



**TÜRKİYE’DE ÇEVRESEL KALİTENİN
SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN
ARAŞTIRILMASI: GENİŞLETİLMİŞ ARDL
YAKLAŞIMINDAN KANITLAR**

Aleyna KARABAYIR

**Yüksek Lisans Tezi
Ekonometri Ana Bilim Dalı
Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR
2025
Her Hakkı Saklıdır**

T.C
ATATÜRK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
EKONOMETRİ ANA BİLİM DALI

Aleyna KARABAYIR

TÜRKİYE’DE ÇEVRESEL KALİTENİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI: GENİŞLETİLMİŞ ARDL
YAKLAŞIMINDAN KANITLAR

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TEZ YÖNETCİSİ
Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR

ERZURUM-2025



TEZ BEYAN FORMU

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

BİLDİRİM

Atatürk Üniversitesi Lisansüstü Eğitim ve Öğretim Uygulama Esaslarının ilgili maddelerine göre

hazırlamış olduğum “ **TÜRKİYE’DE ÇEVRESEL KALİTENİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN ARAŞTIRILMASI: GENİŞLETİLMİŞ ARDL YAKLAŞIMINDAN KANITLAR** ” adlı tezin/raporun tamamen kendi çalışmam olduğunu ve her alıntıya kaynak gösterdiğimi taahhüt eder, tezimin/raporumun kâğıt ve elektronik kopyalarının aşağıda belirttiğim koşullarda saklanmasına izin verdiğimi onaylarım.

Gereğini bilgilerinize arz ederim *.

- ☐ Tezimin/Raporumun tamamı her yerden erişime açılabilir.
- ☐ Tezimin/Raporumun makale için **altı ay**, patent için **iki yıl** süreyle erişiminin ertelenmesini istiyorum.

19.06.2025

Aleyna KARABAYIR

Aslı ıslak imzalıdır

* **LİSANSÜSTÜ TEZLERİN ELEKTRONİK ORTAMDA TOPLANMASI, DÜZENLENMESİ VE ERİŞİME AÇILMASINA İLİŞKİN YÖNERGE**

.....

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

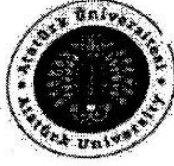
Çeşitli ve Son Hükümler

Lisansüstü tezlerin erişime açılmasının ertelenmesi MADDE 6– (1) Lisansüstü teze ilgili **patent başvurusu yapılması veya patent alma sürecinin devam etmesi durumunda**, tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulu **iki yıl süre ile tezin erişime açılmasının ertelenmesine karar verebilir.**

(2) Yeni teknik, materyal ve metotların kullanıldığı, henüz **makaleye dönüşmemiş veya patent gibi yöntemlerle korunmamış** ve internetten paylaşılması durumunda 3. şahıslara veya kurumlara haksız kazanç imkanı oluşturabilecek bilgi ve bulguları içeren tezler hakkında tez danışmanının önerisi ve enstitü anabilim dalının uygun görüşü üzerine enstitü veya fakülte yönetim kurulunun gerekçeli kararı ile **altı ayı aşmamak üzere tezin erişime açılması engellenebilir.**

Gizlilik dereceli tezler MADDE 7– (1) Ulusal çıkarları veya güvenliği ilgilendiren, emniyet, istihbarat, savunma ve güvenlik, sağlık vb. konulara ilişkin lisansüstü tezlerle ilgili gizlilik kararı, tezin yapıldığı kurum tarafından verilir. Kurum ve kuruluşlarla yapılan işbirliği protokolü çerçevesinde hazırlanan lisansüstü tezlere ilişkin gizlilik kararı ise, ilgili kurum ve kuruluşun önerisi ile enstitü veya fakültenin uygun görüşü üzerine üniversite yönetim kurulu tarafından verilir. Gizlilik kararı verilen tezler Yükseköğretim Kuruluna bildirilir.

(2) Gizlilik kararı verilen tezler gizlilik süresince enstitü veya fakülte tarafından gizlilik kuralları çerçevesinde muhafaza edilir, gizlilik kararının kaldırılması halinde Tez Otomasyon Sistemine yüklenir.



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
Graduate School of Social Sciences

TEZ KABUL TUTANAĞI

SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜNE

Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR danışmanlığında Aleyna KARABAYIR tarafından hazırlanan bu çalışma 19 / 06 / 2025 tarihinde savunulmuş ve aşağıda isimleri yazılı jüri tarafından Ekonometri Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Cavit YEŞİLYURT **İmza:** Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR **İmza:** Aslı ıslak imzalıdır
Jüri Üyesi : Doç. Dr. Muhammet DAŞTAN **İmza:** Aslı ıslak imzalıdır

Prof. Dr. Hanifi ŞAHİN

Enstitü Müdürü

Aslı ıslak imzalıdır

OF28_V5_22.11.2022

İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	III
ABSTRACT	IV
KISALTMALAR DİZİNİ	V
TABLolar DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VII
ÖNSÖZ.....	VIII
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL GÖSTERGELER, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ÇEŞİTLİ

MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ETKİLERİ.....	12
1.2. ÇEVRE KİRLİLİĞİ GÖSTERGELERİ.....	13
1.3. ÇEVRESEL KALİTE GÖSTERGESİ	14
1.4. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK.....	16
1.5. ÇEVRESEL SORUNLARA YOL AÇAN ETMENLER.....	18
1.6. EKONOMİK BÜYÜMENİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	18
1.7. YEŞİL YATIRIMLARIN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ.....	19
1.8. YEŞİL PATENTLERİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ .	20
1.9. KÜRESELLEŞMENİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ...	21

İKİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ VE YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ

HİPOTEZLERİNİN TEORİ VE AMPİRİK UYGULAMALARI

2.1. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ TEORİSİ	23
2.2. YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ TEORİSİ.....	24
2.3. YÜK KAPASİTE EĞRİSİ İLE İLGİLİ GENEL LİTERATÜR.....	26
2.4. TÜRKİYE İLE İLGİLİ AMPİRİK LİTERATÜR.....	31
2.5. YEŞİL YATIRIMLAR VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ	34

2.6. YEŞİL PATENTLER VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ	36
2.7. KÜRESELLEŞME VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ	38

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TÜRKİYE İÇİN AMPİRİK OLARAK ARAŞTIRILMASI

3.1. VERİ SETİ VE MODEL	42
3.2. EKONOMETRİK YÖNTEMLER.....	45
3.2.1. Geleneksel Birim Kök Testleri.....	46
3.2.1.1. ADF Birim Kök Testi	47
3.2.1.2. PP Birim Kök Testi	48
3.2.1.3. Ng Perron Birim Kök Testi	49
3.2.2. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri.....	49
3.2.2.1. Zivot ve Andrews (1992) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi.....	50
3.2.2.2. Lee ve Strazicich (2004, 2013) yapısal kırılmalı birim kök testi	51
3.2.3. Genişletilmiş ARDL tahmincisi	52
3.3. AMPİRİK BULGULAR.....	55
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	67
KAYNAKÇA	73
ÖZGEÇMİŞ.....	89

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TÜRKİYE’DE ÇEVRESEL KALİTENİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK AÇISINDAN
ARAŞTIRILMASI: GENİŞLETİLMİŞ ARDL YAKLAŞIMINDAN KANITLAR

Aleyna KARABAYIR

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR

2025, 89 Sayfa

Jüri: Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR
Prof. Dr. Cavit YEŞİLYURT
Doç. Dr. Muhammet DAŞTAN

Bu çalışma, Türkiye’de ekonomik büyüme, yeşil yatırımlar, yeşil patentler ve küreselleşmenin yük kapasite faktörü üzerindeki etkilerini, yük kapasite eğrisi teorisi çerçevesinde 1992-2022 dönemi için analiz etmektedir. Çalışmada, sürdürülebilir kalkınma amaçlarına odaklanılarak oluşturulan model aracılığıyla, Türkiye’nin çevresel sürdürülebilirliğine katkı sağlayacak politika önerilerinin geliştirilmesi hedeflenmektedir. Değişkenler arasındaki kısa ve uzun dönem ilişkiler, genişletilmiş ARDL yaklaşımıyla analiz edilmekte ve özellikle 2001 krizi gibi önemli yapısal değişimler analiz sürecine dâhil edilmektedir. Ampirik bulgular, ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasında U biçiminde bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Buna göre, ekonomik büyümenin erken aşamalarında çevresel baskılar artmakta; ancak kişi başına gelirin belirli bir eşiği aşmasının ardından çevresel yük kapasitesinde iyileşme gözlemlenmektedir. Bu sonuç, yük kapasite eğrisi hipotezinin Türkiye özelinde geçerli olduğunu ortaya koymaktadır. Ayrıca, yeşil yatırımların hem kısa hem de uzun vadede çevresel kapasiteyi artırıcı yönde etkili olduğu tespit edilmiştir. Ancak bu etkinin sınırlı düzeyde kalması, mevcut yeşil yatırım politikalarının güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Öte yandan, yeşil patentlerin gerek kısa gerekse uzun dönemde çevresel kapasiteye anlamlı bir katkı sağlamadığı görülmüştür. Bu bulgu, yenilikçi teknolojilerin çevresel faydaya dönüşebilmesi için uygulamaya yönelik politika araçlarının ve teşvik mekanizmalarının artırılmasının önemine vurgu yapmaktadır. Küreselleşme değişkeni ise uzun dönemde çevresel yük kapasitesini negatif yönde etkisi bulunurken kısa dönemde belirgin bir etkisi gözlenmemiştir. Bu durum, küreselleşmenin çevresel etkilerinin zamanla ortaya çıktığını göstermektedir. Genel olarak elde edilen eğilimler, Türkiye’nin özelinde yapılan bu çalışma için özellikle SDG 7, SDG 12 ve SDG 13 hedefleri strateji belirlemeye ışık tutmaktadır. Çalışma sonuçlarına dayanarak sürdürülebilir çevre politikalarına yönelik öneriler geliştirilmiştir. Özellikle yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği ve düşük karbon teknolojileri için yeşil yatırımların hem nicelik hem nitelik olarak artırılması; enerji ve sanayi gibi karbon yoğun sektörlerde temiz üretim altyapılarının teşvik edilmesi; yeşil finansman araçlarının (yeşil tahvil, kredi vb.) yaygınlaştırılması önem taşımaktadır.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kalite, Yük Kapasite Eğrisi Hipotezi, Yeşil Yatırım, Küreselleşme, Çevresel Sürdürülebilirlik

ABSTRACT**MASTER THESIS****INVESTIGATION OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN TERMS OF
SUSTAINABILITY IN TURKIYE: EVIDENCE FROM THE
AUGMENTED ARDL APPROACH****Aleyna KARABAYIR****Advisor: Assoc. Prof. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR****2025, 89 Pages****Jury: Assoc. Prof. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR****Prof. Dr. Cavit YEŞİLYURT****Assoc. Prof. Dr. Muhammet DAŞTAN**

Covering the years 1992 to 2022, this study explores the effects of globalization, green patents, green investments, and economic growth on Türkiye's load capacity factor, guided by the Load Capacity Curve (LCC) hypothesis. The model is designed with a focus on the Sustainable Development Goals (SDGs), aiming to formulate environmental sustainability policies specific to Türkiye. The relationships among the variables are examined both in the short and long run using the augmented ARDL approach, while structural breaks such as the 2001 economic crisis are also considered in the analysis. Empirical findings reveal a U-shaped relationship between economic growth and environmental quality. In the early stages, economic growth increases environmental pressure, whereas after surpassing a certain income threshold, the environmental load capacity begins to recover. These findings verify the relevance of the LCC hypothesis for Türkiye, indicating that green investments contribute positively to environmental capacity in both the short run and the long run. However, the limited magnitude of this effect indicates the need to strengthen current green investment policies. Green patents do not make a statistically significant contribution in either the short or long term, highlighting the necessity of increasing implementation-based efforts to translate technological innovation into environmental benefits. The globalization variable has a negative long-run effect on environmental load capacity, while no significant short-run impact is observed. This suggests that the environmental consequences of globalization emerge over time. Overall, the observed trends in this Türkiye-specific study offer strategic guidance for achieving SDG 7 (Affordable and Clean Energy), SDG 12 (Responsible Consumption and Production), and SDG 13 (Climate Action). Based on the study's findings, several policy recommendations are proposed to support environmental sustainability. These include increasing both the quantity and quality of green investments, especially in renewable energy, energy efficiency, and low-carbon technologies; promoting clean production infrastructure in carbon-intensive sectors such as energy and industry; and expanding the use of green financial instruments (e.g., green bonds and loans).

Keywords: Environmental Quality, Load Capacity Curve Hypothesis, Green Investment, Globalization, Environmental Sustainability

KISALTMALAR DİZİNİ

ADF	: Augmented Dickey-Fuller (Genişletilmiş Dickey-Fuller) Birim Kk Testi
ARDL	: Auto Regressive Distributed Lag (Otokorelasyonlu Gecikmeli Dağıtılmış) Modeli
EPA	: Environmental Protection Agency (ABD evre Koruma Ajansı)
ERS	: Elliot, Rothenberg and Stock Testi
FMOLS	: Fully Modified Ordinary Least Squares (Tam Değıştirilmiş En Kk Kareler)
GINV	: Green Investment (Yeşil Yatırım)
GPAT	: Green Patent (Yeşil Patent)
GSYH	: Gayri Safi Yurtii Hasıla
GSYH2	: Gayri Safi Yurtii Hasıla'nın Karesi
IEA	: International Energy Agency (Uluslararası Enerji Ajansı)
KPSS	: Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin Birim Kök Testi
KOF	: Küreselleşme Endeksi (Dreher tarafından geliştirilen indeks)
LCC	: Load Capacity Curve (Yük Kapasite Eğrisi)
LCF	: Load Capacity Factor (Yük Kapasite Faktörü)
LS	: Lee-Strazicich (Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi)
Ng-Perron	: Ng-Perron Birim Kök Testi
OECD	: Organisation for Economic Co-operation and Development (Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği rgt)
PP	: Phillips-Perron Birim Kök Testi
SDG	: Sustainable Development Goals (Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları)
ZA	: Zivot-Andrews (Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi)

TABLÖLAR DİZİNİ

Tablo 1. Türkiye İle İlgili EKC ve LCC Literatürü.....	32
Tablo 2. Değişkenlerin Tanımları	42
Tablo 3. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri.....	42
Tablo 4. Geleneksel Birim Kök Test Sonuçları.....	55
Tablo 5. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları	57
Tablo 6. Eşbütünleşme Ve Spesifikasyon Test Sonuçları.....	58
Tablo 7. Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları	61



ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1. LCC Hipotezi.....	4
Şekil 2. Türkiye'de 1992-2021 Tarihleri Arası Ekolojik Açıklık Performansı.....	5
Şekil 3. Türkiye'nin Çevresel Kalite Pozisyonu.....	6
Şekil 4. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde Türkiye'nin Performansı	8
Şekil 4. Değişkenlerin Zaman Yolu Patikası	44
Şekil 5. CUSUM ve CUSUMSQ Sonuçları.....	60



ÖNSÖZ

Bu yüksek lisans tezi, akademik hayatımın ilk durağı olmasının yanı sıra, kişisel gelişimime de katkı sağlayan değerli bir süreç oldu. Bilimsel bilginin ışığında ilerlemeye çalıştığım bu süreçte, kendimi akademik olarak geliştirme fırsatı buldum. Tezimin her aşamasında bilgi birikimi, yönlendirmeleri ve sabrıyla yolumu aydınlatan, değerli danışman hocam Sayın Doç. Dr. Abdullah Emre ÇAĞLAR'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Kendisi, yalnızca bir danışman değil yönlendirmeleri, yapıcı eleştirileri ve güven verici yaklaşımıyla bilimsel düşünmenin önemini her zaman hatırlatan bir rehber olmuştur. Onun katkıları olmasaydı bu çalışmanın bu niteliğe ulaşması mümkün olmazdı. Yüksek lisans eğitimim boyunca ders aldığım kıymetli hocalarıma, bu süreçte manevi desteğini esirgemeyen canım anneme, babama, kardeşlerime ve dostlarıma, yöneticim Zümrüt Yıldırım'a çok teşekkür ederim. Ve son olarak yapıcı eleştirileriyle benimle bu heyecanı paylaşan kıymetli hocalarım Prof. Dr. Cavit YEŞİLYURT ve Doç. Dr. Mehmet DAŞTAN' a çok teşekkür ederim.

