



Türkiye’de Ormanların Çevresel Kuznets ve Yük Kapasite Eğrilerinin Belirleyicileri Üzerine Ampirik Bir Analiz

An Empirical Analysis on the Determinants of Environmental Kuznets and Load Capacity Curves of Forests in Türkiye

Aslı Ahlat ^{a*} Süleyman Yurtkuran ^b

^a Arş. Gör., Karadeniz Teknik Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, İktisat Bölümü, Trabzon/Türkiye, asliahlat@ktu.edu.tr, ORCID: 0000-0001-9274-547X

^b Doç. Dr., Trabzon Üniversitesi, Siyasal Bilgiler Fakültesi, Uluslararası Ticaret ve Lojistik Bölümü, Trabzon/Türkiye, suleymanyurtkuran@trabzon.edu.tr, ORCID: 0000-0002-7085-9203

MAKALE BİLGİSİ

ÖZ

Makale Türü

Araştırma Makalesi

Anahtar Kelimeler

Ormansızlaşma
Çevresel Kuznets Eğrisi
Yük Kapasite Eğrisi
Beklenen Yaşam Süresi

Geliş Tarihi : 04 Mart 2025

Kabul Tarihi: 09 Eylül 2025

Bu çalışma, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda, özellikle ormanların korunması ve yenilenmesi ile ilgili etkin orman yönetimi stratejilerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Bununla bağlantılı olarak çalışma; ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, doğuştan beklenen yaşam süresi ve ticari dışa açıklığın Türkiye’nin ormanlarının çevresel koşulları üzerindeki etkilerini 1974-2021 dönemi için analiz etmeyi amaçlamaktadır. Bu amacı gerçekleştirmek için çalışmada, Bayer-Hanck eşbütünleşme yöntemi ile değişkenler arasında uzun dönemli ilişki test edilmiştir. Ardından tam düzeltilmiş en küçük kareler ve kanonik eşbütünleşme regresyonu yöntemleri kullanılarak uzun dönem katsayıları tahmin edilmiştir. Sonuçlar, ormanlar için çevresel Kuznets eğrisi ve yük kapasite eğrisi hipotezlerinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Türkiye’nin ekonomik büyümesi arttıkça, ülke ormanlarının çevresel koşullarının uzun vadede iyileştiği sonucuna varılmıştır. Araştırma ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarına yönelik artan talebin ve beklenen yaşam süresinin uzamasının çevre üzerinde olumlu bir etkiye sahip olduğunu, ticari dışa açıklık düzeyindeki artışın ise çevresel kaliteyi kötüleştirdiğini göstermektedir. Elde edilen bu sonuçlar, ülke ormanlarının sürdürülebilirliğini sağlamanın ve biyolojik kapasitelerini korumanın oldukça önemli olduğunu ortaya koymaktadır.

ARTICLE INFO

ABSTRACT

Article Type

Research Article

Keywords

Deforestation
Environmental Kuznets Curve
Load Capacity Curves
Life Expectancy

Received: Mar, 04, 2025

Accepted: Sep, 09, 2025

This study emphasizes the need for effective forest management strategies, particularly with regard to the conservation and regeneration of forests, in line with the Sustainable Development Goals. In this regard, the study aims to analyze the effects of economic growth, renewable energy consumption, life expectancy at birth and openness to international trade on the environmental conditions of Türkiye's forests for the period 1974-2021. To achieve this goal, the study tested the long-term relationship between the variables using the Bayer-Hanck cointegration method. Subsequently, the long-run coefficients were estimated using fully modified least squares and the canonical cointegration regression method. The results show that the environmental Kuznets curve and load capacity curve hypotheses are valid for the forests. It is concluded that as Türkiye's economic growth increases, the environmental conditions of the country's forests will improve in the long term. The study also shows that increasing demand for renewable energy sources and increasing life expectancy have a positive effect on the environment, while increasing openness worsens environmental quality. These results show that it is very important to ensure the sustainability of the country's forests and maintain their biological capacity.

Extended Abstract

Aim: In recent years, the global forest area has decreased significantly and deforestation has accelerated. Between 2002 and 2023, Türkiye faces a 7% decline in tree cover and the disappearance of a total of 709 thousand hectares of forest. This significant decline poses a major challenge for the sustainable management of forest resources. Given the ability of trees to act as a carbon sink to absorb atmospheric greenhouse gas emissions, forests are a key factor in mitigating

* Sorumlu Yazar / Corresponding Author

Atıf/Cite as: Ahlat, A. ve Yurtkuran, S. (2025). Türkiye’de Ormanların Çevresel Kuznets ve Yük Kapasite Eğrilerinin Belirleyicileri Üzerine Ampirik Bir Analiz. *Uluslararası Ekonomi, İşletme ve Politika Dergisi*, 9(2), 454-477. <https://doi.org/10.29216/ueip.1651556>



Bu makale, Creative Commons Atıf (CC BY) lisansının hüküm ve koşulları altında dağıtılan açık erişimli bir makaledir. / This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license.

the effects of global warming and combating climate change. In this regard, it is crucial for the country to achieve the Sustainable Development Goals for 2030 (SDG-15), which aim to halt deforestation and increase afforestation.

In this context, the objective of this study is to analyze the impact of Renewable Energy Consumption (REC), Life Expectancy at Birth (LE) and Openness to Foreign Trade (TO) on the Forest Ecological Footprint (FEF) and Load Capacity Factor (FLCF) for Forests for the period 1974-2021. The study also tests the validity of the Load Capacity Curve (LCC) and Environmental Kuznets Curve (EKC) hypotheses to explain the relationship between economic growth and environmental conditions of Türkiye forests.

A review of the literature shows that the LCC hypothesis is tested to examine the relationship between forest resources and economic growth, but the LCC hypothesis for deforestation is ignored. The FLCF, which represents the ratio of forest biocapacity to FEF, measures environmental sustainability by considering both supply and demand. If this indicator value is greater than 1, the ecological sustainability of the forests is guaranteed. In this context, it was noted that there is no study that analyzes the relationship between deforestation and economic growth in Türkiye using the EKC and LCC hypotheses. Studies using environmental quality indicators such as FEF and FLCF are quite limited. In addition, there is no study that analyzes the impact of LE on the environmental conditions. As a result, the study seeks to add to the body of knowledge in this area.

Methods: First, the stationarity levels of the series are determined by Ng-Perron (2001) and Lumsdaine and Papell (1997) unit root tests. Then, the existence of cointegration between the series is ascertained using the Bayer-Hanck cointegration test, which was created by Bayer and Hanck (2013). Finally, the Fully Modified Least Squares (FMOLS) estimators proposed by Phillips and Hansen (1990) and the Canonical Cointegration Regression (CCR) estimators developed by Park (1992) are used to estimate and interpret the long-run coefficient values.

Findings: The results of the unit root test show that all variables have a unit root at the level and become stationary when the first differences are taken. Accordingly, the results of the Bayer-Hanck cointegration test indicate that the variables have a long-term relationship. The FMOLS and CCR long-run estimators confirm the EKC and LCC hypotheses for forests in Türkiye. As Türkiye's economic growth is increasing, the environmental sustainability of forests is ensured in the long term. In addition, REC and LE have a positive influence on FEF and FLCF according to both estimators. In contrast, both estimators show that TO worsens the environmental conditions of the country's forests.

According to the FMOLS and CCR estimators, a 1% increase in REC reduces FEF by 0.723% and 0.641% and increases FLCF by 0.666% and 0.596%. Similarly, it is concluded that a 1% increase in LE has a negative impact of 9.060% and 9.169% on FEF and a positive impact of 6.127% and 6.118% on FLCF. These results suggest that substituting fossil fuels with clean energy alternatives and increasing life expectancy contribute to habitat conservation by reducing FEF and increasing FLCF. On the other hand, a 1% increase in TO is found to worsen environmental quality by increasing FEF by 0.399% and 0.580% and decreasing FLCF by 0.328% and 0.486%, respectively, as shown by both estimators. It is determined that increasing trade and industrialization have a negative impact on environmental quality, especially due to pressure on forested areas and increasing environmental problems such as loss of natural habitats, air and water pollution.

Conclusion: In regions with rapidly growing populations, there is a great need for sustainable forest management practices to reduce pressure on forest resources. In this context, stricter regulations against illegal logging by the Turkish government will enable better monitoring and enforcement of forest protection laws. Public awareness campaigns on sustainable resource use will also play an important role in reducing the negative impact on forests. However, increasing

investment in renewable energy infrastructure can provide a dual approach that both promotes a clean energy future and improves forest conservation.

The study's findings also demonstrate that Türkiye's woods' environmental conditions are negatively impacted by the growth in international trade. In this case, it is imperative to adopt policies that promote the sustainability of trade. These measures include environmental labeling and certification of forest products. The continued economic growth in Türkiye and some improvements in the environmental conditions of forests indicate that economic development and environmental protection can be integrated and a balance between the two can be found.

1. Giriş

Günümüzde iklim değişikliği ve küresel ısınma, insanlığın karşı karşıya olduğu en önemli sorunlardan ikisini temsil etmektedir (Wang vd., 2024). İnsan kaynaklı sera gazı emisyonları, bu sorunların başlıca nedenleri arasındadır (Yurtkuran ve Terzi, 2018; Mohmmmed vd., 2019). Özellikle karbon dioksit (CO₂) emisyonu, atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu arttırarak küresel ısınma üzerinde önemli bir etki oluşturmaktadır (Yurtkuran, 2021a). Bununla birlikte, yalnızca CO₂ emisyonuna odaklanmak daha geniş çevresel etkilerin göz ardı edilmesine sebebiyet vermektedir. Rees (1992) tarafından geliştirilen Ekolojik Ayak İzi (Ecological Footprint-EF), son zamanlarda CO₂ emisyonunu da içine alan daha kapsamlı çevresel gösterge olarak ortaya çıkmıştır (Galli vd., 2012, 2015; Xu vd., 2022). EF, insan tüketimi ve üretim faaliyetlerinin küresel hektar cinsinden toprak ve su üzerindeki çevresel etkisini ölçmektedir. Bu gösterge genellikle toplumların doğaya olan talebiyle ilişkilendirilmektedir. Ancak, bu gösterge insan tüketimini karşılama kapasitesini simgeleyen Biyokapasite (Biocapacity-BC)'yi içermemektedir. Bu bağlamda hem CO₂ hem de EF yalnızca talep tarafındaki ekolojik bozulmayı yansıtmaktadırlar ve çevresel sürdürülebilirliğin arz tarafını ihmal etmektedirler (Pata ve Kartal, 2024). Bu eksikliğin giderilmesi için Siche vd. (2010) tarafından BC'nin EF'ye bölünmesiyle elde edilen Yük Kapasite Faktörü (Load Capacity Factor-LCF) önerilmiştir. LCF değerinin 1'den büyük olması çevrenin sürdürülebilir olduğunu gösterirken, 1'den küçük olması çevresel kalitenin azaldığı anlamına gelmektedir.

Çevre ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki ilk olarak Grossman ve Krueger (1991) tarafından incelenmiş ve Panayotou (1993) bu bağlantıya Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) hipotezi adını vermiştir. Hipoteze göre, ekonomik gelişmenin erken evrelerinde çevresel bozulma artış gösterirken, kişi başına gelir belirli bir seviyeyi aştığında, çevresel göstergelerde iyileşme gözlemlenmektedir. Bu iyileşme süreci, genellikle çevre dostu teknolojilerin benimsenmesi ve sürdürülebilir kalkınmayı hedefleyen politikaların devreye girmesiyle mümkün hale gelmektedir.

Siche vd. (2010), çevresel sürdürülebilirliği, ekosistemlerin taşıma kapasitesi ile insan faaliyetlerinin ekolojik baskısı arasındaki ilişki üzerinden değerlendirmiş ve bu kapsamda arz-talep dengesinin çevre politikaları açısından kritik rol oynadığını vurgulamıştır. Bu kuramsal çerçeveden hareketle, Pata (2021) konuyu ampirik düzeyde ele almış ve çevreyi yalnızca kirlilik değil, kalite odaklı bir perspektiften değerlendirmiştir. Bu yaklaşımla birlikte çevrenin arz yönünü de temsil eden LCF göstergesi ön plana çıkarılmış ve Yük Kapasite Eğrisi (YKE) hipotezi ampirik olarak test edilmiştir. Bu hipoteze göre, ekonomik büyümenin ilk evrelerinde artan gelir düzeyi, çevresel talebi yükselterek EF'de genişlemeye ve BC'de azalmaya yol açmaktadır. Ancak gelir belirli bir eşiği aştığında, çevreye duyarlılığın artmasıyla bu eğilim tersine dönmektedir.

