

Research Article | Araştırma Makalesi

Türkiye'nin insani gelişmişlik ve çevresel baskılar arasındaki ilişkilerinin kanonik korelasyon analizi: Sosyoekonomik ve ekolojik göstergelerin incelenmesi

Tuğba Yılmaz | Öğr. Gör. Dr., Aksaray Üniversitesi, tugba.yilmaz@aksaray.edu.tr, [0000-0003-4018-1136](https://orcid.org/0000-0003-4018-1136)

Corresponding author/Sorumlu yazar: Tuğba Yılmaz

Öz

Bu çalışma, Türkiye'nin insani gelişmişlik endeksi (İGE) ile çevresel baskılar (karbondioksit emisyonları ve malzeme ayak izi) arasındaki ilişkileri kanonik korelasyon analizi yöntemi ile incelemektedir. Sürdürülebilir kalkınma, ekonomik büyüme ve sosyal gelişim ile çevresel bozulmanın dengelenmesini hedeflemektedir. Ancak, bu iki alan arasındaki ilişkilerin karmaşıklığı, özellikle gelişmekte olan ülkelerde sürdürülebilir kalkınma politikalarının başarısı için kritik bir öneme sahiptir. Bu çalışmada, 1990-2022 yılları arasında Türkiye'nin İGE verileri ile çevresel göstergeler arasındaki ilişkiler değerlendirilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, Türkiye'de ekonomik büyüme ile çevresel baskılar arasında güçlü bir ilişki tespit edilmiştir. Özellikle karbondioksit emisyonları ve malzeme ayak izi, ekonomik büyüme ile artış eğilimindedir. Çalışma, ekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirliği tehdit edebileceğini ortaya koymakta ve Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için çevre dostu politikaların hayata geçirilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Enerji verimliliği, çevre dostu teknolojilerin kullanımı ve çevresel farkındalık artırıcı stratejilerin geliştirilmesi, sürdürülebilir kalkınmanın sağlanması açısından önemli öneriler arasında yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilir Kalkınma, İnsani Gelişmişlik Endeksi, Çevresel Baskılar, Kanonik Korelasyon Analizi

JEL Kodları: Q01, O15, Q56, C38

Canonical correlation analysis of the relationship between human development and environmental pressures in Türkiye: An analysis of socioeconomic and ecological indicators

Abstract

This study examines the relationship between Türkiye's human development index (HDI) and environmental pressures (carbon dioxide emissions and material footprint) using canonical correlation analysis. Sustainable development aims to balance economic growth and social development with environmental degradation. However, the complexity of the relationships between these two areas is critical for the success of sustainable development policies, especially in developing countries. In this study, the relationship between Türkiye's HDI data and environmental indicators between 1990 and 2022 is analyzed. According to the results of the analysis, there is a strong relationship between economic growth and environmental pressures in Türkiye. In particular, carbon dioxide emissions and material footprints tend to increase with economic growth. The study reveals that economic growth may threaten environmental sustainability and emphasizes that environmentally friendly policies should be implemented for Türkiye to achieve its sustainable development goals. Energy efficiency, the use of environmentally friendly technologies and the development of strategies to raise environmental awareness are among the important recommendations in terms of ensuring sustainable development.

Keywords: Sustainable Development, Human Development Index, Environmental Pressures, Canonical Correlation Analysis

JEL Codes: Q01, O15, Q56, C38

Extended Summary

This study investigates the relationship between Türkiye's Human Development Index (HDI) and environmental pressures, focusing on carbon dioxide emissions and material footprint using canonical correlation analysis. It examines how socio-economic progress, represented by HDI, interacts with environmental sustainability, an essential aspect of development. The analysis covers the period from 1990 to 2022, a time of significant economic growth in Türkiye, to understand the impact of this growth on environmental conditions.

HDI, a measure of human development, includes socio-economic indicators such as life expectancy, education, and income.

How to cite this article / Bu makaleye atıf vermek için:

Yılmaz, T. (2025). Türkiye'nin insani gelişmişlik ve çevresel baskılar arasındaki ilişkilerinin kanonik korelasyon analizi: Sosyoekonomik ve ekolojik göstergelerin incelenmesi. *KOCATEPEİİBFD*, 27(1), 102-112. <https://doi.org/10.33707/akuiibfd.1571948>

However, it often overlooks environmental factors, which are critical to achieving sustainable growth. As countries develop economically, environmental pressures, like increased carbon emissions and higher material consumption, rise. This creates a challenge in balancing development with environmental protection.

The study aims to explore how Türkiye's socio-economic growth correlates with environmental pressures, providing insights into the challenges of sustainable development in a developing country. Türkiye offers an important case study, as its rapid growth over recent decades has improved socio-economic conditions but also increased environmental pressures.

The study uses canonical correlation analysis (CCA) to examine the linear relationships between two sets of variables: socio-economic indicators (HDI, life expectancy, education, and income) and environmental indicators (carbon dioxide emissions and material footprint). This method allows for a detailed analysis of how these variables interact, offering a comprehensive understanding of the socio-environmental dynamics in Turkey.

Data for the HDI were obtained from the United Nations Development Programme (UNDP), while environmental data were sourced from international agencies tracking carbon emissions and material consumption. Using CCA, the study identifies the strongest relationships between socio-economic development and environmental pressures over the study period.

The analysis reveals a significant positive correlation between economic growth and environmental pressures in Türkiye. As socio-economic indicators such as income and education levels improve, carbon dioxide emissions also rise. This supports the Environmental Kuznets Curve (EKC) hypothesis, which suggests that environmental degradation increases during early stages of economic growth but can decrease after reaching a certain income threshold. However, the study finds that the relationship between economic growth and material footprint is more complex, suggesting that continued economic growth could further increase environmental strain without intervention.

While Türkiye's socio-economic development has led to substantial improvements in living standards, this progress has come at a cost. Carbon dioxide emissions and material consumption have risen in parallel with economic growth, highlighting the need for environmentally conscious policies. The findings indicate that Türkiye's development model, which prioritizes rapid economic expansion, could threaten its long-term environmental sustainability.

Türkiye's development reflects the broader challenges faced by rapidly growing economies in balancing economic progress with environmental sustainability. The study emphasizes that without significant policy interventions, environmental degradation will likely continue alongside economic growth. To mitigate these negative effects, environmentally friendly policies are crucial.

Key policy recommendations include increasing energy efficiency and promoting renewable energy technologies to decouple economic growth from environmental harm. The study also highlights the importance of public education and awareness in encouraging environmentally sustainable behaviors. As education levels improve, there is an opportunity to foster a greater understanding of environmental issues, which could lead to stronger support for green policies.

Türkiye's case has broader implications for other developing countries facing similar challenges. The research shows that integrating environmental sustainability into national development strategies from the outset is essential for balancing growth with ecological preservation. Additionally, the study's findings suggest that the EKC theory may not fully explain the relationship between economic growth and material consumption, indicating the need for further research on this complex dynamic.

This research provides important insights into the relationship between socio-economic development and environmental sustainability in Türkiye. By using canonical correlation analysis, the study reveals a strong link between HDI components—such as income, education, and life expectancy—and environmental pressures, especially carbon dioxide emissions. The findings highlight that while economic growth has brought significant socio-economic improvements, it has also intensified environmental degradation.

To address these challenges, Türkiye must adopt sustainable development policies that reduce the negative environmental impacts of economic expansion. Policies that promote energy efficiency, renewable energy, and environmental education are essential for balancing economic progress with environmental protection. Without these reforms, Turkey may struggle to meet its long-term sustainability goals.

In conclusion, the study emphasizes the need for Türkiye and other developing countries to explore alternative development models that prioritize both economic growth and environmental sustainability. These models would help achieve socio-economic goals while preserving the environment for future generations. Policymakers must ensure that national development strategies align with global sustainability targets, allowing countries like Türkiye to grow economically without jeopardizing their ecological health.

