür. Uzun dönem esneklikleri insani gelişmenin gelir boyutunun sera gazı emisyonunu arttırdığını eğitim boyutunun ise azalttığını ortaya koymuştur. Kentleşme ise çevre kirliliğini arttırmaktadır. Bu sonuçlara göre Türkiye’de milli gelir artışı çevreyi kirlletici etki yapmaktadır. Üretim sürecinde ağırlığı fosil yakıttan sağlanan enerjinin yakılması sera gazı emisyonlarını arttırmaktadır. Mevcut enerji kullanım profilinde daha fazla mal ve hizmet üretimi için daha fazla sera gazı emisyonu anlamına gelmektedir. Eğitim boyutu çevresel bozulma üzerinde az da olsa azaltıcı etki yapmaktadır. Eğitimli bireyler daha fazla çevre koruyucu davranışlarda bulunmakta, çevreyi daha az kirlletmekte ve daha az çevreyi kirlletici mal ve hizmet talep etmektedirler. Çevre koruma bilincinin yükselmesi sera gazı emisyonunu azaltmaktadır. Sağlık boyutunun çevre kirlletici etkisi ise anlamsızdır. Türkiye’de kentleşme oranı monoton bir şekilde artmaktadır. Kırsaldan göç olarak optimum kent büyüklüğünü aşabilen kent merkezleri çevresel bozulmayı kontrol edememektedir.

Türkiye için elde edilen bu sonuçlar çevresel bozulmanın azaltılması için bazı politikaların uygulanmasını gerektirmektedir. Öncelikle birincil enerji tüketiminde fosil yakıtların oranının azaltılıp yenilenebilir enerji yatırımlarının artırılması gerekmektedir. Üretim sürecinin daha az çevre kirlletici olması için başta enerji verimliliği ve tasarrufu konusunda gerekli düzenlemeler yapılmalıdır. Eğitimde fırsat eşitliği sağlanarak eğitimin üst kademeleri öncelikli olmak üzere her kademesinde eğitim hizmetleri daha kapsayıcı olmalıdır. Ayrıca eğitim sürecinde çevreyle ilgili farkındalığın artırılması ve eğitimin üst kademelerinde yeşil teknolojilerle ilgili ar-ge çalışmalarının desteklenmesi gerekmektedir. Atık yönetimi ve geri dönüşüm uygulamalarıyla ilgili eğitimler yaygın bir şekilde verilip bilinç kazandırılmalıdır. Okullardaki çevre eğitiminin yanında okul binalarının da ekolojik bir kimliğe kavuşturulması çevre konusunda eğitim-uygulama bağıni kuvvetlendirebilecek uygulamalar arasındadır. Ayrıca eğitimin sadece okulla sınırlı kalmaması gerektiği hususu da göz ardı edilmemelidir. Çevre konusunda verilecek seminerler, yapılacak etkinlikler ve kitle iletişim araçları yoluyla arttırılacak farkındalık daha geniş çapta çevre koruyucu olabilmektedir.

Artan kent nüfusunun çevre kirlletici etkisini önlemek için kent düzeyinde de belli politikaların izlenmesi önem arz etmektedir. Öncelikle park ve bahçe gibi yeşil alanların artırılması ve bu alanlarda da daha çok karbon absorbe eden bitkilerin yetiştirilmesi gerekmektedir. Ulaşımında karbon emisyonu yayan taşıtlar yerine elektrikli taşıtlar veya bisikletlerin oranı artırılmalıdır. Enerji ve su tasarrufu uygulamaları özendirilip hem kamusal alanda hem de özel alanlarda enerji verimliliği öncelenmelidir. Kentlerde kaynak kullanımında etkinliği üst seviyeye taşıyacak teknolojik atılımlar da çevresel bozulmayı kontrol edebilecek politikalar arasında sayılabilir.

Literatüre mütevazı bir katkı sunmayı amaçlayan bu çalışma, ele alınan ülke sayısı artırılarak tekrar değerlendirilebilir. Analiz edilen ülkelerin gelişmişlik düzeyine göre farklı sonuçlar çıkması olasıdır. Bunun yanında farklı şekilde modellenip daha güncel yöntemler kullanılarak da geliştirilebilir. İnsani gelişme ile çevresel bozulma arasında muhtemel eşik veya dönüm noktalarının tespit edilmesi konuya daha derin bir perspektif kazandırabilecektir.