LCF'ye ek olarak, ormansızlaşma da çevresel kalite göstergelerine dahil edilmiştir. Bu göstergenin orman varlıkları bağlamında da kullanımı mümkündür. Talep tarafında, orman EF (Forest EF-FEF)'si bir ülkenin kereste, kâğıt hamuru, ahşap ürünleri ve yakacak odun talebini yansıtmaktadır. Arz tarafı ise, bir topluluk içindeki mevcut ormanlık alanları gösteren orman BC

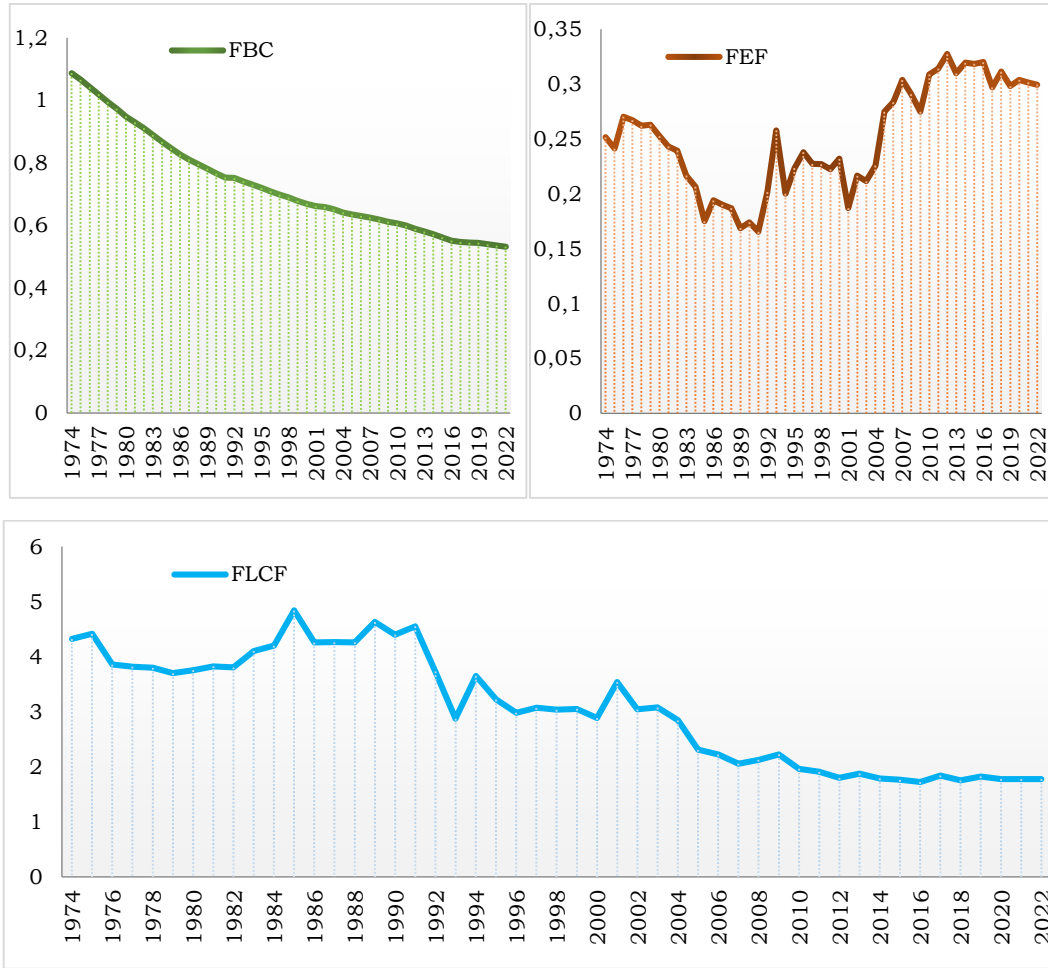
(Forest BC-FBC)'si ile temsil edilmektedir. Bu durum çevresel sürdürülebilirliği ifade etmede LCF ve orman LCF (Forest LCF-FLCF) çevresel göstergelerinin önemini vurgulamaktadır. Benzer şekilde bu iki gösterge aynı anda çevresel kaynakların hem talep hem de arz yönlerini dikkate almaktadır ve FLCF, FBC'nin FEF'ye bölünmesiyle türetilmektedir. FLCF değerinin 1'den küçük olması orman kaynaklarının aşırı kullanımına işaret etmektedir ve sürdürülebilir orman yönetimine duyulan ihtiyacı ima etmektedir (Ayad vd., 2024).

Ormanlar, ekosistemlerin sürdürülebilirliğini sağlamak için hayati öneme sahip doğal kaynaklardır. Habitat ve kaynak depolama gibi önemli rollerinin yanı sıra biyoçeşitliliğin korunmasına, toprak erozyonunun önlenmesine ve su döngüsünün düzenlenmesine katkıda bulunmaktadır. Ayrıca, diğer birçok unsurun yanında ilaç, gıda ve kereste gibi hammaddelerin tedarik edilmesi için gereklidirler (Cherian, 2022). Ormanların karbon yutakları olarak ağaçların atmosferdeki CO₂ emisyonunu absorbe etme kabiliyeti, en önemli ekolojik rollerinden biridir. Bu özellik ormanları, küresel ısınmanın etkilerini azaltmak ve iklim değişikliğiyle mücadeledeki rollerini güçlendirmek için önemli kılmaktadır (Hao vd., 2019; Cherian, 2022). Ancak ormanların sunduğu ekosistem hizmetlerinin büyük tehdit altında olduğu unutulmamalıdır. Son yıllarda, küresel orman alanlarında ciddi bir azalma meydana gelmiştir ve ormansızlaşma hızlanmıştır. 1990 yılından bu yana, dünya genelinde orman alanı yaklaşık 178 milyon hektar azalarak toplam küresel orman örtüsü 4.06 milyar hektara düşmüştür (Leemans ve De Groot, 2003; FAO, 2020; Pata ve Karlilar, 2024a). Bu verilere göre, ormansızlaşma özellikle sanayileşmiş ve gelişmekte olan ülkeler için önemli bir tehlike oluşturmaktadır. Türkiye bu konuda risk altındaki ülkeler arasında bulunmaktadır. Türkiye 2020 yılı itibarıyla 9.02 milyon hektar doğal orman alanına sahiptir ve bu değer ülkenin yüzölçümünün %12'sine karşılık gelmektedir. Ancak 2023 yılına gelindiğinde, ülke yaklaşık 24.8 milyon ton CO₂ emisyonuna denk gelen 34.2 bin hektar orman alanını kaybetmiştir. 2002-2023 yılları arasında Türkiye, ağaç örtüsünde %7'lik bir azalmaya ve toplamda 709 bin hektar orman kaybına tanık olmuştur (Global Forest Watch, 2024). Bu ciddi azalma, orman kaynaklarının sürdürülebilir yönetimi için önemli bir sorun teşkil etmektedir.

Birleşmiş Milletler ormansızlaşmayı durdurmayı, bozulan ormanları restore etmeyi ve ağaçlandırmayı arttırmayı amaçlayan 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SKH-15) belirleyerek, bu hedeflerin uygulanmasının küresel çevre kaynaklı krizlere çözüm sağlamasını amaçlamaktadır (United Nations, 2023). Türkiye SKH-15'i benimsemiş olup; ormanların korunması, zarar görmüş alanların eski haline getirilmesi ve ekosistemlerin sürdürülebilirliği için yeniden ağaçlandırma ve ormanlaştırma programları uygulamaktadır. Bu çabalar, özellikle son yıllarda hem çevresel hem de ekonomik alanlarda önemli katkılar sağlamıştır. 2019 yılında ilan edilen "Milli Ağaçlandırma Günü", Türkiye'nin ormanlarının korunmasına olan bağlılığının bir göstergesidir (OGM, 2023).

Şekil 1, Türkiye'de 1974 ve 2022 dönemine ait ormanların ekolojik ayak izi (FEF), biyokapasite (FBC) ve yük kapasite faktörü (FLCF) grafiklerini göstermektedir. İlk olarak, FBC değerlerinin grafiği dönem boyunca sürekli bir düşüş göstermektedir. Bu düşüş, ormansızlaşma ve tekrarlayan yangınlar gibi eylemler nedeniyle Türkiye'nin orman kaynaklarının önemli ölçüde tükendiğini yansıtmaktadır. İkinci olarak, FEF eğrisi önemli dalgalanmalar sergilemektedir. FEF değerleri 1977 ve 1992 yılları arasında azalmış olsa da, özellikle 2001 yılından bu yana artmaktadır. FLCF değerleri de dönem boyunca FEF'deki değişimlere paralel olarak dalgalanmaktadır. FLCF 1974 yılında 4.32 iken 2022 yılında %59 azalarak 1.78'e gerilemiştir. FLCF'deki düşüşün nedeni FEF artarken FBC'nin sürekli olarak azalmasıdır. Bu da Türkiye'nin ormanlık alanlarını yenilemek için yeterli kapasiteye sahip olmadığını ima etmektedir. Bu durumda, özellikle ekonomik faaliyetlerin gerçekleştirilmesiyle, FLCF değerinin yakında 1'in altına düşmesi ve ülke ormanlarının çevresel sürdürülebilirliğinin tehlikeye girmesi muhtemel olacaktır.

Şekil 1: Türkiye’de Ormanların Ekolojik Ayak İzi, Biyokapasite Ve Yük Kapasitesi Faktörü



Kaynak: GFN (2025).

21. yüzyılda, sürdürülebilir ekonomik performansın sağlanması için çevresel kalitenin artırılması zorunlu hale gelmiştir (Yuping vd., 2021; Zhao ve Qamruzzaman, 2022). Bu gereklilik fosil yakıtların kullanımından temiz enerji kaynaklarına geçiş ihtiyacını arttırmıştır (Murshed vd., 2021; Khan vd., 2022). Daha düşük sera gazı emisyonları üreten rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları, enerji üretiminin çevresel etkilerinin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır (Pata ve Yurtkuran, 2018; Mirziyoyeva ve Salahodjaev, 2023). Nitekim Molion (1975) enerji tüketimi ile ormansızlaşma arasında bağlantı kuran ilk araştırmacılardan biridir ve Yazar Yenilenebilir Enerji Tüketimi (Renewable Energy Consumption-REC)'ndeki artışın orman örtüsündeki artışla doğrudan ilişkili olduğunu ifade etmiştir. Temiz enerjiye erişim arttıkça yakıt olarak kullanılan orman ürünlerine yönelik talep azalmaktadır. Bu durum ormanlık alanların korunmasına ve biyolojik çeşitliliğin sürdürülmesine katkıda bulunarak ormansızlaşma baskısının hafifletilmesini desteklemekte (Suwal vd., 2020; Ponce vd., 2020, 2021) ve insanların yaşam beklentisini arttırmaktadır. Bireylerin doğuşta beklenen yaşam süresi (Life Expectancy-LE) arttıkça, ekosistemle olan etkileşimlerinde hem olumlu hem de olumsuz değişiklikler ortaya çıkmaktadır. Daha uzun yaşam beklentisine sahip bireyler, çevre dostu teknolojilere kaynak ayırmaya ve çevre dostu ürünlere daha fazla yatırım yapmaya istekli olduklarından çevre kalitesi iyileşmektedir (Fakhri vd., 2015; Wang ve Li, 2021). Öte yandan, yaşam beklentisinin yüksek olduğu ülkelerde nüfus artışı, ekonomik büyümenin hızlanması ve doğaya zarar veren üretim ve tüketim faaliyetlerinin yoğunlaşması nedeniyle çevre kalitesi bozulmaktadır (Pandey vd., 2020; Sahoo ve Sethi, 2022; Pata vd., 2023a).

Üretim ve tüketim faaliyetlerinin artması da toplumların dış ticarete daha fazla önem vermesini sağlamıştır ve dünyada ithalat ve ihracat değerleri sürekli olarak artmıştır (WDI, 2025). LE’de olduğu gibi Ticari Dış Açıklık (Trade Openness-TO) da çevresel kalite üzerinde faydalı ve zararlı olmak üzere iki etkiye sahiptir. İlk olarak ticaret, daha temiz ürünlerin kullanılmasını ve enerji verimliliği yüksek teknolojilerin benimsenmesini teşvik ederek çevreye zararlı atıkların azaltılmasına hizmet etmektedir (Ahakwa vd., 2024). Ayrıca TO, sürdürülebilir tarım yöntemlerinin kullanılmasını teşvik ederek ormansızlaşmanın önlenmesinde faydalı olmaktadır (Lopez ve Galinato, 2005). İkinci olarak ülkelerin TO düzeyi arttıkça, kaynak yoğun ve kirletici sanayilerin genişlemesi çevresel bozulmayı daha fazla arttırmaktadır. Bu süreç, ağaçların kesilmesi, doğal kaynakların gereğinden fazla kullanımı ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi negatif çevresel etkileri hızlandırmaktadır (Sun ve Qamruzzaman, 2025).

Bu çalışma, Türkiye’de ekonomik büyüme, LE, REC ve TO gibi ekonomik ve çevresel göstergelerinin orman temelli çevresel kalite üzerindeki etkilerini kapsamlı bir şekilde incelemektedir. Analizler, bu faktörlerin orman ekosistemlerinin sürdürülebilirliği ve korunması açısından taşıdığı önemi ortaya koyarak, mevcut literatüre yeni ve önemli katkılar sunmaktadır. Öncelikle bu çalışma görebildiğimiz kadarıyla, Türkiye’de ormansızlaşma ve ekonomik büyüme arasındaki bağlantıyı ÇKE ve YKE hipotezlerini kullanarak analiz eden ilk çalışmadır. İkinci olarak, bu çalışmada yer verilen FEF ve FLCF gibi çevresel kalite göstergelerini kullanan yeterli sayıda çalışma olmadığı gözlemlenmiştir. Bir diğer bulguda ise LE’nin ormansızlaşmayı nasıl etkilediğine ilişkin henüz bir araştırmaya rastlanılmamıştır. Son olarak, mevcut çalışma SKH-15’e ulaşmak için karbon azaltımı hedeflerinin gerçekleştirilmesine yönelik önemli politika önerileri sunmaktadır.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünü takiben, ikinci bölümde ilgili literatüre kapsamlı bir şekilde değinilmektedir. Üçüncü bölümde veri seti ve kullanılan yöntem tanıtılarak, tam düzeltilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve kanonik eşbütünleşme regresyon (CCR) tahmincileri ile elde edilen bulgular tartışılmaktadır. Son bölümde ise genel bir değerlendirmeye ve politika önerilerine yer verilmektedir.

