

EKONOMİK BÜYÜME VE BEŞERİ SERMAYENİN EKOLOJİK AYAK İZİ ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Esra KOÇ¹, Mehmet ASLAN²

Öz

Gelişmekte olan ülkeler ekonomik refaha doğru ilerlerken, bu süreç onların ekolojik ayak izini de arttırabilmektedir. Bu nedenle, sürdürülebilir bir kalkınma için ekolojik ayak izini (EF) etkileyen faktörlerin belirlenmesi önemlidir. Bu perspektiften bakıldığında bu çalışma, Türkiye'nin 1980'den 2019'a kadarki dönemde ekonomik büyümesinin, finansal kalkınmasının ve insan sermayesinin, EF üzerindeki etkisini Genişletilmiş ARDL (Augmented ARDL) yöntemiyle araştırmaktadır. Analiz sonuçlarına göre Türkiye'nin 1980'den 2019'a kadar olan dönemde finansal gelişme, ekonomik büyümenin ekolojik ayak izini arttırdığı, insan sermayesinin ise ekolojik ayak izini azalttığı gözlemlenmiştir. Nedensellik sonuçlarına göre ekolojik ayak izi – ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi – finansal gelişme arasında çift yönlü, ekonomik büyümeden finansal gelişmeye, beşerî sermayeden finansal gelişmeye ve beşerî sermayeden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ulaşılan ekonometrik analiz sonuçlarına göre politika yapıcılara öneriler sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Ekolojik Ayak İzi, Finansal Gelişme, Ekonomik Büyüme, Beşerî Sermaye, Türkiye

JEL Kodları: F60, F64, Q57

THE IMPACT OF FINANCIAL DEVELOPMENT, ECONOMIC GROWTH AND HUMAN CAPITAL ON ECOLOGICAL FOOTPRINT: THE EXAMPLE OF TURKEY

Abstract

As developing countries move towards economic prosperity, this process can also increase their ecological footprint. Therefore, it is important to determine the factors affecting the ecological footprint (EF) for sustainable development. From this perspective, this study investigates the impact of Turkey's economic growth, financial development and human capital on EF in the period from 1980 to 2019 using the Augmented ARDL method. According to the analysis results, it has been observed that Turkey's financial development and economic growth increased its ecological footprint in the period from 1980 to 2019, while human capital decreased its ecological footprint. According to the causality results, a bidirectional causality relationship was determined between ecological footprint - economic growth and ecological footprint - financial development, and a unidirectional causality relationship from economic growth to financial development, from human capital to financial development and from human capital to ecological footprint. According to the econometric analysis results, suggestions were presented to policy makers.

Keywords: Ecological Footprint, Financial Development, Economic Growth, Human Capital, Turkey

JEL Codes: F60, F64, Q57

¹Öğr. Gör. Dr., Artvin Çoruh Üniversitesi Yusufeli Meslek Yüksekokulu, ekoc6598@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0003-3385-5067>

²Dr. Öğr. Üyesi, Artvin Çoruh Üniversitesi Yusufeli Meslek Yüksekokulu, mehmetaslan@artvin.edu.tr, <https://orcid.org/0000-0002-7455-5354>

GİRİŞ

Finansal sektördeki gelişmeler, ülkenin ekonomik büyümesinde önemli bir rol oynamakta ve finansal sistemin ekonomik verimliliğini arttırmaktadır. Finansal gelişme ekonomik faydalar sunmasına rağmen finansal gelişmenin çevreye olumsuz sorunlar getirebilmesi ve doğal kaynakları çeşitli şekillerde tüketebilmesi nedeniyle zararları da söz konusudur. Örneğin, finansal gelişmeyle beraber bireylerin, ev, otomobil, makine ve klimalar gibi tüketim mallarını satın alma güvenleri artmaktadır. Ürün talebinin artması enerji kullanımına olan talebi de arttırmakta ve bu enerji kullanımı neticesinde ortaya çıkan atık ve karbondioksit (CO₂) emisyonu önemli çevre sorunlarını ortaya çıkarmaktadır (Baloch, Zhang, Iqbal ve Iqbal, 2019). Benzer şekilde, finansal gelişme neticesinde yatırımcıların yeni tesisler kurmasına ve bu yatırımlar neticesinde büyük miktarda enerji kullanımına sebebiyet verilerek daha fazla atık ve karbondioksit (CO₂) emisyonu ortaya çıkmaktadır (Danish, Wang ve Wang, 2018). Bununla birlikte, finansal gelişme aynı zamanda yeşil teknolojilerin ve enerji tasarruflu makinelerin araştırma ve geliştirme yatırımlarını artırarak kirliliğin azaltılmasına da katkı sağlamaktadır (Shahbaz, Jam, Bibi ve Loganathan, 2016).

Finansal gelişmelerin bir sonucu olarak oluşan çevresel bozulmaların bir göstergesi olarak analizlerde yaygın olarak karbon emisyonu (CO₂) göstergesi kullanılmaktadır. Literatürde de finansal gelişme ile CO₂ emisyonları arasındaki bağlantıyı araştıran önemli çalışmalarda bulunmaktadır (Shahbaz, Hye, Tiwari ve Leitão, 2013; Charfeddine ve Ben Khediri, 2015; Bekhet, Matar ve Yasmin, 2017; Maji, Habibullah ve Saari, 2017). Ancak son yıllarda araştırmalarda karbon emisyonunun (CO₂) yerini ekolojik ayak izi almıştır. Bunun sebebi ise, karbon emisyonu ve diğer göstergelerin doğal kaynakların tüketilmesi ile ilgili sonuçları iktisadi olarak ortaya koymada yetersiz kalmasıdır (Figge, Oebels ve Offermans, 2017).

Ekolojik ayak izi, mal ve hizmetlerin üretimi ve tüketimi sonucunda insan faaliyetlerinin çevreden ne kadar yenileyici biyolojik kapasite talep ettiğini gösterir (Baloch vd., 2019). Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde finansal gelişme ve ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiyi inceleyen çok sayıda çalışma vardır (Charfeddine ve Ben Khediri, 2016; Katircioğlu ve Taşpınar, 2017; Danish vd., 2018; Destek ve Sarkodie, 2019; Sarkodie ve Strezov, 2019). Ancak, finansal gelişmenin EF üzerindeki etkisine ilişkin literatür bulguları birbirinden farklıdır. Örneğin, finansal gelişmenin EF üzerindeki etkisine dair, 27 ülkeden oluşan bir panel (Uddin vd., 2017), Çin (Destek ve Sarkodie, 2019), Malezya (Furuoka, 2015) ve Nijerya (Omoke, Nwani, Effiong, Evbuomwan ve Emekwe, 2020) için yapılan çalışmalarda olumsuz sonuçlar bulunmuştur. Öte yandan, en yüksek 20 ekonomiden oluşan bir panel (Usman, Kousar ve Makhdam, 2020a), Katar (Mrabet ve Alsamara, 2017) ve Türkiye (Godil, Sharif, Rafique ve Jermsittiparsert, 2020) için yapılan çalışmalarda ise finansal gelişimin EF üzerinde pozitif bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Finansal

gelişmenin EF üzerindeki olumlu etkisine dair elde edilen sonuçların nedenlerine bakıldığında ise; finansal kalkınmanın verimli teknolojilere yapılan yatırımları arttırdığını ve çevreye zarar verme olasılığı daha düşük olan yenilenebilir enerji kaynaklarını teşvik ettiği (Shahbaz, Jam, Bibi ve Loganathan, 2016) ve finansal kalkınmanın, çevresel bozulmanın azaltılmasına yol açan araştırma ve geliştirmeyi (Ar-Ge) teşvik ederek çevre dostu projeler ortaya çıkardığı (Zhang, 2011) ileri sürülmektedir.

Çevresel bozulma endişesi artıkça, EF'yi etkileyen faktörlerden biri olan beşerî sermayenin (HC) vurgulayıcı ve potansiyel olarak hafifletici faktörleri ortaya çıkmıştır. Beşerî sermaye faktörü, ekonomik kalkınmayı sağlamak için insanın üretken olan ekonomik yönü olarak tanımlanmaktadır (Stein ve Sridhar, 2019). HC endeksi, bir ülkede geçerli olan sağlık ve eğitim gibi göstergeleri (Kraay, 2018) ile ülkelerin işgücünün gelecekteki üretkenliğine ilişkin ayrıntılı bilgiyi (Liu ve Steiner-Khamsi, 2020) içerir. Beşerî sermayesi daha az eğitilmiş olan ülkelerin, beşerî sermayesinin eğitilmiş ve vasıflı olduğu ülkelerle karşılaştırıldığında, çevresel düzenlemelerin gölgede kalma ihtimalinin daha yüksek olduğu öne sürülmektedir (Desha, Robinson ve Sproul, 2015). Bu nedenle insan sermayesi bu çalışmada önemli bir bileşen olarak kabul edilmektedir.

Çevresel bozulma dünyada olduğu gibi Türkiye'de de önemli bir sorundur. Gelişmiş ülkeler nispeten istikrarlı çevre koşullarına sahip olsa da Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler için bu tablo biraz farklıdır. Bu nedenle çalışma, hızla büyüyen ve kirliliği artan bir ülke olan Türkiye'deki finansal kalkınma ve ekolojik ayak izine odaklanmaktadır. Pek çok çalışma, çevresel bozulmanın en önemli nedeninin GSYİH'deki artış olduğunu göstermiştir. Türkiye'nin 1987-2017 yılları arasındaki ekolojik ayak izi verileri incelendiğinde genel olarak olumlu bir trende sahip olduğu fark edilmektedir. Ayrıca, ekolojik ayak izi özellikle Türkiye'nin ekonomik olarak küçüldüğü 1994, 2001, 2009 ve 2020 yıllarında azalmıştır (Global Footprint Network, 2023). Görüldüğü üzere Türkiye için GSYİH ile ekolojik ayak izi arasında güçlü bir ilişkinin olduğu söylenebilir. Ayrıca birçok ampirik çalışma bu iki değişken arasında nedensellik ilişkilerini kanıtlamıştır (Godil vd., 2020; Ullah, Tekbaş ve Doğan, 2023).