Bu tezin, ilgili literatüre mütevazı da olsa bir katkı sunmasını ve alana ilgi duyan araştırmacılara ilham vermesini temenni ediyorum.

Erzurum – 2025

Aleyna KARABAYIR

GİRİŞ

Ekonomik büyüme ve çevresel kalite, ülkelerin refah seviyesini artırmak, doğal çevrenin korunmasını sağlamak ve sürdürülebilir kalkınma sürecini desteklemek açısından büyük önem taşımaktadır. Ekonomik büyüme ile çevresel kalite, sürdürülebilir kalkınma süreci kapsamında hem ülkelerin refah seviyelerinin artırılması hem de doğal çevrenin korunması açısından temel öneme sahip iki kavramdır. Ekonomik büyümenin sağlanabilmesi için enerji üretimi ve tüketimi kaçınılmaz bir gereklilik arz etmektedir (Çağlar, 2021). Ancak, 18. yüzyılın sonlarında başlayan Sanayi Devrimi, ekonomik ve teknolojik ilerlemelerin yanı sıra çevresel bozulmaları da beraberinde getirmiştir. Sanayileşmeyle birlikte artan enerji talebi, fosil yakıtların yaygın olarak kullanılmasıyla karşılanmış ve bu durum ciddi çevresel tahribatlara yol açmıştır. Fosil yakıt tüketimindeki artış, atmosferdeki sera gazı miktarının yükselmesine neden olmuş; bu da küresel ısınmayı tetikleyerek biyolojik çeşitliliği ve ekosistem dengesini bozmuş ve canlıların yaşamı üzerinde olumsuz etkiler yaratmıştır. Dolayısıyla, çevre kirliliği ve beraberinde getirdiği sorunlar yalnızca günümüzü değil, geleceğimizi de tehdit eden bir sorun haline gelmektedir.

Öte yandan yenilenebilir enerji kaynakları fosil yakıtların sebep olduğu olumsuz sonuçlara karşı iyi bir alternatif olarak görülmektedir (Ürün ve Soyu, 2016). Rüzgâr, güneş, jeotermal ve hidroelektrik gibi yenilenebilir enerji kaynakları sera gazı emisyonlarını en aza indirerek iklim krizi mücadelesinde büyük rol oynamaktadır (Kaya, 2020). Bu alternatifler hem doğayı korumayı hem de ekonomik büyümeyi desteklemektedir. Dolayısıyla küresel düzeyde enerji politikalarının yenilenebilir kaynaklara odaklanması, hem çevresel bozulmaların önlenmesi hem de sürdürülebilir kalkınmanın gerçekleştirilmesi açısından temel bir strateji olarak öne çıkmaktadır.

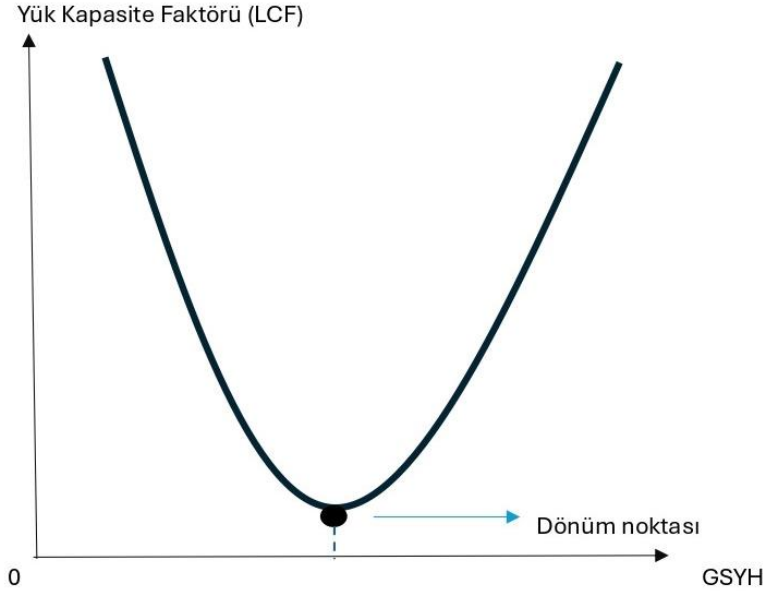
1972 yılında Stockholm’de 114 ülkenin katılımıyla gerçekleştirilen ve çevre konusunun uluslararası düzeyde ilk kez ele alındığı Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Konferansı (Stockholm Konferansı) sonucunda, Birleşmiş Milletler İnsan Çevresi Bildirisi kabul edilmiştir (MFA, 2024). 1987 yılında Dünya Çevre ve Kalkınma Komisyonu’nca hazırlanan Brundtland Raporu’nda Sürdürülebilir kalkınma kavramı ilk kez tanımlanmıştır. Küresel iklim kriziyle mücadele 1992 Rio Zirvesi ile başlamış ve 2015 yılında imzalanan Paris İklim anlaşması ile bugün hala devam etmektedir (MFA,

2024). Ülkeler iklim krizine dikkat çekmek ve küresel ısınmayla mücadele etmek için Paris İklim Anlaşması ve Kyoto Protokolü gibi uluslararası anlaşmaları imzalamışlardır. Kyoto Protokolü, iklim değişikliği ile mücadelede ilk adımı 1997'de atarak, 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'nin önemli bir parçası olan Kyoto Protokolü sera etkisinde olan bütün gazların kısıtlanması gerektiğini öngören uluslararası bir belge olup, enerji kaynaklı sera gazı emilimi ve küresel ısınmayı engellemek için atılan adımların en başında yer almaktadır. Kyoto Protokolü kapsamında, taraf ülkeler sera gazı salınımlarını 1990 yılı seviyesinin en az %5 altına indirmeyi taahhüt etmiş; bu doğrultuda fosil yakıtların yerini alternatif enerji kaynaklarının alması ve enerji verimliliği yüksek sistemlere geçilmesi öngörülmüştür. Doha'daki toplantıda Protokol, 2020 yılında sera gazı salınımını %18 azaltmayı hedeflemiştir. Kyoto Protokolü'nün bitişi olarak kabul edilen Paris İklim Anlaşması 2020 yılı sonrasını kapsayacak bir anlaşmadır (Erdogan ve Acaravci, 2019).

İnsan faaliyetlerinin yol açtığı çevresel sorunlar, iklim krizinin derinleşmesine ve ekosistemlerin dengesinin bozulmasına neden olmaktadır. Sanayileşme, enerji tüketimi ve tarımsal üretim gibi süreçlerin yarattığı baskılar, çevre kalitesini düşürmekte; bu durum yalnızca doğal sistemleri değil, insan yaşamını da doğrudan etkilemektedir. Küresel ısınma, yalnızca çevresel sistemler üzerinde değil, aynı zamanda insan sağlığı üzerinde de ciddi etkiler yaratmaktadır. Özellikle sıcak hava dalgalarının daha sık yaşanması, hava kirliliğindeki artış ve iklim koşullarındaki ani değişiklikler, insan sağlığı açısından önemli tehditler oluşturmaktadır. Bu çerçevede, çevresel etkilerin kapsamlı biçimde izlenmesi ve değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla geliştirilen çevresel göstergeler, doğaya yönelik baskının boyutunu ölçmek, sürdürülebilirlik düzeyini analiz etmek ve politika yapıcılar için sağlıklı veri temin etmek açısından önemli bir işlev görmektedir. Bu kapsamda, çevresel bozulmaların toplumlar üzerindeki etkilerinin daha iyi anlaşılabilmesi için çeşitli çevresel göstergeler geliştirilmiştir. Son yıllarda enerji-çevre literatüründe bu göstergelere ilişkin ilgi artmış, çevresel tahribatın düzeyini ve sürdürülebilirlik potansiyelini ölçmeye yönelik analizler önem kazanmıştır (Demircioğlu, 2003). Bu bağlamda, karbon emisyonları (CO₂) ve ekolojik ayak izi gibi göstergeler öne çıkmaktadır. Söz konusu göstergeler, insanların doğal çevre üzerindeki etkilerini ortaya koymakla birlikte, doğanın bu etkilere karşı sunduğu yanıtları tam anlamıyla yansıtamamaktadır. CO₂ temelde hava kalitesindeki bozulmaları ölçmektedir. Ekolojik

ayak izi ise bir toplumun doğal kaynak tüketiminin sürdürülebilir olup olmadığını ölçen bir göstergedir ve doğrudan bireylerin yaşam tarzları ve tüketim alışkanlıklarıyla ilişkilidir. Bu gösterge; karbon salınımları, su tüketimi, tarım arazilerinin kullanımı, orman tahribatı ve biyoçeşitliliğin azalması gibi çeşitli çevresel unsurları kapsamaktadır. Buna karşılık, biyokapasite kavramı, belirli bir bölgenin yenilenebilir kaynak üretme ve ekosistem hizmetlerini sağlama kapasitesini ifade eder (Şimşek ve Bursal, 2019). Ekolojik ayak izi ile biyokapasite arasındaki dengesizlik, çevresel sürdürülemezliğin temel göstergelerinden biri olarak değerlendirilmektedir.

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC)'ne göre, ekonomik büyümenin ilk aşamasında çevresel kirlenme artar fakat belirli bir gelir düzeyinden sonra bu eğilim tersine döner ve çevresel iyileşme başlar. Grossman ve Krueger (1995) bu süreci üç evrede açıklamaktadır. İlk evre olan ölçek etkisi, büyümeyi hedefleyen ülkeler fosil yakıt kullanımıyla çevreye zarar vermektedir. İkinci evrede, yapısal etki devreye girer; ekonomik büyüme ve ticari genişlemeyle birlikte çevresel farkındalık ve düzenlemeler artmaktadır. Üçüncü evrede ise, teknoloji etkisi sayesinde büyüyen ülkeler, gelişmiş teknolojilerle çevresel maliyetleri azaltmakta ve daha sürdürülebilir hale gelmektedir. Yük Kapasite Faktörü ise ekonomik büyümenin ilk etapta çevreyi olumsuz etkilediğini, ancak gelir seviyesinin belirli bir eşik noktasını aşmasıyla çevresel kalitenin düzelmeye başladığını savunmaktadır. Bu aşamada, ekonomik büyümenin getirdiği daha fazla kaynak ve teknolojik gelişme, çevre sorunlarının çözülmesine ve ekolojik dengenin sağlanmasına olanak tanımaktadır. Ülke ekonomisinin gelişmesiyle teknolojik gelişmeler, çevresel bozulmaları en aza indirmede önemli rol oynamaktadır (Demircioğlu, 2003). 2010 yılında Siche, insan faaliyetlerinin çevre üzerindeki etkilerini daha net analiz edebilmek amacıyla, biyokapasite ile ekolojik ayak izi arasındaki oranı kullanarak Yük kapasite faktörü (LCF) adını verdiği bir kavram geliştirdi. LCF göstergesine dayalı olarak geliştirilen LCC (Yük Kapasite Eğrisi) hipotezi, çevresel kalite ile kişi başına düşen gelir arasındaki ilişkiyi analiz etmeye olanak tanımaktadır. LCC hipotezi, çevresel kaliteyle kişi başına düşen gelir arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu yaklaşım, EKC'nin tam tersini göstermektedir.



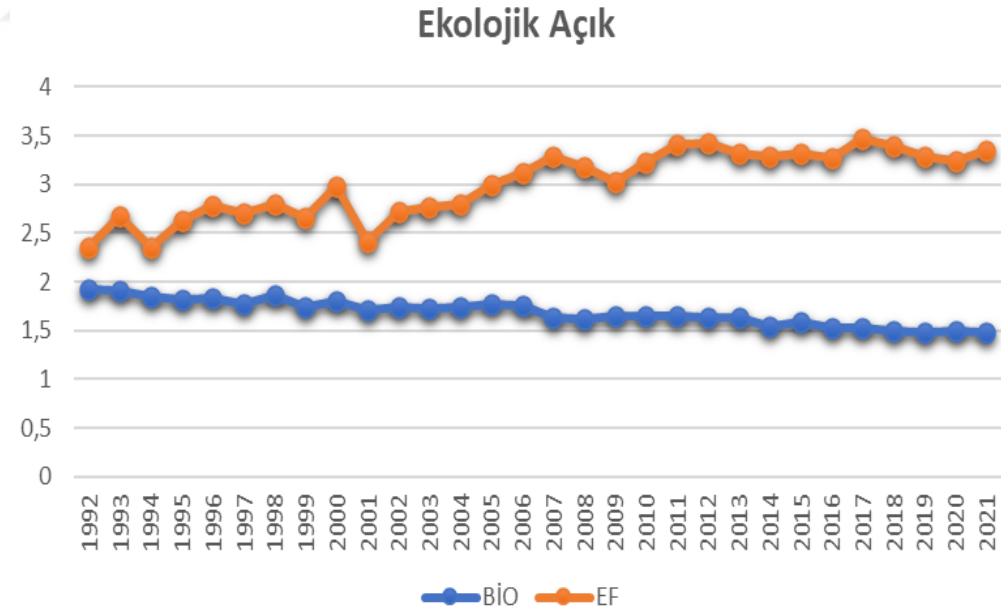
Şekil 1. LCC Hipotezi

Şekil 1, LCC grafiğini göstermektedir. Bu grafik çevresel kalitenin, ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında azaldığını, ancak belirli bir gelir eşiği aşıldığında iyileşmeye başladığını göstermektedir. Bu durum, LCC hipotezi olarak adlandırılmaktadır. LCC hipotezine göre, belirli bir gelir seviyesine ulaşan bir ülke, ekolojik ayak izini azaltma ve biyolojik kapasitesini artırma potansiyeline sahip hale gelmektedir (Dogan ve Pata, 2022). LCC hipotezi bağlamında, GSYH (GDP) ve GDP^2 değişkenleri kullanılarak ekonomik büyümenin çevresel kalite üzerindeki etkileri analiz edilmektedir. GDP ve GDP^2 sırasıyla pozitif ve negatif olmalıdır. Bu modelde, GDP terimi pozitif işaret taşır ve ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevresel bozulmayı artırarak LCF'nin azalmasına yol açmaktadır. Buna karşılık, GDP^2 terimi negatif işaret taşır ve belirli bir gelir seviyesinin aşılması durumunda çevresel kalitenin iyileşmesine katkıda bulunmaktadır. Bu durumda LCC hipotezinin geçerli olabilmesi için, ekonomik büyümenin belirli bir gelir eşiğini aşmasının ardından çevresel kalitenin iyileşmeye başlaması gerekmektedir (Topal, 2024).