Hakem Değerlendirmesi: Dış bağımsız.

Yazar Katkısı: Yazar çıkar çatışması bildirmemiştir.

Finansal Destek: Yazar bu çalışma için finansal destek almadığını beyan etmiştir.

Peer Review: Externally peer-reviewed.

Conflict of Interest: The author has no conflict of interest to declare.

Grant Support: The author declared that this study has received no financial support.

ORCID:

Burhan Durgun 0000-0001-7742-6059

KAYNAKLAR / REFERENCES

Abbasi, M. A., Parveen, S., Khan, S., & Kamal, M. A. (2020). Urbanization and energy consumption effects on carbon dioxide emissions: evidence from Asian-8 countries using panel data analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(15), 18029-18043. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08262-w>

- Acheampong, A.O., Dzator, J., Dzator, M. and Salim, R. (2022). Unveiling the effect of transport infrastructure and technological innovation on economic growth, energy consumption and CO2 emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 182, 121843. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2022.121843>
- Adebayo, T. S., Ramzan, M., Iqbal, H. A., Awosusi, A. A., & Akinsola, G. D. (2021). The environmental sustainability effects of financial development and urbanization in Latin American countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(41), 57983-57996. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-14580-4>
- Ahmed, Z. and Wang, Z. (2019). Investigating the impact of human capital on the ecological footprint in India: An empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(26), 26782-26796. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05911-7>
- Aytun, C. and Akin, C.S. (2016). Relationship between CO2 emissions, energy consumption and education in Turkey: Bootstrap causality analysis. *Eurasian Econometr Stat Empir Econ J*, 4, 49-63. <http://dx.doi.org/10.17740/eas.stat.2016a4rV4aR05>
- Aytun, C., Erdogan, S., Pata, U.K. and Cengiz, O. (2024). Associating environmental quality, human capital, financial development and technological innovation in 19 middle-income countries: A disaggregated ecological footprint approach. *Technology in Society*, 76, 102445. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102445>
- Balsalobre-Lorente, D., Nur, T., Topaloglu, E.E. and Evcimen, C. (2024). Assessing the impact of the economic complexity on the ecological footprint in G7 countries: Fresh evidence under human development and energy innovation processes. *Gondwana Research*, 127, 226-245. <https://doi.org/10.1016/j.gr.2023.03.017>
- Beşer, M.K., Acaroğlu, H. ve Güllü, M. (2017). Çevresel Kuznets eğrisi hipotezi: İnsani gelişim endeksi etkili mi?. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 31, 189-201. <https://doi.org/10.30794/pausbed.414814>
- Bosah, C.P., Li, S., Ampofo, G.K.M. and Sangare, I. (2023). A continental and global assessment of the role of energy consumption, total natural resource rent, and economic growth as determinants of carbon emissions. *Science of the Total Environment*, 892, 164592. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2023.164592>
- Boukhekhail, A. (2022). Impact of economic growth, natural resources and trade on ecological footprint: Do education and longevity promote sustainable development in Algeria?. *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 1-13. <https://doi.org/10.1080/13504509.2022.2112784>
- Bucak, Ç. (2022). Ekonomik özgürlük endeksi, insani gelişme endeksi ve ekolojik ayak izi: E7 ülkeleri için ampirik bir analiz. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 141-158. <https://doi.org/10.53092/duibfd.992572>