2. Literatür

Çevresel ekolojik göstergeler ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki ilk olarak 1990’ların başında Grossman ve Krueger (1991) tarafından incelenmiştir. Daha sonra Panayotou (1993) bu ilişkiyi ÇKE hipotezi olarak adlandırmıştır. ÇKE hipotezi, ekonomik büyümenin ilk evrelerinde artan çevresel bozulmanın, belirli bir gelir seviyesine ulaşıldıktan sonra düzelmeye başladığını savunmaktadır. Birçok çalışma, farklı çevresel göstergeler kullanarak bu bağlantıyı araştırmıştır (Selden ve Song, 1994; Onafowora ve Owoye, 2014; Apergis ve Ozturk, 2015; Yurtkuran, 2020; Yurtkuran, 2021b; Xie vd., 2022; Pata ve Yurtkuran, 2023; Emir ve Karlılar, 2023; Ximei vd., 2024; Sun ve Qamruzzaman, 2025). İlerleyen yıllarda ÇKE’nin ormansızlaşma ve gelir arasındaki ilişkiyi araştırmak için çeşitli çalışmalarda kullanıldığı görülmüştür.

ÇKE kuramını ormansızlaşma alanına uygulayan en eski çalışmalardan biri Cropper ve Griffiths (1994)’e aittir. Ekonomik kalkınma ilerledikçe, ormanlar bir ülkenin ekonomik büyümesini sürdürülebilir bir şekilde destekleyen önemli bir kaynak haline gelmektedir. Nitekim ekonomik büyüme, doğal kaynakların aşırı tüketimi nedeniyle ormanların bozulmasına yol açarak, yüksek oranlarda ormansızlaşmayı da beraberinde getirmektedir. Bu süreç, ülke belirli bir gelir seviyesine ulaşana kadar devam etmekte, bu seviyeden sonra ormansızlaşmanın olumsuz etkileri fark edilmeye başlanmakta ve ormanların sağladığı ekosistem hizmetlerinin korunması ihtiyacı ön plana çıkmaktadır. Eşik seviyesine ulaşıldığında, ormansızlaşma yavaşlamaya başlamakta ve sonunda azalma eğilimine girmektedir. Bu dinamikler, gelir ve ormansızlaşma arasındaki ilişkiyi ters U şeklinde bir eğri olarak tanımlamaktadır. Bu hipoteze dayanarak, çok sayıda çalışma ormansızlaşma için ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır.

Culas (2007; 2012) Latin Amerika, Afrika ve Asya ülkelerinde, Ahmed vd. (2015) Pakistan'da, Caravaggio (2020) 114 ülkede ve Sohag vd. (2023) 75 Rusya bölgesinde gelir düzeyinin ormansızlaşma oranı ile olan bağlantısını inceleyerek ÇKE'yi onaylamaktadır. Joshi ve Beck (2016) OECD ülkeleri ile Latin Amerika, Asya ve Afrika'da, Murshed (2022), Bangladeş'te ve Ajanaku ile Collins (2021) 45 Afrika ülkesinde orman örtüsü ile ekonomik büyüme arasındaki etkileşimi analiz etmişlerdir. Ayrıca, Hao vd. (2019) Çin'de kişi başına ağaçlandırılan alanı; Zambrano-Monserrate vd. (2018) ise 5 Avrupa ülkesinde kişi başına ekilebilir araziye inceleyerek ormansızlaşma bağlamında ÇKE hipotezini doğrulamışlardır. Ancak, bazı çalışmalar ormansızlaşma ile ilgili olarak ÇKE hipotezini desteklememektedir (Koop ve Tole, 1999; Barbier, 2004; Tsiantikoudis vd., 2019; Cary ve Bekun, 2021).

ÇKE hipotezi çok popüler olmasına rağmen yalnızca çevresel bozulmanın talep tarafına odaklanmakta, arz tarafını dikkate almamaktadır. Bu nedenle, Siche vd. (2010), iki tarafı aynı anda dikkate alarak çevresel sürdürülebilirliği kapsamlı bir şekilde temsil eden LCF'yi önermişlerdir. Pata (2021), LCF ile gelir arasındaki ilişkiyi ilk kez ampirik olarak analiz etmiştir. Bu ilişki, ÇKE hipotezinin tersine U şeklindedir. Daha sonra Doğan ve Pata (2022), LCF ile kişi başına gelir arasındaki bu bağlantıyı YKE olarak tanımlamıştır. Hipotez, kişi başına gelirdeki bir artışın başlangıçta LCF'yi azalttığı, ancak belirli bir gelir düzeyine ulaştıktan sonra, çevre bilincinin bir getirisi olarak LCF'nin arttığı ve çevre kalitesinin iyileştiği yönündedir. Buna göre, birçok yeni çalışma (Fareed vd., 2021; Pata ve Kartal, 2024; Yurtkuran ve Pata, 2024; Wang S. vd., 2024) LCF'yi bir çevresel gösterge olarak kullanmış ve YKE hipotezini test etmiştir. Ayrıca, literatürde Türkiye için YKE hipotezinin geçerliliğini ele alan çalışmalar arasında Güneysu (2023), Yurtkuran ve Güneysu (2023), İçen (2024), Çağlar vd. (2024) ve Çamkaya (2024) çalışmalarının da yer aldığı gözlemlenmiştir.

ÇKE hipotezi kullanılarak birçok çevresel gösterge ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenmiştir. Bu göstergelerden bir tanesi de orman kaynaklarıdır; ancak ormansızlaşma için YKE hipotezi ihmal edilmiştir. Son yıllarda FLCF değişkeni de çevre kalitesinin bir göstergesi olarak literatüre kazandırılmıştır. Pata ve Karlilar (2024a, 2024b) BRICS ülkeleri ve Hindistan için, FLCF ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Bunun yanı sıra FLCF ve gelir arasındaki bağlantı ilk kez Ayad vd. (2024) tarafından incelenmiştir. Yazarlar orman için YKE'yi Brezilya için doğrulamaktadır. Ancak Türkiye için ormanların YKE hipotezinin geçerliliğinin test edildiği bir çalışmanın olmadığı dikkat çekmektedir.

Ormansızlaşmanın ekonomik büyüme ve gelirle bağlantısını incelerken, orman kaynaklarıyla ilgi göstergelere ek olarak, birçok çalışma ormanları etkileyebilecek çeşitli açıklayıcı değişkenler kullanmıştır. Bunlar arasında siyasi istikrar (Ehrhardt-Martinez vd., 2002; Cary ve Bekun, 2021; Murshed, 2022), enerji tüketimi (Ahmed vd., 2015; Gokmenoglu vd., 2019), eğitim (Jewel vd., 2018), doğrudan yabancı yatırım (Galinato ve Galinato, 2012), ekilebilir tarımsal arazi (Barbier, 2004; Joshi ve Beck, 2016), kentleşme (Hao vd., 2019), suç oranları (Sohag vd., 2023) ve nüfus (Ajanaku ve Collins, 2021; Caravaggio, 2020) yer almaktadır. Bu çalışma, ekonomik büyüme ile birlikte REC, LE ve TO değişkenlerini ormansızlaşma ile zenginleştirerek incelemektedir.

REC ile çevre arasındaki ilişkiyi inceleyen birçok çalışma bulunmaktadır. Bu çalışmalardan; Dong vd. (2018a, 2018b), Li ve Haneklaus (2021) ve Xie vd. (2022) Çin'de, Yao vd. (2019) 17 gelişmiş ve gelişmekte olan ekonomilerde, Sharif vd. (2019) 7 bölgede, Mendonca vd. (2020) en büyük 50 ekonomide, Mohsin vd. (2021) Asya ülkelerinde, Mahalik vd. (2023) BRICS ülkelerinde, Yuping vd. (2021) Arjantin'de, Amarante vd. (2021) Brezilya'da, Chen vd. (2022) 97 ülkede ve Bekun (2024) Güney Afrika'da REC ve CO₂ arasındaki bağlantıyı analiz etmişlerdir.

Alola vd. (2019) 16 Avrupa ülkesinde, Altıntaş ve Kassouri (2020) 14 Avrupa ülkesinde, Sarkodie vd. (2020) Çin'de, Çağlar vd. (2021) 10 seçilmiş ülkede, Pata (2021) ABD'de, Li vd. (2022)

120 ülkede, Huang vd. (2022) E7 ve G7 ülkelerinde, Li vd. (2023) 130 ülkede, Alola vd. (2021) ve Pata ve Çağlar (2021) Çin’de, Danish vd. (2020) ve Yasin vd. (2024) BRICS ülkelerinde ve Qing vd. (2024) Güney Asya bölgesinde REC ve EF arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Fareed vd. (2021) Endonezya’da, Khan vd. (2022) G7 ve E7 ülkelerinde, Xu vd. (2022) Brezilya’da, Pata ve Samour (2022) Fransa’da, Dam vd. (2024) ve Voumik vd. (2024) BRICS ülkelerinde, Yurtkuran ve Pata (2024) Kanada’da REC’in LCF üzerinde nasıl rol oynadığını araştırmışlardır. Son olarak Ayad vd. (2024) FLCF’nin REC ile hangi yönde bir etkileşim içerisinde olduğunu analiz etmişlerdir.

Ponce vd. (2021) yüksek, orta ve düşük gelirli ülkeler için REC’nin orman alanlarıyla ilişkisini gecikmesi dağıtılmış otoregresif (ARDL) sınır testi yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir ve orta ve düşük gelirli ülkelerdeki REC’nin orman alanlarını korumada faydalı olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar ayrıca, REC’deki artışın ormanlık alanların korunmasının ana itici güçlerinden biri olduğuna dikkat çekmektedir. Tanner ve Johnston (2017) 158 ülkede yenilenebilir enerjinin ormansızlaşma üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu vurgulamışlardır. Ajanaku ve Colins (2021) Afrika ülkeleri için GMM tahmincisini kullanarak REC ve ormansızlaşma arasında negatif bir ilişki olduğunu keşfetmişlerdir.

LE’nin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki rolünü araştıran çalışmalar farklı ülke örnekleri ve çeşitli metodolojiler aracılığıyla yürütülmüştür. Mevcut literatür bu ilişkiyle ilgili farklı bulgular sunmaktadır. Bazı çalışmalarda LE’nin çevre üzerinde olumlu bir etkisi bulunduğu gözlemlenmiştir. Fakhri vd. (2015) FMOLS ve DOLS yaklaşımları ile MENA ülkelerinde, Wang ve Li (2021) panel threshold regresyon yaklaşımı ile 154 ülkede LE’nin CO₂ emisyonunu azalttığını belirlemişlerdir. Mahalik vd. (2023) Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) ve Gecikmesi Dağıtılmış Otoregresif Panel (PARDL) yöntemlerinden faydalanarak BRICS ülkelerinde LE ve çevre arasındaki bağlantıyı cinsiyet perpektifinden analiz etmişlerdir. Sonuçlar daha yüksek genel LE’nin ve erkek LE’nin CO₂ emisyonunu azalttığını göstermektedir.

Hervieux ve Darne (2016) EKK yaklaşımı ile seçili 11 ülkeden Paraguay’da, Charfeddine ve Mrabet (2017) 15 MENA ülkesinde FMOLS ve DOLS tahmincilerini kullanmışlardır ve LE’nin EF’yi azalttığını belirtmişlerdir. Dam vd. (2024) CCR ve FMOLS yaklaşımları ile BRICS ülkelerinde LE’nin LCF’yi arttırdığını ve çevre kalitesini iyileştirdiğini saptamışlardır. Bazı çalışmalarda ise LE’nin çevre kirliliğini artırıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Pandey vd. (2020) panel veri analizi ile 15 Asya ülkesinde, Sahoo ve Sethi (2022) yeni sanayileşmiş ekonomilerde, Pata vd. (2023a) Genişletilmiş ARDL (AARDL) ve Dinamik ARDL (DARDL) yaklaşımlarını kullanarak Türkiye’de LE’nin EF üzerinde pozitif bir etkiye sahip olduğunu keşfetmişlerdir. Sharma vd. (2021) ise Yatay Kesit ARDL (CS-ARDL) yönteminden faydalanarak 8 Asya ülkesinde LE’nin EF üzerinde anlamlı bir etkisi olmadığını belirtmişlerdir.