Bu çalışmanın temel amacı, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde etkili olan belirleyici faktörleri LCC hipotezi çerçevesinde incelemek ve bu ilişkileri Türkiye örneği üzerinden ampirik olarak değerlendirmektir. LCC hipotezi, ekonomik faaliyetlerin doğanın taşıma kapasitesini ne ölçüde aştığını ölçmekte kullanılan analitik bir çerçeve

sunmakta olup, çevresel sınırların ihlaliyle ortaya çıkan sürdürülemez kalkınma dinamiklerini anlamada önemli bir araç haline gelmektedir.

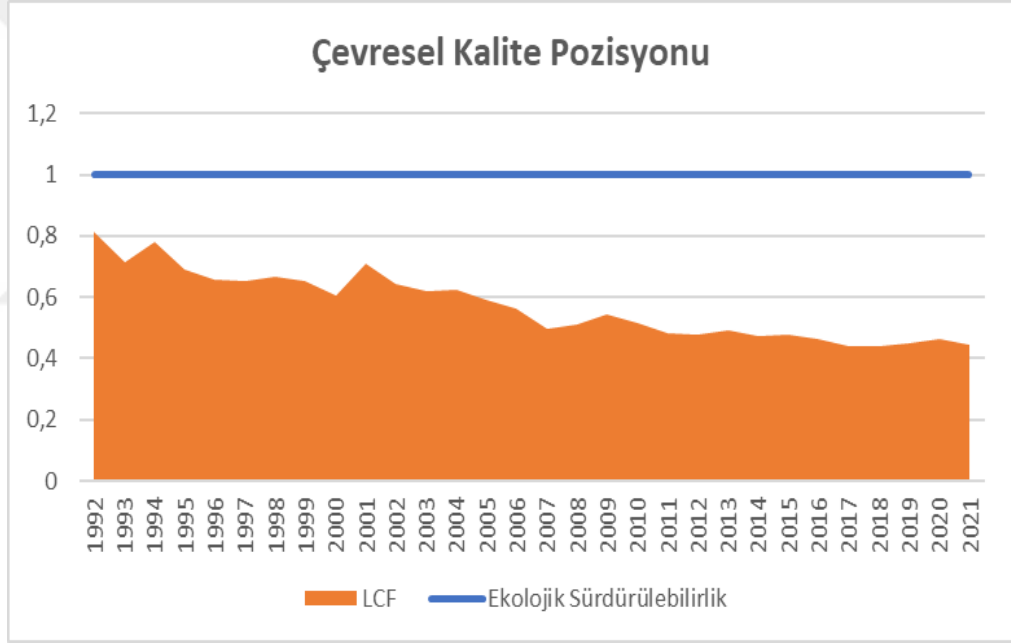
Bu kapsamda Türkiye'nin seçilmesinin başlıca nedeni, son yıllarda gözlemlenen büyümenin enerji tüketimi ve doğal kaynaklar üzerindeki baskıyı artırmasıdır. Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) verilerine göre, ülke nüfusu 2023 yılı itibarıyla 85,4 milyonu aşmaktadır. Aynı dönemde, Dünya Bankası verilerine göre kişi başına düşen gelir satın alma gücü paritesine göre yaklaşık 3,7 trilyon dolar düzeyine ulaşmıştır. GSYH büyüme oranı ise %4,5 olarak gerçekleşmiştir. Enerji politikaları ve tüketim profili açısından değerlendirildiğinde, Türkiye'nin enerji ihtiyacının büyük ölçüde fosil yakıtlara bağımlı olduğu görülmektedir. 1994 yılında enerji tüketiminde %81,6 olan fosil yakıt payı, 2015'te %86,8'e, 2023'te ise %83,5'e ulaşmıştır. Bu eğilim, ülkenin karbon salımlarını da artırmaktadır. Kişi başına düşen karbon emisyonu 2022 itibarıyla yaklaşık 4,9 ton, toplam emisyon miktarı ise 420 milyon ton CO₂ seviyesindedir. Bu rakamlar, Türkiye'nin küresel çerçevede çevreye baskısının önemli boyutlara ulaştığını göstermektedir (IRENA, 2023).



Şekil 2. Türkiye’de 1992-2021 Tarihleri Arası Ekolojik Açıklık Performansı

Şekil 2, Türkiye’de 1992-2021 tarihleri arası ekolojik açıklık performansını göstermektedir. 1992 yılında ekolojik ayak izi yaklaşık 2,4 civarındayken, 2021 yılına

bakıldığında bu seviye 3,4 civarında olduğu görülmektedir. Özellikle 2000’li yıllardan sonra, ekolojik ayak izinin yükseldiği, biyokapasitenin ise kademeli bir şekilde düştüğü görülmektedir. Ekolojik ayak izi’nin biyokapasiteden yüksek olduğu görülmektedir. Bu, Türkiye’nin doğal kaynaklarını yenileyebilme kapasitesinin, tüketim seviyelerinin gerisinde kaldığını ve bu nedenle ekolojik bir açık oluştuğunu ve çevresel sürdürülebilirliği açısından zorluklarla karşı karşıya kaldığını ve doğal kaynaklarının aşırı tüketildiğini ifade etmektedir. Türkiye, doğal kaynaklar üzerinde artan tüketim baskısıyla karşı karşıya kalmaktadır ve bu durum çevresel sürdürülebilirlik açısından ciddi riskler barındırmaktadır. Mevcut eğilimlerin devam etmesi hâlinde, Türkiye’nin ekosistem üzerindeki baskısının artması ve sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmada önemli zorluklarla karşılaşması muhtemeldir.

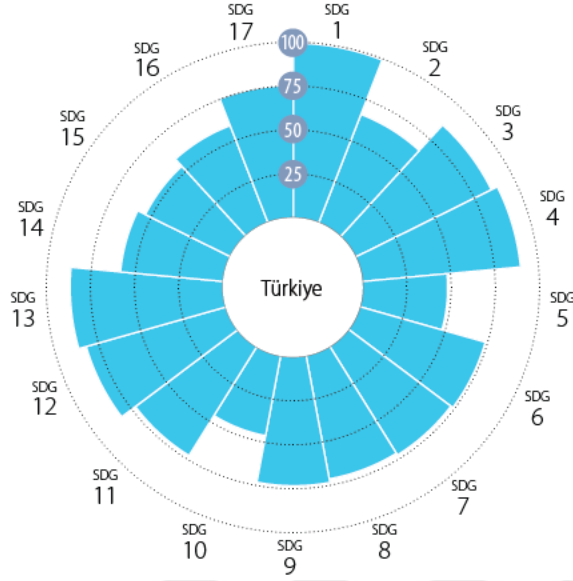


Şekil 3. Türkiye’nin Çevresel Kalite Pozisyonu

Şekil 3, Türkiye’nin çevresel kalite performansını göstermektedir. Grafikte yer alan mavi çizgi, ekolojik sürdürülebilirliğin göstergesi olan 1 seviyesini temsil etmektedir. Bu seviye, bir ülkenin doğal kaynakları sürdürülebilir şekilde kullandığını ve çevresel zararları da kontrol altında tuttuğunu göstermektedir. 1 seviyesi, ekosistem üzerindeki insan baskısının biyolojik kapasite ile dengede olduğu, yani çevresel dengenin korunduğu bir durumu ifade etmektedir (Caglar vd, 2024a). Bu durumda, çevre üzerindeki yük sürdürülebilir bir düzeyde tutulmakta ve ekolojik denge bozulmamaktadır. Bu grafikte ise

Türkiye'nin en fazla 0,8 seviyesine ulaştığı ama hedef noktası olan 1 seviyesine ulaşamadığı görülmektedir. Çevresel kalite göstergesi olan LCF'nin zaman içinde azaldığını ve bunun sürdürülebilirlik hedefine ulaşmada sorunlara işaret etmektedir. Özellikle 2000'li yıllardan sonra, çevresel baskının arttığı ve mevcut doğal kaynakların korunmasının giderek zorlaştığı anlaşılmaktadır. Bu durum, Türkiye'nin uzun vadeli çevresel planlama ve sürdürülebilirlik politikalarını gözden geçirmesi gerektiğini ortaya koymaktadır.

Çevre kirliliğinin önüne geçmek, refah seviyesini nitelikli bir seviyeye getirmek için politika yapıcılar tarafından sürdürülebilir kalkınmayı odak yapacak stratejiler oluşturması gerekmektedir. Bu stratejiler hem ekonomik büyümeyi teşvik ederken hem de çevresel kaynakların korunmasına öncelik vermelidir. Bu bağlamda, Birleşmiş Milletler'in Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (SDG) politika yapıcılar için kapsamlı bir yol haritası sunmaktadır. SDG'ler, çevre koruma ile ekonomik ve sosyal kalkınmayı entegre eden 17 farklı hedefi içermektedir. Özellikle SDG 13 (İklim Eylemi), SDG 7 (Erişilebilir ve Temiz Enerji) ve SDG 12 (Sorumlu Tüketim ve Üretim) bu 3 hedef oldukça önemlidir. SDG 13, iklim değişikliğiyle mücadeleyle odaklanmakta ve karbon emisyonlarını azaltmak için uyarılarda bulunmaktadır. Bu hedef, ülkelerden sera gazı emisyonlarını azaltıcı önlemler almasını ve iklim değişikliğine uyum sağlamaya yönelik politikalar geliştirmesini talep etmektedir. İklim değişikliğiyle mücadele, çevre kirliliğinin azaltılması ve sürdürülebilir kalkınma için kritik bir adım olmaktadır. SDG 12, doğal kaynakların verimli kullanılmasını ve sürdürülebilir tüketim alışkanlıklarının geliştirilmesini hedeflemektedir. Bu kapsamda, atık yönetimi, geri dönüşüm ve kaynakların verimli kullanımı ön plana çıkmaktadır. Sürdürülebilir üretim ve tüketim süreçleri, hem çevresel zararların azaltılmasına katkı sağlamakta hem de ekonomilerin daha sürdürülebilir bir yapıya kavuşmasına yardımcı olmaktadır. SDG 7, herkes için, güvenilir, uygun fiyatlı ve modern enerji hizmetlerine erişimi sağlama hedefini taşımaktadır. Temiz ve yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını artırmak, fosil yakıtlara olan bağımlılığı azaltarak çevresel bozulmayı önlemeye yardımcı olmaktadır. Bu hedefin başarıya ulaşması, ekonomik büyümenin sürdürülebilir bir şekilde devam etmesini sağlamak ve enerji üretiminde çevre dostu teknolojilerin benimsenmesini teşvik etmektedir.



Şekil 4. Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri'nde Türkiye'nin Performansı

Şekil 4 incelendiğinde, Türkiye'nin birçok SDG açısından gelişim göstermesi gerektiği görülmektedir. Ancak bu çalışma, özellikle SDG 7, SDG ve SDG 13 hedeflerine odaklanmaktadır. Türkiye'nin 2023 Sürdürülebilir kalkınma raporuna göre toplam nihai enerji tüketimi içindeki yenilenebilir enerji payı %14,1'dir. Bu oran, güneş enerjisi, hidroelektrik ve rüzgâr gibi kaynakların büyümesine rağmen, hala enerji dönüşümünde yeterli bir seviyeye ulaşmadığını göstermektedir. Ayrıca, üretim kaynaklı SO₂ emisyonları kişi başına 15,1 kg, nitrojen emisyonları ise 33,7 kg gibi yüksek değerlere sahiptir. Bu durum, endüstriyel süreçlerin çevresel etkilerinin hala ciddi bir sorun olduğunu göstermektedir. Öte yandan, geri dönüşümü yapılmayan belediye katı atık miktarı kişi başına 1,10 kg/gün düzeyindedir. Atıkların geri kazanımı ve sürdürülebilir atık yönetimi konularında daha güçlü politikaların uygulanması gerekmektedir. Yine 2023 sürdürülebilir kalkınma raporunda açıklandığı üzere fosil yakıtlardan kaynaklanan CO₂ emisyonları kişi başına 5,3 ton seviyesinde olduğu ve bu oran küresel iklim hedeflerine ulaşmak için azaltılması gerektiği vurgulanmaktadır. İthalat ve ihracat süreçlerinde yer alan emisyonlar ise enerji üretimi ve ticaret kaynaklı karbon ayak izinin kontrol altına alınması gerektiğine işaret etmektedir.

Bu çalışmanın ekonomik ve sosyal faktörlerin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkilerini araştırarak, Türkiye'ye özgü veriler üzerinden kapsamlı bir analiz sunmayı hedeflemektedir. Bu doğrultuda, ekonometri literatüründe yeni geliştirilen yöntemler kullanılarak, çevresel kalite üzerindeki değişimlerin nedenleri araştırılmaktadır.

Çalışmada, çevresel kalitedeki değişimlerin hem uzun vadeli eğilimleri hem de kısa vadeli dalgalanmaları incelenmektedir. Böylece Türkiye'deki çevresel sorunların arkasında yatan temel dinamikler ortaya konulmaktadır. Bu analizler, Türkiye'nin sürdürülebilir çevresel kalkınma yolunda hangi noktada olduğunu değerlendirmek ve geleceğe yönelik politika önerileri sunmak açısından önemli bulgular sağlamaktadır. Bu çalışmada kullanılan değişkenler, Türkiye'de çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik kalkınma ilişkisini analiz etmek amacıyla seçilmiştir. Yük Kapasite Faktörü (LCF) bağımlı değişken olarak ele alınırken, Ekonomik Büyüme, Yeşil Yatırımlar (GINV), Yeşil Patentler (GPAT) ve Küreselleşme (KOF) açıklayıcı değişken olarak ele alınmaktadır.

Bu çalışma kapsamında verilerin zaman serisi özelliklerinin anlaşılması amacıyla, öncelikle serilerin durağan olup olmadığı birim kök testi uygulanarak tespit edilmektedir. Bu testler, değişkenlerin durağanlık yapısını incelemek için kullanılmaktadır ve farklı ekonometri yaklaşımlarından faydalanılmaktadır. Literatürde, serilerdeki kırılmaların keskin ya da dalgalı olmasına bağlı olarak farklı birim kök testleri mevcuttur. Serilerin karakteristiklerine göre uygun test yöntemleri seçilerek uygulanmaktadır. Bu tez çalışmasında, zaman serilerinin durağanlık durumunu incelemek amacıyla birim kök testleri kullanılmaktadır. Geleneksel birim kök testleri arasında ADF (Augmented Dickey-Fuller), PP (Phillips-Perron) ve Ng-Perron testleri yer almaktadır. Ayrıca, serilerin yapısal kırılma içerip içermediğini değerlendirebilmek için yapısal kırılmalı birim kök testleri, Zivot-Andrews (ZA) ve Lee-Strazicich (LS) testleri uygulanmaktadır. Test sonuçları, serilerin hem seviye değerleri hem de birinci farkları için ayrı ayrı değerlendirilmiş ve anlamlılık seviyelerine göre karşılaştırılmıştır. Bu kapsamda, durağanlık analizleri, serilerde yapısal değişimlerin etkilerinin göz önüne alınması açısından kapsamlı bir bakış açısı sağlamaktadır. Bunun ardından Sam (2019) tarafından geliştirilen Genişletilmiş ARDL (Auto Regressive Distributed Lag) yöntemi kullanılarak değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı incelenmektedir. Genişletilmiş ARDL modeli, seriler arasındaki uzun ve kısa dönemli denge ilişkilerini analiz etmek için etkili bir araç olmakta ve farklı entegrasyon seviyelerindeki serilerin birlikte incelenmesine imkân tanımaktadır. Bu modelde açıklayıcı değişkenlerin sayısında kısıtlama yoktur (Mert ve Çağlar, 2019). Normalde bağımlı değişken birim kök içermek zorunda iken genişletilmiş ARDL' de bu sorun ortadan kalkmaktadır. Tüm

değişkenler birim kök testine duyarlı olmayıp ister durağan ister birim kök olsun bu test yapılabilmektedir. Bu model eş bütünlüğünün gerçekleşebilmesi için hem t testi hem de bağımlı değişken için F testi ve bağımsız değişken için F testi olmak üzere 3 testten geçtiğinden güçlü bir yöntemdir. Bu çalışmada, Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL modelinin genişletilmiş versiyonu olan genişletilmiş ARDL, güncel veriler kullanılarak uygulanmaktadır. Türkiye'ye ait en güncel verilerle yapılacak bu analiz, çevresel kalitenin sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesine katkıda bulunmaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışma, ekonomik ve sosyal faktörler arasındaki karmaşık ilişkileri SDG'ler çerçevesinde ele alarak, söz konusu faktörlerin birbirleri üzerindeki etkilerini daha net bir şekilde ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu doğrultuda, çevresel sürdürülebilirlik politikalarının daha etkin biçimde uygulanabilmesine yönelik kapsamlı analizler sunarak literatüre anlamlı bir katkı sağlamayı hedeflemektedir. Böylece mevcut literatüre sürdürülebilir çevre politikaları ve enerji güvenliği konularında ampirik bir katkı sağlamaktadır. Bu araştırmanın, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşma sürecine katkı sağlaması ve çevresel kalitenin sürdürülebilirlik bağlamında değerlendirilmesine ışık tutması beklenmektedir. Araştırmanın sonuçları, politika yapıcılara yol gösterici nitelikte bilgiler sunarak, çevresel kaliteyi iyileştirme stratejilerinin oluşturulmasına katkıda bulunmaktadır. Bu bağlamda, çevresel, ekonomik ve sosyal faktörler arasındaki dinamik ilişkilerin anlaşılması, sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmak için uzun ve kısa vadeli stratejilerin belirlenmesine ışık tutmaktadır. Ekonometri literatüründe yer alan güncel yaklaşımlar, bu çalışmada kullanılmakta ve bu sayede literatüre de katkı sağlamaktadır.