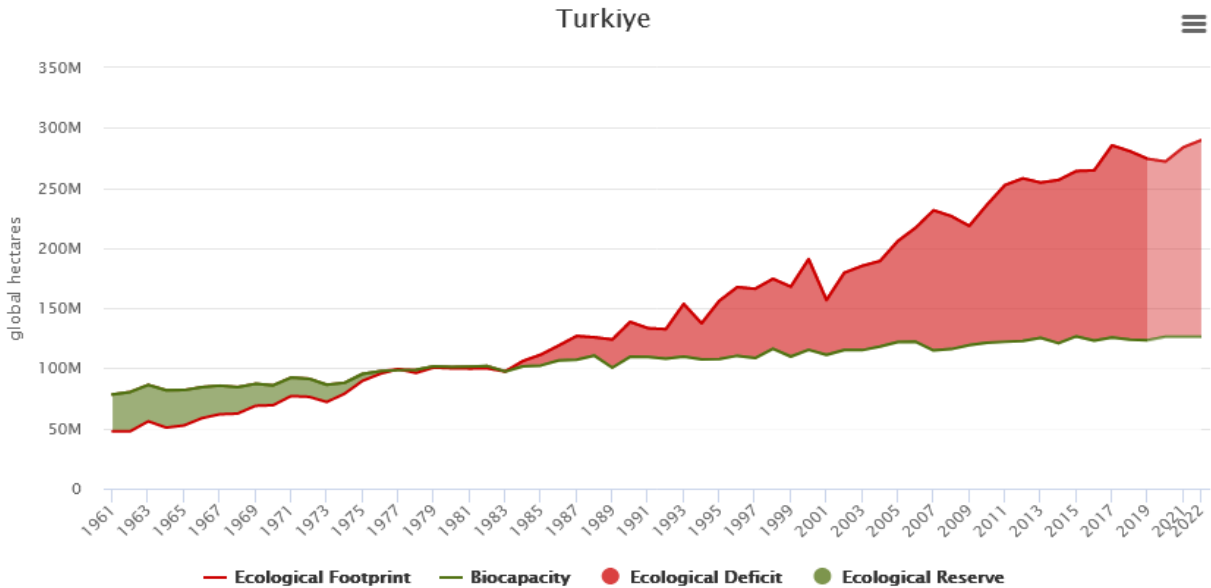
Sonuç olarak yukarıda bahsedilen çalışmalar bize finansal gelişme ile çevre arasında önemli bir ilişkinin olduğunu göstermekte ve finansal gelişme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkinin ne olduğunu ve özellikle gelişmekte olan Türkiye örneği bazında geniş çerçevede araştırılması gerektiğini göstermektedir. Bu nedenle çalışmamızın temel amacı, Türkiye'de finansal gelişmenin, ekonomik büyümenin ve beşerî sermayenin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisinin ne olduğunu ARDL modeliyle açıklamaya çalışmaktır. Bu çalışmada ilk olarak ekolojik ayak izi kavramının ne olduğu ve Türkiye'deki etkisinden bahsedilecektir. Çalışmanın devamında finansal kalkınma, ekonomik büyüme, beşerî sermaye ve

EF arasındaki ilişkiye dair literatür bilgisi verilecektir. Daha sonra çalışmanın yöntemi, veri seti ve elde edilen bulgulardan bahsedilerek, sonuç ve öneri kısmıyla bitirilecektir.

Ekolojik Ayak İzi Kavramı ve Türkiye Örneği

Ekolojik ayak izi, Wackernagel ve Rees (1995) tarafından sürdürülebilirlik veya sürdürülebilir kalkınmanın bir ölçütü olarak ortaya atılmıştır. Kavram, bir nüfusun tüketimini karşılamak ve tüm atıkları massetmek için ihtiyaç duyulan arazi alanı olarak tanımlanır (Wackernagel ve Rees, 1995). Başka bir deyişle, “bir bireyin, popülasyonun veya faaliyetin, tükettiği tüm kaynakları üretmek ve mevcut teknoloji ile kaynak yönetimi uygulamalarını kullanarak ürettiği atıkları emmek (absorbe etmek) için ne kadar biyolojik olarak verimli toprak ve su alanına ihtiyaç duyduğunun bir ölçüsü” olarak tanımlanmaktadır. Ekolojik ayak izi, küresel hektar (kha) cinsinden hesaplanmaktadır (Global Footprint Network, 2023). Biyokapasite kavramı ise, bireylerin tükettiği biyolojik materyalleri üretmek ve üretilen atık maddelerin absorbe edilme kapasiteleri olarak tanımlanmaktadır (Global Footprint Network, 2023). Bu biyo-kapasite alanları arasında, ormanlık alanlar, ekilebilir alanlar, ortaklar meralar, göller ve denizler, inşa edilmiş alanlar ve son olarak karbon tutucu alanlar olarak sınıflandırılmış (Borucke, Moore, Cranston, Gracey, Iha, Larson, Lazarus, Morales, Wackernagel ve Galli, 2013). Bir ülkede biyokapasitenin, ekolojik ayak izinden az olması ekolojik açık, fazla olması ise ekolojik rezerv olarak tanımlanmaktadır (Global Footprint Network, 2023). Türkiye'nin 1961 ve 2022 yılları arasını kapsayan biyo-kapasitesi ile ekolojik ayak izinin gelişim seyri Şekil 1'de gösterilmiştir.

Şekil 1: Türkiye'nin ekolojik ayak izi ile toplam biyo-kapasitesi (1961-2022).



Kaynak: Global Footprint Network, 2023

Şekil 1 incelendiğinden, Türkiye’de neoliberal küreselleşme sürecine geçildiği 1980’li yıllardan sonra ekolojik ayak izinde pozitif bir trenin gerçekleştiği gözlemlenmektedir. Ancak ekolojik ayak izi özellikle Türkiye'nin ekonomik olarak küçüldüğü 1994, 2001, 2009 ve 2020 yıllarında azalmıştır (Global Footprint Network, 2023).

Beşerî sermaye, finansal gelişme, ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi ilgili olarak çok sayıda çalışma yapılmış olması, çalışmalarda farklı sonuçlara ulaşılması, Türkiye özelinde bir çalışma yapılması ihtiyacını gündeme getirmiştir. Bu doğrultuda Türkiye de beşerî sermaye, finansal gelişme ve ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiler incelenmiştir. Araştırmanın literatüre olan katkıları şu şekilde ifade edilebilir. Araştırmada ekolojik ayak izini etkileyen finansal gelişme değişkenine ek olarak ekonomik büyüme ve beşerî sermaye serileri de kullanılarak diğer çalışmalardan daha kapsamlı hale getirilmiştir. Ayrıca Türkiye özelinde beşerî sermayenin ekolojik ayak üzerindeki etkisini araştıran çalışmaların az sayıda olması nedeni ile literatüre katkı yapacağı düşünülmektedir.

LİTERATÜR TARAMASI

Çevresel bozulma, doğal kaynakların tükenmesi, türlerin yayılması, hava koşullarının değişmesi ve ekosistemin kaybı yoluyla çevre kalitesinin kötüleşmesine yol açan çeşitli insan faaliyetlerinin sonucudur (Majeed ve Mumtaz, 2017; Majeed ve Mazhar, 2019). Son 30 yılda çevresel bozulma, akademik araştırmaların merkezi haline gelmiştir. Bu sebeple, bu bölümde, bu araştırmaları kapsayan ekonomik büyüme, insan sermayesi, finansal kalkınma, CO2 ve ekolojik ayak izine ait literatüre kapsamlı bir şekilde odaklanıp ve tartışılacaktır.

Finansal Gelişme ve CO2-Ekolojik Ayak İzi

Literatürde finansal gelişmenin çevre üzerindeki etkisine dair birçok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmaların bazıları FD'nin çevresel bozulmayı önemli ölçüde etkilediğini göstermiştir (Charfeddine ve Ben Khediri, 2016; Katircioğlu ve Taşpınar, 2017; Danish vd., 2018; Sarkodie ve Strezov, 2019). Yapılan çalışmalarda CO2 için bakıldığında; FD'nin CO2 emisyonlarını arttırdığını göstermektedir (Zhang, 2011; Solarin, Al-Mulali, Musah ve Ozturk, 2017; Karasoy, 2019; Gök, 2020; Zhao, Zhao ve Zhang, 2021; Rjoub, Odugbesan, Adebayo ve Wong, 2021) diğer çalışmalar ise FD'nin CO2 emisyonları üzerinde olumlu (azaltıcı) bir etkiye sahip olduğu sonucuna varılmıştır (Tamazian, Chousa ve Vadlamannati, 2009; Jalil ve Feridun, 2011; Shahbaz vd., 2013). Öte yandan, FD ile CO2 emisyonları arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olmadığını tespit eden çalışmalar da mevcuttur (Özatac, Gokmenoglu ve Taspinar, 2017; Akca, 2021).

FD'nin çevre kirliliği üzerindeki etkisini ölçmek için CO2 dışında ekolojik ayak izini inceleyen birçok çalışma da vardır. Yapılan çalışmalar incelendiğinde, finansal gelişmenin EF üzerinde iki etkisinin (teknolojik etki ve yapısal etki) olduğu sonucuna varılmıştır. Bu da finansal gelişmenin EF için faydalı veya zararlı olabileceği anlamına gelmektedir (Du, We ve Cai, 2012; Saud, Chen ve Haseeb, 2020). Olumsuz tarafı finansal gelişmenin ekonomik büyüme süreci üzerinde yapısal etkilere neden olmasıdır. Finansal gelişmenin, ekonomik liberalleşmenin yüksek düzeyde üretim ve daha yüksek enerji tüketiminden kaynaklanan kirliliği artırabileceğini öne sürülmektedir (Pazienza, 2015; Saud vd. 2020). Başka bir deyişle, finansal gelişmenin doğal ekosistem veya çevre üzerinde zararlı bir etki yaratmadan ekonomik ve evsel faaliyetlerin gerçekleştirilmesinin imkânsız olduğu savunulmaktadır (Ha, Ngoc ve Mcaleer, 2020). Örneğin, Mrabet ve Alsamara, (2017) FD'nin EF üzerindeki etkisini incelemek için, Katar ülkesine ait 1980-2011 yılı verileri ARDL modeli ile test etmişlerdir ve FD'nin EF'yi uyararak çevresel kaliteyi bozduğunu tespit etmişlerdir. Benzer şekilde Charfeddine'de (2017) katar için, bu sonuçları desteklemiştir. Baloch vd. (2019) Kuşak ve Yol ülkeleri için yaptığı çalışmada FD'nin EF'yi artırdığını ve Saud, Chen, Haseeb, Khan ve Imran (2019) tarafından da bu sonuçlar desteklenmiştir.

Ahmed, Zhang ve Cary (2021), hem doğrusal olmayan hem de doğrusal yöntemler kullanarak FD'nin Japonya'da EF'yi artırdığını kanıtlamıştır. Usman vd., (2020a, 2020b) 1995'ten 2017'ye kadar en yüksek 20 ekonomiyi incelemiş ve finansal kalkınmanın EF'yi artırarak çevreyi bozduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca, Godil vd., (2020) de 1986 ile 2018 yılları arasında Türkiye içinde benzer sonuçlar bulmuşlardır. Sonuç olarak finansal gelişmenin ekolojik ayak izini olumsuz etkilediği söylenebilir.