Giriş

Sürdürülebilir kalkınma, insan refahını artırırken aynı zamanda çevreyi korumayı hedefleyen, sosyal, ekonomik ve ekolojik boyutları içeren çok boyutlu bir süreçtir. Modern toplumların karşılaştığı en büyük zorluklardan biri, ekonomik büyüme ve sosyal gelişimi sürdürülebilir bir şekilde sağlarken, çevresel bozulmayı en aza indirmektir. Bu bağlamda, sosyoekonomik göstergeler ile çevresel göstergeler arasındaki dinamik ilişkilerin anlaşılması, sürdürülebilir kalkınmanın başarısı açısından kritik bir rol oynamaktadır. Sosyoekonomik kalkınma ile çevresel baskılar arasındaki denge, kalkınma politikalarının temelini oluşturan karmaşık bir ilişki ağı sunmaktadır.

Sosyoekonomik gelişmişlik ve çevresel baskılar arasındaki ilişkinin anlaşılabilmesi, sürdürülebilir kalkınma politikalarının etkili bir şekilde tanımlanmasına olanak sağlamaktadır. İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından, eğitim, sağlık ve gelir düzeyini bir araya getirerek bir ülkenin gelişmişlik seviyesini ölçmek için kullanılan çok boyutlu bir göstergedir. İGE, yalnızca ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda yaşam kalitesi, eğitim düzeyi ve sağlık hizmetlerine erişim gibi sosyal faktörleri de kapsamaktadır. Ancak, İGE'nin çevresel sürdürülebilirlik faktörlerini dışarda bırakması, bu göstergenin eleştirilen yönlerinden biridir. Bu noktada çevresel baskılar, özellikle karbondioksit emisyonları ve malzeme ayak izi, bir ülkenin ekonomik faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini temsil eden önemli göstergeler olarak öne çıkmaktadır.

Literatürde, sosyoekonomik kalkınma ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişkiler, sıklıkla Çevresel Kuznets Eğrisi teorisi çerçevesinde değerlendirilmiştir. Grossman ve Krueger (1995) tarafından ortaya atılan bu teoriye göre, ekonomik büyümenin erken aşamalarında çevresel bozulma artarken, belirli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra çevresel kalitenin iyileşmeye başladığı ileri sürülmektedir. Bununla birlikte, Stern (2004), bu teorenin her zaman geçerli olmadığını ve bazı çevresel göstergelerin ekonomik büyüme ile doğrusal olmayan ilişkiler sergileyebileceğini belirtmiştir. Örneğin, bazı ülkelerde ekonomik büyüme ile karbondioksit emisyonları azaltılırken, diğer çevresel göstergeler, özellikle malzeme ayak izi, ekonomik büyüme ile artış eğilimi gösterebilir. Bu doğrusal olmayan ilişkiler, sürdürülebilir kalkınma politikalarının oluşturulmasında karmaşıklık yaratmakta ve çok boyutlu bir analiz gerektirmektedir.

Çevresel baskılar ve sosyoekonomik kalkınma arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı bir perspektiften ele alınması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak açısından büyük önem taşımaktadır. Çalışmalar, sosyoekonomik büyümenin çevresel sürdürülebilirliği nasıl etkilediğini ve bu ilişkinin çeşitli faktörlerle nasıl değişebileceğini farklı perspektiflerden incelemektedir. Bu bağlamda, çevresel baskılar ve sosyoekonomik göstergeler arasındaki ilişkileri anlamak için kullanılan yöntemlerden biri Kanonik Korelasyon Analizidir. Bu analiz yöntemi, iki veya daha fazla değişken grubu arasındaki en güçlü doğrusal ilişkileri belirlemeye olanak tanımaktadır. Ülkelerin sürdürülebilir kalkınma politikalarının başarısını değerlendirmek açısından önemli bir araçtır.

Bu çalışmada, Türkiye'nin insani gelişmişlik endeksi (İGE) ile çevresel göstergeler (karbondioksit emisyonu ve malzeme ayak izi) arasındaki ilişkiler, 1990-2022 yıllarına ait veriler kullanılarak Kanonik Korelasyon Analizi yöntemiyle analiz edilmiştir. Çalışmanın amacı, sosyoekonomik gelişmişlik ile çevresel baskılar arasındaki ilişkilerin derinlemesine anlaşılması ve bu ilişkilerin sürdürülebilir kalkınma politikalarına nasıl yansıtılabileceği konusunda öneriler sunmaktır. Özellikle Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma sürecinde karşı karşıya olduğu fırsatlar ve zorluklar analiz edilerek, politika yapıcılara yol gösterebilecek önemli bulguların sunulması amaçlanmaktadır.

Türkiye'nin son yıllarda ekonomik büyüme ile birlikte çevresel baskılarda yaşanan artış, sürdürülebilir kalkınma çerçevesinde dikkatle ele alınması gereken bir konudur. Bu çalışmanın literatüre katkısı, Türkiye özelinde insani gelişmişlik ve çevresel baskılar arasındaki ilişkileri Kanonik Korelasyon Analizi ile ortaya koyarak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma sürecinde atılması gereken adımların belirlenmesine yardımcı olmaktır. Sosyoekonomik göstergeler ile çevresel baskılar arasındaki ilişkilerin daha kapsamlı bir şekilde ele alınması, Türkiye'nin gelecekteki kalkınma politikalarının çevre ile uyumlu bir şekilde şekillendirilmesine katkıda bulunması hedeflenmektedir.

1. Literatür

Sürdürülebilir kalkınma açısından hedeflerin belirlenebilmesi ve belirlenen hedeflere ulaşılabilmesi için çevresel baskılar ve insani gelişmişlik arasında bulunan ilişkilerin ortaya çıkartılması önemlidir. Bu kapsamda, sosyoekonomik ve ekolojik göstergelerin incelenmesi, iki alan arasındaki etkileşimlerin daha iyi anlaşılabilmesine olanak sağlamaktadır. Literatürde iki alan arasındaki ilişkileri inceleyen çalışmalar bu kısımda özetlenecektir.

Mally (2007), sürdürülebilir kalkınma paradigması, sosyoekonomik kalkınma ve çevresel baskılar arasında bulunan ilişkileri incelemek açısından bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, üç aşamalı bir bölgesel coğrafi etkileşim modeli ortaya konulmuştur. Bu endeks, her bir ülke ya da bölgedeki genel kalkınma dengesindeki seviyeyi değerlendirmeyi ele almaktadır. Ayrıca, yerleşik insani kalkınma endeksi çevresel bir açıdan yükselmekte ve sonucunda dünyadaki köklü refah imajları güçlü bir biçimde değişmektedir.

Dos Santos ve Brandi (2013), çevresel sürdürülebilirlik ve rekabetçilik arasındaki ilişkiyi inceleyen bir çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada, değişkenler arasındaki ilişkilerin incelenmesi için Kanonik Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Veri seti olarak, Çevresel Performans Endeksi'nin çevresel sürdürülebilirlik göstergelerinden yedi gösterge ve Küresel Rekabetçilik Endeksi'nden 12 gösterge 117 ülke için dikkate alınmıştır. Çalışma sonucunda, çevresel sürdürülebilirlik ve rekabetçilik göstergeleri arasında güçlü bir korelasyon olduğu ve bu göstergelerin karşılıklı ilişkilerinin Kanonik Korelasyon Analizi yöntemiyle başarılı bir şekilde analiz edildiği tespit edilmiştir. Sonuçlar, rekabetçi olmanın sürdürülebilirlik ile çelişmediğini, aksine birçok yüksek rekabetçi ülkenin aynı zamanda sürdürülebilirlikte de iyi performans gösterdiğini ortaya koymuştur.

Benetiz-Capistros vd. (2014), Galapagos Adaları'nda çevresel etkilerin algılanmasını ve ekosistem hizmetleri ilişkisinin anlaşılmasını sağlamak için katılımcı bir önerme sunan çalışma yapmışlardır. Çalışmada Delphi yöntemi kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, turizm ve göç gibi sosyo-ekonomik güçlerin Galapagos Adaları'nda çevresel baskılar yarattığı, bu durumun biyoçeşitlilik kaybı ve habitat parçalanması gibi olumsuz etkilere neden olduğu gözlemlenmiştir.