Bu çalışma belirli kısıtlar çerçevesinde sunulmaktadır. Türkiye için 1992-2021 yıllarını kapsayan bir analiz yapılmasının temel nedeni, verilerin bu dönem için elde edilmesinden kaynaklanmaktadır. Çalışmanın analizleri keskin kırılmaları dikkate almaktadır. Bu kırılmalar serilerdeki durağanlık ve eşbütünlük analizlerinde önemli bir faktördür. Yapısal kırılmalı birim kök testleri, özellikle ZA ve LS yöntemleri kullanılarak belirlenen bu kırılmalar, değişkenlerin seviye ve birinci fark değerlerinde belirli dönemlerde meydana gelen ekonomik, çevresel veya politik değişimlerin etkilerini açıklamak için önemli bir yere sahiptir. Bu çalışmada, keskin kırılmaların analize dahil

edilmesi, çevresel sürdürülebilirlik ve ekonomik büyüme arasındaki ilişkilerin dinamik yapısını anlamak için bir temel oluşturmaktadır.

Bu çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde çalışmanın amacı, kapsamı, önemi ve kullanılan yöntemler hakkında genel bir çerçeve sunulmaktadır. Birinci bölümde, çevresel kaliteye etki eden temel göstergeler ile sürdürülebilirlik kavramı ele alınmış; iklim değişikliği, çevre kirliliği göstergeleri ve çeşitli makroekonomik değişkenlerin çevresel etkileri incelenmiştir. Ayrıca ekonomik büyüme, yeşil yatırımlar, yeşil patentler ve küreselleşmenin çevresel kalite üzerindeki etkilerine teorik düzeyde yer verilmektedir. İkinci bölümde, EKC ve LCC hipotezlerinin teorik temelleri açıklanarak, hipotezlerle ilgili ulusal ve uluslararası literatür değerlendirilmektedir. Ayrıca, çalışmada kullanılan değişkenlerin literatürdeki yeri ve çevresel kalite ile ilişkileri tartışılmaktadır. Üçüncü bölümde, Türkiye için 1992–2021 dönemini kapsayan veri seti kullanılarak Yük Kapasite Faktörü Eğrisi Hipotezi ampirik olarak test edilmektedir. Bu kapsamda, serilerin durağanlığı geleneksel ve yapısal kırılmalı birim kök testleri aracılığıyla analiz edilerek eşbütünleşme ilişkileri ve uzun dönemli etkiler genişletilmiş ARDL modeli ile incelenmektedir. Son bölümde ise elde edilen bulgular özetlenmekte, çevresel sürdürülebilirlik bağlamında politika önerileri geliştirilerek gelecek çalışmalar için çeşitli öneriler sunulmaktadır.

BİRİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL GÖSTERGELER, SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK VE ÇEŞİTLİ MAKROEKONOMİK DEĞİŞKENLERİN ÇEVRE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1.1. İKLİM DEĞİŞİKLİĞİ VE ETKİLERİ

Günümüz toplumlarının karşılaştıkları en önemli ve karmaşık sorunlardan biri 1970’lerden itibaren dikkat çekmeye başlayan ve giderek küresel bir krize dönüşen iklim değişikliğidir. Birleşmiş Milletler Hükümetler arası İklim Değişikliği Paneli’nin (IPCC) 2021 raporu, iklim değişikliğinin temelinde insan faaliyetlerinin yattığını açıkça ortaya koymaktadır. Raporda, 1750’lerden itibaren sera gazı konsantrasyonlarında gözlemlenen dramatik artışın, sanayileşme, fosil yakıt kullanımı ve tarımsal faaliyetler gibi insan kaynaklı etkinliklerden kaynaklandığı vurgulanmıştır (IPCC, 2021). Bu bulgular, insanlık için iklim değişikliğiyle mücadelede sorumluluğun ve aciliyetin altını çizmektedir.

İklim değişikliği, atmosferdeki sera gazı birikiminden kaynaklanan, küresel sıcaklık artışıyla kendini gösteren ve ekosistemleri, biyoçeşitliliği, insan yaşamını ciddi şekilde etkileyen küresel bir sorundur (Dere ve Çinikaya, 2023). Artan sıcaklıklar, aşırı hava olaylarının sıklığı, deniz seviyesindeki yükselme ve biyolojik çeşitlilik kaybı gibi olgular, iklim değişikliğinin dünya üzerindeki yıkıcı etkilerinin sadece birkaçını oluşturmaktadır. İklim değişikliği, küresel düzeyde çok yönlü ve ciddi etkiler yaratarak doğal sistemleri, insan yaşamını ve ekonomik faaliyetleri derinden sarsmaktadır.

Fosil yakıt tüketimi sonucu atmosfere salınan sera gazları, dünya genelinde sıcaklıkların artmasına neden olarak kuraklık, çölleşme ve sıcak hava dalgalarının daha sık görülmesine yol açmaktadır. Aynı zamanda, kutup buzullarının erimesi ve deniz seviyelerinin yükselmesi, kıyı bölgelerinde yaşayan toplulukları ve ekosistemleri tehdit etmektedir. Aşırı hava olayları, kasırga, sel ve tropikal fırtınalar gibi yıkıcı etkileriyle hem can kayıplarına hem de ekonomik kayıplara neden olmaktadır. Bunun yanı sıra, doğal yaşam alanlarının bozulması biyolojik çeşitliliğin azalmasına ve türlerin yok olma riskinin artmasına yol açarken ekosistem dengelerini de olumsuz etkilemektedir (Şen, 2022). Ayrıca, iklim değişikliği insan sağlığını da tehdit ederek hava kirliliği, su kaynaklarının azalması ve iklimle ilişkili hastalıkların yayılması gibi sorunlar, sağlık

sistemleri üzerinde büyük bir yük oluşturur. İklim değişikliği, bu çok boyutlu etkileriyle küresel bir kriz olarak acil ve kapsamlı bir mücadeleyi zorunlu kılmaktadır.

1.2. ÇEVRE KİRLİLİĞİ GÖSTERGELERİ

Çevre kirliliği, insan faaliyetleri veya doğal olaylar sonucu çevrede meydana gelen, ekosistemleri ve canlı yaşamını olumsuz etkileyen zararlı madde veya enerjilerin birikimini ifade etmektedir (Ağacan, 2014). Bu kirliliğin türleri arasında, hava kirliliği atmosferdeki zararlı gazlar ve ince partiküllerle solunabilir havanın kalitesinin düşmesine yol açar; su kirliliği, atık ve kimyasal maddelerin su kaynaklarına karışmasıyla su tüketimini tehlikeye atar; toprak kirliliği, tarımsal kimyasallar ve sanayi atıkları nedeniyle toprağın verimliliğinin azalmasına sebep olurken gürültü kirliliği, aşırı yüksek seslerin insan ve hayvan yaşamında strese ve sağlık sorunlarına neden olmasıdır; ışık kirliliği, yapay aydınlatmanın doğal gece döngüsünü bozarak hem insanlar hem de hayvanlar üzerinde olumsuz etkiler yaratır; termal kirlilik ise su veya havadaki sıcaklık değişimlerinin ekosistemlerin dengelerini bozmasıyla ortaya çıkmaktadır (Evren , 2022). Tüm bu kirlilik türleri, çevresel sürdürülebilirlik ve koruma çabalarının ne kadar kritik olduğunu ortaya koymaktadır.

İklim değişikliğinin insan faaliyetleri sonucu ortaya çıkan bir sorun olduğu gerçeği, çevresel kirliliğin önemini ve bu kirliliği ölçen göstergelerin hayati rolünü ortaya koymaktadır (Özbek, 2023a). Sanayileşme, fosil yakıt tüketimi ve tarımsal üretim gibi faaliyetlerin çevre üzerindeki yıkıcı etkileri, yalnızca küresel sıcaklık artışıyla değil, aynı zamanda hava, su ve toprak kirliliği gibi çeşitli göstergelerle de kendini göstermektedir. Çevre kirliliğini ölçmek ve analiz etmek için kullanılan göstergeler, insan faaliyetlerinin doğal çevre üzerindeki etkilerini anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Bu göstergeler, kirliliğin boyutlarını ve çeşitlerini belirlemenin yanı sıra sürdürülebilirlik politikalarının etkinliğini değerlendirmek için de gereklidir (Kızılkaya vd, 2016). Bu anlamda, öne çıkan başlıca çevre kirliliği göstergeleri şunlardır:

PM2.5 (Partikül Madde 2.5 Mikron): PM2.5, çapı 2.5 mikron veya daha küçük olan ince partikülleri ifade eder (EPA, 2023). Bu parçacıklar, insan sağlığı üzerinde ciddi etkiler yaratarak akciğer hastalıkları, kardiyovasküler problemler ve erken ölüme neden olabilir. Genellikle fosil yakıtların yanması, endüstriyel faaliyetler ve tarımsal

işlemlerden kaynaklanır. PM2.5 seviyeleri, hava kirliliğinin birincil göstergesi olarak kabul edilmektedir ve hava kalitesinin ölçülmesinde kritik bir yere sahiptir (WHO, 2021).

Karbon Emisyonları: Karbon emisyonları, özellikle karbondioksit (CO₂) salınımı, iklim değişikliğinin temel nedenlerinden biri olarak öne çıkmaktadır (IEA, 2023). Fosil yakıtların enerji üretimi, ulaşım ve sanayide kullanımı, atmosferdeki CO₂ seviyelerinin artmasına yol açmaktadır. Karbon emisyonları, küresel ısınmanın ve sera gazı birikiminin ana unsurlarından biridir ve uluslararası iklim anlaşmalarında kontrol altına alınması hedeflenmektedir.

Ekolojik Ayak İzi: Bir bireyin veya belirli bir topluluğun tükettiği doğal kaynakların üretimi ve bu tüketimden kaynaklanan atıkların doğa tarafından tolere edilmesi için gereken ekolojik kapasiteyi ölçen bir kavramdır (Global Footprint Network, 2022). Tüketilen enerji, su, tarım ürünleri ve kullanılan diğer kaynakların yanı sıra, bu faaliyetlerden kaynaklanan atıkların çevrede yarattığı yükü de değerlendirir. Ekolojik ayak izi, bir toplumun sürdürülebilir sınırları içinde yaşayıp yaşamadığını anlamak için önemli bir ölçüttür (Özbek, 2023b).

Sera Gazı Emisyonları: Sera gazı emisyonları, karbondioksit, metan (CH₄), azot oksitler (N₂O) ve florlu gazlar gibi atmosferde ısı tutma kapasitesine sahip gazların salınımını ifade eder. Bu emisyonlar, küresel sıcaklık artışına ve iklim değişikliğine neden olan ana etkenlerdir. Sera gazı emisyonlarının azaltılması, iklim değişikliğiyle mücadele stratejilerinin temelini oluşturur ve bu bağlamda enerji dönüşümü, yenilenebilir enerji kullanımı ve yeşil teknolojilerin benimsenmesi gibi politikalar kritik öneme sahiptir.

1.3. ÇEVRESEL KALİTE GÖSTERGESİ

Çevresel kalite göstergeleri, doğal sistemlerin sağlık ve sürdürülebilirliğini değerlendirmek için kullanılan ölçütlerdir. Bu göstergeler, çevrenin insan faaliyetleri ve doğal süreçlerden nasıl etkilendiğini anlamamıza yardımcı olurken, kaynakların verimli kullanımını ve ekosistemlerin korunmasını sağlayacak politikaların geliştirilmesine de rehberlik etmektedir. Ekosistemlerin dengesini korumak, çevresel sürdürülebilirliği sağlamak ve doğal kaynakların tükenmesini önlemek için çevresel kalite göstergelerinin dikkatlice incelenmesi büyük önem taşımaktadır. Çevresel kalite göstergelerine örnek olarak LCF ve biyokapasite verilebilmektedir.

LCF, bir ekosistemin maruz kaldığı çevresel baskılara rağmen işlevlerini devam ettirebilme yeteneğini ifade etmektedir (Çabaş, 2024). İlk olarak Siche (2010) tarafından geliştirilen bu kavram, yalnızca çevre üzerindeki insan faaliyetlerinin etkilerini değil, aynı zamanda doğal kaynakların bu baskılara verdiği tepkiyi de dikkate alarak ekosistemlerin dayanıklılığını ölçerek ekolojik sürdürülebilirliği değerlendirmek için daha kapsamlı bir yöntem sunmaktadır. LCF, biyolojik kapasitenin ekolojik ayak izine oranlanmasıyla hesaplanmakta olup bu oran, bir bölgenin mevcut doğal kaynaklarıyla insan faaliyetlerinden kaynaklanan talepleri ne ölçüde karşılayabildiğini göstermektedir (Siche vd, 2010). LCF'nin 1 olması, ekosistemin sürdürülebilir sınırdı olduğunu, yani doğanın kendini yenileyebildiğini; bu değerin 1'in altına düşmesi, ekosistemin aşırı tüketim nedeniyle baskı altında olduğunu ve sürdürülebilirliğin tehlikeye girdiğini gösterirken LCF değerinin 1'in üzerinde olması ise ekosistemin mevcut baskıları tolere edebildiğini ve kaynakların hâlâ yenilenme kapasitesine sahip olduğunu işaret eder (Caglar vd., 2024a). Bu gösterge, insan faaliyetlerinin çevresel etkilerini değerlendirmek açısından oldukça önemlidir. Örneğin, yoğun tarımsal faaliyetler, orman alanlarının yok edilmesi veya sanayiden kaynaklanan kirlilik, bir ekosistemin yük kapasitesini zorlayabilmektedir. Bu kapasitenin aşılması durumunda, toprakların verimliliğini kaybetmesi, su kaynaklarının tükenmesi ve biyoçeşitliliğin azalması gibi olumsuz sonuçlar ortaya çıkabilir. Ancak, yük kapasitesinin sınırları içinde kalındığında, ekosistemler hem işlevlerini sürdürmeye devam eder hem de yenilenme kapasitesini koruyabilir.