Finansal kalkınmanın EF üzerindeki olumlu tarafına bakıldığında; finansal gelişmenin bir ülkenin mali yapısını güçlendirmesi, finansal kanalların oluşmasını sağlaması ve doğrudan yabancı yatırımları çekmesi, bunun sonucunda da yeşil çevre teknolojisinin ortaya çıkması ve Ar-Ge faaliyetlerinin teşvik edilmesi olarak sıralanabilir (Ahmed ve Le, 2021; Hsueh, Hu ve Tu, 2013). Literatürde de birçok çalışma finansal gelişmenin çevresel bozulmayı azalttığına dair sonuçlar bulunmuştur (Tamazian vd., 2009; Tamazian ve Rao, 2010; Yuxiang ve Chen, 2011; Jalil ve Feridun, 2011; Al-Mulali vd., 2015a, b). Ayrıca, finansal gelişmenin çevresel bozulmayı azaltmasında siyasi rejim (Adams ve Klobodu, 2018) ile özel sektöre verilen kredi oranının artmasının önemli faktör olduğu tespit edilmiştir (Majeed ve Mazhar, 2019; Ganda, 2019). Böylece finansal gelişmeyle beraber doğru politikaların gerçekleştirilmesi çevre kalitesini iyileştirip ve EF'yi azaltabilmektedir. Kapsamlı ampirik literatür taraması Tablo 1'de sunulmaktadır.

Tablo 1: FD, CO₂- EF ampirik literatür özeti

No	Yazarlar	Dönem	Ülke/Bölge	Yöntem	Bulgular
Finansal Gelişme (FD)-EF Arasındaki İlişki					
1	Tamazian vd. (2009)	1992-2004	BRIC ülkeleri	Panel veri analizi	FD → CO ₂ (-)
2	Tamazian ve Rao (2010)	1993-2004	24 geçiş ekonomisi	GMM	FD → CO ₂ (-)
3	Jalil ve Feridun (2011)	1953-2006	Çin	ARDL	FD → EF (-)
4	Uddin vd. (2017)	1991-2012	27 Ülke	FMOLS, DOLS	FD → EF (-)
5	Adams ve Klobodu (2018)	1985-2011	26 Afrika ülkesi	GMM	FD → CO ₂ (-)
6	Ganda (2019)	2001-2012	OECD ülkeleri	GMM	FD → CO ₂ (-)
7	Ahmed vd. (2019)	1971-2014	Malaysia	ARDL	FD → EF (-)
8	Destek ve Sarkodie (2019)	1977-2013	11 Ülke	Augmented mean group (AMG)	FD → EF (-)
9	Omoke vd. (2020)	1971-2014	Nigeria	NARDL	FD → EF (-)
10	Pata ve Yilanci (2020)	1980-2015	G7 Ülkeleri	Panel threshold regression	FD → EF (-)
11	Saud vd. (2020)	1990-2014	45 Ülke	Pooled mean group (PMG)	FD → EF (-)
12	Charfeddine (2017)	1970-2015	Katar	Markov switching models	FD → EF (+)
13	Mrabet ve Alsamara (2011)	1980-2011	Katar	ARDL	FD → EF (+)
14	Phong (2019)	1971-2014	ASEAN ülkeleri	Panel veri analizi	FD → CO ₂ (+)
15	Shujah Ur vd. (2019)	1991-2014	CCE Ülkeleri	SUR regression	FD → EF (+)
16	Baloch vd. (2019)	1990-2016	59 Ülke	Driscoll-Kraay regression	FD → EF (+)
17	Khan vd. (2019a)	1990-2016	5 Ülke	AMG, CCEMG	FD → EF (+)
18	Usman vd. (2020a)	1995-2017	20 Ülke	DCCEMG, AMG	FD → EF (+)
19	Naqvi vd. (2020)	1990-2017	152 Ülke	AMG	FD → EF (+)
20	Godil vd. (2020)	1986-2018	Türkiye	Quantile ARDL	FD → EF (+)
21	Usman ve Makhdum (2021)	1990-2018	BRICS-T ülkeleri	Nedensellik testleri	FD → EF (+)
22	Yang vd. (2021a)	1990-2016	BICS ülkeleri	Panel veri analizi	FD → EF (+)
23	Kamal vd. (2021)	1990-2016	105 Ülke	Panel veri analizi	FD → CO ₂ (+)

(+) pozitif etki; (-) negatif etki; (n.s) bir etkinin olmaması

Ekonomik Büyüme, Beşerî Sermaye ve CO₂-Ekolojik Ayak İzi

Ekonomik büyüme ve çevre arasındaki ilişkiyi ölçmek için farklı hipotezler ortaya çıkmıştır. Bunlardan biri olan Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC), çevre ile gelir arasındaki ilişkiyi ortaya koymaktadır

(Grossman ve Krueger, 1995). EKC, ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında çevresel bozulmanın arttığını, ancak belirli bir ekonomik kalkınma seviyesinden sonra toplumun çevreyle ilişkisini geliştirmeye başladığını açıklamaktadır. Bu, ilk kez çevresel kirleticiler ile kişi başına düşen gelir arasında ters U şeklinde ilişkiye dikkat çeken, Grossman ve Krueger (1995) çalışmasına dayanarak, Panayotou (1995) tarafından EKC olarak etiketlenmiştir. Literatürdeki CO₂ emisyonları ile GSYİH arasındaki ilişkiye yönelik yapılan çalışmalar, EKC'nin varlığını büyük ölçüde doğrulamaktadır, yani GSYİH'nın CO₂ emisyonlarını belirli bir miktara kadar arttırdığını ve daha sonra azalttığını göstermektedir (Apergis ve Payne, 2010; Ahmed ve Long, 2012; Kanjilal ve Ghosh, 2013; Liu, Qu ve Zhao, 2019). Literatürde, CO₂ emisyonu ile GSYİH ilişkisinde EKC'nin varlığını doğrulayamayan çalışmalarda mevcuttur (Mikayilov, Galeotti ve Hasanov, 2018). Ayrıca Wang ve Li (2019), Raggad (2020), Shahbaz, Sharma, Sinha ve Jiao (2021), Godil, Sharif, Usman ve Khan (2021) ve Karaaslan ve Çamkaya (2022) GSYİH'daki artışın CO₂ emisyonlarını arttırdığını bulmuşlardır.

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezine ilişkin literatür, esas olarak çevre ile ekonomik büyüme arasındaki ilişki tartışılmıştır (Al-Muallı, Weng-Wai, Sheau-Ting ve Mohammed, 2015b; Koçoğlu, Awan, Tunc ve Aslan, 2021; Bilgili, Kuşkaya, Awan ve Türker, 2021). Ayrıca yapılan çalışmalarda finansal gelişmenin ekonomik büyüme ve beşerî sermaye ile karşılıklı bir ilişkiye sahip olduğunu da göstermektedir (Hsueh vd., 2013). Ekonomik büyüme (Al-Mulali ve Öztürk, 2015; Alola, Bekun ve Sarkodie, 2019; Murshed, Rahman, Alam, Ahmad ve Dagar, 2021; Usman, Kousar, Yaseen ve Makhdam, 2020b; Ahmed, Asghar, Malik ve Nawaz, 2020a) ve aynı zamanda beşerî sermaye (Ahmed vd., 2020a; Ahmed, Zafar ve Ali, 2020b; Pata ve Çağlar, 2021) EF üzerinde etkilere sahiptir. Bu sebeple, finansal gelişme ve EF arasındaki ilişkiye net bir anlayışın sağlanabilmesi için analize beşerî sermaye ve ekonomik büyüme entegre edilmelidir.

Ekonomik büyüme ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişki incelendiğinde, hızlı ekonomik gelişmelerin enerji talebinde, özellikle de yenilenemeyen enerjilerde önemli bir artışa neden olduğundan ekonomik büyüme ile EF arasında önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir (Zafar, Zaidi, Khan, Mirza, Hou ve Kirmani, 2019; Nathaniel ve Khan, 2020; Udemba, 2020). Buradaki ilişkiye bakıldığında, ekonomik büyümenin kentsel göçü ve kentleşmeyi kolaylaştırabildiği (Wu, Shen, Zhang, Shuai, Yan, Lou ve Ye, 2019; Ahmad, Zhao ve Li, 2019; Nathaniel, Anyanwu ve Shah, 2020; Öztürk, Al-Mulali ve Saboori, 2016) ve bu da kentsel altyapı ve ekolojik ayak izi üzerinde daha fazla baskı yaratabileceği anlamına gelmektedir (Wu vd., 2019). Ancak literatürde Afrika ve Avrupa'da (Usman vd., 2020b) ve Pakistan'da (Hassan, Xia, Khan ve Shah, 2019) ekonomik büyümenin EF'yi iyileştireceğini öne süren çalışmalar da mevcuttur.

Literatürdeki çalışmalar, beşerî sermayenin çevresel bozulmayı azalttığına dair sonuçlar da bulmuştur (Nathaniel ve Khan, 2020; Nathaniel vd., 2020; Pata ve Çağlar, 2021; Ngoc ve Awan, 2022). Bazı araştırmacılar, insan sermayesinin teknoloji değişimine uyum sağlamada önemli bir rol oynadığını, dolayısıyla muhtemelen sürdürülebilir büyüme sağlayabileceğini öne sürüyor (Ackah ve Kizys, 2015; Consoli, Marin, Marzucchi ve Vona, 2016). Aynı doğrultuda başka araştırmacılar da, beşerî sermayenin eğitim ve beceri setinin, beşerî sermayenin daha az eğitilmiş olduğu diğer ülkelerle karşılaştırıldığında çevreyi düzenlemede önemli bir rol oynadığını da öne sürmektedirler (Desha vd., 2015). Bu sonuç Ahmed vd., bakış açısıyla da desteklenmektedir (2020b). Ayrıca, beşerî sermaye çevre sorunlarına ilişkin endişelerde doğurmaktadır (Adil, 2018; Asongu, 2018; Reynolds, Farley ve Huber, 2010; Ulucak, Danish ve Li, 2020). Bununla birlikte, ekonomik büyümenin faydalı sonuçlarının insan sermayesine yeterince yatırılmadığı (Croes, Ridderstaat, Bak ve Zientara, 2021; Ahmed vd., 2021) ve bu nedenle beşerî sermayenin sürdürülebilir kalkınma üzerinde önemli bir etki yaratmadığı belirtilmiştir (Dietz, Rosa ve York, 2007). Bu sebeple, beşerî sermayenin çevre üzerindeki etkilerinin farklılık gösterdiği söylenebilir. Ekonomik büyüme ile EF arasındaki ilişkiye yönelik kapsamlı ampirik literatür Tablo 2'de sunulmaktadır.