Sinha Babu ve Datta (2015), ekonomik faktörlerin sosyal ve çevresel boyutları hem nitelik hem de nicelik açısından etkilediğini ve bu durumun tersinin de geçerli olabileceğini belirlemişlerdir. Çalışmada, bir dizi çevresel boyut ile insan refahını ve sürdürülebilirliği etkileyen sosyoekonomik boyutlar arasındaki olası korelasyonları incelemiş ve bu değişkenler arasında entegre bir ilişkinin olduğu tespit edilmiştir. Sonuç olarak, gelişmekte olan ülkelerde farklı kalkınma ve çevresel boyutlar arasında çift yönlü bir ilişki olduğu gözlemlenmiştir.

Ramos vd. (2018), Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri kapsamında sağlık (3 hedef), eğitim (4 hedef), sürdürülebilir ekonomik büyüme ve insana yakışır iş (8 hedef) ile karasal ekosistemlerin korunması, restore edilmesi ve kullanımının teşvik edilmesi (15 hedef) alanlarına dayanan değişkenlerle, insani gelişme endeksini tahmin etmek için doğrusal çok değişkenli bir model üzerinde çalışmalar gerçekleştirmiştir. Çalışmada, Doğrusal Çok Değişkenli Regresyon'a uygulanan Doğrusal Diskriminant Analizi ve En İyi Alt Küme Seçimi yöntemleri kullanılarak modeller oluşturulmuştur. Sonuçlar, güvenli olmayan sanitasyon, içme suyuna erişim ve bitki örtüsü kaybı gibi çevresel faktörlerin insani gelişmişlik üzerinde önemli etkilerinin olduğunu göstermiştir.

Gosselin ve Callois (2018), insan faaliyetleri ve biyoçeşitlilik arasındaki ilişkiyi Avrupa'daki ülkeler düzeyinde inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada klasik biyoçeşitlilik göstergeleri ve sosyoekonomik değişkenler kullanılmıştır. Çalışma sonucunda, ekonomik olan değişkenler ile hem baskı göstergeleri hem de durum göstergeleri arasında güçlü birtakım ilişkilerin varlığı ortaya konulmuştur. Fakat ekonomik değişkenler ile tepki göstergeleri arasında herhangi bir ilişkinin varlığı tespit edilmemiştir. Ek olarak, biyoçeşitlilik ile bazı sosyolojik değişkenler arasında anlamlı ilişkilerin varlığı tespit edilmiş olup özellikle de ekonomik refahı desteklediği bilinmekte olan kişiler arasında güven, biyoçeşitlilik seviyelerini iyileştirdiği gözlemlenmiştir.

Hassan vd. (2019), ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişki araştırılmıştır. Çalışmada, yapısal kırılmalı otoregresif dağılımlı gecikmeli (ARDL) bir ekonometrik model uygulanmıştır. Çalışma sonucunda, ekonomik büyümenin çevresel bozulmalara katkısı bulunan ekolojik ayak izini artırdığı gözlemlenmiştir. Ek olarak, biyokapasitenin de ekolojik ayak izini artırdığı ve çevresel bozulmaya neden olduğu ortaya konulmuştur. Ayrıca, nedensellik analizine göre de ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasında herhangi bir ilişkinin olmadığı gözlemlenmiştir.

Saud vd. (2020), tek kuşak-tek yol girişimci ülkeleri için finansal gelişme ve küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerindeki rolünü araştırdıkları bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, havuzlanmış ortalama grup uzun dönem panel veri yöntemi kullanılmıştır. Bu çalışma, finansal kalkınmanın ekolojik ayak izini artırırken, küreselleşmenin bazı ülkelerde ekolojik ayak izini azaltabileceğini, ancak genel olarak finansal gelişme ve küreselleşmenin ekolojik bozulmayı tetiklediğini ortaya koymuştur. Ayrıca, çift yönlü Granger nedensellik analizi, finansal gelişme ve küreselleşmenin ekolojik ayak izi üzerinde geri besleme etkileri olduğunu, bu nedenle sürdürülebilir bir çevreyi desteklemek için acil müdahale önlemlerinin gerekli olduğunu göstermiştir.

Lai ve Chen (2020), çevresel performans ve insani kalkınma arasındaki ilişkiyi inceledikleri bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada, Kanonik Korelasyon Analizi kullanılmıştır. Çalışma sonuçlarına göre, çevresel performansı tahmin etmede en belirleyici olanın çevre sağlığı ve ekosistem canlılığı olduğu gözlemlenmiştir. İnsani gelişme endeksini oluşturan diğer önemli göstergelerin de sırasıyla, ortalama okullaşma yılı, beklenen okullaşma yılı, doğumda beklenen yaşam beklentisi ve gayri safi milli gelir olarak belirlenmiştir. Ayrıca iki değişken arasında pozitif ve yüksek korelasyon bulunmuş ve çevresel performansın özellikle eğitim göstergeleri üzerinde yüksek açıklayıcı bir güce sahip olduğu ortaya konulmuştur.

Dotsenko vd. (2021), ekolojik ve ekonomik kalkınma teorileri açısından alternatif bir analiz sunmak için bir çalışma yapmışlardır. Çalışmada artan tüketimin yenilenebilir doğal kaynakların aşırı kullanımının nüfus artışı gibi antropojenik baskıların, doğal komplekslerin ve nesnelerin üzerinde olumsuz etkiler yarattığı gözlemlenmiştir. Bu bağlamda, üretim ve sosyal sistemlerin sürdürülebilir, dengeli ve uyumlu gelişiminin önem kazandığı ortaya konulmuştur.

Liu vd. (2023), baskı-devlet-tepki modeline dayanan ekosistem hizmeti arz ve talebine bağlı değerlendiren bir endeks sistem oluşturarak ekolojik güvenliği inceleyen bir çalışma yapmışlardır. Çalışma sonucunda, tahıl üretimi ve habitat kalitesinin dışında toprak tutma, karbon tutma ve su veriminin dalgalanmayla birlikte artış gösterdiği ortaya konulmuştur. Ayrıca, ekolojik güvenliği iyileştirmek ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek için hedeflenen hükümet eylemlerinin önemi vurgulanmıştır.

Sonuç itibarıyla, insani gelişmişlik ve çevresel baskılar arasındaki ilişkilerin anlaşılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için kritik bir öneme sahiptir. Bu literatür incelemesi, bu iki alan arasındaki etkileşimleri inceleyen çeşitli çalışmaları özetleyerek, bu konudaki mevcut bilgi birikimini ortaya koymaktadır. Çevresel performansın insani gelişmişlik üzerindeki etkileri, sosyo-ekonomik ve çevresel göstergeler arasındaki karmaşık ilişkiler ve sürdürülebilirlik ile rekabetçilik arasındaki korelasyonlar, bu alandaki önemli bulgular arasında yer almaktadır.

2. Veri Seti ve Metodoloji

2.1. Veri Seti

İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE), Birleşmiş Milletler Kalkınma Programı (UNDP) tarafından 1990 yılından bu yana yıllık bir şekilde yayınlanan bir endekstir (Lind, 2019). Endeks, bir ülkenin gelişmişlik düzeyini ölçmek amacıyla kullanılan çok boyutlu bir gösterge olmakla birlikte üç temel bileşenden oluşmaktadır. Bu bileşenlerden ilki yaşam beklentisi, ikincisi eğitim düzeyi ve üçüncüsü ise gayri safi yurt içi hasıladır (Sagar ve Najam, 1998; Nguefack-Tsague vd., 2011).

İGE, yaşam beklentisi, eğitim ve gelir bileşenlerinin basit bir ortalaması şeklinde hesaplanmaktadır. Bu bileşenler, insan gelişimini ölçmek amacıyla kullanılan üç göstergedir (Nguefack-Tsague vd., 2011). Yaşam beklentisi, bir ülkenin sağlık durumunu yansıtırken, eğitim düzeyi okuryazarlık oranı ve ortalama eğitim süresi gibi göstergelerle ölçülmektedir. Gelir bileşeni ise kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılayı temsil etmektedir (Lind, 1992).