Biyokapasite, bir bölgenin yenilenebilir kaynakları sağlama ve insan faaliyetlerinden kaynaklanan atıkları doğal yollarla tolere etme kapasitesini tanımlayan bir göstergedir (Yavuz, 2022). Biyokapasite, toprağın üretkenliği, ormanların karbon depolama potansiyeli ve su kaynaklarının kendini yenileme hızı gibi unsurlar üzerine kuruludur. Eğer bir bölgenin kaynak tüketimi biyokapasitenin üzerine çıkarsa, ekosistemlerin sürdürülebilirliği riske girer ve ekolojik açık oluşur (Işık, 2022). Bu durum, insan nüfusunun büyüklüğü, tüketim alışkanlıkları ve kaynak yönetimiyle doğrudan ilişkilidir. Bu nedenle, biyokapasitenin dikkatli bir şekilde izlenmesi ve yönetilmesi, sürdürülebilirlik için hayati öneme sahiptir. Ekolojik dengeyi koruyabilmek için bir bölgenin biyokapasitesinin, o bölgedeki ekolojik ayak izinden yüksek veya en azından eşit olması gerekmektedir (Oğul, 2023). Eğer tüketim biyokapasitenin üzerine çıkarsa, ekosistemler zamanla tükenme riskiyle karşı karşıya kalacaktır.

1.4. ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK

Çevresel sürdürülebilirlik, doğal ekosistemlerin bütünlüğünü koruyarak mevcut ve gelecek nesillerin ihtiyaç duyduğu kaynakları ve hizmetleri sağlama yaklaşımıdır (Morelli, 2011). Bu kavram, doğal dengenin bozulmadan, kaynakların bilinçli ve dengeli bir şekilde kullanılmasıyla hem bugün hem de gelecekte yaşamın sürdürülebilir olmasını hedefler. Sanayileşme, hızlı kentleşme ve doğal kaynakların aşırı tüketimi, çevresel sürdürülebilirlik üzerinde ciddi tehditler yaratmaktadır. Bu noktada, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi için yenilenebilir enerji kaynaklarının değerlendirilmesi, ekosistemlerin etkin biçimde korunup yönetilmesi ve çevreye duyarlı teknolojilerin hayata geçirilmesi önemli bir rol oynamaktadır.

Çevresel sürdürülebilirlik, sürdürülebilir kalkınma anlayışının temel unsurlarından biri olarak kabul edilmesiyle birlikte ekonomik büyüme ile sosyal refahın sağlanmasında vazgeçilmez bir rol oynar. (Gedik, 2020). Çevre koruma politikalarının yanı sıra ekonomik ve sosyal stratejilerinin de ayrılmaz bir parçasıdır. İnsan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki baskısını azaltmak için yenilikçi çözümler ve sürdürülebilir kalkınma hedefleri, bu çabanın merkezinde yer almaktadır. Bu kapsamda, SDG 7 SDG 12 ve SDG 13, doğal kaynakların verimli kullanımı, enerjiye sürdürülebilir erişim ve iklim değişikliğiyle mücadele gibi kritik alanlarda rehberlik ederek çevresel sürdürülebilirlik çabalarına yön vermektedir. SDG 7 hedefi, 2030 yılına kadar herkesin güvenilir, uygun fiyatlı, modern enerji hizmetlerine erişimini sağlamayı amaçlar (Gebara ve Laurent, 2023). 2021 SDG 7 raporuna göre bu hedef, enerjiye erişim, temiz enerji kaynaklarının kullanımını artırma ve enerji verimliliğini iyileştirme gibi üç ana odak alanını içerir:

Enerjiye evrensel erişim, son yıllarda, elektrik erişimi olan bireylerin oranı önemli ölçüde artmıştır; 2010'daki %83 oranı, 2019'da %90'a yükselmiş ancak, dünya çapında hala 759 milyon kişinin elektriğe erişimi bulunmamaktadır (Güllü ve Kartal, 2021). Bu kişilerin %84'ü kırsal bölgelerde yaşamaktadır. Yenilenebilir enerji kullanımını artırma, küresel enerji tüketimindeki payını artırmış olmasına rağmen, toplam enerji tüketimi ile aynı hızda büyüdüğü için enerji tüketimindeki genel payı sabit kalmıştır (%17). Elektrik üretiminde hidroelektrik, rüzgâr ve güneş enerjisi önemli rol oynamaktadır.

Enerji verimliliği oranının artırılması SDG 7'nin önemli bir parçasıdır. Ancak, enerji yoğunluğu iyileşme hızı son yıllarda yavaşlamıştır. 2010–2018 döneminde enerji yoğunluğunda %15'lik bir düşüş gözlemlenmiştir, ancak 2030 hedeflerini karşılamak için bu oran yıllık %3 seviyelerine çıkarılmalıdır. Enerji verimliliğini artırmak, ekonomik kalkınmayı desteklerken sera gazı emisyonlarını azaltmada kritik bir rol oynar.

SDG 12, doğal kaynakların verimli kullanımı, sürdürülebilir üretim süreçlerinin geliştirilmesi ve sorumlu tüketim alışkanlıklarının teşvik edilmesini hedefler. Bu hedef, özellikle israfın azaltılması, geri dönüşümün artırılması ve üretim süreçlerinin çevre dostu hale getirilmesi gibi stratejilere odaklanır. SDG 12, tüketim ve üretim süreçlerinin çevresel sürdürülebilirliğini sağlamayı hedeflerken, mevcut istatistikler bu alandaki ciddi eksikliklere işaret etmektedir (Gasper vd, 2019). Her yıl dünya genelinde üretilen gıdanın yaklaşık üçte biri israf edilmektedir. Bu durum, yalnızca kaynakların verimsiz kullanımına değil, aynı zamanda sera gazı emisyonlarının artmasına da neden olmaktadır. Avrupa Birliği'ndeki sürdürülebilir tüketim politikaları çerçevesinde, kişi başına düşen yıllık gıda atığının %50 oranında azaltılması hedeflenmektedir. Ancak, mevcut veriler, bu hedefe ulaşmak için yapılan ilerlemenin yetersiz olduğunu göstermektedir. Ayrıca, küresel kaynak tüketimi, 2010 yılında 73 milyar tondan 2017'de 92 milyar tona yükselmiştir ve bu artış, sorumsuz tüketim ve üretim faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Mensah vd, 2024). Bu istatistikler, SDG 12'nin hedeflerini gerçekleştirmek için daha etkin politikalar, güçlü izleme sistemleri ve geniş çaplı farkındalık kampanyalarının gerekliliğini açıkça ortaya koymaktadır.

SDG 13, iklim değişikliğiyle mücadelede yenilenebilir enerji yatırımları, çevresel sürdürülebilirlik için kritik bir rol oynamaktadır. Rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi temiz enerji kaynaklarının yaygınlaşması, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltarak sera gazı emisyonlarını düşürmekte ve ekosistemlerin korunmasına katkı sağlamaktadır (He vd, 2023). Ancak, bu dönüşüm sürecinde karşılaşılan en büyük zorluklar arasında yenilenebilir enerji teknolojilerinin yüksek maliyetleri ve yeterli finansman desteğinin sağlanamaması bulunmaktadır.

1.5. ÇEVRESEL SORUNLARA YOL AÇAN ETMENLER

21. yüzyılda gerçekleşen nüfus artışları, çarpık kentleşme ve sanayideve teknoloji alanındaki gelişmeler beraberinde çevre sorunlarını da getirmiştir (Akyüz, 2024). Çevre sorunlar, toprak, su ve havanın kirlenerek niteliklerini kaybetmesiyle ortaya çıkar. Artan insan ihtiyaçlarını karşılamak için doğal kaynaklar aşırı tüketilmekte ve çevre doğrudan ya da dolaylı olarak zarar görmektedir. Bu durum, sadece doğayı değil, insan sağlığını ve yaşam kalitesini de olumsuz etkilemektedir. Kirlenen hava solunum yolu hastalıklarına, su kirliliği ise bulaşıcı hastalıklara yol açmaktadır. Ayrıca, toprak kirliliği gıda güvenliğini tehdit ederek insan yaşamını zorlaştırmaktadır. Nüfus artışı, sanayileşme ve kimyasal kullanımı gibi etkenler doğanın kendini yenileme gücünü aşarak kirliliğe yol açmaktadır (Yaman ve Gül, 2018). Çevresel sorunların nedenleri arasında ekolojik dengeyi tehdit eden insan faaliyetleri de yer almaktadır (Gümüş ve Buluş, 2020). Endüstriyel faaliyetler, fosil yakıt kullanımı ve plansız kentleşme, bu baskının artmasına neden olan temel faktörlerdir.

Çevresel sorunların kaynağını derinlemesine analiz etmek, etkili ve sürdürülebilir çözümler geliştirebilmek açısından son derece önemlidir. Türkiye'nin ekolojik ayak izi, biyokapasitesini aşarak çevresel baskıyı artırmaktadır ve bu durum, fosil yakıt bağımlılığı, hızlı sanayileşme ve düzensiz kentleşme gibi etmenlerle daha da artırmaktadır. LCF, biyokapasitenin ötesinde bir tüketimi ifade eder ve Türkiye, biyokapasitesinin sınırlarını aşan ekolojik ayak iziyle dikkat çekmektedir (Bucak, 2022). Özellikle endüstriyel süreçlerin neden olduğu karbon emisyonları, iklim değişikliğini hızlandırırken, ekosistemlerin sağlıklı işleyişini olumsuz etkilemektedir.

Türkiye gibi gelişmekte olan ülkeler, enerji yoğun sektörlerden temiz enerjiye geçiş yaparak hem çevresel hem de ekonomik fayda sağlamaktadır. Bu noktada, yenilenebilir enerji ve çevre dostu teknolojilere yapılan yatırımlar, ekolojik dengeyi korumak için önemli bir adım teşkil etmektedir. Bu süreç, karbon emisyonlarını azaltmaya yönelik yeşil büyüme politikalarının uygulanmasını zorunlu hale getirmektedir.

1.6. EKONOMİK BÜYÜMENİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki karşılıklı etkileşim, kalkınma politikalarının oluşturulmasında temel belirleyiciler

arasında yer almaktadır. Çevresel etkileri en fazla olan politikalar genellikle çevre politikası başlığı altında ele alınsa da, enerji, ulaşım, sanayi ve kalkınma politikaları gibi çeşitli alanlarla doğrudan ilişkilidir. Çevresel etkileri en fazla olan politikalar genellikle çevre politikası başlığı altında ele alınsa da enerji, ulaşım, sanayi ve kalkınma politikaları gibi farklı alanlarla doğrudan ilişkilidir. Günümüzde, daha sağlıklı bir çevreyi koruma hedefiyle uyumlu alternatif kalkınma modelleri ve sürdürülebilir yaşam biçimlerinin geliştirilmesi giderek daha fazla önem kazanmaktadır. Ancak gelişmekte olan ülkelerde çevresel kalitenin artırılması ile ekonomik büyümenin devam ettirilmesi arasındaki denge yeterince sağlanamamaktadır. Bu durum, kalkınma politikalarının çoğu zaman çevresel hassasiyetlerle çatışması ve çevre kalitesi ile büyüme arasında ters bir ilişki olduğu yönündeki düşünceden kaynaklanmaktadır. Ekonomik büyümeye odaklanılırken çevresel korumanın ihmal edilmemesi gerektiği gerçeği, her geçen gün daha fazla önem kazanmaktadır.

Ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki ilişki, Grossmann ve Krueger (1991,1995) çalışmalarına göre açıklanabilir. Bu teoriye göre, sanayileşme ve enerji tüketiminin artışı, ekonomik büyümenin erken aşamalarında çevresel bozulmaya yol açmaktadır, çünkü bu süreç doğal kaynaklar üzerinde ek bir baskı yaratmaktadır. Türkiye’de kişi başına düşen GSYH’nin artışı, özellikle karbon yoğun sektörlerin baskın olduğu yapılar nedeniyle çevresel bozulmaya yol açmıştır. Hızlı şehirleşme, altyapı projelerindeki büyüme ve enerji talebindeki artış gibi faktörler de çevresel baskıyı artıran unsurlar arasında yer almaktadır. Bu durum, ekonomik büyümenin sürdürülebilir bir biçimde sağlanabilmesi için yenilikçi ve çevreci adımların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Ekonomik büyüme ile çevreyi uyumlu bir şekilde sürdürebilmek için yeşil ekonomi politikalarına odaklanmak gerekmektedir.

1.7. YEŞİL YATIRIMLARIN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yeşil yatırımlar, çevresel kaliteyi iyileştirmek ve sürdürülebilir kalkınmayı desteklemek açısından kritik bir öneme sahiptir. Türkiye’de yenilenebilir enerji alanında yapılan araştırma ve geliştirme (Ar-Ge) yatırımları, rüzgâr, güneş ve hidroelektrik gibi kaynakların etkin kullanımını artırarak karbon salınımını azaltma potansiyeline sahiptir. Bu tür yatırımlar sadece çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp enerji bağımsızlığını güçlendirerek ekonomik güvenliği sağlamaktadır. Aynı zamanda büyümenin yalnızca

kaynak tüketiminin artışıyla sağlanabileceği görüşüne karşı çıkararak, kaynakların daha verimli kullanılması ve tüketimin azaltılmasıyla da sürdürülebilir kalkınmanın mümkün olduğunu savunmaktadır (Özçağ ve Hotunluoğlu, 2015). Enerji ithalatına bağımlı ülkeler arasında yer alan Türkiye için bu yatırımlar, hem çevresel sürdürülebilirlik hem de ekonomik güvenlik açısından stratejik bir rol oynamaktadır.

Yeşil yatırımlar, ekonomik kalkınmayı çevresel ve sosyal sürdürülebilirlikle birleştiren bir yaklaşımdır. Bu yaklaşım, doğal kaynakların gerçek değerini göz önünde bulundurarak, ekosistemlerin korunmasını ve ekonomik büyümenin bu kaynaklara olan bağımlılığını dengelemeyi amaçlamaktadır. Yeşil büyüme, kaynakların verimli kullanımını teşvik ederken sürdürülebilir üretim ve tüketim alışkanlıklarını maliyet etkin bir şekilde yönlendirmektedir (Growth ve Countries, 2011).

Yeşil yatırımlar aşağıdaki sonuçlara ulaşmayı hedefler:

1. Enerji Verimliliği ve Yenilenebilir Enerji Projeleri: Fosil yakıtlara bağımlılığı azaltarak karbon emisyonlarını düşürür ve temiz enerjiye geçişi hızlandırır.
2. Döngüsel Ekonomi Uygulamaları: Atıkların yeniden kullanımı ve geri dönüşümü sayesinde kaynak tüketimini minimize eder.
3. Yeşil Altyapı ve Ulaşım: Düşük emisyonlu taşıma sistemleri ve çevre dostu şehir planlamalarıyla karbon ayak izini azaltır.
4. Ekosistem Restorasyonu ve Koruma: Doğal yaşam alanlarının korunması ve biyolojik çeşitliliğin artırılması yoluyla ekosistemlerin dayanıklılığını güçlendirir.
5. İklim Adaptasyonu Projeleri: İklim değişikliğinin olası etkilerine karşı dirençli yapılar ve tarım sistemleri geliştirilerek riskleri azaltır.

Türkiye’de yenilenebilir enerji yatırımlarının önündeki en büyük engellerden biri, finansman ve teknolojik adaptasyon eksiklikleridir (Al, 2019).