Tablo 2: GDP, HC ve CO₂-FE ampirik literatür özeti

No	Yazarlar	Dönem	Ülke/Bölge	Yöntem	Bulgular
Ekonomik Büyüme (GDP)- EF Arasındaki İlişki					
1	Apergis ve Payne (2010)	1992-2014	11 Ülke	VECM	GDP→CO ₂ (U)
2	Ahmed ve Long (2012)	1971-2008	Pakistan	ARDL	GDP→CO ₂ (U)
3	Kanjilal ve Ghosh (2013)	1971-2008	Hindistan	ARDL	GDP→CO ₂ (U)
4	Adams ve Klobodu (2018)	1985-2011	26 Afrika ülkesi	GMM	GDP→CO ₂ (+)
5	Raggad (2020)	1971-2014	S. Arabistan	NARDL	GDP→CO ₂ (+)
6	Karaaslan ve Çamkaya (2020)	1980-2016	Türkiye	ARDL	HC→CO ₂ (-) GDP→CO ₂ (+)
7	Alola vd., (2019)	1997-2014	16 EU Ülkesi	ARDL	GDP→EF (+)
8	Danish vd., (2019)	1971-2014	Pakistan	ARDL	HC→EF (+) GDP→EF (+)
9	Zafar vd., (2019)	1970-2015	United States	ARDL	HC→EF (+) GDP→EF (+)
10	Nathaniel vd., (2020)	1990-2016	MENA Ülkeleri	AMG	GDP→EF (+)
11	Destek and Sinha (2020)	1980-2014	24 OECD Ülkesi	FMOLS, DOLS	GDP→EF (+)

12	Ahmed vd., (2020a)	1970–2016	China	Bootstrap ARDL	HC→EF (-)
13	Nathaniel and Khan (2020)	1990–2016	ASEAN Ülkeleri	AMG	GDP→EF (+)
14	Hassan vd., (2019)	1970–2014	Pakistan	ARDL	GDP→EF (+)
15	Liu vd., (2022)	1980-2017	Pakistan	ARDL	GDP→EF (+)
16	Ullah vd. (2023)	1970-2018.	Türkiye	ARDL	GDP→EF (+)
17	Ahmed vd., (2020b)	1971–2014	G7	CUP-FM and CUP-BC	GDP→EF (+)
18	Usman vd., (2020b)	1994–2017	33 Ülke	FMOLS, DOLS, AMG	FD→EF (+) GDP→EF (+)
19	Baz vd., (2020)	1971–2014	Pakistan	NARDL	GDP→EF (<i>ns</i>)

(U) EKC hipotezi geçerli; (+) pozitif etki; (-) negatif etki; *ns* bir etkinin olmaması

VERİ SETİ VE EKONOMETRİK YÖNTEM

Bu çalışmanın temel amacı, 1980'den 2019'a kadar Türkiye'nin finansal gelişmesi, ekonomik büyümesi ve insan sermayesinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Ototegresif Dağıtılmış Gecikme (ARDL) yöntemiyle araştırmaktır.

Veri Seti

Çalışmada Türkiye'nin finansal gelişmesi, ekonomik büyümesi ve insan sermayesinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi genişletilmiş ARDL testi ile araştırılmıştır. Çalışmada ele alınan seriler Tablo 3'te gösterilmiştir.

Tablo 3: Çalışmada kullanılan seriler

Seriler	Değişkenlerin Açıklaması	Kaynak	Yıl Aralığı
EF	Ekolojik ayak izi indeksi (Kişi Başına küresel hektar alan)	GFN	1980-2019
FD	Finansal Gelişme İndeksi	IMF	1980-2019
GDP	Ekonomik Büyüme (%GDP)	Dünya Bankası	1980-2019
HC	Kişi Başına Düşen Beşerî Sermaye Endeksi	FRED	1980-2019

Tablo 3'te gösterilen değişkenlerin maksimum ve minimum değerleri arasındaki farkların küçük olması ve GDP değişkeninin negatif değerler içermesi nedeniyle logaritmalarının alınması uygun görülmemiştir.

Bu araştırmada, 1980-2019 yıllarını kapsayan dönemin verileri kullanılarak FD, GDP ve HC bağımsız değişkenlerinin EF üzerindeki etkisi incelenecektir. Çalışmanın başlangıç yılının 1980 olması FD değişkenine ait verilerin 1980 yılından itibaren verilmiş olması ve bitiş yılının 2019 yılı olması ise HC

değişkenine ait son verinin 2019 yılına ait olmasından kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda çalışmada incelenecek ekonomik model aşağıdaki gibidir:

$$EF = \beta_0 + \beta_1 FD + \beta_2 GDP + \beta_3 HC + \epsilon_t \quad (1)$$

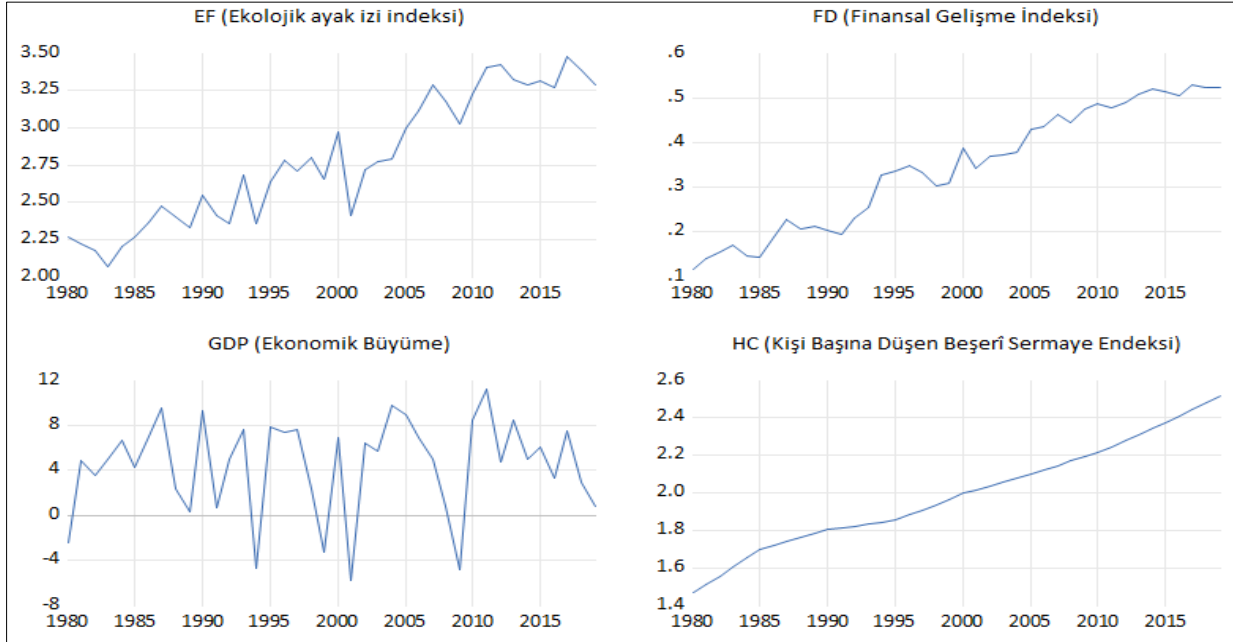
Eşitlik (1)'de EF bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. FD, GDP ve HC değişkenleri ise bağımsız değişken olarak belirlenmiştir. β_1 FD parametresinin, β_2 GDP parametresinin ve β_3 HC parametresinin esnekliğidir. Değişkenlerin tanımlayıcı istatistikleri Tablo 4'te ve zaman yolu grafikleri Şekil 2'de sunulmuştur.

Tablo 4: Tanımlayıcı istatistikler

	EF	FD	GDP	HC
Ortalama	2.783890	0.343267	4.491683	1.993005
Medyan	2.744364	0.345797	5.039571	1.981847
Maksimum	3.476258	0.528983	11.20011	2.514292
Minimum	2.069885	0.116196	-5.750007	1.469023
Standart Sapma	0.431051	0.134948	4.267028	0.279943
Çarpıklık	0.091797	-0.134643	-0.863401	0.091021
Basıklık	1.626467	1.628916	3.009509	2.105357
Jarque-Bera	3.200500	3.253975	4.969895	1.389210
Olasılık	0.201846	0.196521	0.083330	0.499272
Serilerin Toplamı	111.3556	13.73067	179.6673	79.72019
Hata Kareleri Toplamı	7.246394	0.710229	710.0935	3.056363
Gözlem Sayısı	40	40	40	40

Tablo 4'teki veriler incelendiğinde değişimin ölçüsü olarak ortalama dikkate alınırsa, ortalamalar pozitif, en yüksek ortalama GDP ve en düşük ortalama ise HC değişkenine aittir. Standart sapma dikkate alınırsa GDP değişkeni oynaklığı en yüksek değişken olurken, oynaklığı en düşük olan değişken ise HC değişkeni olduğu görülmektedir. FD ve GDP değişkenlerinin çarpıklık değerleri negatiftir. Negatif çarpıklık, dağılımın kuyruğunun sola çarpık olduğunu göstermektedir. EF ve HC ise çarpıklık değeri pozitifdir. Pozitif çarpıklık ise, dağılımın kuyruğunun sağa çarpık olduğunu göstermektedir. Tüm değişkenlerin basıklık değerlerinin pozitif olması, normalden daha dik bir dağılıma sahip olduğunu göstermektedir. Ayrıca değişkenlerin Jarque-Bera olasılık (P) değerleri $P > 0.05$ olduğu için normal dağılıma sahip oldukları tespit edilmiştir. Şekil 2'de değişkenlere ilişkin zaman yolu grafikleri verilmiştir.

Şekil 2: Değişkenlerin zaman yolu grafikleri



Şekil 2'deki değişkenlere ilişkin grafikler incelendiğinde GRW dışındaki değişkenlerin durağan olmadıkları değerlendirilmiştir. Gene de serilerin durağan olup olmadıklarını tespit etmek için değişkenlere birim kök testi uygulanmasına karar verilmiştir.

Metodoloji

Çalışmada ilk olarak değişkenlerin durağanlıkları araştırılmaktadır. Durağanlıklar için geleneksel birim kök testleri yerine yapısal kırılmaları dikkate alan Lee ve Strazicich (2013) çift kırılmalı birim kök testi uygulanmıştır. Çünkü zaman serileri ekonomik krizler, salgınlar, doğal afet gibi rassal olarak ifade edilen şoklardan sıklıkla etkilenmekte ve buna bağlı olarak serilerde yapısal kırılmalar oluşmaktadır (Narayan ve Pop, 2010). Ekonometrik analizlerde söz konusu yapısal kırılmalar dikkate alınmazsa, seri durağan olsa dahi birim kök içerebilir (Zivot ve Andrews, 1992). Değişkenlerin durağanlıkları Lee ve Strazicich (2013) çift kırılmalı birim kök testi ile belirlendikten sonra uzun dönem eşbütünlük ilişkisini tespit etmek için genişletilmiş ARDL modeli kullanılmaktadır.