İGE, zaman içerisinde çeşitli eleştirilerle karşı karşıya kalmıştır. Örneğin, bazı araştırmacılar İGE'nin ekolojik faktörleri göz ardı ettiğini ve sadece ulusal performansa odaklandığını belirtmişlerdir (Sagar ve Najam, 1998). Endeks, dünya genelinde ülkelerin gelişmişlik düzeylerini karşılaştırmak ve sosyal politikaların etkinliğini değerlendirmek için önemli bir göstergedir. Endeks, sadece ekonomik büyümeyi değil, aynı zamanda sağlık ve eğitim gibi sosyal göstergeleri de dikkate aldığı gibi çevresel baskıları da dikkate alarak daha kapsamlı bir gelişmişlik ölçütü sunmaktadır (Lind, 2004).

Sen (2014), ekonomik açıdan kalkınmanın sadece ekonomik büyümeye ait bir süreç olmadığını, bireylerin kapasite ve yetkinliklerinin geliştirilmesiyle de hem bireysel hem de toplumsal refahın artırılabilirliğini savunmaktadır. Bu kapsamda, insani gelişme kavramı da kalkınma açısından oldukça önemli bir rol oynamaktadır. Hesaplanan endeks, bu yaklaşımdan hareketle geliştirilen bir endekstir. Ayrıca ülkelerin insani kalkınma düzeyleri kapsamlı bir şekilde ele alınmaktadır (Nussbaum, 2000). Literatürde, İnsani Gelişmişlik Endeksi'nin (İGE), bir ülkenin gelişmişliğinin yalnızca gayrisafi yurt içi hâsıla (GSYH) gibi ekonomik göstergelerle ölçülmesinin yetersiz kaldığı durumları dengeleyen önemli bir ölçüt olduğu konusunda geniş bir mutabakat bulunmaktadır. Örneğin, Ravallion (2012), İGE'nin ekonomik göstergelerin ötesine geçerek, insani refahın ölçülmesine önemli bir katkı sağladığını vurgulamaktadır. Aynı şekilde, Anand ve Sen (1994), kalkınmanın ekonomik refahın ötesinde, bireylerin yaşam kalitesini artırmayı hedeflemesi gerektiğini savunarak İGE'nin kalkınma değerlendirmelerinde önemli bir gösterge olduğunu belirtmişlerdir. Ancak İGE, eleştirilerden de muaf değildir. Eleştiriler genellikle, endeksin seçtiği ölçütlerin yeterince kapsayıcı olmadığı ve kültürel ya da coğrafi farklılıkları göz ardı edebildiği yönündedir. Örneğin, Ravallion (2012), kişi başına düşen gelirin, ülkeler arası gelir farklılıklarını tam olarak yansıtamayabileceğini ve endeksin toplumsal eşitsizlikleri göz ardı edebileceğini savunur. Aynı şekilde, Klugman ve diğerleri (2011), İGE'nin yalnızca üç boyutla sınırlı kalmasının, bireylerin refahını etkileyen diğer önemli faktörleri (örneğin, çevresel sürdürülebilirlik ve toplumsal cinsiyet eşitsizliği) göz ardı etmesine neden olabileceğini dile getirmiştir.

Son yıllarda İGE'nin daha kapsamlı bir hale getirilmesi amacıyla çeşitli yeni versiyonlar geliştirilmiştir. İnsani Gelişmişlikte Eşitsizlik Ayarlı Endeks (IHDI), ülkelerdeki eşitsizlik düzeyini de dikkate alarak İGE'yi revize etmektedir. Bu versiyon, yüksek gelirli ülkelerde bile eşitsizliklerin insani gelişimi ne ölçüde etkilediğini ortaya koymaktadır. Toplumsal Cinsiyet Gelişmişlik Endeksi (GDI) ve Toplumsal Cinsiyet Eşitsizliği Endeksi (GII) ise, cinsiyet eşitsizliklerini dikkate alarak İGE'nin toplumsal cinsiyet boyutunu ele almaktadır (Klugman, 2011).

Genel olarak İGE, kalkınma literatüründe önemli bir araç olarak yer almakta ve ülkelerin insani refah düzeylerinin değerlendirilmesinde geniş bir biçimde kabul görmektedir. Ancak, endeksin daha fazla boyut eklenerek ve eşitsizlikler göz önünde bulundurularak geliştirilmesi gerektiği yönündeki öneriler de devam etmektedir. Bu doğrultuda, İnsani Gelişmişlik Endeksi, zamanla çeşitli eleştirilere maruz kalmış ve bu eleştiriler sonucunda farklı alternatif göstergeler geliştirilmiştir (Herrero vd., 2012). Özellikle, endeksin bileşenleri ve hesaplama yöntemleri, insan gelişimini daha doğru ve kapsayıcı bir şekilde ölçebilmek amacıyla sürekli olarak gözden geçirilmektedir (Zambrano, 2014).

Bu kapsamda yapılan çalışmada, Türkiye'nin İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE) incelenerek, Doğumda Beklenen Yaşam Süresi, Ortalama Eğitim Yılı, Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla gibi temel göstergeler ile çevresel göstergeler olan Kişi Başına Karbondioksit Emisyon Üretimi ve Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi arasındaki ilişkiler, Kanonik Korelasyon Analizi ile değerlendirilecektir. Çalışmada kullanılan veri seti, UNDP tarafından 1990-2022 yılları arasında hesaplanan Türkiye'nin yıllık İnsani Gelişmişlik Endeksi verilerini içermektedir. Bu sayede, sosyoekonomik göstergeler ile çevresel baskılar arasındaki ilişkiler detaylı bir şekilde analiz edilerek, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma performansı daha kapsamlı bir perspektiften değerlendirilecektir.

2.2. Kanonik Korelasyon Analizi

Kanonik Korelasyon Analizi, iki değişken kümesi arasındaki ilişkilerin anlaşılabilmesi açısından kullanılan çok değişkenli bir istatistiksel yöntemdir. Analiz yönteminde, iki değişken setinden birisi bağımsız değişken seti olarak ifade edilebilirken diğeri bağımlı değişken seti olarak ifade edilebilir. Fakat değişkenlerin bu biçimde tanımlanmasına dair bir zorunluluk bulunmamaktadır (Yavuz ve Karabulut, 2016). Analiz, maksimum korelasyona sahip iki değişken kümesinin doğrusal bir şekilde kombinasyonlarını bulmayı amaçlamaktadır. Bu yöntem, iki çok değişkenli veri kümesi arasındaki ilişkilerin incelenmesi açısından oldukça işlevseldir; özellikle, kriter ölçütleri ile açıklayıcı faktörler arasındaki ilişkilerin belirlenmesinde etkili bir araç olarak öne çıkmaktadır (Anderson, 2002). Analiz, $X = X_1, X_2, \dots$ ve $Y = Y_1, Y_2, \dots$ gibi iki değişken kümesi arasındaki korelasyonun kapsamını ve doğasını incelemekte olan bir veri analiz aracıdır. Analizin temel amacı, $V[XA_1] = V[YB_1] = 1$ varyanslarına sahip olmak koşuluyla X ve Y değişkenlerinin doğrusal kombinasyonları arasındaki korelasyonu maksimize eden $A_1 = (a_1, a_2, \dots, a_p)^T$ ve $B_1 = (b_1, b_2, \dots, b_q)^T$ katsayılarını analiz ederek aynı deneysel biçimlerde gözlemlenen iki değişken kümesi arasındaki örnek korelasyonlarının araştırılmasıdır (Cruz-Cano ve Lee, 2014).

Kanonik Korelasyon Analizi'nin ilk aşamasında, çok boyutlu X_1 ve X_2 değişkenleri bir boyutlu gizli bir alt uzaya dönüştürülür, böylelikle Pearson korelasyon katsayıları sıradan bir vektör gibi kolaylıkla ölçülebilecektir (Yang vd., 2019).