1.8. YEŞİL PATENTLERİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

Yeşil patentler (GPAT), çevre teknolojilerinin inovasyonunu destekleyen önemli bir araçtır. Bu patentler, çevresel sorunlara çözüm geliştiren teknolojilerin tescillenmesini sağlamakta ve sürdürülebilir kalkınmanın önünü açmaktadır (Albino vd, 2014). Türkiye, yeşil patent sayısını artırma konusunda henüz başlangıç aşamasında olup, bu alandaki

ilerleme önem arz etmektedir. Yeşil patentler, karbon salınımını azaltma, enerji verimliliğini artırma ve doğa dostu teknolojilerin yaygınlaşmasına önemli katkılar sunmaktadır (Hashmi ve Alam, 2019).

Yeşil patentler çevresel faydalar sağlamakla kalmayıp aynı zamanda ekonomik büyüme açısından da katkı sunmaktadır. Yeşil patentler, çevresel kaliteyi iyileştirmek ve küresel ısınma ile mücadele etmek için hayati bir araçtır. Yayınlanan OECD raporlarına göre dünya genelinde çevresel fayda sağlayan ürün ve hizmetlerin patentlenmesiyle tanımlanan yeşil patentlerin endeksleri, OECD ülkeleri arasında istikrarlı bir şekilde artış göstermektedir. Ancak Türkiye'nin belirli patent alanlarındaki durumu OECD ülkeleriyle kıyaslandığında, yeşil patentlerin toplam uluslararası patentler içerisindeki payının hem düşük seviyelerde kaldığı hem de dalgalı bir seyir izlediği dikkat çekmektedir (OECD, 2013). Türkiye'nin bu alanda daha fazla yeşil patent üretmeyi hedeflemesi, çevreye yönelik teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesi gerektiğini göstermektedir.

Türkiye'nin yeşil patent stratejisini güçlendirmek için teşvik mekanizmalarının genişletilmesi ve Ar-Ge desteklerinin artırılması gerekmektedir. Bu adımlar, çevresel sürdürülebilirliğin sağlanmasında kritik bir rol oynamakla birlikte, aynı zamanda Türkiye'nin küresel rekabet gücünü artırma potansiyeline de sahiptir. Yeşil teknolojilerin yaygınlaşması ve çevresel inovasyonların teşvik edilmesi, çevreyi korumanın yanı sıra Türkiye'nin uluslararası alandaki teknolojik liderliğini pekiştirmektedir (Yiğit, 2014).

1.9. KÜRESELLEŞMENİN ÇEVRESEL KALİTE ÜZERİNDEKİ ETKİLERİ

1980'lerden itibaren hız kazanan küreselleşme, ülkeler arasında artan ekonomik, kültürel ve politik etkileşimlerle dünya genelinde yeni bir dönemin başlangıcı olarak kabul edilmektedir (Bahtiyar ve Yağlıkara, 2022). Sınırların giderek daha genişlemesi, sermaye, emek ve bilginin serbest dolaşımını sağlayarak, farklı coğrafyalar arasındaki entegrasyonu derinleştirilmesiyle beraber küreselleşmenin etkileri, ülkelerin gelişmişlik düzeylerine bağlı olarak farklı sonuçlar doğurmaktadır. Sanayileşme ve kentleşmenin hızla artması, çevresel bozulmaları tetikleyerek doğal kaynakların azalmasına ve küresel ısınmanın derinleşmesine yol açmaktadır. Gelişmiş ülkeler küreselleşmenin sunduğu fırsatlardan daha fazla faydalanırken, gelişmekte olan veya az gelişmiş ülkeler, ekonomik eşitsizlikler ve çevresel sorunlarla mücadele etmek zorunda kalmaktadır (Yameogo vd,

2021). Küreselleşmenin etkisiyle yaşanan ekonomik büyüme, çevresel tahribatın artmasına yol açmaktadır.

Küreselleşme, ekonomik faaliyetlerin hacmini ve hareketliliğini önemli ölçüde artırmaktadır (Zafar vd, 2019). Ülkeler arasındaki ticaretin ve üretim faktörlerinin serbest dolaşımı, küreselleşmenin bir sonucu olarak giderek yaygınlaşmakta, bu da üretimde büyüme ve enerji talebinde artışa yol açmaktadır. Artan enerji ihtiyacı, ekonomik kalkınmayı teşvik etse de bu süreç sanayileşme ve kentleşmeyi hızlandırarak çevresel sorunların derinleşmesine neden olup özellikle CO2 emisyonlarındaki yükseliş, çevre kirliliğini tetikleyerek ekosistemler üzerinde olumsuz etkiler yaratmaktadır (Bahtiyar ve Yağlıkara, 2022). Bu durum, yalnızca insan yaşamını değil, aynı zamanda tüm canlıların sağlığını ve yaşam alanlarını tehdit eden çevresel bozulmaları beraberinde getirmektedir. Dolayısıyla, ekonomik büyüme hedeflenirken çevresel sürdürülebilirlik de göz ardı edilmemeli, kalkınma politikaları doğayla uyumlu bir çerçevede şekillendirilmelidir

Bu süreçte sürdürülebilir kalkınma daha fazla önem kazanmıştır. Birleşmiş Milletler tarafından belirlenen Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri, büyümenin yalnızca ekonomik kazanımları değil aynı zamanda sosyal adalet ve çevresel dengeyi de içermesi gerektiğine dikkat çekmektedir (Yeter, 2023). Sanayileşme ve kentleşmenin hızla artması, çevresel bozulmaları tetikleyerek doğal kaynakların azalmasına ve küresel ısınmanın derinleşmesine yol açmaktadır. Bu bağlamda, kalkınma stratejilerinin çevresel korumayı esas alacak biçimde kurgulanması, yalnızca günümüz toplumlarının değil, gelecek kuşakların da yaşam standartlarını sürdürülebilir biçimde garanti altına almak açısından önemli bir hal almıştır.

İKİNCİ BÖLÜM

ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ VE YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ HİPOTEZLERİNİN TEORİ VE AMPİRİK UYGULAMALARI

2.1. ÇEVRESEL KUZNETS EĞRİSİ TEORİSİ

Küreselleşmenin etkisiyle dünya ekonomisi önemli bir büyüme kaydetmiş olsa da bu süreç enerji tüketiminde ciddi bir artışa ve beraberinde çevresel sorunlara yol açmıştır. Enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve karbon emisyonları üzerine yapılmış çalışmalarda, ekonomik kalkınmanın çevreye zarar vermeden, sürdürülebilir enerji kaynaklarının etkin kullanımıyla mümkün olabileceği vurgulanmaktadır (İmamoğlu ve Onbaşıoğlu, 2023).

Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC), ekonomik büyümeyle çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi açıklayan temel teorilerden biridir. Bu teoriye göre, ekonomik kalkınmanın erken dönemlerinde çevresel bozulma artmakta ancak belirli bir gelir seviyesine ulaşıldığında çevresel bozulma azalma eğilimi göstermektedir. EKC, ekonomik gelişme ile çevresel kalite arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermektedir (Hacıimamoğlu, 2022). Bu teori, Grossman ve Krueger (1991) tarafından ortaya atılmış ve daha sonra çevre ekonomisi alanında yaygın şekilde kullanılmıştır.

EKC, ekonomik büyümeye bağlı olarak çevresel bozulma seviyelerinin dönemsel olarak değiştiğini savunur. İlk aşamada, sanayi faaliyetlerinin artmasıyla enerji ihtiyacı büyür ve fosil yakıt kullanımı zirve yapar. Bu durum, karbon emisyonları ve diğer sera gazları emisyonlarının çevreye verdiği zararı arttırmaktadır (Polat ve Ergün, 2023). Ancak, büyüyen ekonomilerde, belirli bir gelir eşiğinden sonra yapısal dönüşümlerle çevresel farkındalık ve teknolojik yenilikler devreye girer. Bu noktada yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi ve çevre dostu politikaların uygulanmasıyla çevresel bozulmada azalma gözlemlenir.

EKC teorisi, politika yapıcılar açısından son derece önemli bir politika geliştirme aracı olarak kabul edilmektedir. Bu teori, ekonomik büyümeyi çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirmek için çözümler önerir. Örneğin, karbon emisyonlarının azaltılması için karbon vergisi gibi ekonomik araçların kullanımı teşvik edilmektedir. Ancak EKC'nin eleştirilen yönleri de vardır; çevresel bozulmanın her

zaman ekonomik gelişme ile azalamayacağı da göz önünde bulundurulmalıdır. EKC hipotezinin geçerliliği, ülkelerin sanayileşme seviyeleri, enerji politikaları ve çevresel regülasyonlarının gücüne bağlı olarak değişkenlik gösterebileceği gibi uygulanabilirliği de gelişmiş ülkelerde daha belirgin iken, gelişmekte olan ülkelerde bu süreç daha yavaş ilerlemektedir (Çoban ve Özkan, 2022).

Sonuç olarak, EKC teorisi çevre ekonomisinde önemli bir yere sahip olsa da uygulamada dikkatli ele alınması gereken bir modeldir. Literatür, EKC'nin ülkelerin ekonomik yapılarına, enerji politikalarına ve çevresel duyarlılıklarına göre çeşitlilik gösterdiğini ortaya koymaktadır. Bu nedenle, EKC hipotezinin ampirik çalışmalarla desteklenmesi ve ülkeler bazında spesifik politika araçlarıyla uyarlanması önerilmektedir.

2.2. YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ TEORİSİ

LCF teorisi, bir ekosistemin sürdürülebilirliğini koruyabilmesi için maruz kaldığı çevresel baskıların ötesine geçilmemesi gerektiğini savunmaktadır (Daştan, 2024). Bu teori, insan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki etkisini anlamak için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Özellikle sanayileşme, tarımsal genişleme ve kentsel yayılma gibi faaliyetlerin çevreye olan etkisi, ekosistemlerin taşıma kapasitesini aşma riskini beraberinde getirir. LCF, ekosistemlerin yenilenme yeteneğini ve çevresel dengenin korunmasını sağlayan kritik bir gösterge olmaktadır.

Teoriye göre, bir ekosistemin yük kapasitesinin aşılması durumunda, çevresel bozulma geri dönülmez bir hale gelmektedir (Dogan ve Pata, 2022). Bu durum biyolojik çeşitliliğin azalması, toprak erozyonu ve su kaynaklarının tükenmesi gibi ciddi problemlere yol açmaktadır. Örneğin, aşırı tarımsal faaliyetler ve ormanların tahribatı, toprak yük kapasitesini aşarak çölleşme riskini artırırken, fosil yakıt kullanımı ve endüstriyel atıklar su ve hava kirliliğini artırarak ekosistemlerin dayanıklılığını zayıflatmaktadır.

LCF teorisi, çevre ve ekonomi arasındaki dengenin korunmasında kritik bir role sahiptir. Türkiye, hızla sanayileşen ve tarım alanlarında genişlemeler yaşayan bir ülke olarak, ekosistemlerinin taşıma kapasitesinin sınırlarına yaklaşmaktadır. Türkiye'de belirli bölgelerde sanayi ve tarımın yoğunlaşması, çevresel bozulmaların şiddetini artırmaktadır. Türkiye'nin kalkınma sürecinde, ekonomik büyüme hedefleri ve çevresel

sürdürülebilirlik arasında bir denge kurmak kritik önem taşımaktadır (Köse, 2022). LCF'nin ekonomik ve çevresel değişkenlerle ilişkisini açıklamak için aşağıdaki ekonometrik model önerilebilir:

LCF'nin ekonomik ve çevresel değişkenlerle ilişkisini açıklamak için aşağıdaki ekonometrik model önerilebilir:

$$LCF_t = \beta_0 + \beta_1 GSYH_t + \beta_2 GSYH_t^2 + \beta_3 GSYH_t^3 + u_t \quad (1)$$

Bu denklemde:

LCF (Load Capacity Factor): Ekosistemlerin taşıma kapasitesini ifade eder. Bu, çevresel sürdürülebilirlik ve doğal kaynakların korunması ile ilişkilidir.

GSYH (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla): Ekonomik büyümeyi temsil eder. GSYH artışı, çevresel baskıların arttığı dönemlerle ilişkilidir.

GSYH² (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla karesi): Ekonomik büyümenin karesini temsil eder.

GSYH³ (Gayri Safi Yurt İçi Hasıla küpü): Ekonomik büyümenin küpünü temsil eder ve modellerde genellikle zaman boyutunun yetersiz olmasından dolayı kullanılmaz.

u_t (Hata Terimi): Modelin hata terimi, çevresel değişkenleri etkileyebilecek diğer faktörleri temsil eder.

LCC hipotezine göre, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasındaki ilişki başlangıçta negatiftir, ancak belirli bir noktadan sonra, ekonomik büyüme çevresel kaliteyi arttırabilir ve ekosistemlerin taşıma kapasitesini aşabilir. Bu modele GSYH'nin karesinin (GSYH²) ve küpünün (GSYH³) eklenmesi, çevresel etkilerin yalnızca ekonomik büyüme ile doğrudan ilişkili olmadığını, aynı zamanda büyümenin artan oranlarda çevresel baskı yarattığını göstermektedir. Bu noktada, LCC hipotezinin geçerli olabilmesi için ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında belirli bir denge kurmak gereklidir. Modelin geçerliliği, GSYH'nin belirli bir seviyenin üzerine çıktığında çevresel kaliteyi hızla arttığını ve ekosistemlerin taşıma kapasitesinin zorlandığını gösterdiği takdirde, LCC hipotezi doğrulanmış olur.

Sonuç olarak, LCC teorisi, çevresel sürdürülebilirliğe ulaşmada önemli bir yol gösterici niteliği taşımaktadır. İnsan faaliyetlerinin ekosistemler üzerindeki baskısını en

aza indirmek, doğal kaynakları korumak ve bu kaynakların gelecek kuşaklara aktarılmasını sağlamak, vazgeçilmez bir zorunluluk olarak öne çıkmaktadır. Bu bağlamda, yük kapasite sınırlarını aşmadan ekonomik ve sosyal gelişimi sürdürmek, çevre dostu politikaların başarısını belirleyecek temel faktörlerden biridir. Bu teoriden elde edilecek bilgilerle, GSYH ve GSYH² terimlerinin işaretlerine bakarak, LCC hipotezinin geçerli olup olmadığı tespit edilebilir. Eğer GSYH'nin doğrusal terimi (GSYH) negatif ve GSYH²'nin katsayısı pozitifse, bu durum U şeklinde eğriyi ifade etmektedir. Yani başlangıçta ekonomik büyüme çevresel kaliteyi olumsuz yönde etkilemektedir. Fakat bir gelir seviyesinden sonra çevresel kalite iyileşmeye başlayacaktır. Bu eğrinin dip noktasındaki gelir seviyesi, çevresel kalitenin iyileşmeye başladığı noktayı gösterir. Dolayısıyla, çevresel bozulmanın ve kaynak tüketiminin belirli bir seviyeye kadar arttıktan sonra azalmaya başlayacağı bu noktada, ekonomik büyüme ile çevresel sürdürülebilirlik arasında denge sağlanabilir.

LCC hipotezine göre, denklem 1'de $\beta_1 < 0$ (ekonomik büyüme çevre üzerinde negatif etki yapar) ve $\beta_2 > 0$ (ekonomik büyüme belli bir noktayı aştığında çevresel kalite iyileşir) olmalıdır. Eğer zaman boyutu yeterliyse, $\beta_3 < 0$ ise yine LCC hipotezi geçerli olacaktır. Burada β_1 'in negatif olması, büyümenin başlangıçta çevresel kaliteyi azaltacağını gösterir. Ancak β_2 'nin pozitif olması, belirli bir gelir seviyesinin ardından çevresel iyileşmelerin başlayacağını işaret etmektedir.