Çevre ekonomisi alanında yapılan birçok çalışma ayrıca, TO’yu çevresel kaliteyi etkileyen önemli faktörlerden biri olarak tanımlamıştır. Bernard ve Mandal (2016) 60 yükselen ekonomide, Jalil ve Mahmud (2009), Sarkodie vd. (2020) ve Pata ve Çağlar (2021) Çin’de, Rahman vd. (2024) Bangladej’te, Wang R. vd. (2024) kuşak ve yol girişimi ülkelerinde ve Sun ve Qamruzzaman (2025) BRICS-T ülkelerinde TO ve CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi analiz etmişlerdir. Al-mulali vd. (2015) 93 ülkede, Liu vd. (2022) Pakistan’da, Pata vd. (2023a) Türkiye’de, Destek ve Sinha (2020) 24 OECD ülkesinde TO’nun EF üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Akhayere vd. (2023) Türkiye’de, Pata vd. (2023b) Latin Amerika ve Karayipler’de, Alola vd. (2023) Hindistan’da, Dam ve Sarkodie (2023) Türkiye’de, Pata ve Kartal (2024) Azerbaycan’da ve Wang Q. vd. (2024) 96 gelişmiş ülkede TO’nun LCF üzerindeki etkilerini ele almışlardır. Ek olarak TO ve FLCF arasındaki etkileşim Ayad vd. (2024) tarafından analiz edilmiştir. Bunun yanında Ehrhardt-Martinez vd. (2002) daha az gelişmiş ekonomilerde TO’nun ormansızlaşma üzerinde nasıl bir rol oynadığını belirlemek için OLS yöntemini kullanmışlardır. Ancak yazarlar, tahmin sonuçlarının istatistiksel olarak anlamlı olmadığını belirtmişlerdir. Lopez ve Galinato (2005) orman alanı ve TO arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir ve TO’nun Brezilya ve Filipinler’de orman alanlarını önemli ölçüde arttırdığını,

Malezya ve Endonezya’da ise azalttığını tespit etmişlerdir. Ahmed vd. (2015) ARDL yöntemini kullanarak Pakistan’da TO’nun ormansızlaşmayı azalttığını belirlemişlerdir. Benzer şekilde Maji (2017) Nijerya’da TO’nun ormansızlaşmayı azalttığını bildirmişlerdir. Diğer taraftan Amazon bölgesini inceleyen Faria ve Almeida (2016) TO arttığında ormansızlaşmanın da arttığını vurgulamışlardır. Leblois vd. (2017) panel regresyon yöntemlerini kullanarak gelişmiş ülkelerde TO’nun ormansızlaşmayla pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu belirtmişlerdir. Caravaggio (2020) 114 ülkede PMG tahminisini kullanarak TO’nun ormansızlaşmayı arttırdığı sonucuna varmışlardır.

Mevcut literatür incelendiğinde öne çıkan bulgular şu şekilde özetlenebilir: İlk olarak; ormansızlaşma ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki genellikle ÇKE hipotezi bağlamında analiz edilmiştir. Yalnızca Ayad vd. (2024) bu iki değişken arasındaki ilişkiyi test ederken YKE hipotezinden yararlanmıştır. İkinci olarak; ormanlar ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki incelenirken enerji tüketimi, nüfus ve kentleşme gibi açıklayıcı değişkenler eklenerek ÇKE hipotezinin geçerliliği birçok ülke için test edilmiş olsa da, LE’nin ormansızlaşma üzerindeki etkisini inceleyen bir çalışmanın yapılmadığı gözlemlenmiştir. Üçüncü olarak; literatürde orman alanları, ormansızlaşma, ağaçlandırma alanı gibi orman kaynaklarına ilişkin göstergeler kullanılmış olmasına rağmen, FEF ve FLCF’yi kullanan yeterli çalışmanın bulunmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, ÇKE ve YKE hipotezlerinin bu iki ölçüt ile Türkiye bağlamında ormansızlaşma için henüz test edilmemiş olması da bir başka araştırma boşluğudur. Bu bağlamda çalışma, çevresel sürdürülebilirliğin belirleyicilerini açıklamak üzere LE’yi açıklayıcı değişken olarak modele dahil etmeyi ve böylece orman ÇKE ve YKE hipotezlerini Türkiye için inceleyerek bu boşluğu doldurmayı amaçlamaktadır.

3. Veri Seti, Yöntem ve Ampirik Bulgular

3.1. Veri Seti ve Model

Çalışma, 1974-2021 dönemi için Türkiye’de ekonomik büyüme, REC, LE ve TO’nun çevresel kalite üzerindeki etkisini ormanların ÇKE ve YKE hipotezleri bağlamında analiz etmektedir. REC değerlerinin 2021 yılına kadar temin edilebilir olması sebebiyle, çalışma için 1974-2021 dönemine ait veriler kullanılmıştır. Analize dahil edilen değişkenler hakkında detaylı bilgi Tablo 1’de verilmiştir.

Tablo 1: Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişken	Açıklama	Kaynak
lnFEF	Kişi başına ormanların ekolojik ayak izi	GFN (2025)
lnFLCF	Kişi başına ormanların biyokapasitesi/kişi başına ormanların ekolojik ayak izi	GFN (2025)
lnY	Kişi başına GSYH, sabit fiyatlarla, 2015 \$	WDI (2025)
lnREC	Kişi başına düşen yenilenebilir enerji tüketimi (kWh)	OWD (2025)
lnLE	Doğuşta beklenen yaşam süresi, toplam (yıl)	WDI (2025)
lnTO	Toplam ticaret hacminin GSYH içindeki payı (%)	WDI (2025)

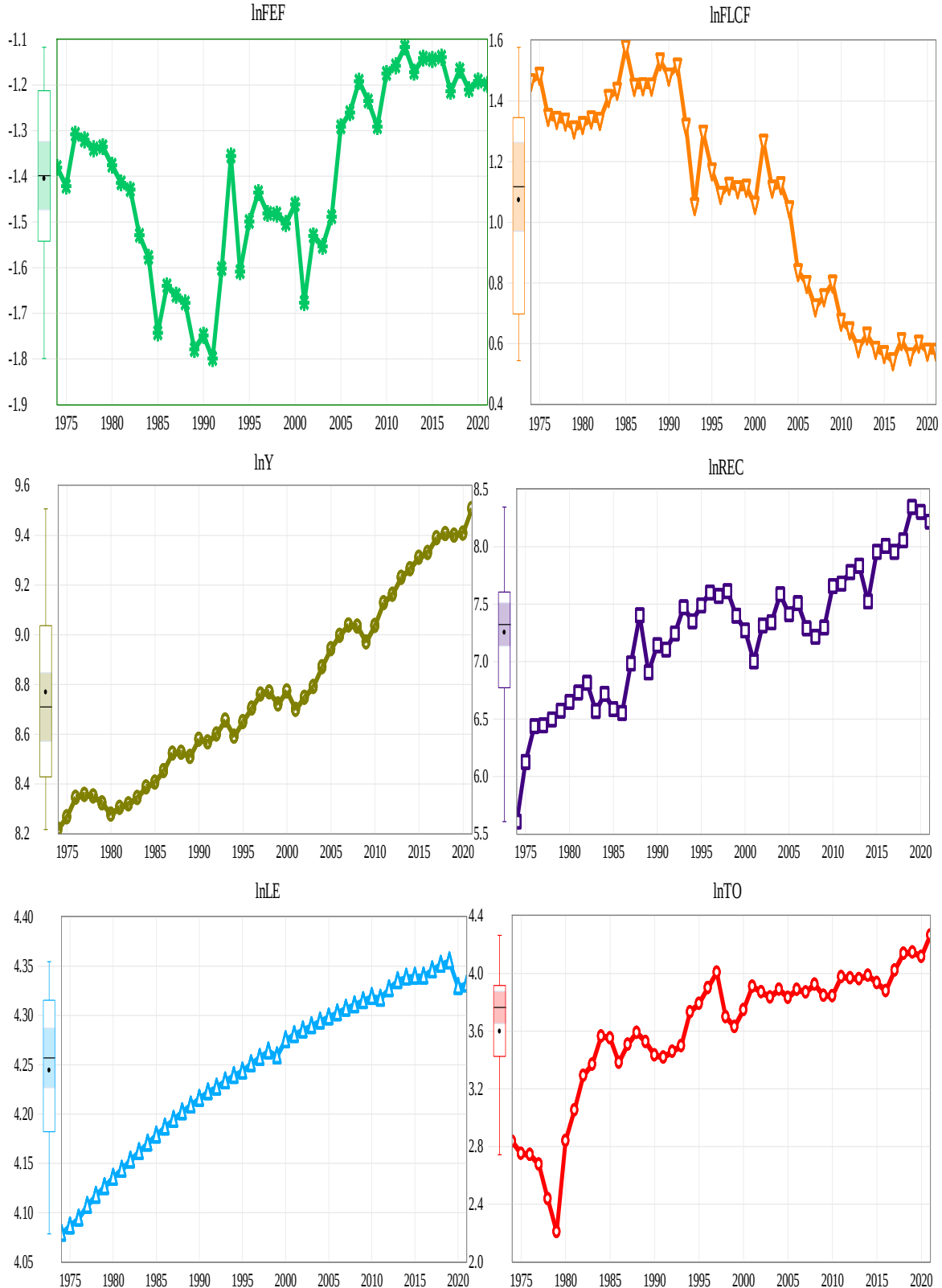
lnY, lnREC, lnLE ve lnTO’nun kişi başına lnFEF ve lnFLCF üzerindeki etkilerinin analiz edilmesi için iki farklı model kurulmuş ve Tablo 1’de sunulmuştur. lnFEF ve lnFLCF bağımlı değişkenler, lnY, lnREC, lnLE ve lnTO ise bağımsız değişkenlerdir. Eşitlik (1) lnY, lnREC, lnLE ve lnTO’nun lnFEF üzerinde nasıl bir etkiye sahip olduğunu incelemektedir. Eşitlik (2) lnY, lnREC, lnLE ve lnTO’nun lnFLCF üzerinde etkisini araştırmaktadır. Modellerdeki her bir değişkenin doğal logaritmaları alınarak analiz yapılmıştır.

$$\ln \text{FEF} = \varphi_0 + \varphi_1 \ln Y + \varphi_2 \ln Y^2 + \varphi_3 \ln \text{REC} + \varphi_4 \ln \text{LE} + \varphi_5 \ln \text{TO} + u_t \quad (1)$$

$$\ln \text{FLCF} = \pi_0 + \pi_1 \ln Y + \pi_2 \ln Y^2 + \pi_3 \ln \text{REC} + \pi_4 \ln \text{LE} + \pi_5 \ln \text{TO} + e_t \quad (2)$$

Eşitlik (1) ve (2)'de ϕ_0 ve π_0 sabit terimleri, ϕ_{1-5} ile π_{1-5} bağımsız değişken katsayılarını ve u_t ve e_t hata terimlerini sembolize etmektedir. ÇKE hipotezinin geçerliliği için ϕ_1 katsayı değerinin pozitif, ϕ_2 katsayı değerinin negatif ve her iki katsayının istatistiksel olarak anlamlı olması beklenmektedir. YKE hipotezinin geçerli kılınabilmesi için π_1 katsayısının negatif, π_2 katsayısının pozitif ve bu katsayı değerlerinin istatistiksel olarak anlamlı olmaları gerekmektedir.

Şekil 2: Kutu Grafiklerine ve Logaritmik Serilere Ait İstatistikler



Şekil 2 lnY, lnREC, lnLE ve lnTO verilerinin Türkiye’de genel olarak artış eğilimi gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bununla birlikte 1975’ten 1990’a kadar lnFEF azalırken, lnFLCF artmaktadır. 2000 yılından sonra ise lnFEF değerleri artarken lnFLCF değerleri düşmektedir. Kutu grafik istatistiklerine göre; 8.769 ortalama ile en oynak değişken lnY’dir. En yüksek ikinci değer olan (7.253) lnREC’nin ortalaması 5.607 ile 8.345 arasında değişmektedir. En az oynak değişkenler ise lnFEF ve lnFLCF’dir. lnFEF’nin ortalaması (-1.405) -1.799 ile -1.117 arasında; lnFLCF’nin ortalaması ise (1.073) 0.544 ile 1.577 aralığında yer almaktadır.

3.2. Yöntem

3.2.1. Ng-Perron ve Lumsdaine ve Papell Birim Kök Testleri

Ng-Perron (2001) birim kök testi, Phillips-Perron (PP) testinin bir uzantısını oluşturmaktadır. ADF, DF-GLS ve PP testleri de dahil olmak üzere geleneksel birim kök testlerinden daha doğru sonuçlara ulaştığı tespit edilmiştir. Bu durum özellikle otoregresif katsayıların 1’e yaklaştığı sınırlı sayıda gözlem içeren zaman serilerinde daha belirgindir. Dört test kullanan Ng-Perron birim kök testinde, MZA ve MZt testlerinin sıfır hipotezleri serilerin birim kök içerdiğini, MSB ve MPT testlerinin sıfır hipotezleri serilerin durağan olduğunu varsaymaktadır.

Lumsdaine ve Papell (LP) (1997) diğer bir birim kök testidir. Uzun dönem birim kök testlerinde makroekonomik serilerdeki tek kırılmalar birim kök testlerini etkileyebilmekte ve Zivot-Andrews (ZA) (1992) testi gibi testlerin gücünü azaltabilmektedir. Bu sınırlamayı ele alan Lumsdaine ve Papell (1997) tek yapısal kırılmayı içeren ZA birim kök testini geliştirerek seride iki kırılmaya izin veren daha yeni LP birim kök testini ortaya koymuştur. Bu testte (3) ve (4) numaralı eşitliklerde gösterildiği gibi Model AA sadece sabitte iki kırılmaya izin verirken, Model CC hem eğimde hem de sabitte iki yapısal kırılmaya izin vermektedir.

$$\Delta Y_t = \omega + \delta_t + \theta Y_{t-1} + \theta_1 DU1_t + \beta_1 DT1_t + \sum_{i=1}^p \pi_i \Delta Y_{t-i} + \mu_t \quad (3)$$

$$\Delta Y_t = \omega + \delta_t + \theta Y_{t-1} + \theta_1 DU1_t + \beta_1 DT1_t + \theta_2 DU2_t + \beta_2 DT2_t + \sum_{i=1}^p \pi_i \Delta Y_{t-i} + \mu_t \quad (4)$$

Eşitlik (3) ve (4)’te Δ sembolü fark alma operatörünü; μ_t beyaz gürültülü normal dağılımlı hata terimlerini belirtmektedir. ω , δ , θ , θ_1 , θ_2 , β_1 ve β_2 katsayıları simgelemektedir. Otokorelasyon sorununun giderilmesi için değişkenin uygun gecikme uzunluğu t-testi ile belirlenir ve bu gecikme, model eşitliklerine ΔY_{t-i} terimi olarak dahil edilir. Model AA ve Model CC için ilk yapısal kırılma zamanı TB1 ile gösterilirken, ikinci yapısal kırılma TB2 ile temsil edilmektedir. DU1 değişkeni için $t > TB1$ olduğunda 1 değeri, DU2 için ise $t > TB2$ olduğunda 0 değeri atanır. DT1’e, $t > B1$ olduğu durumda t-TB1 (TB2) değeri, DT2’ye ise $t > TB2$ olduğunda 0 değeri verilir. ZA birim kök testine benzer şekilde, Model AA ve Model CC arasındaki seçim, en küçük t istatistiğine sahip modelin tercih edilmesiyle yapılmaktadır (Lumsdaine ve Papell, 1997:217).