$X_1 \in \mathbb{R}^{D_1 \times N}$ ve $X_2 \in \mathbb{R}^{D_2 \times N}$ matrisleri olarak toplanan N gözlemlili iki rastgele değişken verildiğinde, yapılacak ilk durum $U \in \mathbb{R}^{D_1 \times K}$ ve $V \in \mathbb{R}^{D_2 \times K}$ nin doğrusal izdüşümlerinin bulunmasıdır. Böylelikle, $u_k^T X^{(1)}$ ve $v_k^T X^{(2)}$ arasındaki korelasyon k bileşenleri için maksimize edilmiş olur. Bu durum, $u_k^T X^{(1)}$ ve $u_{k'}^T X^{(1)}$ nin tüm $k \neq k'$ için ilişkisiz olduğu kısıtlaması altında geçerlidir. Çözüm, özdeğer problemleri çözülerek analitik bir şekilde bulunabilir:

$$\begin{aligned} C_{11}^{-1} C_{12} C_{22}^{-1} C_{21} u &= \rho^2 u \\ C_{21}^{-1} C_{21} C_{11}^{-1} C_{12} v &= \rho^2 v \end{aligned} \quad (1)$$

burada,

$$C = \begin{bmatrix} C_{11} & C_{12} \\ C_{21} & C_{22} \end{bmatrix} \quad (2)$$

$x^{(1)}$ ve $x^{(2)}$ nin ortak kovaryans matrisidir ve ρ kanonik korelasyonu göstermektedir. Pratikte tüm bileşenler tek bir genelleştirilmiş özdeğer problemi çözülerek bulunabilmektedir (Klami vd., 2013). İncelenen değişkenlerin değişken kümelerinden oluşan kanonik denklemler ise aşağıdaki gibidir:

$$U_i = a_1 X_{1i} + a_2 X_{2i} + \dots + a_p X_{pi} = a'X \quad (3)$$

$$V_i = b_1 Y_{1i} + b_2 Y_{2i} + \dots + b_q Y_{qi} = b'Y \quad (4)$$

3 ve 4 numaralı denklemlerde yer alan U_i ve V_i değişkenleri kanonik değişkenlerdir. a_p ve b_p parametreleri ise, doğrusal bileşenli kanonik katsayıların birer ifadesidir. Tüm değişkenler arasındaki korelasyon katsayılarının hesaplanması kanonik katsayıların hesaplanabilmesi açısından önemlidir. Kanonik katsayılar ise aşağıdaki hesaplamalar yardımıyla hesaplanmaktadır (Yılmaz ve Sevuktekin, 2023):

$$(R_{11}^{-1} R_{12} R_{22}^{-1} R_{21} - \lambda I) a = 0 \quad (\Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} \Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} - \lambda I) a = 0 \quad (5)$$

$$(R_{22}^{-1} R_{21} R_{11}^{-1} R_{12} - \lambda I) b = 0 \quad (\Sigma_{22}^{-1} \Sigma_{21} \Sigma_{11}^{-1} \Sigma_{12} - \lambda I) b = 0 \quad (6)$$

3. Araştırma Bulguları

Bu bölümde, Türkiye'nin İnsani Gelişmişlik Endeksi (İGE) ile sosyoekonomik göstergeler ve çevresel baskılar arasındaki ilişkiler incelenmektedir. Çalışmada, UNDP tarafından 1990-2022 yılları arasında hesaplanan İGE verileri; Doğumda Beklenen Yaşam Süresi, Ortalama Eğitim Yılı, Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla, Kişi Başına Karbondioksit Emisyon Üretimi ve Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi gibi değişkenlerle değerlendirilmiştir. Bu göstergeler arasındaki dinamik ilişkiler, Kanonik Korelasyon Analizi ile analiz edilerek Türkiye'nin insani gelişme performansı ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantılar ortaya konmuştur. Elde edilen bulgular, İGE'nin bileşenlerinin Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine nasıl etki ettiğini ve çevresel faktörlerle

sosyoekonomik gelişim arasındaki etkileşimi daha kapsamlı bir şekilde anlamamıza olanak sağlayacaktır. Araştırma kapsamında sosyoekonomik göstergeler ve çevresel göstergeler arasındaki ilişkiler tespit edilmiştir. Buna göre iki gösterge arasındaki ilişkileri gösteren korelasyon matrisi Tablo 1’de sunulmuştur.

Tablo 1. Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Korelasyon Matrisi (R)

Değişken	İnsani Gelişmişlik Endeksi	Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	Ortalama Eğitim Yılı	Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla	Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi
İnsani Gelişmişlik Endeksi	1					
Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	0,973	1				
Ortalama Eğitim Yılı	0,995	0,954	1			
Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla	0,966	0,908	0,974	1		
Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	0,971	0,959	0,968	0,955	1	
Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi	0,831	0,780	0,780	0,845	0,879	1

Tablo 1’deki korelasyon katsayıları incelendiğinde, insani gelişmişlik endeksinin yüksek olduğu yıllarda yaşam süresi, eğitim düzeyi ve ekonomik refahın arttığı gözlemlenmektedir. Aynı zamanda çevresel etkilerin de yükseldiği gözlemlenmiştir. Bu bulgu, sürdürülebilir kalkınma açısından sosyoekonomik gelişimin çevresel faktörlerle dengelenmesi gerekliliğini vurgulamaktadır.

Tablo 2, Kanonik Korelasyon Analizi sonuçlarını ve ilişkiyi değerlendiren test istatistiklerini sunmaktadır.

Tablo 2. Değişkenler Arasındaki İlişkiyi Gösteren Kanonik Korelasyon Katsayıları ve Test Sonuçları

Kanonik Korelasyon Katsayısı	Kanonik Öz Değer/Açıklanan Varyans	Wilks’in Lambda Testi	Ki-Kare	Serbestlik Derecesi	Anlamlılık Düzeyi
0,983	29,233	0,028	33,452	54	0,0001
0,384	0,173	0,852	1,617	28	0,208

Tablo 2, iki kanonik korelasyon katsayısının yanı sıra, açıklanan varyans, Wilks’in Lambda testi, Ki-kare testi, serbestlik derecesi ve anlamlılık düzeyine ilişkin bilgileri içermektedir. Birinci kanonik korelasyon katsayısı 0,983 gibi oldukça yüksek bir değerde bulunmuş olup, bu durum birinci kanonik değişkenler arasındaki ilişkinin çok güçlü olduğunu göstermektedir. Buna ek olarak, kanonik öz değer/açıklanan varyans 29,233 olarak hesaplanmış olup bu değer, birinci kanonik değişkenin açıklayabileceği varyansın oldukça yüksek olduğunu işaret etmektedir. Wilks’in Lambda testi sonucunun 0,028 gibi düşük bir değer olması, modelin iyi bir uyum sağladığını ve iki değişken seti arasında anlamlı bir ilişki olduğunu desteklemektedir. Ki-kare testi için elde edilen anlamlılık düzeyinin 0,0001 olması, istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğunu doğrulamakta ve birinci kanonik korelasyonun önemli bir ilişkiyi yansıttığını ortaya koymaktadır. Öte yandan, ikinci kanonik korelasyon katsayısı 0,384 gibi düşük bir değerde bulunmuş ve bu sonuç, ikinci kanonik değişkenler arasındaki ilişkinin zayıf olduğunu göstermiştir. Kanonik öz değer/açıklanan varyans ise 0,173 olup, ikinci kanonik değişkenin açıklayabileceği varyansın oldukça sınırlı olduğunu ifade etmektedir. Wilks’in Lambda testinin 0,852 gibi yüksek bir değerde olması, modelin iyi bir uyum sağlamadığını ve iki değişken seti arasında anlamlı bir ilişkinin bulunmadığını göstermektedir. Ayrıca Ki-kare testinin anlamlılık düzeyi 0,208 olarak elde edilmiş olup, bu sonuç ikinci kanonik korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olmadığını göstermektedir. Bu veriler ışığında, analizde dikkate alınması gereken temel ilişkinin birinci kanonik korelasyon olduğu söylenebilir. Tablo 3, sosyoekonomik göstergeler ile kanonik değişkenler arasındaki ilişkileri temsil eden kanonik korelasyon katsayılarını sunmaktadır.