2.3. YÜK KAPASİTE EĞRİSİ İLE İLGİLİ GENEL LİTERATÜR

Çevresel sürdürülebilirliğin sınırlarını belirlemede, doğal sistemlerin kaldırabileceği maksimum baskı düzeyinin tanımlanması kritik bir öneme sahiptir. Bu bağlamda, LCC hipotezi bir ekosistemin ya da bölgenin uzun vadeli tahribata uğramadan destekleyebileceği üretim, tüketim veya nüfus seviyesini analiz etmeye olanak tanıyan teorik bir araç olarak öne çıkmaktadır. Söz konusu eğri, çevresel sistemler üzerindeki baskı arttıkça ortaya çıkan geri dönüşsüz zararları görselleştirmeyi mümkün kılar ve sürdürülebilirlik sınırlarının daha net çizilmesine yardımcı olur. Bu çerçevede geliştirilen kuramsal yaklaşımlar ve ampirik çalışmalar, çevresel kapasite sınırlarının aşılması halinde meydana gelen ekolojik bozulmalarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkileri ortaya koymayı amaçlamaktadır. Bu bölümde, yük kapasite eğrisine yönelik literatürde

öne çıkan yaklaşımlar ve bunların çevre-ekonomi etkileşimine ilişkin değerlendirmeleri yer almaktadır.

Söğüt (2024), çalışmasında Avrupa Birliği ülkelerinin 1995-2021 dönemi verilerini kullanarak çevre vergileri, çevre koruma harcamaları, çevresel teknolojiler ve ekonomik büyümeyi LCC hipotezi çerçevesinde incelemiştir. Bu araştırmada panel veri yöntemleri tercih edilmiş serilerin durağanlığını incelemek için Breitung ve Das birim kök testi uygulanmış ve serilerin tüm ülkeler için birinci farklarında durağan olduğu görülmüştür. Analiz sürecinin ilk adımında ise, değişkenler arasındaki kesitsel bağımlılığı değerlendirmek üzere CDLMBP (Breusch ve Pagan, 1980), CDLM ve CD (Pesaran, 2004) testleri uygulanmıştır. Test sonuçları hem modelin genelinde hem de tüm değişkenler arasında kesitsel bağımlılığın bulunduğunu ortaya koymuştur. Uzun dönemli ilişkileri değerlendirmek amacıyla Durbin-Hausman panel eşbütünleşme testi kullanılmış ve seriler arasında uzun dönemli eşbütünleşme ilişkisinin olduğu tespit edilmiştir. Çalışmada Lüksemburg ve Macaristan için LCC geçerli olup diğer ülkeler için geçerli olmadığı sonucuna varılmıştır.

Pata ve Samour (2022) Fransa için yapmış oldukları çalışmada, 1977-2017 döneminde ait verilerle LCC hipotezinin geçerliliğini incelemiş ve nükleer ile yenilenebilir enerjinin çevre üzerindeki etkilerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada, CO₂ emisyonları ve yük kapasitesi faktörünü bağımlı değişken olarak kullanarak farklı modelleri araştırmışlardır. Yazarlar Fourier dönüşümlü eş-bütünleşme ve nedensellik testleriyle modelleri analiz etmişlerdir. Ampirik bulgu sonuçlarına göre, Fransa için EKC hipotezi geçerli değilken, LCC hipotezi geçerlidir.

Aydin ve Degirmenci (2024), 10 AB ülkesi (Danimarka, İspanya, Portekiz, İtalya, Finlandiya, Almanya, Fransa, Hollanda, İsveç, ve Avusturya) için 1990-2018 dönemine ait verilerle temiz enerji tüketiminin, yeşil inovasyonun ve teknolojik etkilerin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Seçilmiş olan bu ülkelerin verileri Westerlund'un (2008) panel eşbütünleşme testi ve CCE, DCCE ve AMG olmak üzere üç farklı uzun dönem tahmin yöntemleri ile incelenmiştir. Yazarlar, tahminci sonuçların yeşil inovasyon ve teknolojik etkilerin çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini doğrulamadığını, ancak bu gelişmelerin uzun vadede etkili olabileceğini vurgulamışlardır. Panel verileri genel olarak LCC hipotezini desteklememekle birlikte,

ülke bazında yapılan analizlerde Danimarka, Fransa, Portekiz ve İspanya için hipotezin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Dogan ve Pata (2022), G7 ülkeleri için 1986-2017 yıllarına ait veri seti kullanarak LCC hipotezini test etmişlerdir. Bu çalışmada yük kapasitesi faktörü, bilgi ve iletişim teknolojisi, Ar-Ge, yenilenebilir enerji tüketimi ve gelirle ilişkisi CS-ARDL ve AMG yöntemleri ile değerlendirilmiştir. Elde edilen sonuçlarda değişkenlerin çevre kalitesini olumlu yönde etkilediği ve çevre kalitesi ile gelir arasında U şeklinde bir ilişki olduğu için LCC hipotezi G7 ülkeleri için geçerli olduğu bulunmuştur.

Guloglu vd, (2023), açıklayıcı değişkenler olarak insan sermayesi, ekonomik büyüme, doğal kaynaklar, yenilenebilir enerji tüketimi ve kentleşme ve bağımlı değişken olarak LCC'yi kullanmışlardır. Yazarlar 1980-2018 dönemine ait veri seti ile 35 OECD ülkesinden 26'sında LCC hipotezinin geçerliliğini test etmişlerdir. QMG (Quantile Mean Group) yani kantil ortalama grup tahmincisi ile yenilikçi bir araştırma yöntemi olarak bu çalışmada kullanılmıştır. QMG tahmin sonuçları, insan sermayesinin, doğal kaynaklardan elde edilen rantların ve yenilenebilir enerji kullanımının yük kapasitesi faktörünü iyileştirdiğini; buna karşılık, kentleşmenin çevresel kalite üzerinde olumsuz etkiler yarattığını ortaya koymaktadır. Çevresel kalite ile gelir düzeyi arasında U şeklinde bir ilişki olduğu ortaya konmuş ve LCC hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır. Bu, ekonomik büyümenin başlangıç aşamalarında çevresel bozulmayı artırabileceğini, ancak belirli bir gelir seviyesine ulaşıldığında çevresel kaliteyi iyileştirebileceğini göstermektedir. Çalışmanın bulguları, OECD ülkelerinin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşmasında yenilenebilir enerjiye dayalı bir dönüşümün gerekliliğini göstermektedir.

Pata ve Isik. (2021), yük kapasitesi faktörü, biyolojik kapasite ile ekolojik ayak izi arasındaki dengeyi değerlendirerek çevresel kaliteyi kapsamlı bir şekilde analiz etmişlerdir. Ancak çevresel araştırmalar genellikle yalnızca talep tarafına odaklanmakta ve arz tarafını, yani doğanın kapasitesini göz ardı etmektedir. Bu eksikliği gidermek amacıyla yapılan bu çalışma, insan sermayesi, doğal kaynak rantı, kişi başına düşen gelir ve enerji yoğunluğunun yük kapasitesi faktörü üzerindeki etkilerini araştırmıştır. 1981-2017 yıllarını kapsayan ARDL modelini kullanan bu araştırma, Çin için LCC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur.

Erdogan, (2024), 1990'dan 2020'ye kadar olan dönemde kaynak açısından zengin Sahra Altı Afrika ülkelerinde yeni geliştirilen LCC hipotezini benimseyerek doğal kaynakların çevresel sürdürülebilirlik üzerindeki etkisini panel veri yöntemi kullanarak araştırmaktadır. Sonuçlar, eşbütünleşme testleri değişkenler arasında uzun vadeli ilişkinin varlığını gösterirken ekonomik kalkınma ile doğal kaynak rantı arasında U şeklinde bir bağ olduğunu kanıtlamıştır. Yazar bu modelde LCC hipotezi geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Wang vd, (2024), BRICS ülkelerinde nükleer ve yenilenebilir enerji kullanımının çevresel etkilerini, EKC ve LCC hipotezi bağlamında analiz etmek için 1990-2018 yıllarına ait verileri kullanmışlardır. LM-Bootstrap eşbütünleşme testleri ve Drisscoll-Kraay regresyonu kullanılarak değerlendirilen bu çalışmada sonuçlar finansal gelişmenin yük kapasitesi faktörü ile negatif, CO₂ emisyonları ile ise pozitif bir ilişkiye sahip olduğunu ortaya koymuştur. Son olarak yazarlar BRICS ülkeleri için LCC ve EKC hipotezinin geçerli olduğuna dair kanıtlar sunmuşlardır.

Yang vd, (2023), LCC hipotezinin geçerliliğini araştırmak için BRICS ülkeleri ait 1990-2018 yıllarının verilerini kullanmışlardır. BRICS ülkeleri için araştırma yenilenebilir enerji, doğal kaynaklar ve finansal gelişim arasında uzun vadeli bir eşbütünleşme ilişkisinin var olduğunu ortaya koymuştur. CS-ARDL sonuçlarına göre, doğal kaynak yük kapasitesi faktörü arasında negatif bir bağlantı tespit edilmiştir; bu durum, doğal kaynak kullanımının çevre üzerinde baskı yarattığını göstermektedir. Öte yandan, yenilenebilir enerjinin yük kapasitesi faktörünü olumlu yönde etkilediği belirlenmiş ve yenilenebilir enerji kullanımının ekosistemi desteklediği sonucuna varılmıştır. Sonuç olarak, BRICS ülkeleri için LCC hipotezinin geçerliliği doğrulanmıştır.

Deng vd, (2024), bu çalışmada ekonomik karmaşıklık endeksi, enerji güvenliği ve yenilenebilir enerjinin LCC hipotezi üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Seçilen ülkelerde (Çin, Almanya, Hindistan, Japonya, Güney Afrika, Güney Kore, Rusya, İngiltere ve ABD), 1998-2018 yıllarına ait veriler kullanılarak CS-ARDL ve PMG-ARDL panel veri metodolojileriyle gerçekleştirilen analiz, dünyanın en çok emisyon yapan ülkeleri için kısa vadede LCC hipotezinin geçerliliğini ortaya koymuştur. Bulgular, GSYİH ile LCF arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. Yani araştırılan ülke grubunda LCC hipotezi geçerlidir. CS-ARDL sonuçlarına göre, ihracat çeşitlendirmesi, yeşil enerji ve

enerji güvenliği, incelenen ülkelerde çevre kalitesini olumlu yönde etkilemektedir. PMG-ARDL sağlamlık testleri de bu sonuçları destekleyerek, sürdürülebilir enerji politikalarının çevresel iyileşmede oynadığı kritik rolü ortaya koymaktadır.

Değirmenci ve Aydın (2024) bu çalışmada Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi'ne (UNFCCC) bağlı ve gelişmiş sanayi ülkelerini temsil eden Annex II ülkelerinin yeşil inovasyon, yeşil vergi ve teknolojik gelişmelerin LCC hipotezine etkisini panel veri analizi ile araştırmışlardır. 1994-2018 tarihlerine ait veri seti kullanılarak birim kök, eşbütünleşme ve uzun vadeli tahmin edicilerle elde edilen bulgulara LCC modeli için uzun vadeli ilişkiyi doğrulamış olsada CS-ARDL ve panel veri analizimde kullanılan Augmented Mean Group Estimator (AMG) yöntemleri sonucunda tüm Annex II ülkelerinde geçerli olmadığını, ancak Finlandiya özelinde doğrulandığını göstermektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik hedeflerine yönelik çabaların ülkeler arasında farklılık gösterdiğini ve Kyoto Protokolü hedeflerine ulaşılmasına yeterince katkı sağlanmadığını ortaya koymaktadır.

Pata ve Ertuğrul (2023), Hindistan'da jeopolitik risk, beşeri sermaye , küreselleşme, doğal kaynaklar , kentleşme ve gelirin LCF üzerindeki etkisini LCC hipotezi altında incelemişlerdir. Yazarlar gelir artışının zaman içinde çevre kalitesini artırabileceği ve ekonomik gelişmelerin sağladığı fırsatlarla beraber ve beşerî sermaye, doğal kaynak ve küreselleşmenin de çevresel kaliteyi olumlu etkileyeceği sonucuna varmışlardır. AARDL yönteminin kullanıldığı bu çalışmada $GSYH$ negatif , $GSYH^2$ katsayısı pozitif olduğundan Hindistan için LCC hipotezi geçerlidir. Sonuçlara bakıldığında LCC hipotezinin geçerliliği, Hindistan'da kişi başına düşen gelir belirli bir eşiği aştığında, LCF'nin arttığını ve çevre kalitesinin iyileştiğini ortaya koymaktadır

Fang vd, (2024), 1984-2018 dönemine ait veriler ile doğal kaynaklar, biyokütle kullanımı, çevresel sürdürülebilirlik ve politik risk arasındaki ilişki LCC hipotezi ile test etmişlerdir. Yazarlar ARDL modeli ile değişkenlerin uzun vadeli etkilerini incelemişler ve Tayland için LCC hipotezinin geçerli olduğu sonucuna varmışlardır. Çalışmadan elde edilen bulgulara göre biyokütle enerjisi, Tayland'da ekolojik sürdürülebilirliği destekleyen etkili bir araçken doğal kaynaklar, kentleşme ve politik risk, ekolojik sürdürülebilirliği azaltıcı bir rol oynar.

Moussaid vd, (2023), İspanya'nın 1974-2018 dönemi için temiz enerji teknolojisi ve çevre kalitesi arasındaki İlişkiyi araştırmaktadırlar. Analiz için doğrusal olmayan gecikmesi dağıtılmış otorogresif model (NARDL) yöntemini kullanmışlardır. Yazarlar bu çalışmada ekonomik büyümenin ve temiz enerji teknolojilerinin kullanımının İspanya örneğinde çevresel kalite üzerindeki etkisine ilişkin olumlu sonuçlar elde etmişlerdir. Sonuçlar hem kısa hem de uzun vadede İspanya'daki LCC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Sun vd, (2024), 1985-2018 dönemi verileri ile Çin için LCC hipotezinin geçerliliğini ve aynı zamanda EKC hipotezini de incelemişlerdir. Yazarlar araştırmada kullandıkları Bayer-Hanck eşbütünleşme testi ve ARDL, dinamik ARDL yöntemlerinden elde ettikleri sonuçlarda EKC ve LCC hipotezlerinin geçerli olduğunu gözlemlemişlerdir. EKC'den farklı olarak, LCC hipotezi bir bölgenin mevcut yaşam tarzını sürdürülebilirlik becerisini ve doğanın bu baskıya direnme kapasitesini gösterdiğinden biyolojik kapasiteyi ve ekolojik ayak izini çevresel faktörler olarak dahil eder. Araştırmada GSYİH ile çevresel kalite arasında U şeklinde bir bağlantı olduğunu belirtmişlerdir. Bu sebeple yazarlar çalışmalarında GSYH'nin katsayısının negatif ve sonradan eklenen GSYHQ katsayısının pozitif olduğunu analiz sonuçlarından elde etmiş ve Çin için LCC hipotezinin geçerliliğini göstermişlerdir.

2.4. TÜRKİYE İLE İLGİLİ AMPİRİK LİTERATÜR

Türkiye'de çevresel kalite ve sürdürülebilirlik konularında yapılan ampirik çalışmalar, ekonomik kalkınma, yenilenebilir enerji kullanımı, fosil yakıt tüketimi gibi farklı boyutlar etrafında şekillenmektedir. Tablo 1'de Türkiye için EKC ve LCC hipotezini araştıran çalışmalara yer verilmektedir.