3.2.2. Bayer-Hanck Eşbütünleşme Testi

Bayer ve Hanck (2013) tarafından geliştirilen Bayer-Hanck eşbütünleşme testi, Engle ve Granger (1987), Johansen (1991), Boswijk (1995) ve Banerjee vd. (1998)’nin test istatistiklerinin bir araya getirilmesinden oluşan bir yöntemdir. Bayer ve Hanck, eşitlik (5) ve (6)’daki formül ile bireysel eşbütünleşme testlerinin hesaplanan p-değerlerini birleştirilmesi fikrini öne sürmektedir.

$$EG-JOH = -2[\log(P_{EG}) + \log(P_{JOH})] \quad (5)$$

$$EG-JOH-BO-BDM = -2[\log(P_{EG}) + \log(P_{JOH}) + \log(P_{BO}) + \log(P_{BDM})] \quad (6)$$

Bu dört eşbütünleşme testleri için önerilen p-değerleri sırasıyla pEG, pJOH, pBO ve pBDM ile sembolize edilmektedir. Bayer ve Hanck (2013), hesaplanan test istatistikleri tablo kritik değerleri üzerindeyse değişkenler arasında eşbütünleşme olduğunu belirtmektedir.

3.2.3. FMOLS ve CCR Uzun Dönem Tahmincileri

Analizlerde bağımsız değişkenlerin uzun dönemli etkilerini belirlemede Phillips ve Hansen (1990) tarafından önerilen FMOLS ile Park (1992) tarafından geliştirilen CCR tahmincileri kullanılmaktadır. FMOLS yönteminin kullanımı, açıklayıcı değişkenler ile kalıntılar arasındaki ilişkiden kaynaklanabilecek sapmaların ve endojenlik sorunlarının giderilmesine fayda sağlaması açısından önem taşımaktadır. CCR yöntemi ise ilgili döneme ilişkin meydana gelmesi muhtemel korelasyondan kaynaklı endojenlik sorununu asimptotik olarak ortadan kaldıracığı için sonuçların güvenilirliğini artırması açısından önemli bir kullanım alanı bulmaktadır.

3.3. Ampirik Bulgular

Ampirik analizin ilk kısmında logaritması alınmış değişkenlerin durağanlığını belirlemek için kullanılan Ng-Perron birim kök testinin sonuçları Tablo 2’de sunulmuştur. Test sonuçları serilerin düzey değerlerinde birim köke sahip olduğunu ve birinci farkları alındığında durağan hale geldiklerini göstermektedir.

Tablo 2: Ng-Perron Birim Kök Testi Sonuçları

		Test	lnFEF	lnFLCF	lnY	lnY ²	lnREC	lnLE	lnTO
Sabitli	I(0)	MZa	-4.70	-0.08	2.35	2.45	0.27	-4.98	-0.26
		MZt	-1.47	-0.04	2.91	3.04	0.15	-1.43	-0.14
		MSB	0.31	0.56	1.24	1.24	0.57	0.29	0.53
		MPT	5.35	21.62	131.98	133.50	23.95	5.27	19.41
	I(1)	MZa	-22.17***	-21.85***	-22.66***	-22.70***	-9.41**	-22.43***	-28.12***
		MZt	-3.33***	-3.31***	-3.30***	-3.28***	-2.09**	-3.33***	-3.71***
		MSB	0.15***	0.15***	0.15***	0.15***	0.22**	0.15***	0.13***
		MPT	1.11***	1.12***	1.30***	1.37***	2.90**	1.14***	0.98***
Trendli	I(0)	MZa	-6.73	-9.08	-6.44	-5.33	-10.18	0.85	-8.52
		MZt	-1.83	-2.13	-1.65	-1.46	-2.25	0.35	-2.06
		MSB	0.27	0.24	0.26	0.27	0.22	0.41	0.24
		MPT	13.55	10.04	14.16	16.50	8.98	48.78	10.71
	I(1)	MZa	-21.61**	-21.36**	-22.83**	-22.84**	-22.40**	-22.45**	-29.64***
		MZt	-3.28**	-3.27**	-3.31**	-3.30**	-3.35**	-3.35**	-3.84***
		MSB	0.15**	0.15**	0.15**	0.15**	0.15**	0.15**	0.13***
		MPT	4.24**	4.29**	4.38**	4.44**	4.07**	4.07**	3.13***

Not: *** ve **, %1 ve %5 düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 3 yapısal kırılmaları dikkate alan LP birim kök testinin sonuçlarını sunmaktadır. Bulgular Ng-Perron birim kök testinin sonuçlarını desteklemekte ve böylece serilerin birinci farkında durağan olduğuna karar verilmektedir.

Tablo 3: Lumsdaine-Papell Birim Kök Testi Sonuçları

			lnFEF	lnFLCF	lnY	lnY ²	lnREC	lnLE	lnTO
Model AA	I(0)	t-ist.	-5.23	-5.14	-3.94	-3.87	-5.37	-1.17	-4.72
		TB1	1982	1992	2003	2003	1999	1981	1981
		TB2	2004	2004	2010	2010	2006	2015	1993
	I(1)	t-ist.	-9.87***	-10.06***	-6.94***	-6.89***	-8.98***	-8.40***	-8.57***
		TB1	1991	1991	1982	1982	1986	1999	1987
		TB2	2003	2003	2002	2002	2008	2015	1997
Model CC	I(0)	t-ist.	-5.62	-6.32	-5.04	-5.01	-6.06	-4.00	-4.11
		TB1	1991	1991	1983	1983	1999	1989	1988
		TB2	2004	2004	1998	1998	2006	2015	1997
	I(1)	t-ist.	-10.55***	-10.61***	-7.51***	-7.55***	-9.51***	-9.90***	-7.23***
		TB1	1991	1991	2003	2003	1982	1999	1984
		TB2	2001	2001	2009	2009	1988	2011	1997

Not: *** %1’de anlamlılığı ifade etmektedir. TB1 ve TB2 yapısal kırılma tarihlerini temsil etmektedir.

Ampirik analiznin ikinci kısmında, tüm değişkenlerin birinci farkta durağanlık düzeylerinin belirlenmesinin ardından, eşbütünleşmenin varlığını araştırmak için Bayer-Hanck eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Sonuçlar Tablo 4'te yer almaktadır. Hesaplanan test istatistiği değerleri her iki model için de %1 anlamlılık düzeyinde kritik tablo değerlerinin üzerindedir. Bu da tüm değişkenlerin uzun dönemde birlikte hareket ettiğini göstermektedir.

Tablo 4: Bayer-Hanck Eşbütünleşme Testi Sonuçları

	$\ln FEF = f(\ln Y, \ln Y^2, \ln REC, \ln LE, \ln TO)$		$\ln FLCF = f(\ln Y, \ln Y^2, \ln REC, \ln LE, \ln TO)$	
	EG-J	EG-J-BA-BO	EG-J	EG-J-BA-BO
Test İstatistik	55.877***	112.513***	56.040***	112.059***
% 1 Kritik Tablo	15.701	29.85	15.701	29.85

Not: *** %1'de anlamlılığı ifade eder. AIC bilgi kriterine göre en uygun gecikme uzunluğu 4 olarak belirlenmiştir.

Son olarak Tablo 5, FMOLS ve CCR yöntemleri kullanılarak her iki modelden elde edilen uzun dönem katsayılarının tahmin sonuçlarını göstermektedir. Model 1'de $\ln Y$ 'nin pozitif katsayı değeri ve $\ln Y^2$ 'nin negatif katsayı değeri her iki yöntemde göre de Türkiye'de ÇKE hipotezini doğrulamaktadır. Bununla birlikte, her iki yöntemin sonuçları da $\ln REC$ ve $\ln LE$ 'nin $\ln FEF$ üzerindeki etkisinin negatif, $\ln TO$ 'nun etkisinin ise pozitif olduğunu ortaya koymaktadır. $\ln REC$ 'deki %1'lik bir artış $\ln FEF$ üzerinde sırasıyla %0.723 ve %0.641 kadar; $\ln LE$ 'deki %1'lik bir artış ise sırasıyla %9.060 ve %9.169'luk bir düşüşe yol açmaktadır. Tersine, $\ln TO$ 'daki %1'lik bir artış her iki tahminciye göre de $\ln FEF$ 'yi sırasıyla %0.399 ve %0.580 kadar arttırmaktadır.

Model 2'de ise $\ln Y$ ve $\ln Y^2$ 'nin katsayı değerleri sırasıyla negatif ve pozitifdir. Bu durum her iki yöntem için de YKE hipotezini geçerli kılmaktadır. Ayrıca, yenilenebilir enerji kaynaklarına olan talepteki artışın ve yaşam kalitesindeki iyileşmenin $\ln FLCF$ ile olumlu bir etkileşim sergilediği görülmektedir. $\ln REC$ 'de meydana gelen %1'lik bir artışın $\ln FLCF$ 'yi sırasıyla %0.666 ve %0.596; $\ln LE$ 'deki %1'lik bir artışın ise sırasıyla %6.127 ve %6.118 kadar $\ln FLCF$ 'yi arttırdığı saptanmıştır. Son olarak, her iki tahminciye göre, $\ln TO$ 'daki %1'lik bir artış $\ln FLCF$ 'yi sırasıyla 0.328 ve 0.486 değerleriyle düşürdüğünü belirlenmiştir.

Tablo 5: FMOLS ve CCR Tahmincisi Sonuçları

Değişken	FMOLS		CCR	
	Katsayı	Olasılık	Katsayı	Olasılık
Model 1 (BD: $\ln FEF$)				
$\ln Y$	15.558***	0.000	23.054***	0.000
$\ln Y^2$	-0.738***	0.000	-1.197***	0.000
$\ln REC$	-0.723***	0.000	-0.641***	0.000
$\ln LE$	-9.060***	0.000	-9.169***	0.000
$\ln TO$	0.399***	0.000	0.580***	0.000
C	-38.739***	0.001	-69.825***	0.000
Jarque-Bera	3.518	0.172	1.250	0.535
Model 2 (BD: $\ln FLCF$)				
$\ln Y$	-14.422***	0.000	-21.200***	0.000
$\ln Y^2$	0.676***	0.000	1.092***	0.000
$\ln REC$	0.666***	0.000	0.596***	0.000
$\ln LE$	6.127***	0.000	6.118***	0.000
$\ln TO$	-0.328***	0.000	-0.486***	0.000
C	45.764***	0.000	74.219***	0.000
Jarque-Bera	3.539	0.170	1.404	0.495

Not: *** %1'de anlamlılığı; BD bağımlı değişkenleri temsil etmektedir.

Tüm bu sonuçlar, fosil yakıtların temiz enerji alternatifleriyle ikame edilmesinin, lnFEF'nin azaltılıp, lnFLCF'nin arttırılması yoluyla doğal yaşam alanlarının korunmasına katkıda bulunduğunu göstermektedir. Sağlık ve yaşam kalitesindeki iyileşmelerin de toplumları daha sürdürülebilir enerji ve çevre dostu uygulamalara yönlendirerek lnFEF'nin azaltılmasına ve lnFLCF'nin arttırılmasına fayda sağladığı görülmektedir. Buna karşılık, artan ticaret ve sanayileşmenin, özellikle ormanlık alanlar üzerindeki baskı ve habitat kaybı ile hava ve su kirliliği gibi artan çevresel endişeler nedeniyle çevre kalitesi üzerinde zararlı bir etkisi olduğu sonucuna varılmaktadır. Ayrıca, her iki tahminciye göre de modellerdeki serilerin normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

4. Sonuç ve Tartışma

Bu çalışmada, FMOLS ve CCR uzun dönem tahmincilerini kullanarak lnREC, lnLE, lnTO ve ekonomik büyümenin lnFEF ve lnFLCF üzerindeki etkileri 1974-2021 dönemi için araştırılmaktadır. Çalışma sonuçları her iki model için de ekonomik büyümenin kısa dönemde arttığını, belli bir dönüm noktasından sonra ise düştüğünü göstermektedir. Uzun dönemde ekonomik büyümenin lnFEF ile arasındaki ilişkinin ters U şeklinde, lnFLCF ile arasındaki ilişkinin ise U şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu durum orman YKE ve ÇKE hipotezlerinin Türkiye için uzun dönemde doğrulandığını kanıtlamaktadır. Diğer bir ifadeyle ekonomik büyüme arttıkça Türkiye'nin ormanlarının çevresel koşulları önce kötüleşmekte, belirli bir düzeyden sonra iyileşmeye başlamaktadır. Elde edilen bu sonuç Ayad vd. (2024)'nin Brezilya için elde ettiği bulgularla benzer nitelik taşımaktadır. Ayrıca her iki tahminciye ait sonuçlar, Türkiye'nin orman ortamının lnREC'deki ve lnLE'deki artıştan olumlu etkilendiğini göstermektedir. Ancak, lnTO'nun lnFEF ve lnFLCF üzerinde olumsuz bir etkiye sahip olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum, ülkenin azalan orman koşullarını daha da kötüleştirdiğini göstermektedir.