Tablo 3. Sosyoekonomik Göstergelerin Kanonik Korelasyon Katsayıları

Gözlenen Değişkenler	Kanonik Değişkenler	
	V_1	V_2
İnsani Gelişmişlik Endeksi	0,646	0,299
Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	-0,793	-3,368
Ortalama Eğitim Yılı	-0,379	2,988
Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla	-0,503	0,079

Kanonik korelasyon analizi, iki değişken seti arasındaki en güçlü ilişkileri belirlemeyi amaçlamakta olup, her bir kanonik değişkenin (V_1 ve V_2) gözlenen değişkenlerle olan ilişkisinin derecesini göstermektedir. Tablo 2’de yer alan test sonuçlarına göre birinci kanonik korelasyon istatistiksel açıdan anlamlı bulunduğundan dikkate alınacak denklem V_1 ’dir.

$$V_1 = 0,646X_1 - 0,793X_2 - 0,379X_3 - 0,503X_4 \quad (7)$$

Tablo 3’te, V_1 ’in İnsani Gelişmişlik Endeksi ile pozitif bir ilişkiye sahip olduğu, buna karşın diğer değişkenlerle negatif yönde bir ilişki sergilediği görülmektedir. V_2 ise, doğumda beklenen yaşam süresi ile güçlü negatif bir ilişki gösterirken, diğer değişkenlerle pozitif yönde ilişkilidir. Bu sonuçlar, doğumda beklenen yaşam süresindeki artışın V_2 ’yi belirgin şekilde azaltırken, ortalama eğitim yılındaki artışın V_2 ’yi anlamlı derecede artıracağını göstermektedir. Tablo 4’te çevresel göstergeler ile kanonik değişkenler (U_1 ve U_2)

arasındaki ilişkileri gösteren kanonik korelasyon katsayılarını göstermektedir.

Tablo 4. Çevresel Göstergelerin Kanonik Korelasyon Katsayıları

Gözlenen Değişkenler	Kanonik Değişkenler	
	U_1	U_2
Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	-1,139	-1,764
Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi	0,162	2,094

Kişi başına düşen karbondioksit emisyonu ve malzeme ayak izi gibi çevresel göstergeler kanonik değişkenlerle farklı yönlerde ilişki göstermektedir. Tablo 2’de sunulan test sonuçlarına göre, birinci kanonik korelasyonun istatistiksel olarak anlamlı olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle, U_1 kanonik değişkenine dayalı model dikkate alınarak 8 numaralı denklem elde edilmiştir:

$$U_1 = -1,139X_1 + 0,162X_2 \quad (8)$$

Tablo 4’e göre, kişi başına düşen karbondioksit emisyonu hem U_1 hem de U_2 açısından negatif bir etkiye sahipken, kişi başına düşen malzeme ayak izi özellikle U_2 üzerinde pozitif ve güçlü bir etkiye sahiptir. Bu sonuç, çevresel göstergeler arasında özellikle kişi başına düşen karbondioksit emisyonunun U_1 üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu, ancak bu ilişkinin negatif yönlü olduğunu ortaya koymaktadır. Diğer yandan, kişi başına düşen malzeme ayak izinin ise pozitif bir katkısı olduğu, ancak bu etkinin nispeten düşük olduğu görülmektedir. Sonuç olarak, çevresel baskılar açısından değerlendirildiğinde, karbondioksit emisyonu gibi göstergelerin daha büyük bir etkiye sahip olduğu söylenebilir. Tablo 5, sosyoekonomik göstergeler ile kanonik değişkenler (V_1 ve V_2) arasındaki kanonik yükleri göstermektedir.

Tablo 5. Sosyoekonomik Göstergelerin Kanonik Yükleri

Gözlenen Değişkenler	Kanonik Değişkenler	
	V_1	V_2
İnsani Gelişmişlik Endeksi	-0,988	0,069
Doğumda Beklenen Yaşam Süresi	-0,983	-0,154
Ortalama Eğitim Yılı	-0,983	0,149
Kişi Başına Düşen Gayri Safi Milli Hâsıla	-0,968	0,220

Kanonik yükler, gözlenen değişkenlerin kanonik değişkenler üzerindeki katkısını ve değişkenler arasındaki ilişkilerin gücünü yansıtmaktadır. Birinci kanonik değişken seti, tüm gözlenen değişkenler ile negatif yönlü yüksek korelasyon katsayılarına sahiptir. İkinci kanonik değişken seti ise, ortalama eğitim yılı ve kişi başına düşen gayri safi milli hâsıla ile pozitif ilişkilidir. Bu durum, V_2 ’nin ekonomik refah ve eğitim seviyesindeki artışlarla daha ilişkili olduğunu göstermektedir. Tablo 6, çevresel göstergelerin kanonik değişkenler (U_1 ve U_2) ile olan ilişkilerini gösteren kanonik yükleri içermektedir.

Tablo 6. Çevresel Göstergelerin Kanonik Yükleri

Gözlenen Değişkenler	Kanonik Değişkenler	
	U_1	U_2
Kişi Başına Düşen Karbondioksit Emisyonu	-0,997	0,077
Kişi Başına Düşen Malzeme Ayak İzi	-0,840	0,543

Kanonik korelasyon analizinin sonuçlarına göre, U_1 (Kanonik Değişken 1), çevresel göstergelerle, özellikle kişi başına düşen karbondioksit emisyonları ile güçlü bir negatif ilişki sergilemektedir (-0,997). Bu bulgu, karbondioksit emisyonlarındaki artışın U_1 üzerinde belirgin bir olumsuz etki yarattığını göstermektedir. Benzer şekilde, kişi başına düşen malzeme ayak izi ile de negatif bir ilişki bulunmaktadır (-0,840), ancak bu ilişkinin şiddeti karbondioksit emisyonlarına kıyasla daha zayıftır. Öte yandan, U_2 (Kanonik Değişken 2) ile kişi başına düşen karbondioksit emisyonu arasında çok zayıf bir pozitif ilişki görülmektedir (0,077), bu da U_2 ’nin bu değişkene duyarlılığının düşük olduğunu işaret etmektedir. Bununla birlikte, U_2 ’nin kişi başına düşen malzeme ayak izi ile olan ilişkisi daha güçlüdür (0,543) ve bu, malzeme ayak izinin artmasının U_2 üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Genel olarak, U_1 ’in çevresel baskılara (özellikle karbondioksit emisyonlarına) karşı daha duyarlı olduğu, U_2 ’nin ise daha çok malzeme ayak izi gibi çevresel unsurlara duyarlılık gösterdiği anlaşılmaktadır. Bu farklı ilişki düzeyleri, U_1 ve U_2 ’nin çevresel değişkenlere olan duyarlılıklarının farklılaştığını ortaya koymaktadır. Tablo 7, kanonik değişkenler arasındaki açıklanan varyans oranlarını sunmakta ve birinci ile ikinci kanonik değişken setlerinin kendi aralarındaki ve karşılıklı olarak diğer setteki değişkenlerle olan açıklama güçlerini değerlendirmektedir.

Tablo 7. Değişkenler Arasındaki Açıklanan Varyans Oranı

Kanonik Değişkenler	Birinci Setin Kendisiyle Açıkladığı Varyans	Birinci Setin İkinci Sette Açıkladığı Varyans	İkinci Setin Kendisiyle Açıkladığı Varyans	İkinci Setin Birinci Seti Açıkladığı Varyans
1	0,961	0,929	0,850	0,822
2	0,025	0,004	0,150	0,022

Tablo 7’deki sonuçlar incelendiğinde, birinci kanonik değişkenin hem kendi setindeki değişkenleri (%96,1) hem de karşı setteki değişkenleri (%92,9) yüksek oranlarda açıklayabildiğini ve iki değişken seti arasındaki ilişkiyi güçlü bir şekilde temsil ettiğini göstermektedir. İkinci setin kendi içindeki varyansın açıklama oranı (%85,0) ve birinci seti açıklama oranı (%82,2) da yüksek seviyededir, ancak birinci kanonik değişken kadar güçlü değildir. Buna karşılık, ikinci kanonik değişkenin hem kendi seti içindeki (%2,5) hem de karşı setteki (%0,4) açıklama gücü oldukça düşüktür, bu da ikinci kanonik değişkenin modelde anlamlı bir katkı

sağlamadığını ortaya koymaktadır. Benzer şekilde, ikinci kanonik değişkenin ikinci set içindeki (%15,0) ve birinci seti açıklama oranı (%2,2) oldukça zayıftır. Dolayısıyla, iki set arasındaki temel ilişkinin birinci kanonik değişken tarafından temsil edildiği ve analizde birinci kanonik değişkene odaklanmanın daha anlamlı olacağı sonucuna varılabilir.