- Chankrajang, T. and Muttarak, R. (2017). Green returns to education: Does schooling contribute to pro-environmental behaviours? Evidence from Thailand. *Ecological Economics*, 131, 434-448. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2016.09.015>
- Chen, Y., Lee, C.C. and Chen, M. (2022). Ecological footprint, human capital, and urbanization. *Energy & Environment*, 33(3), 487-510. <https://doi.org/10.1177/0958305X211008610>
- Çakır, N.Z. (2023). E-7 ülkelerinde doğumda beklenen yaşam süresi ile karbondioksit emisyonu arasındaki ilişkinin panel nedensellik analizi. *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 4(3), 102-111. <https://doi.org/10.52835/19maysbd.1336133>
- Damirova, S. ve Yayla, N. (2021). Çevre kirliliği ile makroekonomik belirleyicileri arasındaki ilişki: Seçilmiş ülkeler için bir panel veri analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 30, 107-126. <https://doi.org/10.18092/ulikidince.804787>
- Dickey, D.A. and Fuller, W.A. (1979). Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root. *Journal of American Statistical Association*, 74, 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Durgun, F. and Dayanır, A. (2023). Revisiting the linkages between economic growth, human capital and environmental quality. *Economic And Social Changes-Facts Trends Forecast*, 16(5), 262-278. doi: 10.15838/esc.2023.5.89.15
- Ehigiamusoe, K.U. and Lean, H.H. (2019). Effects of energy consumption, economic growth, and financial development on carbon emissions: Evidence from heterogeneous income groups. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 22611-22624. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05309-5>
- Erdogan, S., Çakar, N.D., Ulucak, R. and Kassouri, Y. (2021). The role of natural resources abundance and dependence in achieving environmental sustainability: Evidence from resource-based economies. *Sustainable Development*, 29(1), 143-154. <https://doi.org/10.1002/sd.2137>
- Fakhri, I., Hassen, T. and Wassim, T. (2015). Effects of CO2 emissions on economic growth, urbanization and welfare: Application to MENA countries. *MPRA Paper No. 65683*. <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/65683/>
- Georgescu, I. and Kinnunen, J. (2024). Effects of FDI, GDP and energy use on ecological footprint in Finland: An ARDL approach. *World Development Sustainability*, 100157. <https://doi.org/10.1016/j.wds.2024.100157>
- Granger, C.W.J. (1988). Some recent development in a concept of causality. *Journal of Econometrics*, 39(1-2), 199-211. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(88\)90045-0](https://doi.org/10.1016/0304-4076(88)90045-0)
- Grossman, G.M. and Kruger, A.B. (1991). Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement (NBRE Working Paper No. 3914). Retrieved from <https://www.nber.org/papers/w3914>
- Gujarati, D.N. Porter, D.C. (2012). *Temel Ekonometri* (Ü. Şenesen ve G.G. Şenesen, Trans. 5 ed.). İstanbul: Literatür Yayıncılık.
- Hanif, I., Raza, S.M.F., Gago-de-Santos, P. and Abbas, Q. (2019). Fossil fuels, foreign direct investment, and economic growth have triggered CO2 emissions in emerging Asian economies: Some empirical evidence. *Energy*, 171, 493-501. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2019.01.011>
- Hao, L. N., Umar, M., Khan, Z. and Ali, W. (2021). Green growth and low carbon emission in G7 countries: How critical the network of environmental taxes, renewable energy and human capital is?. *Science of the Total Environment*, 752, 141853. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141853>
- Hao, Y., Zheng, S., Zhao, M., Wu, H., Guo, Y., & Li, Y. (2020). Reexamining the relationships among urbanization, industrial structure, and environmental pollution in China—New evidence using the dynamic threshold panel model. *Energy Reports*, 6, 28-39. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2019.11.029>