Bu bulgulara dayanarak, çalışma SKH-15 kapsamında önemli politika çıkarımları sunmaktadır. Öncelikle, Türkiye'de fosil yakıtlardan yenilenebilir enerji kaynaklarına geçiş hala erken aşamalarda ve bu nedenle yenilenebilir enerji kullanımını artırmak için daha fazla çaba gösterilmesi gerekmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji tüketimindeki mevcut düşük payı göz önüne alındığında, yenilenebilir enerji üretimini ve tüketimini artırmaya yönelik politikaların uygulanmasının hızlandırılması zorunludur. Bu tedbirler, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve ormanlar da dahil olmak üzere ekosistemlerin korunması gerekliliğinin altını çizen SKH-15'in hedeflerine ulaşılmasında çok önemlidir. Türkiye, yenilenebilir enerji altyapısına yapılan yatırımları artırarak ve vergi muafiyetleri gibi teşvikler sunarak sadece daha temiz bir enerji geleceğini teşvik etmekle kalmayıp aynı zamanda ormanların korunmasını da geliştiren ikili bir yaklaşımdan faydalanabilir. Ayrıca, yeşil tahviller gibi yeşil finansman araçlarının teşvik edilmesi ve düşük karbonlu teknolojilere yönelik araştırmalara kaynak ayrılması, sadece sürdürülebilir bir enerji sisteminin kurulmasını kolaylaştırmakla kalmayacak, aynı zamanda hayati önem taşıyan doğal kaynakların korunmasına da katkıda bulunacaktır.

İkinci olarak, hızla büyüyen bir nüfusa sahip bölgelerde, orman kaynakları üzerindeki baskıyı azaltmak için sürdürülebilir orman yönetimi uygulamalarına daha fazla ihtiyaç duyulmaktadır. Türkiye hükümeti, yeniden ağaçlandırma ve ormanlaştırma programları uygulamaktadır. Bu kapsamda 11 Kasım 2019 Türkiye'de "Milli Ağaçlandırma Günü" olarak kutlanmıştır. Bu tarihte Türkiye'nin 81 ilinde yaklaşık 14 milyon fidan dikilmiştir. İlerleyen yıllarda yaklaşık 28 milyon fidanın dikilmesi planlanmıştır. 2019 yılından 2023 yılına gelindiğinde ise yaklaşık 33 milyon fidan dikilmiştir (OGM, 2023). Böylece hedef başarıyla gerçekleştirilmiştir. Bu tür faaliyetlerin artması, temiz bir çevreye olan talebi ve dolayısıyla dünya genelinde yaşanabilirliği artıracaktır.

Ayrıca Türk hükümeti ormanların doğal olarak yenilenmesini sağlayan sürdürülebilir hasat tekniklerini desteklemelidir. Bunun yanı sıra yasadışı ağaç kesimine ilişkin daha sıkı düzenlemeler, orman koruma yasalarının daha iyi izlenmesi ve uygulanmasını sağlamalıdır. Sürdürülebilir

kaynak kullanımının önemine ilişkin kamuoyu bilinçlendirme kampanyaları da ormanlar üzerindeki etkinin azaltılmasında önemli bir rol oynayabilir.

Bununla birlikte, analizin sonuçları uluslararası ticaretteki artışın Türkiye'deki ormanların çevresel koşulları üzerinde zararlı bir etki yarattığını göstermektedir. Bu durum, kereste gibi doğal kaynaklara olan talebin artması ve endüstriyel faaliyet seviyelerinin yükselmesiyle açıklanabilir. Ticaret genişledikçe, kaynakların aşırı kullanımı ve ormansızlaşma sıklıkla görülmekte ve bu durum çevresel düzenlemelerin yetersiz uygulanmasıyla daha da artmaktadır. Bu olgunun önüne geçmek için sürdürülebilir ticareti teşvik eden politikaların uygulanması zorunludur. Bu tür politikalar çevre etiketi kullanımını ve orman ürünlerinin sertifikalandırılmasını kapsamaktadır.

Türkiye Ormancılar Derneği'nin raporunda (2022) belirtildiği üzere, Türkiye'nin ormanlık bölgelerinin önemli bir kısmı Akdeniz ikliminden etkilenen alanlar içerisinde yer almaktadır ve bu durum, bitki örtüsünün doğal biyolojik özellikleri ve hakim iklim koşulları nedeniyle bu bölgeleri orman yangınlarına karşı savunmasız hale getirmektedir. Dolayısıyla, ormansızlaşmanın sıklığı ve yoğunluğu yangınlar, kuraklıklar ve seller gibi diğer çevresel krizlerle birlikte iklim değişikliği nedeniyle daha da şiddetlenmektedir. Ormansızlaşma, ormanlar tarafından sağlanan çok sayıda ekosistem hizmetinin bozulmasına yol açmaktadır. Çevresel kaynaklardaki bu azalma, bu hizmetlerin arzında bir düşüşe neden olurken, insanların orman kaynaklarına olan talebi artmaya devam etmektedir. Bu zorluklara rağmen, Türkiye'nin ekonomik büyümesini sürdürmesi, ormanların çevresel durumundaki bazı iyileşmelerle bağlantılı olarak, ekonomik kalkınma ve çevrenin korunmasının entegre edilebileceğini göstermektedir. Ancak, bu ilerlemenin sürdürülebilmesi için, Türk hükümetinin ekonomik büyümeyi orman ekosistemlerinin korunması ile dengeleyen ve doğal kaynaklarının uzun vadeli sağlığını güvence altına alan politikalar uygulaması şarttır.

Destek ve Teşekkür Beyanı: Bu çalışmanın hiçbir bölümünde herhangi bir destekten yararlanılmamıştır.

Araştırmacının Katkı Oranı Beyanı: Gerçekleştirilen bu çalışmada iki yazar bulunmaktadır. Her bir yazarın çalışmaya katkısı %50'dir.

Çatışma Beyanı: Gerçekleştirilen bu çalışmada herhangi bir kurum veya kişi ile çıkar çatışması bulunmamaktadır.

Araştırma ve Yayın Etiği Beyanı: Gerçekleştirilen bu çalışmada "Yükseköğretim Kurumları Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Yönergesi" talimat ve hükümlerinin dışına çıkmamış ve bu yönergeye aykırı hiçbir faaliyet yapılmamıştır. Çalışmada alıntı yapılırken etik kurallara dikkat edilmiş ve kullanılan bu atıflar kaynakçaya eklenmiştir. Çalışmanın benzerlik programındaki analizi yapılmış ve dergiye uygun sonuçlar bulunarak derginin dergi park sistemine yüklenmiştir.

Kaynakça

- Ahakwa, I., Tackie, E. A., Sarpong, F. A., Korankye, B., Ofori, E. K., Odai, L. A. Musah, M. (2024). Retraction Note: Revisiting the Impact of Trade Openness on Environmental Sustainability in Belt and Road Countries: A Heterogeneous Panel Approach. *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 31(31), 44450. Doi:10.1007/S11356-024-34167-Z.
- Ahmed, K., Shahbaz, M., Qasim, A. ve Long, W. (2015). The Linkages between Deforestation, Energy and Growth for Environmental Degradation in Pakistan. *Ecological Indicators*, 49, 95-103.
- Ajanaku, B. A. ve Collins, A. R. (2021). Economic Growth and Deforestation in African Countries: is the Environmental Kuznets Curve Hypothesis Applicable? *For Policy Econ.*, 129:102488.
- Akhayere, E., Kartal, M. T., Adebayo, T. S. ve Kavaz, D. (2023). Role of Energy Consumption and Trade Openness towards Environmental Sustainability in Turkey. *Environ Sci Pollut Res.*, 30, 21156–21168 <https://doi.org/10.1007/S11356-022-23639-9>
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L. ve Mohammed, A. H. (2015). Investigating The Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis By Utilizing The Ecological Footprint As An Indicator of Environmental Degradation. *Ecol. Indic.*, 48, 315–323

- Alola, A. A., Bekun, F. V., ve Sarkodie, S. A. (2019). Dynamic Impact of Trade Policy, Economic Growth, Fertility Rate, Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on Ecological Footprint in Europe. *Science of the Total Environment*, 685, 702-709.
- Alola, A. A., Ozkan, O. ve Usman, O. (2023). Role of Non-Renewable Energy Efficiency and Renewable Energy in Driving Environmental Sustainability in India: Evidence From The Load Capacity Factor Hypothesis. *Energies*, 16(6), 2847.
- Alola, A., A., Adebayo, T. S., ve Onifade, S. T. (2021). Examining the Dynamics of Ecological Footprint in China with Spectral Granger Causality and Quantile- On-Quantile Approaches. *Int. J. Sustainable Development World Ecol.*, 1. 1-14. Doi:10.1080/13504509.2021.1990158
- Altıntaş, H. ve Kassouri, Y. (2020). Is the Environmental Kuznets Curve in Europe Related to the Per-Capita Ecological Footprint or CO₂ Emissions? *Ecol. Indic.*, 113, 106187 <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106187>.
- Amarante, J. C. A., Besarria, C. D. N., Souza, H. G. D. ve Dos Anjos Junior, O. R. (2021). The Relationship Between Economic Growth, Renewable and Nonrenewable Energy Use And CO₂ Emissions: Empirical Evidences For Brazil. *Greenhouse Gases: Science And Technology*, 11(3), 411-431.
- Apergis, N. ve Ozturk, I. (2015). Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Asian Countries. *Ecol. Indic.*, 52, 16-22.
- Ayad, H., Hassoun, S. S., Abdelkader, S. B. ve Sallam, O. A. A. J. (2024). Assessing Deforestation in the Brazilian Forests: An Econometric Inquiry into the Load Capacity Curve For Deforestation. *Forest Policy and Economics*, 159, 103135.
- Banerjee, A., Dolado, J. ve Mestre, R. (1998). Error-Correction Mechanism Tests For Cointegration in A Single-Equation Framework. *Journal of Time Series Analysis*, 19(3), 267-283.
- Barbier, E. B. (2004). Explaining Agricultural Land Expansion and Deforestation in Developing Countries. *am. J. Agric. Econ.*, 86(5), 1347-1353.
- Bayer, C. ve Hanck, C. (2013). Combining Non-Cointegration Tests. *Journal of Time Series Analysis*, 34(1), 83-95.
- Bekun, F. V. (2024). Race to Carbon Neutrality in South Africa: What Role Does Environmental Technological Innovation Play? *Appl. Energy*, 354, 122212. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2023.122212>
- Bernard, J. ve Mandal, S. K. (2016). The Impact of Trade Openness on Environmental Quality: An Empirical Analysis of Emerging and Developing Economies. *WIT Transactions on Ecology and The Environment*, 203, 195-208, 10.2495/EID160181.
- Boswijk, H. P. (1995). Efficient Inference on Cointegration Parameters in Structural Error Correction Models. *Journal of Econometrics*, 69(1), 133-158.
- Caglar, A. E., Destek, M. A. ve Manga, M. (2024). Analyzing the load capacity curve hypothesis for the Türkiye: a perspective for the sustainable environment. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141232.
- Caravaggio, N. (2020). A Global Empirical Re-Assessment of the Environmental Kuznets Curve for Deforestation. *For. Policy Econ.*, 119, 102282.
- Cary, M. ve Bekun, F. V. (2021). Democracy and Deforestation: The Role of Spillover Effects. *Forest Policy Econ.*, 125, 102398.

- Charfeddine, L. Mrabet, Z. (2017). The Impact of Economic Development and Social-Political Factors on Ecological Footprint: A Panel Data Analysis for 15 MENA Countries. *Renew. Sustain. Energy Rev.*, 76,138–154
- Chen, C., Pinar, M. ve Stengos, T. (2022). Renewable Energy and CO₂ Emissions: New Evidence With The Panel Threshold Model. *Renewable Energy*, 194, 117-128.
- Cherian, A. (2022). *Air Pollution, Clean Energy and Climate Change*. Wiley.
- Cropper, M. ve Griffiths, C. (1994). The Interaction of Population Growth and Environmental Quality. *Am Econ Rev.*, 84(2), 250–254
- Culas, R. J. (2007). Deforestation and the Environmental Kuznets Curve: An Institutional Perspective. *Ecol. Econ.*, 61(2–3), 429–437.
- Culas, R. J. (2012). REDD and Forest Transition: Tunneling Through the Environmental Kuznets Curve. *Ecol. Econ.*, 79, 44–51.
- Çağlar, A. E., Mert, M. ve Boluk, G. (2021). Testing the Role of Information and Communication Technologies and Renewable Energy Consumption in Ecological Footprint Quality: Evidence From World Top 10 Pollutant Footprint Countries. *Journal Of Cleaner Production*, 298, 126784, ISSN 0959-6526, <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2021.126784>.
- Çamkaya, S. (2024). LCC Hipotezi Çerçevesinde Çevresel Kalite ve Kentleşme Arasındaki İlişki: Türkiye’den Ampirik Kanıtlar. *Fiscaoeconomia*, 8(2), 739-760.
- Dam, M. M., Kaya, F., ve Bekun, F. V. (2024). On the nexus between real income, renewable energy consumption, and environmental sustainability on life expectancy for BRICS-T countries: Accessing evidence from quantile regression. *In Natural Resources Forum*, 48 (4), 1109-1135.
- Dam, M. ve Sarkodie, S. A. (2023). Renewable Energy Consumption, Real Income, Trade Openness, and Inverted Load Capacity Factor Nexus in Türkiye: Revisiting The EKC Hypothesis With Environmental Sustainability. *Sustainable Horizons*, 8, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2772737823000172?via%3Dihub>
- Danish, K., Ulucak, R. ve Khan, S. U. D. (2020). Determinants of the Ecological Footprint: Role of Renewable Energy, Natural Resources, and Urbanization. *Sustain. Cities Soc.*, 54, <https://doi.org/10.1016/J.ScS.2019.101996>
- Destek, M. A. ve Sinha, A. (2020). Renewable, Non-Renewable Energy Consumption, Economic Growth, Trade Openness and Ecological Footprint: Evidence From Organisation For Economic Co-Operation and Development Countries. *J. Clean. Prod.*, 242, 118537.
- Doğan, A. ve Pata, U. K. (2022). The Role of ICT, RveD Spending and Renewable Energy Consumption on Environmental Quality: Testing the LCC Hypothesis For G7 Countries. *J. Clean. Prod.*, 380, <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2022.135038>.
- Dong, K., Sun, R. ve Dong, X. (2018a). CO₂ Emissions, Natural Gas and Renewables, Economic Growth: Assessing the Evidence From China. *Sci Total Environ.*, <https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2018.05.322>.
- Dong, K., Sun, R., Jiang, H., Zeng, X. (2018b). CO₂ Emissions, Economic Growth, and the Environmental Kuznets Curve in China: What Roles Can Nuclear Energy and Renewable Energy Play? *J Clean Prod.*, 96, 51e63. <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2018.05.271>.
- Ehrhardt-Martinez, K., Crenshaw, E. M. ve Jenkins, J.C. (2002). Deforestation and the Environmental Kuznets Curve: A Cross-National Investigation of Intervening Mechanisms. *Soc. Sci. Q.*, 83(1), 226–243.