Yapılan kanonik korelasyon analizi, sosyoekonomik ve çevresel göstergeler arasındaki ilişkileri ortaya koyarak bu iki değişken setinin birbirini ne ölçüde açıkladığını değerlendirmiştir. Sonuçlar, birinci kanonik ilişki için oldukça yüksek bir korelasyon katsayısı (0,983) ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki göstermiştir. Bu durum, sosyoekonomik gelişmişlik düzeyinin (insani gelişmişlik endeksi, eğitim, yaşam süresi ve kişi başına düşen gelir) çevresel baskılar (karbondioksit emisyonu ve malzeme ayak izi) ile güçlü bir şekilde bağlantılı olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle birinci kanonik değişkenin hem sosyoekonomik hem de çevresel değişkenlerin büyük bir kısmını açıklayabilmesi, bu iki alan arasındaki ilişkilerin önemini vurgulamaktadır. Literatürde de bu tür bir ilişkinin varlığı, gelişmişlik düzeyinin artmasının çevresel sürdürülebilirliği tehdit edebileceğine işaret eden çalışmalarla desteklenmektedir (Grossman & Krueger, 1995; Stern, 2004). Grossman ve Krueger (1995), çevresel Kuznets eğrisi (EKC) teorisini geliştirerek, ekonomik büyümenin belirli bir aşamadan sonra çevresel performansı iyileştirebileceğini, ancak başlangıçta çevresel bozulmayı artırabileceğini öne sürmüşlerdir. Stern (2004) ise, EKC'nin geçerliliğini sorgulamakta ve bazı çevresel göstergelerin ekonomik büyüme ile doğrusal olmayan ilişkiler gösterebileceğini tartışmaktadır. Bu bulgular, birinci kanonik ilişkinin yüksek olmasını destekler niteliktedir.

İkinci kanonik ilişki ise düşük korelasyon katsayısı (0,384) ve anlamlı olmayan bir sonuç sunmuş, bu da ikinci kanonik bileşenin modele anlamlı bir katkı sağlamadığını göstermiştir. Bu durum, literatürdeki gözlemlenen sosyoekonomik ve çevresel göstergeler arasındaki ilişkilerin her zaman doğrudan ve güçlü olmadığına dair bulgularla uyumludur (Dasgupta vd., 2002). Dasgupta vd. (2002), EKC teorisine alternatif bakış açıları sunarak çevresel kalite ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi etkileyen çeşitli faktörlerin, düzenleyici politikalar ve teknolojik değişiklikler gibi, önemini vurgulamaktadır. Bu da ikinci kanonik ilişkinin zayıf çıkmasını ve anlamlı olmamasını açıklayan olası bir nedendir. Ekonomik büyümenin belirli bir noktadan sonra çevresel performansı olumsuz etkilediği hipotezini öne süren çevresel Kuznets eğrisi (EKC) teorisi, bu tür karmaşık ilişkilerin açıklanmasında önemli bir çerçeve sunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları, sürdürülebilir kalkınma politikalarının şekillendirilmesinde sosyoekonomik ve çevresel faktörlerin bir arada ele alınması gerektiğini vurgulamaktadır. Gelişmişlik düzeyindeki artışların çevresel etkilerini minimize etmek için eğitim, sürdürülebilir enerji kullanımı ve çevre dostu teknolojilere yatırım gibi stratejilerin önemine dikkat çekilmektedir. Bu bulgular, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyümenin uyumlaştırılmasına yönelik literatürdeki mevcut çalışmaları desteklemektedir (Panayotou, 1997; Stern, 2004). Panayotou (1997), çevresel Kuznets eğrisinin politik araçlar ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesi yoluyla nasıl iyileştirilebileceğini ele almakta ve ekonomik gelişme ile çevresel sürdürülebilirliğin uyumlu hale getirilmesi için stratejik adımların atılması gerektiğini vurgulamaktadır.

Sonuç ve Öneriler

Bu çalışma, Türkiye'nin insani gelişmişlik ile çevresel baskılar arasındaki ilişkilerini sosyoekonomik ve ekolojik göstergeler üzerinden derinlemesine incelemektedir. Kullanılan Kanonik Korelasyon Analizi, iki farklı değişken grubu (sosyoekonomik göstergeler ve çevresel göstergeler) arasındaki dinamiklerin daha kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına olanak sağlamaktadır. Çalışmanın sonuçları, insani gelişmişlik düzeyi ile çevresel baskılar arasında güçlü bir ilişki olduğunu net bir biçimde ortaya koymaktadır. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik kalkınmanın çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkileri daha belirgin hale gelmektedir.

Çalışmanın bulguları, Türkiye'de ekonomik büyüme, eğitim düzeyi ve yaşam süresi gibi sosyoekonomik göstergelerin çevresel baskılarla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Birinci kanonik korelasyon katsayısının yüksek bulunması, insani gelişmişlik endeksinin bileşenleri olan yaşam süresi, eğitim düzeyi ve kişi başına düşen gayri safi milli hâsıla gibi göstergelerin çevresel göstergelerle (karbondioksit emisyonu ve malzeme ayak izi) güçlü bir ilişki içinde olduğunu ortaya koymaktadır. Özellikle karbondioksit emisyonları ve malzeme ayak izi gibi çevresel göstergeler, ekonomik büyüme ile doğrusal bir ilişki sergileyerek çevresel baskıların sosyoekonomik kalkınma sürecinde nasıl şekillendiğini göstermektedir.

Ekonomik büyüme ve sosyal gelişim, çevre üzerindeki baskıları artırma potansiyeline sahiptir. Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik kalkınmanın çevre üzerindeki etkilerinin kritik hale geldiği görülmektedir. Çalışmada elde edilen sonuçlar, sosyoekonomik kalkınmanın çevresel baskılardaki artışla yakından ilişkili olduğunu göstermektedir. Özellikle kişi başına düşen karbondioksit emisyonları, ekonomik büyüme ve yaşam standartlarındaki artışla birlikte yükselmektedir. Bu durum, çevresel baskıların ekonomik kalkınma süreçlerinde mutlaka dikkate alınması gerektiğine vurgu yapılmaktadır.

Çevresel Kuznets Eğrisi teorisi, ekonomik büyümenin erken aşamalarında çevresel bozulmanın artacağını, ancak belirli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra çevresel kalitenin iyileşmeye başlayacağını öne sürmektedir. Türkiye özelinde yapılan bu çalışmanın bulguları, Kuznets Eğrisi teorisi ile kısmen uyumlu görünmektedir. Özellikle karbondioksit emisyonlarının ekonomik kalkınma ile

arttığı, ancak sürdürülebilir politikalar ve çevre dostu teknolojilerin benimsenmesiyle bu eğimin tersine dönebileceği yönünde bulgular elde edilmiştir.

Çalışmanın bulguları, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için sosyoekonomik kalkınma ve çevresel baskılar arasında dengeli politikalar geliştirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. Kalkınma süreçlerinin çevreyi koruma ve doğal kaynakların sürdürülebilir kullanımını göz önünde bulundurarak yürütülmesi büyük önem taşımaktadır. Bu bağlamda, çevresel baskıları azaltmaya yönelik sürdürülebilir enerji politikalarının hayata geçirilmesi, çevre dostu teknolojilerin yaygınlaştırılması ve etkin atık yönetimi gibi stratejileri ön plana çıkarmaktadır.

Sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için enerji verimliliğini artıran, çevreye olan olumsuz etkileri en aza indiren politikaların geliştirilmesi kritik bir öneme sahiptir. Eğitim, teknolojik gelişme ve kamu farkındalığı artırılarak çevreye duyarlı davranışların teşvik edilmesi de uzun vadeli sürdürülebilir kalkınma politikaları için gereklidir. Özellikle Türkiye gibi gelişmekte olan ülkelerde ekonomik büyümenin çevresel etkilerinin azaltılması, politika yapıcılar için temel bir hedef olmalıdır. Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşması için çeşitli politika önerileri sunulabilir. Öncelikle, karbondioksit emisyonlarını azaltmak amacıyla enerji verimliliği projelerine ve yenilenebilir enerji kaynaklarına daha fazla yatırım yapılmalıdır. Bu adım, Türkiye'nin ekonomik büyümesini sürdürülebilir kılarken aynı zamanda çevresel baskıları da hafifletecektir. Ayrıca, sanayi ve tarım sektörlerinde çevre dostu teknolojilerin yaygınlaştırılması büyük önem taşımaktadır. Bu tür teknolojilerin benimsenmesini hızlandırmak için devlet teşvikleri ve destekleri kritik rol oynayacaktır. Bununla birlikte, çevre bilincini artırmak ve bireyleri çevreye duyarlı davranmaya yönlendirmek amacıyla eğitim ve kamu farkındalığı kampanyalarının düzenlenmesi uygun olacaktır. Bu durum uzun vadede, çevreyi koruma bilinci yüksek bir toplum yaratmak, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmada temel bir etken olacağı öngörülmektedir.