Pesaran vd. (2001) tarafından uygulanan geleneksel ARDL yaklaşımı bağımsız değişkenlerin farklı derecelerde $I(0)$ ve $I(1)$ durağan olmalarına izin verdiği için araştırmacılar tarafından kullanılmaktadır. Ancak geleneksel ARDL yaklaşımının bağımlı değişkenin birinci farkta durağan olması, bağımsız değişkenlerin dışsallığı, dejenere durumların varlığı gibi varsayımlar içermesi McNown vd. (2018) ve Sam,

McNown ve Goh (2019) tarafından eleştirilmiştir. Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından önerilen t-testinin ve bağımlı değişkenin birim kök içerisi (I(1) olması) koşulunun da göz ardı edilebileceğini diğer bir ifade ile bağımlı değişkenin düzeyde durağan (I(0)) olabileceğini ifade etmektedir. Bunun için McNown, Sam ve Goh (2018) ile Sam vd. (2019) F-testine ve t-testine ilave olarak bağımsız değişkenler için F-testini önermiştir. Eşbütünlüşme ilişkisini belirlemek için kullanılan test istatistikleri eşitlik 2, 3 ve 4'te gösterilmiştir:

$$F_{overall} \text{ test } H_0: \phi_1 = \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (2)$$

$$t_{DV} \text{ test } H_0: \phi_1 = 0 \quad (3)$$

$$F_{IDV} \text{ test } H_0: \phi_2 = \phi_3 = \phi_4 = 0 \quad (4)$$

$F_{OVERALL}$ testi için Narayan (2005), t_{DV} testi için Sam vd. (2019) ve t_{IDV} testi için Pesaran vd. (2001) makalelerinde sırası ile F-testi, yeni F-testi, t testini önermişlerdir. Eşbütünlüşme ilişkisinin geçerli olabilmesi için, eşitlik 2, 3 ve 4'teki üç testinde kritik değerlerden büyük ve istatistiki olarak anlamlı olması gerekmektedir. Eğer istatistiki olarak anlamlı değilse eşbütünlüşme ilişkisi geçerli olmayacaktır.

Çalışma Sam vd., (2019) makalesindeki Genişletilmiş ARDL yöntemi esas alınmıştır. Makalede sadece eşbütünlüşme ilişkisi hesaplandığından dolayı bu çalışmada da aynı yol izlenerek sadece eşbütünlüşme ilişkisi hesaplanmıştır. Kısa dönem hata düzeltme katsayısı hesaplanmamıştır.

Çalışmanın bundan sonraki kısmında Eviews 12, programı kullanılarak genişletilmiş ARDL sınır testi ve Toda- Yamamoto nedensellik testleri yapılarak bulgular ortaya koyulup sonuç ve değerlendirme yapılacaktır.

Veri Analizi ve Bulgular

Ekonometrik analiz yapabilmek ve değişkenler arasındaki ilişkileri ortaya koyabilmek için ilk olarak serilerin durağan olup olmadıklarının belirlenmesi gerekmektedir. Geleneksel birim kök testleri yapısal kırılmaları dikkate almadığından dolayı sonuçları yanıltıcı olabilir. Diğer bir ifade ile durağan olmayan serileri durağanmış gibi gösterebilir. Bu durumu ortadan kaldırmak için serilere iki yapısal kırılmalı Lee Strazicich birim kök testi uygulanmış sonuçlar Tablo 5'de raporlanmıştır.

Tablo 5: Değişkenlerin Lee Strazicich durağanlık testi

Değişken	Model	Kırılma Tarihleri	Test ist.	Kritik Değerler	
				%1	%5
EF	Model A	1999 – 2010	-3.787353	-4.073000	-3.563000
	Model C	2010 – 2015	-7.994690	-6.750000	-6.108000
ΔEF	Model A	1990 – 2003	-5.742891	-4.073000	-3.563000
	Model C	1990 – 1995	-9.723548	-6.750000	-6.108000
FD	Model A	1990 – 1993	-4.060711	-4.073000	-3.563000
	Model C	2000 – 2010	-5.062125	-6.978000	-6.288000
ΔFD	Model A	2011 – 2013	-4.750796	-4.073000	-3.563000
	Model C	1990 – 1997	-8.366696	-6.750000	-6.108000
GDP	Model A	1990 – 1992	-5.798314	-4.073000	-3.563000
	Model C	1999 – 2012	-7.255556	-7.032000	-6.375000
HC	Model A	1990 – 1996	-4.632531	-4.073000	-3.563000
	Model C	1992 – 1999	-8.960539	-6.750000	-6.108000

Tablo 5’deki verilere göre GDP ve HC değişkeni %1 anlamlılık düzeyinde hem Model A hem de Model C için düzeyde $I(0)$ durağan çıkmıştır. EF değişkeni ise %5 anlamlılık seviyesinde Model A’da, %1 anlamlılık seviyesinde Model C düzeyde $I(0)$ durağan çıkmıştır. FD değişkeni hem model A hem de Model C için birinci farkta $I(1)$ durağan çıkmıştır. Değişkenlerin hiçbirinin ikinci farkta durağan çıkmaması ($I(d)$ ve $d < 2$) nedeni ile ARDL modeli tercih edilmiştir. Ancak geleneksel ARDL modelinde bağımsız değişken $I(0)$ olmaması gerekir. Bu nedenle geleneksel ARDL modeli yerine bağımlı değişkeni $I(0)$ veya $I(1)$ düzeyinde analiz etmeye imkan veren genişletilmiş ARDL modeli uygulanmıştır.

Bundan sonra ilk olarak EF değişkenininin bağımlı değişken, FD, GDP ve HC değişkenlerininin bağımsız değişken olduğu $EF = (FD, GDP, HC)$ için en uygun gecikmeli genişletilmiş ARDL modeli araştırılmış ve Akaike bilgi kriteri dikkate alınıp 4 gecikmeye kadar 500 model içerisinde en uygun ARDL modelin ARDL (0,0,0,0) olduğu görülmüştür. Sınır değerleri Tablo 6’da raporlanmıştır.

Tablo 6: Sınır testi

Testler	Hesaplanan Değer	Alt Sınır	Üst Sınır
$F_{OVERALL}$	6.48521	2.45	3.63
t_{DV}	-3.90947	-1.95	-3.33
F_{IDV}	8.50482	2.86	4.84

Not: $F_{OVERALL}$ ve t_{DV} için üst ve alt sınır değerleri elde edilir Pesaran vd. (2001) alınmıştır. Bununla birlikte, F_{IDV} için sınır değerler Sam ve diğerlerinden (2019) elde edilmiştir. Sınır değerler %5 anlamlılık düzeyinde elde edilmiştir.

Tablo 6’da gösterilen sınır testi sonuçlarına göre tüm testler için hesaplanan değerler %1 anlamlılık düzeyinde üst sınır seviyesinden fazla olduğu için seriler arasında uzun dönemli kointegrasyon olduğu kabul edilir. Söz konusu eş bütünleşme ilişkisi Tablo 7’de raporlanmıştır.

Tablo 7: Genişletilmiş ARDL eş bütünleşme ilişkisi

The dependent variable: GRW				
Variable	Coefficient	Standard error	t-istat	Prob.
FD	0.421490916	0.144868660	2.90947	0.00653571
GDP	0.023156555	0.005668919	4.08483	0.00027580
HC	-0.474028967	0.186091039	-2.54730	0.01586323

Tablo7’deki uzun dönemli tahmin sonuçlarına bakıldığında; FD, GDP ve HC serilerinin katsayıları istatistiksel olarak anlamlı olduğu, FD ve GDP’nin pozitif, HC değişkeninin ise negatif olarak EF serisini etkilediği anlaşılmaktadır.

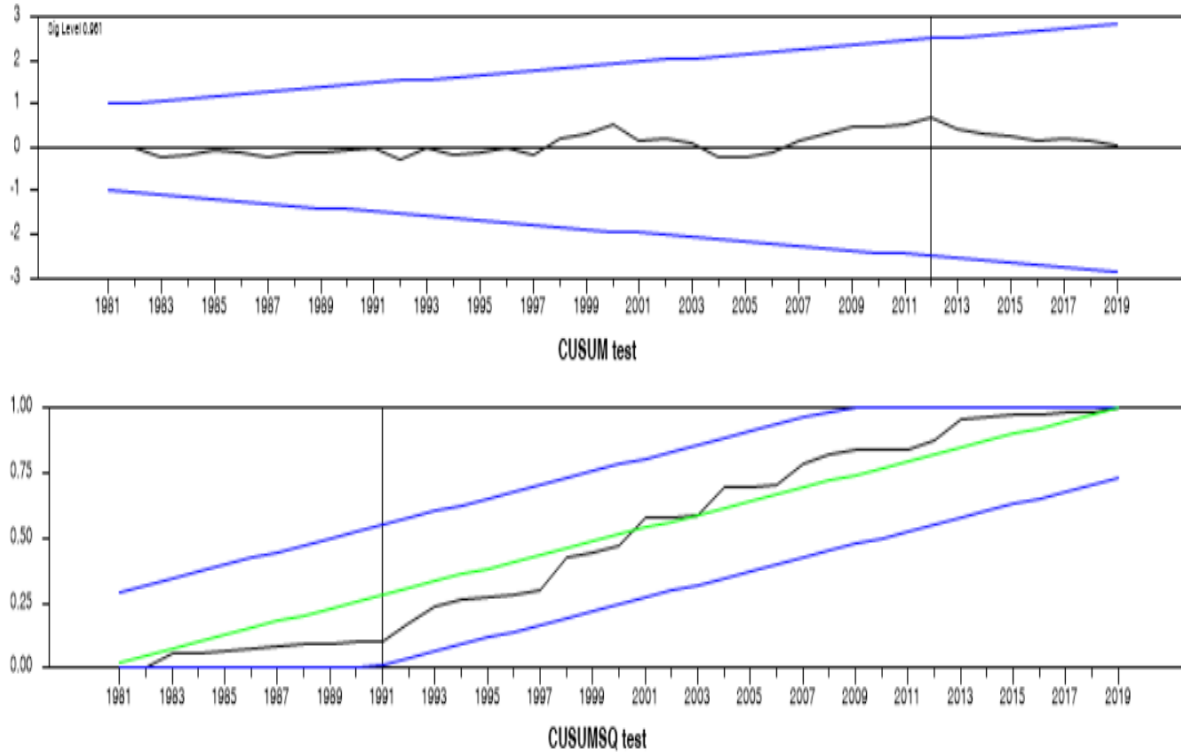
Tablo 8: Tamı Testleri

Testler	t Stat.	P
Breusch-Godfrey Seri Korelasyon LM Testi	0.696725	0.40388639
Değişken Varyans Testi: White Test	26.301192	0.50193700
Ramsey RESET Test	0.8134057	0.3671153
Jarque-Bera TesT	0.392368	0.821861

Tablo 8’deki verilere göre Model-1 Heteroskedastike ve değişen varyans sorununun olmadığı ve normal dağıldığı görülmektedir. Ayrıca model spfikasyonunun doğru kurulduğu anlaşılmaktadır. Şekil 3’deki CUSUM ve CUSUMSQ testleri tahminlerin istikrarlı olduğunu göstermektedir.