- Emir, F. ve Karlilar, S. (2023). Application of RALS Cointegration Test Assessing The Role of Natural Resources and Hydropower Energy on Ecological Footprint in Emerging Economy. *Energy ve Environment*, 34(4), 764-779.
- Engle, R. F. ve Granger, C. W. (1987). Co-Integration and Error Correction: Representation, Estimation, and Testing. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 55(2), 251-276.
- Fakhri, I., Hassen, T. ve Wassim, T. (2015). Effects of CO₂ Emissions on Economic Growth, Urbanization and Welfare: Application to MENA Countries. *MPRA Paper*; 65683. <https://Mpra.Ub.Uni-Muenchen.De/65683/>.
- FAO, (2020). Global Forest Resources Assessment 2020 – Key Findings. Rome. <https://www.fao.org/documents/card/en/c/Ca9825en/>.
- Fareed, Z., Salem, S., Adebayo, T. S., Pata, U. K. ve Shahzad, F. (2021). Role of Export Diversification and Renewable Energy on the Load Capacity Factor in Indonesia: A Fourier Quantile Causality Approach. *Front. Environ. Sci.*, 9, <https://doi.org/10.3389/fenvs.2021.770152>.
- Faria, W. R. ve Almeida, A. N. (2016). Relationship Between Openness to Trade and Deforestation: Empirical Evidence From the Brazilian Amazon. *Ecol. Econ.*, 121, 85–97.
- Galinato, G. I. ve Galinato, S. P., (2012). The Effects of Corruption Control, Political Stability and Economic Growth on Deforestation-Induced Carbon Dioxide Emissions. *Environ. Dev. Econ.*, 17(1), 67–90.
- Galli, A. (2015). On the Rationale and Policy Usefulness of Ecological Footprint Accounting: The Case of Morocco. *Environ. Sci. Pol.*, 48, 210–224. [doi:10.1016/j.envsci.2015.01.008](https://doi.org/10.1016/j.envsci.2015.01.008)
- Galli, A., Wiedmann, T., Ercin, E., Knoblauch, D., Ewing, B. ve Giljum, S. (2012). Integrating Ecological, Carbon and Water Footprint into A “Footprint Family” of Indicators: Definition and Role in Tracking Human Pressure on the Planet. *Ecol. Indicators*, 16, 100–112. [doi:10.1016/j.ecolind.2011.06.017](https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2011.06.017).
- GFN (2025). Global Footprint Network Country Trends. <https://data.footprintnetwork.org/#/countrytrends?cn=231&type=Bcpc,Efcpc>.
- Global Forest Watch (2024). <https://www.globalforestwatch.org/map/country/AZE>
- Gokmenoglu, K. K., Olasehinde-Williams, G. O. ve Taspinar, N. (2019). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis: The Role of Deforestation. *Energy and Environmental Strategies in The Era Of Globalization*, 61-83.
- Grossman, G. ve Krueger, A. (1991). Environmental Impacts of A North American Free Trade Agreement. *Natl. Bur. Econ. Res.*, 10.3386/W3914.
- Güneysu, Y. (2023). Türkiye’de Finansal Gelişme, Küreselleşme ve Sanayileşmenin Yük Kapasite Faktörü Üzerindeki Etkisi. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 934-946.
- Hao, Y., Xu, Y., Zhang, J., Hu, X., Huang, J., Chang, C. P. ve Guo, Y. (2019) Relationship Between Forest Resources and Economic Growth: Empirical Evidence From China. *J Clean Prod.*, 214, 848–859
- Hervieux, M.S. ve Darne, O. (2016). Production and Consumption-Based Approaches for the Environmental Kuznets Curve Using Ecological Footprint. *Journal of Environmental Economics and Policy*, 5(3), 318–334.
- Huang, Y., Haseeb, M., Usman, M. ve Ozturk, I. (2022). Dynamic Association Between ICT, Renewable Energy, Economic Complexity and Ecological Footprint: Is There Any Difference Between E-7 (Developing) And G-7 (Developed) Countries? *Technol. Soc.*, 68, <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2021.101853>

- İçen, N. M. E. (2024). Türkiye’de Yük Kapasite Faktörünün Belirleyicileri Nelerdir? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı. *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 20(2), 299-312.
- Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009). Environment Kuznets Curve for CO₂ Emissions: A Cointegration Analysis for China. *Energy Pol.*, 37(12), 5167e72. <https://doi.org/10.1016/J.Enpol.2009.07.044>.
- Jewel, A., Chang, J. B. ve Lee, Y. (2018). Analyzing the Effect of Socio-Economic Factors on Deforestation Using An Environmental Kuznets Curve Model. *Kor. J. Agricult. Econ.*, 59(3), 169–189.
- Johansen, S. (1991). Estimation and Hypothesis Testing of Cointegration Vectors in Gaussian Vector Autoregressive Models. *Econometrica: Journal Of The Econometric Society*, 59, 1551-1580.
- Joshi, P. ve Beck, K. (2016). Environmental Kuznets Curve for Deforestation: Evidence Using GMM Estimation for OECD and Non-OECD Regions. *Ifor. Biogeosci. For.*, 10(1), 196.
- Khan, U., Khan, A. M., Khan, M. S., Ahmed, P., Haque, A. ve Parvin, R. A. (2022). Are the Impacts of Renewable Energy Use on Load Capacity Factors Homogeneous for Developed and Developing Nations? Evidence From The G7 And E7 Nations. *Environ. Sci. Pollut. Control Ser.*, 30(9), 24629–24640. <https://doi.org/10.1007/S11356-022-24002-8>
- Koop, G. ve Tole, L. (1999). Is There an Environmental Kuznets Curve For Deforestation? *J. Dev. Econ.*, 58(1), 231e244.
- Leblois, A., Damette, O., Wolfersberger, J. (2017). What Has Driven Deforestation in Developing Countries Since The 2000s? Evidence From New Remote-Sensing Data. *World Development*, 92, 82-102, ISSN 0305-750X, <https://doi.org/10.1016/J.Worlddev.2016.11.012>.
- Leemans, R. ve De Groot R. S. (2003). Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-Being: A Framework For Assessment. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.356.aspx.pdf>
- Li, B. ve Haneklaus, N. (2021). The Role of Renewable Energy, Fossil Fuel Consumption, Urbanization and Economic Growth on CO₂ Emissions in China. *Energy Reports*, 7, 783-791.
- Li, R., Wang, Q. ve Li, L. (2023). Does Renewable Energy Reduce Per Capita Carbon Emissions And Per Capita Ecological Footprint? New Evidence From 130 Countries. *Energy Strategy Rev.*, 49, 101121 <https://doi.org/10.1016/j.esr.2023.101121>.
- Li, R., Wang, X. ve Wang, Q. (2022). Does Renewable Energy Reduce Ecological Footprint at The Expense of Economic Growth? An Empirical Analysis Of 120 Countries. *Journal Of Cleaner Production*, 346, 131207.
- Liu, Y., Sadiq, F., Ali, W. ve Kumail, T. (2022). Does Tourism Development, Energy Consumption, Trade Openness and Economic Growth Matters For Ecological Footprint: Testing The Environmental Kuznets Curve and Pollution Haven Hypothesis For Pakistan. *Energy*, 245, Article 123208.
- Lopez, R. ve Galinato, G. I. (2005). Trade Policies, Economic Growth, and The Direct Causes of Deforestation. *Land Econ.*, 81(2), 145–169.
- Lumsdaine, R. L. ve Papell, D. H. (1997). Multiple Trend Breaks and the Unit-Root Hypothesis. *Review of Economics and Statistics*, 79(2), 212-218.

- Mahalik, M. K., Padhan, H., Patel, G., Mishra, S. ve Chyrmang, R. (2023). The Role of Gender Life Expectancy in Environmental Degradation: New Insights for the BRICS Economies. *Environ Dev Sustain*, 1–30. <https://doi.org/10.1007/S10668-023-03097-0>.
- Maji, I. K. (2017). The Link Between Trade Openness and Deforestation for Environmental Quality in Nigeria. *Geojournal*, 82, 131–138, <https://doi.org/10.1007/S10708-015-9678-7>
- Mendonca, A., Silva, S. A., Pereira, L. Z., Bornia, A. C., Andrade, D. F. ve Fernandes, L. (2020). Hierarchical Modeling Of the 50 Largest Economies to Verify the Impact of GDP, Population and Renewable Energy Generation in CO₂ Emissions. *Sustainable Production and Consumption*, 22, 58–67.
- Mirziyoyeva, Z. ve Salahodjaev, R. (2023). Renewable Energy, GDP and CO₂ Emissions in High-Globalized Countries. *Front. Energy Res.*, 11. [Doi:10.3389/ Fenrg.2023.1123269](https://doi.org/10.3389/fenrg.2023.1123269)
- Mohammed, A., Li, Z., Olushola, A., Su, H., Deng, X., Najmuddin, O. ve Zhang, Y. (2019). Driving Factors of CO₂ Emissions and Nexus with Economic Growth, Development and Human Health in the Top Ten Emitting Countries, *Resour. Conserv. Recycl.* 148, 157–169.
- Mohsin, M., Kamran, H. W., Nawaz, M. A., Hussain, M. S. ve Dahri, A. S. (2021). Assessing The Impact of Transition From Nonrenewable to Renewable Energy Consumption on Economic Growth-Environmental Nexus From Developing Asian Economies. *Journal of Environmental Management*, 284, 111999, <https://doi.org/10.1016/J.Jenvman.2021.111999>.
- Molion, L. C. B. (1975). A Climatonic Study of the Energy and Moisture Fluxes of Amazonas Basin with Consideration of Deforestation Effects. Ph.D. Thesis, University Of Wisconsin, Madison, WI, USA
- Murshed, M. (2022). Revisiting The Deforestation-Induced EKC Hypothesis: The Role of Democracy in Bangladesh. *Geojournal*, 87(1), 53–74
- Murshed, M., Ferdaus, J., Rashid, S., Tanha, M. M. ve Islam, M. J. (2021). The Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Deforestation in Bangladesh: An ARDL Analysis With Multiple Structural Breaks. *Energy Ecol. Environ.*, 6(2), 111–132. <https://doi.org/10.1007/S40974-020-00188-W>.
- Ng, S. ve Perron, P. (2001). Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power. *Econometrica*, 69(6), 1519–1554.
- OGM (2023). Orman Genel Müdürlüğü, <https://www.ogm.gov.tr/tr/turkiyenin-yuzyili-projesi/milli-agaclandirma-gunlu>.
- Onafowora, O. A., Owoye, O. (2014). Bounds Testing Approach to Analysis of the Environment Kuznets Curve Hypothesis. *Energy Econ.*, 44, 47–62.
- OWD, (2025). Our World in Data. <https://ourworldindata.org/>
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *Working Paper WP238, Technology And Employment Programme*, International Labour Office. Geneva.
- Pandey, S., Dogan, E. ve Taskin, D. (2020). Production-Based and Consumption-Based Approaches for The Energy-Growth-Environment Nexus: Evidence From Asian Countries. *Sustain. Prod. Consum.*, 23, 274–281.
- Park, J. Y. (1992). Canonical Cointegrating Regressions. *Econometrica: Journal of The Econometric Society*, 60(1), 119–143.