Sonuç olarak, bu çalışma Türkiye'nin sosyoekonomik kalkınma ve çevresel baskılar arasındaki ilişkilerini derinlemesine incelemiş ve sürdürülebilir kalkınma için bu iki boyutun dengelenmesi gerektiğini vurgulamıştır. Sosyoekonomik göstergeler ile çevresel göstergeler arasındaki ilişkilerin karmaşıklığı, sürdürülebilir kalkınma politikalarının çok boyutlu yaklaşımlar gerektirdiğini göstermektedir. Türkiye'nin hem çevreyi koruyan hem de ekonomik büyümeyi sürdüren politikalar geliştirmesi, uzun vadeli kalkınma hedeflerine ulaşmasında kritik bir rol oynayacaktır. Bu bağlamda, çalışmanın, Türkiye'nin kalkınma stratejilerine katkı sunduğu ve politika yapıcılar için önemli yol gösterici öneriler içerdiği düşünülmektedir.



This research article has been licensed with Creative Commons Attribution - Non-Commercial 4.0 International License. Bu araştırma makalesi, Creative Commons Atıf - Gayri Ticari 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.

Yazar Katkıları

Yazar, çalışmayı tek başına hazırladığını beyan etmiştir.

Teşekkür Beyanı

Yazar(lar), çalışma için teşekkür beyanında bulunmamışlardır.

Destek Beyanı

Yazar(lar), çalışma için herhangi bir destekleyen beyanında bulunmamışlardır.

Çıkar Çatışması

Yazar(lar), çalışma için herhangi bir çıkar çatışması beyanında bulunmamışlardır.

Etik Beyanı

Yazar(lar), çalışma için Etik Kurul Onayı alınması gerektiğini beyan etmişlerdir.

Kaynakça/References

- Anand, S., & Sen, A. (1994). Human Development Index: Methodology and Measurement. *Human Development Report Office* . içinde New York.
- Anderson, T. W. (2002). Canonical correlation analysis and reduced rank regression in autoregressive models. *The Annals of Statistics*, 30(4), 1134-1154.
- Benitez-Capistros, F., Hugé, J., & Koedam, N. (2014). Environmental impacts on the Galapagos Islands: Identification of interactions, perceptions and steps ahead. *Ecological Indicators*, 38, 113-123.
- Cruz-Cano, R., & Lee, M. T. (2014). Fast regularized canonical correlation analysis. *Computational Statistics & Data Analysis*, 70, 88-100.
- Dasgupta, S., Laplante, B., Wang, H., & Wheeler, D. (2002). Confronting the environmental Kuznets curve. *Journal of economic perspectives*, 16(1), 147-168.
- Dos Santos, S. F., & Brandi, H. S. (2014). Dos Santos, S. F., & Brandi, H. S. (2014). A canonical correlation analysis of the relationship between sustainability and competitiveness. *Clean Technologies and Environmental Policy*, 16, 1735-1746.
- Yılmaz (2025).

- Dotsenko, E. Y., Ezdina, N. P., Khasanova, A. S., & Khasanov, M. I. (2021). Evolution of Ideas about the Role of the Environmental Factor in socio-Economic Development. *In E3S Web of Conferences EDP Sciences, Vol. 247*, s. p. 01068.
- Gosselin, F., & Callois, J. M. (2018). Relationships between human activity and biodiversity in Europe at the national scale: Spatial density of human activity as a core driver of biodiversity erosion. *Ecological Indicators, 90*, 356-365.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics, 110*(2), 353-377.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics, 110*(2), 353-377.
- Hassan, S. T., Baloch, M. A., Mahmood, N., & Zhang, J. (2019). Linking economic growth and ecological footprint through human capital and biocapacity. *Sustainable Cities and Society, 47*, 101516.
- Herrero, C., Martínez, R., & Villar, A. (tarih yok). A newer human development index. *Journal of Human Development and Capabilities, 13*(2), 247-268.
- Klami, A., Virtanen, S., & Kaski, S. (2013). Bayesian Canonical Correlation Analysis. *Journal of Machine Learning Research, 14*(4).
- Klugman, J., Rodríguez, F., & Choi, H. J. (2011). The HDI 2010: new controversies, old critiques. *The Journal of Economic Inequality, 9*, 249-288.
- Lai, S. L., & Chen, D. N. (2020). A research on the relationship between environmental sustainability management and human development. *Sustainability, 12*(21), 9001.
- Lind, N. (2004). Values reflected in the human development index. *Social Indicators Research, 66*(3), 283-293.
- Lind, N. (2019). A development of the human development index. *Social Indicators Research, 146*(3), 409-423.
- Lind, N. C. (1992). Some thoughts on the human development index. *Social Indicators Research, 27*, 89-101.
- Liu, W., Zhan, J., Zhai, Y., Zhao, F., Asiedu Kumi, M., Wang, C., . . . Wang, H. (2023). Linking ecosystem service supply and demand to evaluate the ecological security in the pearl river delta based on the pressure-state-response model. *International Journal of Environmental Research and Public Health, 20*(5), 4062.
- Mally, K. V. (2007). Linking socio-economic development and environmental pressures. *Dela, 27*, 149-162.
- Nguefack-Tsague, G., Klasen, S., & Zucchini, W. (2011). On weighting the components of the human development index: a statistical justification. *Journal of Human development and Capabilities, 12*(2), 183-202.
- Nussbaum, M. (2000). *Women and human development: The capabilities approach*. Cambridge University Press.
- Panayotou, T. (1997). Demystifying the environmental Kuznets curve: turning a black box into a policy tool. *Environment and development economics, 2*(4), 465-484.
- Ramos, S. B., de Paula Silva, J., Bolela, C. A., & de Andrade, M. (2018). Prediction of human development from environmental indicators. *Social Indicators Research, 138*, 467-477.
- Ravallion, M. (2012). Troubling tradeoffs in the human development index. *Journal of development economics, 99*(2), 201-209.
- Sagar, A. D., & Najam, A. (1998). The human development index: a critical review. *Ecological Economics, 25*(3), 249-264.
- Saud, S., Chen, S., & Haseeb, A. (2020). The role of financial development and globalization in the environment: accounting ecological footprint indicators for selected one-belt-one-road initiative countries. *Journal of Cleaner Production, 250*, 119518.
- Sen, A. (2014). *Development as freedom (1999)* (Cilt 525). Oxford University Press: The globalizat,on and development reader: Perspectives on development and global change.
- Sinha Babu, S., & Datta, S. K. (2015). Revisiting the link between socio-economic development and environmental status indicators—focus on panel data. *Environment Development and Sustainability, 17*, 567-586.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World development, 32*(8), 1419-1439.
- Yang, X., Liu, W., Liu, W., & Tao, D. (2019). A survey on canonical correlation analysis. *IEEE Transactions on Knowledge and Data Engineering, 33*(6), 2349-2368.
- Yavuz, S., & Karabulut, T. (2016). Kanonik Korelasyon Analizi Metodu İle Birbirinin Devamı Olan Dersler Arasındaki İlişkinin İncelenmesi: İşletme Bölümü Örneği. *Kafkas Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, 18*, 459-476.
- Yılmaz, T., & Sevuktekin, M. (2023). Bankaların Borsa Performans Oranı ve Likidite Oranının Kanonik Korelasyon Analizi ile İncelenmesi. *UMAY Sanat ve Sosyal Bilimler Dergisi, 1*(1), 86-100.
- Zambrano, E. (2014). An axiomatization of the human development index. *Social Choice and Welfare, 42*, 853-872.