- Hashmi, R. and Alam, K. (2019). Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO2 emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation. *Journal of Cleaner Production*, 231, 1100-1109. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.325>
- Hassan, S.T., Baloch, M.A., Mahmood, N. and Zhang, J. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society*, 47, 101516. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2019.101516>
- Huntington, H. and Liddle, B. (2022). How energy prices shape OECD economic growth: Panel evidence from multiple decades. *Energy Economics*, 111, 106082. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2022.106082>
- Jahanger, A., Usman, M., Murshed, M., Mahmood, H. and Balsalobre-Lorente, D. (2022). The linkages between natural resources, human capital, globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: The moderating role of technological innovations. *Resources Policy*, 76, 102569. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2022.102569>
- Jin, C., Razaq, A., Saleem, F. and Sinha, A. (2022). Asymmetric effects of eco-innovation and human capital development in realizing environmental sustainability in China: Evidence from quantile ARDL framework. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja*, 35(1), 4947-4970. <https://doi.org/10.1080/1331677X.2021.2019598>
- Karekezi, S., McDade, S., Boardman, B., Kimani, J. and Lustig, N. (2012). Energy, poverty, and development. *Global Energy Assessment—Toward a Sustainable Future* [Johansson, TB, N. Nakicenovic, A. Patwardhan and L. Gomez-Echeverri (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 151-190.
- Khan, M. (2020). CO2 emissions and sustainable economic development: New evidence on the role of human capital. *Sustainable Development*, 28(5), 1279-1288. <https://doi.org/10.1002/sd.2083>
- Khan, Z., Ali, S., Dong, K. and Li, R.Y.M. (2021). How does fiscal decentralization affect CO2 emissions? The roles of institutions and human capital. *Energy Economics*, 94, 105060. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2020.105060>
- Kirikaleli, D., Addai, K. and Karmoh Jr, J.S. (2023). Environmental innovation and environmental sustainability in a Nordic country: Evidence from nonlinear approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(31), 76675-76686. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27726-3>
- Latief, R., Sattar, U., Javeed, S. A., Gull, A. A., & Pei, Y. (2022). The environmental effects of urbanization, education, and green innovation in the union for mediterranean countries: Evidence from quantile regression model. *Energies*, 15(15), 5456. <https://doi.org/10.3390/en15155456>
- Lee, C.C., Chen, M.P. and Wu, W. (2022). The criticality of tourism development, economic complexity, and country security on ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(24), 37004-37040. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-18499-2>
- Li, P. and Ouyang, Y. (2019). The dynamic impacts of financial development and human capital on CO2 emission intensity in China: an ARDL approach. *Journal of Business Economics and Management*, 20(5), 939-957. <https://doi.org/10.3846/jbem.2019.10509>
- Libanio, G.A. (2005). Unit roots in macroeconomic time series: Theory, implications, and evidence. *Nova Economia*, 15(3), 145-176. <https://doi.org/10.1590/S0103-63512005000300006>
- Mahalik, M.K., Padhan, H., Patel, G., Mishra, S. and Chyrmang, R. (2023). The role of gender life expectancy in environmental degradation: New insights for the BRICS economies. *Environment, Development and Sustainability*, 1-30. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03097-0>
- Manga, M. and Akar, P.G. (2020). Ekonomik büyüme, karbon emisyonu ve insani gelişmişlik arasındaki ilişki: Seçilmiş Akdeniz ülkeleri. *Kahramanmaraş Sütçü İmam Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 17(1), 405-419. <https://doi.org/10.33437/ksusbd.555415>
- Murthy, U., Shaari, M.S., Mariadas, P.A. and Abidin, N.Z. (2021). The relationships between CO2 emissions, economic growth and life expectancy. *The Journal of Asian Finance, Economics and Business*, 8(2), 801-808. <https://doi.org/10.13106/jafeb.2021.vol8.no2.0801>
- Musah, M., Kong, Y., Mensah, I. A., Antwi, S. K., and Donkor, M. (2021). The connection between urbanization and carbon emissions: a panel evidence from West Africa. *Environment, Development and Sustainability*, 23, 11525-11552. <https://doi.org/10.1007/s10668-020-01124-y>
- Narayan, P.K. (2005). The saving and investment nexus for China: Evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, 37(17) 1979-1990. <https://doi.org/10.1080/00036840500278103>
- Nguea, S.M. and Fotio, H.K. (2024). Synthesizing the role of biomass energy consumption and human development in achieving environmental sustainability. *Energy*, 130500. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2024.130500>
- OECD (2024). Air and GHG emissions (indicator) [Dataset]. doi: 10.1787/93d10cf7-en (Accessed on 5 June 2024)
- Pamuk, Ş. (2014). *Türkiye'nin 200 Yıllık İktisadi Tarihi*. İstanbul: İş Bankası Kültür Yayınları.
- Pejovic, B., Karadzic, V., Dragasevic, Z. and Backovic, T. (2021). Economic growth, energy consumption and CO2 emissions in the countries of the European Union and the Western Balkans. *Energy Reports*, 7, 2775-2783. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.05.011>
- Pesaran, M.H. and Pesaran, B. (1997). *Working with Microfit 4.0: Interactive Econometric Analysis*, <http://www.oup.com/Oxford> University Press.
- Pesaran, M.H., Shin, Y. and Smith, R.J. (2000). Structural analysis of vector error correction models with exogenous I(1) variables. *Journal of Econometrics*, 97, 293-343. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(99\)00073-1](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(99)00073-1)
- Pesaran, M.H., Shin, Y. and Smith, R.J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326. <https://doi.org/10.1002/jae.616>
- Phillips, P.C.B and Perron, P. (1988). Testing for a unit root in time series regression. *Biometrika*, 75(2), 335-346. <https://doi.org/10.1093/biomet/75.2.335>
- Radmehr, R., Henneberry, S.R. and Shayanmehr, S. (2021). Renewable energy consumption, CO2 emissions, and economic growth nexus: A simultaneity spatial modeling analysis of EU countries. *Structural Change and Economic Dynamics*, 57, 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.strueco.2021.01.006>