- Pata, U. K. (2021). Do Renewable Energy and Health Expenditures Improve Load Capacity Factor in The USA and Japan? A New Approach to Environmental Issues. *Eur J Health Econ.*, 22, 1427–1439. <https://doi.org/10.1007/S10198-021-01321-0>.
- Pata, U. K. ve Çağlar, A. E. (2021). Investigating The EKC Hypothesis with Renewable Energy Consumption, Human Capital, Globalization and Trade Openness For China: Evidence From Augmented ARDL Approach with A Structural Break. *Energy*, [Doi:https://doi.org/10.1016/J.Energy.2020](https://doi.org/10.1016/J.Energy.2020).
- Pata, U. K. ve Karlilar P. S. (2024b). Determining The Effectiveness of The Forest Load Capacity Factor in Assisting Decarbonization in India. *Forest Policy And Economics*, 166, 103281.
- Pata, U. K. ve Karlilar P. S. (2025). Effects of Forest Area, Environmental Patents and Financial Progress on Carbon Emissions in Azerbaijan. *BIO Web Of Conferences*, 151, 10.1051/Bioconf/202515102003
- Pata, U. K. ve Karlilar, P. S. (2024a). Do Structural Change and Forest Load Capacity Factor Provide A Reduction in Carbon Emissions in The BRICS Countries?. *Air Quality, Atmosphere ve Health*, 1-9.
- Pata, U. K. ve Kartal, M. T. (2024). Investigating the Impacts of Trade Openness and Energy Consumption on Environmental Quality in Azerbaijan: An Analysis Under The Load Capacity Curve Hypothesis. *Oppor Chall. Sustain.*, 3(2), 72-78. <https://doi.org/10.56578/Ocs030201>.
- Pata, U. K. ve Samour, A. (2022). Do Renewable and Nuclear Energy Enhance Environmental Quality in France? A New EKC Approach with The Load Capacity Factor. *Prog. Nucl. Energy*, 149, 104249.
- Pata, U. K. ve Yurtkuran, S. (2018). Yenilenebilir Enerji Tüketimi, Nüfus Yoğunluğu Ve Finansal Gelismenin CO₂ Salımına Etkisi: Türkiye Örneği. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi Prof. Dr. Harun Terzi Özel Sayısı*. 303e318.
- Pata, U. K. ve Yurtkuran, S. (2023). Is the EKC Hypothesis Valid in The Five Highly Globalized Countries of The European Union? An Empirical Investigation With Smooth Structural Shifts. *Environ Monit Assess.*, 195, [Doi.10.1007/S10661-022-10660-1](https://doi.org/10.1007/S10661-022-10660-1)
- Pata, U. K., Kartal, M. T., Dam, M. M. ve Kaya, F. (2023b). Navigating The Impact of Renewable Energy, Trade Openness, Income, and Globalization on Load Capacity Factor: The Case of Latin American and Caribbean (LAC) Countries. *International Journal of Energy Research*, 1, 6828781.
- Pata, U. K., Yurtkuran, S., Ahmed, Z. ve Kartal, M. T. (2023a). Do Life Expectancy and Hydropower Consumption Affect Ecological Footprint? Evidence From Novel Augmented and Dynamic ARDL Approaches. *Heliyon*, 9(9).
- Phillips, P. C. ve Hansen, B. E. (1990). Statistical Inference in Instrumental Variables Regression with I (1) Processes. *The Review Of Economic Studies*, 57(1), 99-125.
- Ponce, P., Del Río-Rama, M. D. L. C., Álvarez-García, J. ve Oliveira, C. (2021). Forest Conservation and Renewable Energy Consumption: An ARDL Approach. *Forests*, 12, 255, <https://www.mdpi.com/1999-4907/12/2/255>.
- Ponce, P., Oliveira, C., Álvarez-García, J. ve Del Río-Rama, M. D. L. C. (2020). The Liberalization of The Internal Energy Market in The European Union: Evidence of Its Influence on Reducing Environmental Pollution. *Energies*, 13, 6116.

- Qing, L., Usman, M., Radulescu, M. ve Haseeb, M. (2024). Towards the Vision of Going Green in South Asian Region: The Role of Technological Innovations, Renewable Energy and Natural Resources in Ecological Footprint During Globalization Mode. *Resources Policy*, 88, 104506.
- Rahman, H., Voumik, L. C., Rahman, Md. M. ve Majumder, S. C. (2024). Scrutinizing the Existence of the Environmental Kuznets Curve in The Context Of Foreign Direct Investment, Trade, and Renewable Energy in Bangladesh: Impending From ARDL Method. *Environ Dev Sustain.*, 26, 12619–12638. <https://doi.org/10.1007/S10668-023-03940-4>
- Rees, W. E. (1992). Environment and Urbanization Leaves Out. *Environ. Urbanization*, 4, <https://doi.org/10.1177/095624789200400212>
- Sahoo, M. ve Sethi, N. (2022). The Dynamic Impact of Urbanization, Structural Transformation, and Technological Innovation on Ecological Footprint and PM2.5: Evidence From Newly Industrialized Countries. *Environ. Dev. Sustain.*, 24(3), 4244–4277.
- Sarkodie, S. A., Adams, S., Owusu, P. A., Leirvik, T. ve Ozturk, I. (2020). Mitigating Degradation and Emissions in China: The Role of Environmental Sustainability, Human Capital and Renewable Energy. *Sci Total Environ.*, 719:137530. <https://doi.org/10.1016/J.Scitotenv.2020.137530>.
- Selden, T. M. ve Song, D. (1994). Environmental Quality and Development: is There A Kuznets Curve For Air Pollution? *J Environ Econ Manag.*, 27(2), 147–62.
- Sharif, A., Raza, S. A., Ozturk, I. ve Afshan, S. (2019). The Dynamic Relationship of Renewable and Nonrenewable Energy Consumption with Carbon Emission: A Global Study with the Application of Heterogeneous Panel Estimations. *Renewable Energy*, 133, 685–691.
- Sharma, R., Sinha, A. ve Kautish, P. (2021). Does Renewable Energy Consumption Reduce Ecological Footprint? Evidence From Eight Developing Countries of Asia. *J. Clean. Prod.*, 285, 124867.
- Siche R., Pereira, L., Agostinho F., Ortega E. (2010). Convergence of Ecological Footprint and Energy Analysis As A Sustainability Indicator of Countries: Peru As Case Study. *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182–3192.
- Sohag, K., Gainetdinova, A. ve Mariev, O. (2023). Economic Growth, Institutional Quality And Deforestation: Evidence From Russia. *Forest Policy and Economics*, 150, 102949, ISSN 1389-9341, <https://doi.org/10.1016/J.Forpol.2023.102949>.
- Sun, J. ve Qamruzzaman, M. (2025). Technological Innovation, Trade Openness, Natural Resources, Clean Energy on Environmental Sustainability: A Competitive Assessment Between CO₂ Emission, Ecological Footprint, Load Capacity Factor and Inverted Load Capacity Factor in BRICS+T. *Frontiers in Environmental Science*, 16(19), 8643.
- Suwal, N., Huang, X., Kuriqi, A., Chen, Y., Pandey, K. P. ve Bhattarai, K. P. (2020). Optimisation of Cascade Reservoir Operation Considering Environmental Flows For Different Environmental Management Classes. *Renew. Energy*, 158, 453–464.
- Tanner, A. M. ve Johnston, A. L. (2017). The Impact of Rural Electric Access On Deforestation Rates. *World Development*, 94, 174–185, <https://doi.org/10.1016/J.Worlddev.2016.12.046>.
- Tsiantikoudis, S., Zafeiriou, E., Kyriakopoulos, G. ve Arabatzis, G. (2019). Revising The Environmental Kuznets Curve For Deforestation: An Empirical Study For Bulgaria. *Sustainability*, 11(16), 2–16.
- Türkiye Ormancılar Derneği (2022). <https://www.ormancilardernegi.org/Documents/C30ecb50-46f6-4c6e-B3a1-Bf9ece098466.Pdf>

- United Nations (2023). *The Sustainable Development Goals: Report 2023*. UN.
- Voumik, L. C., Ghosh, S., Rashid, M., Das, M. K., Esquivias, M. A. ve Rojas, O. (2024). The Effect of Geopolitical Risk and Green Technology on Load Capacity Factors in BRICS. *Utilities Policy*, 88, 101757, ISSN 0957-1787, <https://doi.org/10.1016/J.Jup.2024.101757>.
- Wang Q. ve Li, L. (2021). The Effects of Population Ageing, Life Expectancy, Unemployment Rate, Population Density, Per Capita GDP, Urbanisation On Per Capita Carbon Emissions. *Sustain Prod Consum*, 28, 760–774. <https://doi.org/10.1016/J.Spc.2021.06.029>.
- Wang, Q., Sun, J., Li, R. ve Pata, U. K. (2024). Linking Trade Openness To Load Capacity Factor: The Threshold Effects of Natural Resource Rent And Corruption Control. *Gondwana Research*, 129, 371-380.
- Wang, R., Qamruzzaman, M. ve Karim, S. (2024). Unveiling The Power of Education, Political Stability and ICT in Shaping Technological Innovation in BRI Nations. *Heliyon*, 10(9), [Doi:10.1016/J.Heliyon.2024.E30142](https://doi.org/10.1016/J.Heliyon.2024.E30142)
- Wang, S., Zafar, M. W., Vasbieva, D. G. ve Yurtkuran, S. (2024). Economic Growth, Nuclear Energy, Renewable Energy, and Environmental Quality: Investigating The Environmental Kuznets Curve and Load Capacity Curve Hypothesis. *Gondwana Research.*, 129, <https://doi.org/10.1016/J.Gr.2023.06.009>.
- WDI, (2025). <https://data.worldbank.org/indicator/NE.TRD.GNFS.ZS>.
- WDI, (2025). World Development Indicators. <https://databank.worldbank.org/country/>.
- Xie, Q., Adebayo, T. S., Irfan, M. ve Altuntas, M. (2022). Race To Environmental Sustainability: Can Renewable Energy Consumption and Technological Innovation Sustain The Strides For China?, *Renew. Energy*, 197, 320–330. <https://doi.org/10.1016/J.Renene.2022.07.138>
- Ximei, K., Javaid, M., Q., Shams, T., Sibte-E-Ali, M. (2024). Information and Communication Technology, Economic Globalization, and Environmental Sustainability in APEC Nations: Insights From LCC And EKC Hypotheses Testing. *Willey*, <https://doi.org/10.1002/Sd.3163>.
- Xu, D., Salem, S., Awosusi, A. A., Abdurakhmanova, G., Altuntas, M., Oluwajana, D., Kirikkaleli, D. ve Ojekemi, O. (2022). Load Capacity Factor and Financial Globalization in Brazil: The Role of Renewable Energy and Urbanization. *Front. Environ. Sci.*, 9, <https://doi.org/10.3389/Fenvs.2021.823185>
- Yao, S., Zhang, S. ve Zhang, X. (2019). Renewable Energy, Carbon Emission and Economic Growth: A Revised Environmental Kuznets Curve Perspective. *J. Clean. Prod.*, 235, 1338–1352. <https://doi.org/10.1016/J.Jclepro.2019.07.069>.
- Yasin, I., Ahmad, N., Amin, S., Sattar, N. ve Hashmat, A. (2024). Does Agriculture, Forests, and Energy Consumption Foster The Carbon Emissions and Ecological Footprint? Fresh Evidence From BRICS Economies. *Environ Dev Sustain.*, <https://doi.org/10.1007/S10668-023-04456-7>.
- Yuping, L., Ramzan, M., Xincheng, L., Murshed, M., Awosusi, A. A., Bah SI, Adebayo, T. S. (2021). Determinants of Carbon Emissions in Argentina: The Roles of Renewable Energy Consumption and Globalization. *Energy Rep.*, 7, 4747–4760. [Doi:https://doi.org/10.1016/J.Egyr.2021.07.065](https://doi.org/10.1016/J.Egyr.2021.07.065) (Open In A New Window).
- Yurtkuran, S. (2020). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi’nin Testi: Temiz Enerji Tüketimi’nin Rolü. *Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 22(2), 570-589.

- Yurtkuran, S. (2021a). The Effect of Agriculture, Renewable Energy Production, and Globalization on CO₂ Emissions in Turkey: A Bootstrap ARDL Approach. *Renewable Energy*, 171, 1236–1245. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2021.03.009>.
- Yurtkuran, S. (2021b). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği ve Yeşil Lojistik: Türkiye Örneği. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(45), 171-201.
- Yurtkuran, S. ve Terzi, H. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisinin Ampirik Olarak Analizi: Meksika Örneği. *Uluslararası İktisadi Ve İdari İncelemeler Dergisi*, (20), 267-284. <https://doi.org/10.18092/Ulikidince.350401>
- Yurtkuran, S., Güneysu, Y. (2023). Financial Inclusion and Environmental Pollution in Türkiye: Fresh Evidence From Load Capacity Curve Using AARDL Method. *Environ Sci Pollut Res.*, 30, 104450–104463. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-29766-1>.
- Yurtkuran, S., Pata, U. K. (2024). The Effect of Nuclear and Fossil Fuel Energy RveD Expenditures On Environmental Qualities in Canada. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 68, <https://doi.org/10.1016/J.Seta.2024.103872>.
- Zambrano-Monserrate, M. A., Carvajal-Lara, C., Urgil'Es-Sanchez, R., Ruano, M. A. (2018). Deforestation As An Indicator of Environmental Degradation: Analysis of Five European Countries. *Ecol. Indic.*, 90, 1–8.
- Zhao, L. ve Qamruzzaman M. (2022). Do Urbanization, Remittances, And Globalization Matter For Energy Consumption in Belt And Road Countries: Evidence From Renewable And Non-Renewable Energyconsumption. *Frontiers in Environmental Science*, 10, 1-20.
- Zivot, E. ve Andrews, D. W. K. (1992). Further Evidence on The Great Crash, The Oil Price Shock, and The Unit Root Hypothesis. *Journal of Business And Economic Statistics*, 10(3), 251-270.