Şekil 3: Cusum ve Cusumsq Grafikleri

Cusum Tests for Augmented ARDL Model



İki değişken arasındaki bu uzun dönemli ilişki aynı zamanda bu değişkenlerin nedensel bir ilişkiye sahip olduğunu da göstermektedir. Bu değişkenler arasındaki nedensellik ilişkisi Toda-Yamamoto yöntemine dayalı Granger nedenselliği ile araştırılmıştır. Granger nedensellik testinin araştırılabilmesi için öncelikle standart VAR modelinden elde edilen en uygun gecikme uzunluğunun belirlenmesi gerekir. Tablo 9’da en uygun gecikme uzunluğu gösterilmiştir.

Tablo 9: VAR Modeliyle En Uygun Gecikme Uzunluğunun Belirlenmesi

Lag	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
0	-2.869310	NA	1.74e-05	0.392532	0.570286	0.453893
1	146.5689	256.1799	8.56e-09	-7.232511	-6.343741*	-6.925708
2	169.9354	34.71592*	5.84e-09*	-7.653453*	-6.053666	-7.101207*
3	183.6578	17.25100	7.37e-09	-7.523304	-5.212501	-6.725615
4	189.0720	5.568853	1.66e-08	-6.918399	-3.896580	-5.875267
5	200.2284	8.925155	3.23e-08	-6.641624	-2.908789	-5.353050

Toda – Yamamoto Granger nedensellik testinin yapılabilmesi için gerekli olan $k+D_{\max}$ için $k = 2$ olduğu tespit edilmiştir. Maksimum durağanlık derecesi $D_{\max} = 1$ olduğu bilindiğine göre $k+D_{\max} = 3$

olarak belirlenmiştir. Nedensellik sonuçları **Tablo 10'da** gösterilmektedir.

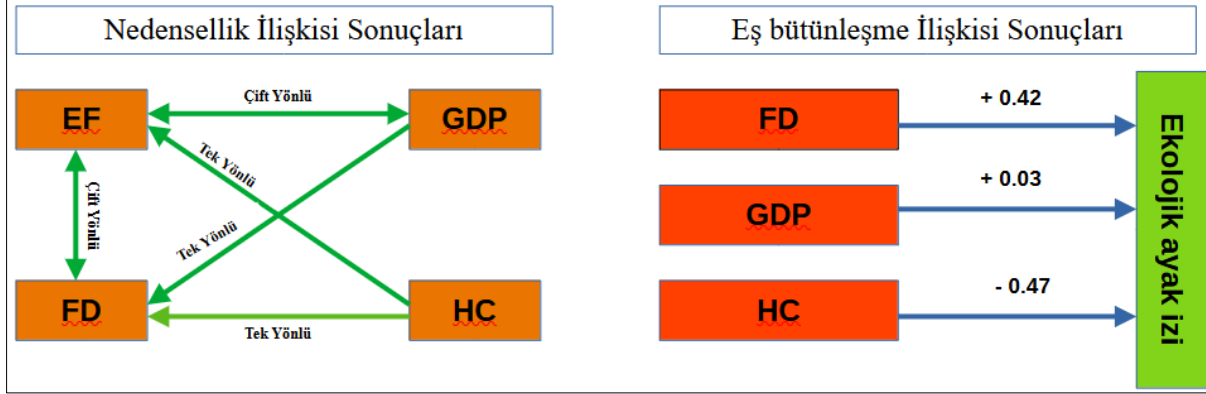
Tablo 10: Toda-Yamamoto nedensellik test sonuçları

H_0	$K + D_{max}$	Wald İstatistiği	Olasılık	Karar
EF→FD	2 + 1 = 3	11.55944*	0.0031	Nedensellik var.
FD→EF	2 + 1 = 3	6.571583**	0.0374	Nedensellik var.
EF→GDP	2 + 1 = 3	7.861376**	0.0196	Nedensellik var.
GDP→EF	2 + 1 = 3	24.86952*	0.0000	Nedensellik var.
EF↔HC	2 + 1 = 3	1.365448	0.5052	Nedensellik yok
HC→EF	2 + 1 = 3	6.700442**	0.0351	Nedensellik yok
FD↔GDP	2 + 1 = 3	1.198947	0.5491	Nedensellik yok
GDP→FD	2 + 1 = 3	15.54532*	0.0004	Nedensellik var.
FD↔HC	2 + 1 = 3	0.484724	0.7848	Nedensellik yok
HC→FD	2 + 1 = 3	14.11645*	0.0009	Nedensellik var.
GDP↔HC	2 + 1 = 3	1.754281	0.4160	Nedensellik yok
HC↔GDP	2 + 1 = 3	1.377531	0.5022	Nedensellik yok

*. %1, **: %5 düzeyinde istatistiki olarak anlamlı olduğunu göstermektedir.

Toda – Yamamoto nedensellik testinde birinci seriden ok işareti yönünde ikinci seriye doğru nedenselliğin olmadığı durumu ifade eden sıfır hipotezi (H_0) test edilmektedir. Olasılık değeri 0.05 (%5) ile karşılaştırılıp, 0.05'ten küçük olması durumunda H_0 hipotezi reddedilirken, 0.05'ten büyük olması durumunda ise H_0 hipotezi reddedilememektedir. Tablo 10'daki verilere göre FD, GDP, HC bağımsız değişkenlerinden EF bağımsız değişkenine doğru, Ki – Kare olasılık değeri 0.05'ten küçük olduğu için, nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Ayrıca EF ile FD, GDP ile EF arasında çift yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Çift yönlü ilişki olması söz konusu değişkenlerdeki değişimlerin karşılıklı olarak birbirlerinin nedeni olduğunu göstermektedir. Benzer şekilde literatürde de, GDP ve EF (Chen, Saud, Saleem ve Bari, 2019; Zafar vd., 2019; Usman vd., 2020a) ile FD ve EF (Chen vd., 2019; Saud vd., 2020; Usman vd., 2020a) arasındaki nedensellik çift yönlü bulunmuştur. HC değişkeninden EF değişkenine doğru ise tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Bu sonucu, Karaaslan ve Çamkaya'nın (2022) Türkiye için yaptıkları çalışmada doğrulanmaktadır.

Şekil 4: Analiz sonuçları özet gösterim



Şekil 4’te çalışmada kullanılan genişletilmiş ARDL yönteminin ve Toda – Yamamoto (1995) nedensellik testlerinin sonuçları toplu olarak sunulmuştur. Nedensellik ilişkilerinin Sonuçları kısmında yeşil okların yönü nedenselliğin çift veya tek yönlü olduğunu ifade etmektedir. Nedenselliğin yönü Okların üstüne de yazı ile yazılmıştır. Eş bütünleşme ilişkisi sonuçları kısmında ise kırmızı renkle gösterilen bağımsız değişkenlerin yeşil renkle gösterilen bağımsız değişkeninin üzerindeki uzun dönemli ilişkisini göstermektedir. Okların üzerindeki rakamlar uzun dönem katsayılarını ve katsayıların işaretlerini göstermektedir.

SONUÇ

Bu makalede, Türkiye için 1980- 2019' dönemi yıllık verileri kullanarak finansal gelişme, ekonomik büyüme ve beşerî sermaye ile ekolojik ayak izi arasındaki ilişkiler genişletilmiş ARDL yöntemi ile incelenmiştir. Serilerin durağan olup olmadığı iki yapısal kırılmalı Lee Strazicich birim kök testi uygulanmış, ele alınan değişkenlerin en fazla birinci farkta I(1) durağan olduğu tespit edilmiştir. Genişletilmiş ARDL testi sonuçlarına göre uzun dönemde finansal gelişme ve ekonomik büyüme değişkeni ekolojik ayak izini artırdığı (çevre kirliliğini artırdığını), beşerî sermaye değişkenini ise ekolojik ayak izini azalttığı (çevre kirliliğini azalttığı) sonucuna varılmıştır.

Uzun dönemde finansal gelişme indeksinde ve ekonomik büyümede meydana gelecek %1’lik artış sırası ile kişi başına düşen ekolojik ayak izini 0,42 ve 0,03 küresel hektar alan kadar artıracaktır. Kişi Başına Düşen Beşerî Sermaye Endeksinde meydana gelecek %1’lik artış ise kişi başına düşen ekolojik ayak izini 0,47 küresel hektar alan kadar azaltacaktır. Toda – Yamamoto nedensellik sonuçlarına göre ise ekolojik ayak izi – ekonomik büyüme ve ekolojik ayak izi – finansal gelişme arasında çift yönlü, ekonomik büyümeden finansal gelişmeye, beşerî sermayeden finansal gelişmeye ve beşerî sermayeden ekolojik ayak izine doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit edilmiştir. Yapılan ekonometrik analizler sonucu hem

eşbütünleşme hem de nedensellik testleri ile ulaşılan bulgular, literatürde yer alan çalışmaların sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Bu çalışma, ekonometrik analiz sonucu ulaşılan bulgulara dayanarak, bu çalışma politika yapıcılara bazı politika önerilerini sunmaktadır. Gelişmekte olan bir ülke olarak Türkiye'nin ekonomik büyüme için çevre sorunlarının göz ardı etmesi gelecekte çok daha ciddi sorunlara yol açabilir. Ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde olumsuz bir etkisi olduğundan, politika yapıcılarının enerji, eğitim ve doğal kaynak yönetimi alanlarında politikalar uygulayarak çevresel düzenlemeleri yerine getirmesi gerekir. Finansal gelişme Türkiye'de çevre kalitesini bozmaktadır. Politikacılar, çevre kalitesini bozan bu yapıyı çevre kalitesini iyileştiren yapıya dönüştürecek önlemler almalıdır. Bu doğrultuda politika yapıcılar, merkez bankaları aracılığıyla, bankaları ve diğer finansal kurumları, çevre dostu üretim teknikleri kullanan işletmelere borç vermeye teşvik edecek borç verme politikaları oluşturmalıdır. Beşerî sermayenin ekolojik ayak izi üzerindeki azaltıcı etkisi, eğitimin sürdürülebilir kalkınma için gerekli olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda politika yapıcıları, çevre bilincini teşvik eden bir eğitim stratejisi geliştirmesi gerekir. Bu strateji çerçevesinde eğitim düzeyi arttıkça insanlar doğal kaynakları daha verimli kullanacak, enerji tasarrufu sağlayan teknolojileri benimseyecek ve daha temiz yakıt tüketme eğiliminde olacaklardır. Politika yapıcılar beşerî sermayeye yatırımını ve nüfusun bilgi, beceri ve yeteneklerini geliştirmek için yüksek öğrenim olanaklarını artırılmalıdır.

YAZAR BEYANI

Araştırmacılar makaleye ortak olarak katkıda bulunduğunu bildirmiştir. Araştırmacılar herhangi bir çıkar çatışması bildirmemiştir.