- Raihan, A. and Tuspekova, A. (2022). The nexus between economic growth, energy use, urbanization, tourism, and carbon dioxide emissions: New insights from Singapore. *Sustainability Analytics and Modeling*, 2, 100009. <https://doi.org/10.1016/j.samod.2022.100009>
- Sam, C.Y., McNown, R. and Goh, S.K. (2019). An augmented autoregressive distributed lag bounds test for cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130–141. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.001>
- Sarkodie, S.A., Adams, S., Owusu, P.A., Leirvik, T. and Ozturk, I. (2020). Mitigating degradation and emissions in China: The role of environmental sustainability, human capital and renewable energy. *Science of the Total Environment*, 719, 137530. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.137530>
- Shobande, O.A. (2020). The effects of energy use on infant mortality rates in Africa. *Environmental and Sustainability Indicators*, 5, 100015. <https://doi.org/10.1016/j.indic.2019.100015>
- Shujah-ur-Rahman, J.Z., Chen, S., Saud, S., Saleem, N. and Bari, M.W. (2019). Nexus between financial development, energy consumption, income level, and ecological footprint in CEE countries: Do human capital and biocapacity matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31), 31856-31872. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06343-z>
- Son, J.Y., Cho, Y.S. and Lee, J.T. (2008). Effects of air pollution on postneonatal infant mortality among firstborn infants in Seoul, Korea: Case-crossover and time-series analyses. *Archives of Environmental & Occupational Health*, 63(3), 108-113. <https://doi.org/10.3200/AEOH.63.3.108-113>
- Uddin, I., Khan, M.A., Tariq, M., Khan, F. and Malik, Z.K. (2023). Revisiting the determinants of life expectancy in Asia—Exploring the role of institutional quality, financial development, and environmental degradation. *Environment, Development and Sustainability*, 1-21. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03283-0>
- UNDP (United Nations Development Programme) (1990). *Human Development Report 1990*, UNDP, New York, NY, <https://doi.org/10.18356/7007ef44-en>.
- UNDP (United Nations Development Programme) (2022). *Human Development Report 2021/2022: Uncertain Times, Unsettled Lives: Shaping our Future in a Transforming World*. New York.
- Wang, Q. and Li, L. (2021). The effects of population aging, life expectancy, unemployment rate, population density, per capita GDP, urbanization on per capita carbon emissions. *Sustainable Production and Consumption*, 28, 760-774. <https://doi.org/10.1016/j.spc.2021.06.029>
- Yilanci, V., Ulucak, R., Zhang, Y. and Andreoni, V. (2022). The role of affluence, urbanization, and human capital for sustainable forest management in China: Robust findings from a new method of Fourier cointegration. *Sustainable Development*, 31(2), 812-824. <https://doi.org/10.1002/sd.2421>
- York, R., Rosa, E. A., & Dietz, T. (2010). Ecological modernization theory: Theoretical and empirical challenges. In *The International Handbook of Environmental Sociology, Second Edition*. Edward Elgar Publishing.
- Zafar, M.W., Zaidi, S.A.H., Khan, N.R., Mirza, F.M., Hou, F. and Kirmani, S.A.A. (2019). The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States. *Resources Policy*, 63, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428>
- Zhang, L., Godil, D.I., Bibi, M., Khan, M.K., Sarwat, S. and Anser, M.K. (2021). Caring for the environment: How human capital, natural resources, and economic growth interact with environmental degradation in Pakistan? A dynamic ARDL approach. *Science of the Total Environment*, 774, 145553. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145553>
- Zivot, E. and Andrews, D.W.K. (1992). Further evidence on the great crash, the oil price shock, and the unit-root hypothesis. *Journal of Business & Economic Statistics*, 10(3), 251-270. <https://doi.org/10.1198/073500102753410372>

Atıf Biçimi / How cite this article

Durgun, B. (2024). Analysing the linkage between human development and environmental quality: Fresh evidence from Türkiye. *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 41, 118-132. <https://doi.org/10.26650/ekoist.2024.41.1540282>