KAYNAKÇA

- Ackah, I., & Kizys, R. (2015). Green growth in oil producing African countries: A panel data analysis of renewable energy demand. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 50, 1157-1166.
- Adams, S., & Klobodu, E. K. M. (2018). Financial development and environmental degradation: does political regime matter?. *Journal of Cleaner Production*, 197, 1472-1479.
- Adil, A. A. (2018). Could human development be the key to environmental sustainability?. *Leonardo*, 51(2), 197-198.
- Ahmad, M., Zhao, Z. Y., & Li, H. (2019). Revealing stylized empirical interactions among construction sector, urbanization, energy consumption, economic growth and CO2 emissions in China. *Science of the Total Environment*, 657, 1085-1098.

- Ahmed, K., & Long, W. (2012). Environmental Kuznets curve and Pakistan: an empirical analysis. *Procedia Economics and Finance*, 1, 4-13.
- Ahmed, Z., & Le, H. P. (2021). Linking Information Communication Technology, trade globalization index, and CO 2 emissions: evidence from advanced panel techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 8770-8781.
- Ahmed, Z., Asghar, M. M., Malik, M. N., & Nawaz, K. (2020a). Moving towards a sustainable environment: the dynamic linkage between natural resources, human capital, urbanization, economic growth, and ecological footprint in China. *Resources Policy*, 67, 1-11.
- Ahmed, Z., Wang, Z., Mahmood, F., Hafeez, M., & Ali, N. (2019). Does globalization increase the ecological footprint? Empirical evidence from Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 18565-18582.
- Ahmed, Z., Zafar, M. W., & Ali, S. (2020b). Linking urbanization, human capital, and the ecological footprint in G7 countries: an empirical analysis. *Sustainable Cities and Society*, 55, 1-11.
- Ahmed, Z., Zhang, B., & Cary, M. (2021). Linking economic globalization, economic growth, financial development, and ecological footprint: Evidence from symmetric and asymmetric ARDL. *Ecological Indicators*, 121, 1-12. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.107060.
- Akca, H. (2021). Environmental Kuznets Curve and financial development in Turkey: evidence from augmented ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(48), 69149-69159.
- Al-Mulali, U., & Ozturk, I. (2015a). The effect of energy consumption, urbanization, trade openness, industrial output, and the political stability on the environmental degradation in the MENA (Middle East and North African) region. *Energy*, 84, 382-389.
- Al-Mulali, U., Weng-Wai, C., Sheau-Ting, L., & Mohammed, A. H. (2015b). Investigating the environmental Kuznets curve (EKC) hypothesis by utilizing the ecological footprint as an indicator of environmental degradation. *Ecological indicators*, 48, 315-323.
- Alola, A. A., Bekun, F. V., & 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.
- Apergis, N., & Payne, J. E. (2010). The emissions, energy consumption, and growth nexus: evidence from the commonwealth of independent states. *Energy policy*, 38(1), 650-655.
- Asongu, S. A. (2018). CO 2 emission thresholds for inclusive human development in sub-Saharan Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 26005-26019.
- Baloch, M. A., Zhang, J., Iqbal, K., & Iqbal, Z. (2019). The effect of financial development on ecological footprint in BRI countries: evidence from panel data estimation. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 6199-6208.
- Baz, K., Xu, D., Ali, H., Ali, I., Khan, I., Khan, M. M., & Cheng, J. (2020). Asymmetric impact of energy consumption and economic growth on ecological footprint: Using asymmetric and nonlinear approach. *Science of the Total Environment*, 718, 1-10.



- Bekhet, H. A., Matar, A., & Yasmin, T. (2017). CO2 emissions, energy consumption, economic growth, and financial development in GCC countries: Dynamic simultaneous equation models. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 117-132. doi: 10.1016/j.rser.2016.11.089
- Bilgili, F., Kuşkaya, S., Khan, M., Awan, A., & Türker, O. (2021). The roles of economic growth and health expenditure on CO2 emissions in selected Asian countries: a quantile regression model approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(33), 44949-44972.
- Borucke, M., Moore, D., Cranston, G., Gracey, K., Iha, K., Larson, J., ... & Galli, A. (2013). Accounting for demand and supply of the biosphere's regenerative capacity: The National Footprint Accounts' underlying methodology and framework. *Ecological indicators*, 24, 518-533.
- Charfeddine, L. (2017). The impact of energy consumption and economic development on ecological footprint and CO2 emissions: evidence from a Markov switching equilibrium correction model. *Energy Economics*, 65, 355-374.
- Charfeddine, L., & Khediri, K. B. (2016). Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322-1335. doi: 10.1016/j.rser.2015.07.059
- Chen, S., Saud, S., Saleem, N., & Bari, M. W. (2019). Nexus between financial development, energy consumption, income level, and ecological footprint in CEE countries: do human capital and biocapacity matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 31856-31872.
- Consoli, D., Marin, G., Marzucchi, A., & Vona, F. (2016). Do green jobs differ from non-green jobs in terms of skills and human capital?. *Research Policy*, 45(5), 1046-1060.
- Croes, R., Ridderstaat, J., Bąk, M., & Zientara, P. (2021). Tourism specialization, economic growth, human development and transition economies: The case of Poland. *Tourism Management*, 82, 1-12.
- Danish, H, 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, 1-10.
- Danish, Wang B, Wang Z (2018) Imported technology and CO2 emission in China: collecting evidence through bound testing and VECM approach. *Renewable Sustainable Energy Reviews*, 82, 4204–4214. doi: 10.1016/j.rser.2017.11.002
- Desha, C., Robinson, D., & Sproul, A. (2015). Working in partnership to develop engineering capability in energy efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 106, 283-291.
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Destek, M. A., & 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. *Journal of Cleaner Production*, 242, 1-11.
- Dietz, T., Rosa, E. A., & York, R. (2007). Driving the human ecological footprint. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 5(1), 13-18.

- Du, L., Wei, C., & Cai, S. (2012). Economic development and carbon dioxide emissions in China: Provincial panel data analysis. *China Economic Review*, 23(2), 371-384.
- Figge, L., Oebels, K., & Offermans, A. (2017). The effects of globalization on ecological footprints: an empirical analysis. *Environment, Development and Sustainability*, 19, 863-876.
- Furuoka, F. (2015). Financial development and energy consumption: Evidence from a heterogeneous panel of Asian countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 430-444.
- Ganda, F. (2019). The environmental impacts of financial development in OECD countries: A panel GMM approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(7), 6758-6772.
- Global Footprint Network. (2023). *National Footprint Accounts*. <https://data.footprintnetwork.org/#/countryTrends?cn=223&type=BCtot,EFctot> adresinden erişildi.
- Godil, D. I., Sharif, A., Rafique, S., & Jermsittiparsert, K. (2020). The asymmetric effect of tourism, financial development, and globalization on ecological footprint in Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 40109-40120.
- Godil, D. I., Yu, Z., Sharif, A., Usman, R., & Khan, S. A. R. (2021). Investigate the role of technology innovation and renewable energy in reducing transport sector CO2 emission in China: a path toward sustainable development. *Sustainable Development*, 29(4), 694-707.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics*, 110(2), 353-377.
- Gök, A. (2020). The role of financial development on carbon emissions: a meta regression analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(11), 11618-11636.
- Ha, N. M., Ngoc, B. H., & McAleer, M. (2020). Financial integration, energy consumption and economic growth in Vietnam. *Annals of Financial Economics*, 15(3), 2050010.
- Hassan, S. T., Xia, E., Khan, N. H., & Shah, S. M. A. (2019). Economic growth, natural resources, and ecological footprints: evidence from Pakistan. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 2929-2938.
- Hsueh, S. J., Hu, Y. H., & Tu, C. H. (2013). Economic growth and financial development in Asian countries: A bootstrap panel Granger causality analysis. *Economic Modelling*, 32, 294-301. doi: 10.3846/20294913.2014.989932
- Jalil, A., & Feridun, M. (2011). The impact of growth, energy and financial development on the environment in China: a cointegration analysis. *Energy economics*, 33(2), 284-291.
- Kamal, M., Usman, M., Jahanger, A., & Balsalobre-Lorente, D. (2021). Revisiting the role of fiscal policy, financial development, and foreign direct investment in reducing environmental pollution during globalization mode: evidence from linear and nonlinear panel data approaches. *Energies*, 14(21), 6968.
- Kanjilal, K., & Ghosh, S. (2013). Environmental Kuznet's curve for India: Evidence from tests for cointegration with unknown structural breaks. *Energy Policy*, 56, 509-515.



- Karaaslan, A., & Çamkaya, S. (2022). The relationship between CO₂ emissions, economic growth, health expenditure, and renewable and non-renewable energy consumption: Empirical evidence from Turkey. *Renewable Energy*, 190, 457-466.
- Karasoy, A. (2019). Drivers of carbon emissions in Turkey: considering asymmetric impacts. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(9), 9219-9231.
- Katircioğlu, S. T., & Taşpınar, N. (2017). Testing the moderating role of financial development in an environmental Kuznets curve: empirical evidence from Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 572-586.
- Khan, A., Chenggang, Y., Hussain, J., & Bano, S. (2019a). Does energy consumption, financial development, and investment contribute to ecological footprints in BRI regions?. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(36), 36952-36966.
- Kihombo, S., Vaseer, A. I., Ahmed, Z., Chen, S., Kirikkaleli, D., & Adebayo, T. S. (2022). Is there a tradeoff between financial globalization, economic growth, and environmental sustainability? An advanced panel analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 29, 3983-3993.
- Kocoglu, M., Awan, A., Tunc, A., & Aslan, A. (2021). The nonlinear links between urbanization and CO₂: evidence from unconditional quantile and threshold regression.
- Kraay, A. (2018). *Methodology for a World Bank human capital index* (World Bank Policy Research Working Paper No. 8593). <https://thedocs.worldbank.org/en/doc/841571538503209726-0140022018/render/HCIMethodologyPaper14Sept2018.pdf> adresinden erişildi.
- Lee, J., & Strazicich, M. C. (2013). Minimum LM unit root test with one structural break. *Economics Bulletin*, 33(4), 2483-2492.
- Liu, J., & Steiner-Khamsi, G. (2020). Human Capital Index and the hidden penalty for non-participation in ILSAs. *International Journal of Educational Development*, 73, 1-9.
- Liu, J., Qu, J., & Zhao, K. (2019). Is China's development conforms to the Environmental Kuznets Curve hypothesis and the pollution haven hypothesis?. *Journal of Cleaner Production*, 234, 787-796. doi: 10.1016/j.jclepro.2019.06.234
- Liu, Y., Sadiq, F., Ali, W., & 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, 1-11.
- Majeed, M. T., & Mazhar, M. (2019). Environmental degradation and output volatility: A global perspective. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 13(1), 180-208.
- Majeed, M. T., & Mumtaz, S. (2017). Happiness and environmental degradation: A global analysis. *Pakistan Journal of Commerce and Social Sciences*, 11(3), 753-772.
- Maji, I. K., Habibullah, M. S., & Saari, M. Y. (2017). Financial development and sectoral CO₂ emissions in Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 7160-7176. doi: 10.1007/s11356-016-8326-1

- McNown, R., Sam, C. Y., & Goh, S. K. (2018). Bootstrapping the autoregressive distributed lag test for cointegration. *Applied Economics*, *50*(13), 1509-1521.
- Mikayilov, J. I., Galeotti, M., & Hasanov, F. J. (2018). The impact of economic growth on CO2 emissions in Azerbaijan. *Journal of Cleaner Production*, *197*, 1558-1572.
- Moutinho, V., Madaleno, M., & Robaina, M. (2017). The economic and environmental efficiency assessment in EU cross-country: Evidence from DEA and quantile regression approach. *Ecological Indicators*, *78*, 85-97. doi: 10.1016/j.ecolind. 2017.01.003
- Mrabet, Z., & Alsamara, M. (2017). Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *70*, 1366-1375.
- Murshed, M., Rahman, M. A., Alam, M. S., Ahmad, P., & Dagar, V. (2021). The nexus between environmental regulations, economic growth, and environmental sustainability: linking environmental patents to ecological footprint reduction in South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, *28*(36), 49967-49988.
- Naqvi, S. A. A., Shah, S. A. R., & Mehdi, M. A. (2020). Revealing empirical association among ecological footprints, renewable energy consumption, real income, and financial development: A global perspective. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 42830-42849.
- Narayan, P. K. (2005). The saving and investment nexus for China: evidence from cointegration tests. *Applied Economics*, *37*(17), 1979-1990.
- Narayan, P. K., & Popp, S. (2010). A new unit root test with two structural breaks in level and slope at unknown time. *Journal of Applied Statistics*, *37*(9), 1425-1438.
- Nathaniel, S., & Khan, S. A. R. (2020). The nexus between urbanization, renewable energy, trade, and ecological footprint in ASEAN countries. *Journal of Cleaner Production*, *272*, 1-9.
- Nathaniel, S., Anyanwu, O., & Shah, M. (2020). Renewable energy, urbanization, and ecological footprint in the Middle East and North Africa region. *Environmental Science and Pollution Research*, *27*, 14601-14613.
- Ngoc, B. H., & Awan, A. (2022). Does financial development reinforce ecological footprint in Singapore? Evidence from ARDL and Bayesian analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(16), 24219-24233.
- Omoke, P. C., Nwani, C., Effiong, E. L., Evbuomwan, O. O., & Emenekwe, C. C. (2020). The impact of financial development on carbon, non-carbon, and total ecological footprint in Nigeria: New evidence from asymmetric dynamic analysis. *Environmental science and pollution research*, *27*(17), 21628-21646.
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K., & Taspinar, N. (2017). Testing the EKC hypothesis by considering trade openness, urbanization, and financial development: the case of Turkey. *Environmental Science and Pollution Research*, *24*, 16690-16701.
- Ozturk, I., Al-Mulali, U., & Saboori, B. (2016). Investigating the environmental Kuznets curve hypothesis: the role of tourism and ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, *23*, 1916-1928.



- Panayotou, T. (1995). Environmental degradation at different stages of economic development. I. Ahmed ve J. A. Doeleman (editörler), *Beyond Rio: The environmental crisis and sustainable livelihoods in the third world* içinde (s. 13-36). New York: St. Martin's Press.
- Pata, U. K., & Caglar, 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*, 216, 1-16.
- Pata, U. K., & Yilanci, V. (2020). Financial development, globalization and ecological footprint in G7: further evidence from threshold cointegration and fractional frequency causality tests. *Environmental and Ecological Statistics*, 27(4), 803-825.
- Pazienza, P. (2015). The relationship between CO2 and Foreign Direct Investment in the agriculture and fishing sector of OECD countries: Evidence and policy considerations. *Intelektinė Ekonomika*, 9(1), 55-66.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. J. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phong, L. H. (2019). Globalization, financial development, and environmental degradation in the presence of environmental Kuznets curve: evidence from ASEAN-5 countries. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(2), 40-50
- Raggad, B. (2020). Economic development, energy consumption, financial development, and carbon dioxide emissions in Saudi Arabia: new evidence from a nonlinear and asymmetric analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 21872-21891.
- Reynolds, T. W., Farley, J., & Huber, C. (2010). Investing in human and natural capital: An alternative paradigm for sustainable development in Awassa, Ethiopia. *Ecological Economics*, 69(11), 2140-2150.
- Rjoub, H., Odugbesan, J. A., Adebayo, T. S., & Wong, W. K. (2021). Sustainability of the moderating role of financial development in the determinants of environmental degradation: evidence from Turkey. *Sustainability*, 13(4), 1844.
- Sam, C. Y., McNown, R., & Goh, S. K. (2019). An augmented autoregressive distributed lag bounds test for cointegration. *Economic Modelling*, 80, 130-141.
- Sarkodie, S. A., & Strezov, V. (2019). Effect of foreign direct investments, economic development and energy consumption on greenhouse gas emissions in developing countries. *Science of the Total Environment*, 646, 862-871.
- 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, 1-15.
- Saud, S., Chen, S., Haseeb, A., Khan, K., & Imran, M. (2019). The nexus between financial development, income level, and environment in Central and Eastern European Countries: a perspective on Belt and Road Initiative. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 16053-16075.

- Shahbaz, M., Hye, Q. M. A., Tiwari, A. K., & Leitão, N. C. (2013). Economic growth, energy consumption, financial development, international trade and CO₂ emissions in Indonesia. *Renewable and sustainable energy reviews*, 25, 109-121. doi: 10.1016/j.rser.2013.04.009
- Shahbaz, M., Jam, F. A., Bibi, S., & Loganathan, N. (2016). Multivariate Granger causality between CO₂ emissions, energy intensity and economic growth in Portugal: evidence from cointegration and causality analysis. *Technological and Economic Development of Economy*, 22(1), 47-74.
- Shahbaz, M., Sharma, R., Sinha, A., & Jiao, Z. (2021). Analyzing nonlinear impact of economic growth drivers on CO₂ emissions: Designing an SDG framework for India. *Energy Policy*, 148, 1-13.
- Shujah Ur R., Chen, S., Saud, S., Saleem, N., & Bari MW (2019) Nexus between financial development, energy consumption, income level, and ecological footprint in CEE countries: Do human capital and biocapacity matter? *Environmental Science and Pollution Research*, 26(31), 31856–31872.
- Solarin, S. A., Al-Mulali, U., Musah, I., & Ozturk, I. (2017). Investigating the pollution haven hypothesis in Ghana: an empirical investigation. *Energy*, 124, 706-719.
- Stein, F., & Sridhar, D. (2019). Back to the future? Health and the World Bank's human capital index. *BMJ*, 367, 1-3.
- Tamazian, A., & Rao, B. B. (2010). Do economic, financial and institutional developments matter for environmental degradation? Evidence from transitional economies. *Energy Economics*, 32(1), 137-145.
- Tamazian, A., Chousa, J. P., & Vadlamannati, K. C. (2009). Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries. *Energy policy*, 37(1), 246-253.
- Toda, H. Y., & Yamamoto, T. (1995). Statistical inference in vector autoregressions with possibly integrated processes. *Journal of econometrics*, 66(1-2), 225-250.
- Uddin, G. A., Salahuddin, M., Alam, K., & Gow, J. (2017). Ecological footprint and real income: Panel data evidence from the 27 highest emitting countries. *Ecological Indicators*, 77, 166-175.
- Udemba, E. N. (2020). A sustainable study of economic growth and development amidst ecological footprint: New insight from Nigerian Perspective. *Science of the Total Environment*, 732, 1-10.
- Ullah, A., Tekbaş, M., & Doğan, M. (2023). The impact of economic growth, natural resources, urbanization and biocapacity on the ecological footprint: the case of Turkey. *Sustainability*, 15(17), 1-15.
- Ulucak, R., Danish, & Li, N. (2020). The nexus between economic globalization and human development in Asian countries: an empirical investigation. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 2622-2629.
- Usman, M., & Makhdam, M. S. A. (2021). What abates ecological footprint in BRICS-T region? Exploring the influence of renewable energy, non-renewable energy, agriculture, forest area and financial development. *Renewable Energy*, 179, 12-28.
- Usman, M., Jahanger, A., Makhdam, M. S. A., Balsalobre-Lorente, D., & Bashir, A. (2022). How do financial development, energy consumption, natural resources, and globalization affect Arctic



countries' economic growth and environmental quality? An advanced panel data simulation. *Energy*, 241, 1-13.

Usman, M., Kousar, R., & Makhdam, M. S. A. (2020a). The role of financial development, tourism, and energy utilization in environmental deficit: evidence from 20 highest emitting economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 42980-42995.

Usman, M., Kousar, R., Yaseen, M. R., & Makhdam, M. S. A. (2020b). An empirical nexus between economic growth, energy utilization, trade policy, and ecological footprint: a continent-wise comparison in upper-middle-income countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 38995-39018.

Van den Bergh, J. C., & Verbruggen, H. (1999). Spatial sustainability, trade and indicators: an evaluation of the 'ecological footprint'. *Ecological Economics*, 29(1), 61-72.

Wackernagel, M., & Rees, W. (1998). *Our ecological footprint: reducing human impact on the earth* (Vol. 9). New Society Publishers.

Wang, Z. X., & Li, Q. (2019). Modelling the nonlinear relationship between CO2 emissions and economic growth using a PSO algorithm-based grey Verhulst model. *Journal of Cleaner Production*, 207, 214-224. doi: 10.1016/j.jclepro.2018.10.010

Wu, Y., Shen, L., Zhang, Y., Shuai, C., Yan, H., Lou, Y., & Ye, G. (2019). A new panel for analyzing the impact factors on carbon emission: A regional perspective in China. *Ecological Indicators*, 97, 260-268.

Yang, B., Jahanger, A., & Ali, M. (2021a). Remittance inflows affect the ecological footprint in BICS countries: do technological innovation and financial development matter?. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 23482-23500.

Yang, B., Jahanger, A., Usman, M., & Khan, M. A. (2021b). The dynamic linkage between globalization, financial development, energy utilization, and environmental sustainability in GCC countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 16568-16588.

Yuxiang, K., & Chen, Z. (2011). Resource abundance and financial development: Evidence from China. *Resources Policy*, 36(1), 72-79.

Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019). The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States. *Resources Policy*, 63, 1-10.

Zhang, Y. J. (2011). The impact of financial development on carbon emissions: An empirical analysis in China. *Energy Policy*, 39(4), 2197-2203.

Zhao, J., Zhao, Z., & Zhang, H. (2021). The impact of growth, energy and financial development on environmental pollution in China: New evidence from a spatial econometric analysis. *Energy Economics*, 93, 1-18.

Zivot, E., 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, 251-270.