Tablo 1. Türkiye İle İlgili EKC ve LCC Literatürü

Çalışma	Açıklayıcı Değişkenler	Hipotez ve Veri Aralığı	Yöntem	Sonuç
Acaroğlu vd, (2023)	• Ekolojik ayak izi • Mal ve hizmet ihracatı • Birincil enerji tüketimi • Kömür tüketimi • Hidroelektrik tüketimi	EKC hipotezi 1971-2015	ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.
Ünlüoğlu ve Dağdemir (2023)	• GSYİH • İmalat sanayisinde tüketilen enerji miktarı	EKC hipotezi 1998-2018	ARDL	EKC hipotezi geçerli değildir.
Şeker ve Avşar (2023)	• Ekolojik ayak izi • GSYH • Türkiye'yi ziyaret eden uluslararası turist sayısı • Küreselleşme endeksi • Kentleşme oranı	EKC hipotezi 1975-2018	ARDL	EKC hipotezi geçerli değildir.
Akca (2021)	• Finansal gelişme • Ekonomik büyüme	EKC hipotezi 1965-2018	A-ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.
Savaş (2024)	• GSYH • Enerji tüketimi • Nüfus artışı	EKC hipotezi 1985-2022	ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.
Savaş (2023)	• GSYH • Tarım • Ticaret	EKC hipotezi 1962-2015	ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.
Bölük ve Mert (2015)	• Ekonomik büyüme • Yenilenebilir kaynaklardan elektrik üretimi	EKC hipotezi 1961-2010	ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.
Pata ve Balsalobre-Lorente (2022)	• GSYH • Enerji tüketimi • Turist sayısı	EKC hipotezi 1965-2017	Yenilikçi dinamik ARDL	EKC hipotezi geçerlidir.

Tablo 1. (Devamı)

Yurtkuran ve Güneysu (2023)	• Ekonomik büyüme • Hidroelektrik enerji tüketimi • Doğumda beklenen yaşam süresi • Finansal katılım	LCC hipotezi 1980-2018	A-ARDL	LCC hipotezi geçerlidir.
Çağlar vd, (2024a)	• Ekonomik büyüme • Yenilenebilir enerji tüketimi • Rekabetçi endüstriyel performans • Ticaret açıklığı	LCC hipotezi 1990-2022	Fourier A-ARDL	LCC hipotezi geçerlidir.
Çağlar vd, (2024b)	• Yenilenebilir enerji Ar-Ge yatırımları • Fosil enerji Ar-Ge yatırımları • Ekonomik büyüme	LCC hipotezi 1986-2022	A-ARDL	LCC hipotezi geçerlidir.
Daştan (2024)	• Yenilenebilir enerji tüketimi • Teknolojik yenilik • Beşerî sermaye	LCC hipotezi 1980-2019	STIRPAT, A-ARDL	LCC hipotezi geçerlidir.
İçen (2024)	• GSYH • Ticari açıklık • Yenilenebilir ve yenilenemeyen enerji tüketimi	LCC hipotezi 1980-2021	A-ARDL	LCC hipotezi geçerlidir.
Güneysu (2023)	• GSYH • Küreselleşme • Sanayileşme • Finansal Gelişim	LCC hipotezi 1970-2018	Bayer-Hanck, tamamen değiştirilmiş en küçük kareler (FMOLS) ve dinamik en küçük kareler (DOLS)	LCC hipotezi geçerlidir.
Çamkaya (2024)	• GSYH • Kentleşme	LCC hipotezi 1961-2022	DOLS ve Toda-Yamamoto	LCC hipotezi geçerlidir.
Topal (2024)	• Ekonomik büyüme • Doğrudan yabancı yatırımlar • Birincil enerji tüketimi	LCC hipotezi 1973-2022	ARDL	LCC hipotezi geçerli değildir.

Sonuç olarak, Türkiye üzerine yapılan ampirik çalışmalar, çevresel kalite ve sürdürülebilirlik konularında çeşitli yöntemlerle çeşitli analizler sunmaktadır. Bu çalışmalar, Türkiye'de LCC hipotezinin geçerli olup olmadığı farklı sonuçlar ile karmaşıklık yaratmaktadır. Bu karmaşıklığın en güncel ekonometrik yöntemler ile bu çalışmada giderilmesi amaçlanmaktadır.

2.5. YEŞİL YATIRIMLAR VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ

Yeşil yatırımlar, çevresel kaliteyi artırarak sürdürülebilir kalkınmayı destekleyen önemli bir araçtır. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik eden bu yatırımlar, karbon emisyonlarını azaltmayı ve çevresel bozulmayı minimum seviyeye indirmeyi amaçlamaktadır. Özellikle rüzgâr, güneş ve hidroelektrik enerji projeleri, fosil yakıtlara bağımlılığı azaltarak çevre üzerindeki baskıyı hafifletebilmektedir. Aşağıda mevcut literatürde yeşil yatırımların çevreye olan etkilerini araştıran çalışmalar incelemektedir.

Ergün ve Polat (2024) tarafından gerçekleştirilen çalışmada, Türkiye’de 1995-2020 yılları arasındaki dönemde yeşil inovasyon, finansal gelişme ,yenilenebilir enerji kullanımı, ekonomik büyüme, ve çevresel kirlilik arasındaki ilişkiler Johansen eşbütünleşme analizi ve nedensellik testleri aracılığıyla incelenmiştir. Ampirik sonuçlar, yeşil yatırımların CO₂ emisyonlarını azaltmada etkili olduğunu göstermiştir. Bu çalışmada Ekonomik büyüme ile çevresel zararların azaltılması, yeşil yatırımların doğru kullanılmasıyla mümkün olacağı ve daha sürdürülebilir bir kalkınma için hükümetlerin, yeşil yatırımları teşvik eden politikalar geliştirmesi gerektiği vurgulanmıştır.

Çağlar ve Ulug (2022), araştırmalarında enerji verimliliğine yatırım yapan IEA (International Energy Agency) ilk beş ülkesi için 1985-2019 yılları arasında enerji verimliliği Ar-Ge yatırımları (yeşil yatırımlar), ekonomik büyüme, ticaret açıklığı ve doğal kaynakların CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri, Artırılmış Ortalamalar Grubu ve Ortak İlişkili Etkiler Ortalama Grup yöntemleri ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak doğal kaynaklar çevresel kaliteyi artırmaktadır. Fakat doğal kaynakların uygun şekilde kullanılması CO₂ emisyonlarını azaltmada etkili olmaktadır. İlk beş IEA ülkesinde enerji verimliliği Ar-Ge bütçelerinin CO₂ emisyonlarını azaltmadığı görülmektedir.

Kartal vd, (2023), Japonya için temiz enerji Ar-Ge yatırımlarının (yeşil yatırımlar) çevresel etkisini araştırmışlardır. Çalışmada 1974-2018 dönemini Fourier tabanlı yaklaşımlarla (temel model olarak FMOLS ve sağlamlık için DOLS ve CCR) incelemişlerdir. Sonuçlar ekonomik büyüme ve finansal gelişimin çevresel kalitenin azalmasına neden olduğunu ortaya koymaktadır. Yazarlar çalışmada nükleer enerji Ar-Ge yatırımlarının çevre üzerinde belirgin bir etkisi olmadığı sonucuna varmışlardır.

Hailemariam vd, (2022), yenilenebilir enerji teknolojilerine (yeşil yatırım) yapılan yatırımların sera gazı emisyonları ve çevre üzerindeki etkisini araştırmak için 1980-2020 yıllarına ait verileri kullanarak gelişmiş ve gelişmekte olan 27 ülkeye ait verilerle geniş bir panel çalışması ortaya koymuşlardır. Elde edilen sonuçlar incelendiğinde düşük karbonlu teknolojilerde yapılan Ar-Ge çalışmaları, çevresel kaliteyi önemli ölçüde artırmaktadır.

Ahmad vd, (2022), OECD ülkelerinde EKC hipotezi çerçevesinde finansal risk, yenilenebilir enerji teknolojisi yatırımları (yeşil yatırımlar) ve ekolojik ayak izi arasındaki dinamik bağlantıyı araştırmışlardır. 18 OECD ülkesinin 1984-2018 dönemine ait verileri, gelişmiş panel veri tahmin yöntemleri (CIPS ve CADF birim kök, FMOLS ve DOLS sağlamlık testleri, CS-ARDL yöntemi) ile incelemişlerdir. Sonuçlar, finansal riskin azalmış olmasının çevre kalitesini iyileştirdiğini, ekonomik küreselleşme ile çevre kirliliği arasında olumsuz bir ilişki bulunduğunu göstermiştir.

Ahmed vd, (2022), 1974-2017 dönemi veri setini kullanarak Japonya'da nükleer ve yenilenebilir enerji ile ekonomik büyüme için yapılan kamu Ar-Ge yatırımlarının (yeşil yatırımlar) CO₂ emisyonları üzerindeki simetrik ve asimetrik etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda Japonya'da temiz enerji Ar-Ge projelerine yapılan kamu yatırımlarının, CO₂ emisyonlarını azaltmada etkili olduğu gözlemlenmiştir.

Pata vd, (2023), temiz enerjiye yatırım yapan büyük ekonomiye sahip ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri'ni (ABD), temiz enerji teknolojilerinin (yeşil yatırımlar), beşerî sermayenin, kentleşmenin ve gelirin çevre kalitesi üzerindeki etkilerini 1974-2018 dönemine ait veri setini kullanarak incelemişlerdir. ARDL modelinden elde edilen sonuçlarda kentleşme ve ekonomik büyümenin çevresel kaliteyi negatif olarak etkilediği fakat beşerî sermayenin çevresel kaliteyi pozitif yönde etkilediği görülmüştür

Çağlar vd, (2024c), yeşil yatırım ve yeşil inovasyonun çevresel etkilerini analiz ettikleri bu çalışmada CCPI (Climate Change Performance Index) ülkeleri için araştırmışlardır. Veri seti olarak 1995-2020 yıllarını baz alan yazarlar ikinci nesil panel birim kök ve eş-bütünleşme yaklaşımlarını kullanmışlardır. Sonuçlar, en yüksek CCPI puanına sahip AB-5 ekonomilerinde (Almanya, Danimarka, Hollanda, İsveç ve Portekiz), yeşil yatırımlar ve yeşil inovasyonların uzun vadede LCF üzerinde olumlu ve anlamlı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, doğal kaynak tüketimi çevresel kaliteyi azaltmaktadır. Ayrıca sonuçlar, gelir artışının LCF'yi olumlu etkilediğini, gelirin karesindeki artışın uzun vadede çevresel kaliteyi azaltarak ters U şeklinde bir ilişki olduğunu göstermektedir. Yazarlar çalışma için seçmiş oldukları ülkelerde LCC hipotezinin geçerli olmadığı sonucuna varmışlardır.

2.6. YEŞİL PATENTLER VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ

Yeşil patentler, çevresel sürdürülebilirliği teşvik etmek amacıyla geliştirilen teknolojik yeniliklerle birlikte çevresel kaliteyi artırmada önemli bir araç olarak görülmektedir. OECD (2021) raporuna göre, yenilenebilir enerji teknolojileri, enerji verimliliği çözümleri, atık yönetimi yenilikleri ve karbon emisyonlarını azaltıcı uygulamalar, yeşil patentlerin odaklandığı başlıca alanlar arasında yer almaktadır. Bu patentlerin amacı, çevresel problemlere yenilikçi çözümler sunarak çevre kalitesinin iyileştirilmesine katkıda bulunmaktır. Literatürdeki ilgili çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Oğul (2022) 1990-2018 dönemine ait yıllık verilerden yararlanarak çevresel teknolojik yeniliklerin (patentler), yenilenebilir enerji kullanımının ve ekonomik büyümenin çevresel kirlilik üzerindeki etkilerini incelemiştir. Çalışmada çevresel teknolojik inovasyonları temsil etmek amacıyla çevreye yönelik patent sayısı kullanılırken, çevresel kirliliğin ölçümünde ekolojik ayak izi göstergesi tercih edilmiştir. Ekolojik ayak izi, çevresel bozulmayı kapsamlı bir biçimde değerlendiren önemli bir ölçüt olarak öne çıkmaktadır. Değişkenlerin arasındaki eşbütünleşme ilişkisi ARDL sınır testi yöntemiyle analiz edilmiştir. Sonuçlar hem uzun vadede hem de kısa vadede çevresel teknolojik yeniliklerle yenilenebilir enerji tüketimindeki artışların ekolojik ayak izini azalttığını, buna karşılık ekonomik büyümenin ekolojik ayak izi üzerinde artırıcı bir etkide bulunduğunu göstermiştir.

Bindi (2019), yeşil inovasyonun karbon emisyonları üzerindeki etkisini çevresel patent sayılarından yararlanarak araştırmıştır. 1976-2012 dönemine ait verilerle 47 ülkeden oluşan panel çalışması sunmuştur. Yazar iki yönlü sabit etkilere sahip bir OLS yöntemini kullanarak elde ettiği bulgulara teknolojik yeniliklerle karbon emisyonları arasında pozitif yönde bir ilişki olduğu sonucuna varmıştır. Yani kirlilik, yeni enerji verimli teknolojiler benimsenerek azaltılabilir sonucuna varmıştır.

Güven (2023), çalışmasında çevresel inovasyonun Türkiye’deki karbon ayak izi üzerindeki etkilerini incelemektedir. 1992-2018 dönemi yıllık verileri kullanılarak değişkenler arasındaki doğrusal olmayan ilişkileri analiz etmek amacıyla Eşik Otoregresif Model (TAR) yöntemini uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlarda çevresel inovasyon düzeyinin %11,50 eşik değerinin altında olduğu durumlarda karbon ayak izini artırdığını (0.085 katsayı değeri) ve eşik değeri aşıldığında bu artışın daha belirgin hale geldiğini (0.189 katsayı değeri) ortaya koymuştur. Çevresel inovasyonların karbon ayak izi üzerinde net artırıcı bir etkiye sahip olduğunu göstermiştir.

Yağış (2024), 1984-2021 yılları arasında Türkiye’ye ait yıllık verilerle, ekonomik büyümenin ve teknolojik inovasyonların çevre kalitesi üzerindeki etkilerini incelemek için karbon emisyonu bağımlı değişken olarak ele alınırken, patent başvuruları, ekonomik büyüme ve kentleşme kontrol değişkenleri olarak modele dahil edilmiştir. Analizde ARDL sınır testi yaklaşımı uygulanmış ve teknolojik yeniliklerin çevresel bozulmayı azalttığı, buna karşın ekonomik büyüme ve kentleşmenin karbon emisyonlarını artırdığı sonucuna varılmıştır. Özellikle, ekonomik büyümede ve kentleşmede gerçekleşen %1’lik bir artışın karbon emisyonlarını sırasıyla %0,95 ve %1,54 oranında artırdığı; buna karşın teknolojik yenilikteki %1’lik bir artışın karbon emisyonlarını %-0.55 oranında azalttığı tespit edilmiştir. Bu bulgular, sürdürülebilir kalkınma hedefleri doğrultusunda teknolojik yeniliklerin teşvik edilmesinin ve kentleşmenin çevresel etkilerini minimize eden politikaların geliştirilmesinin önemine işaret etmektedir.

Aktaş ve Bilgili (2022), çevre teknolojisi patentleri ve yenilenebilir enerjinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini incelemişlerdir. Yazarlar G-20 ülkelerinde 1994-2017 yılları arasında kişi başına düşen ekolojik ayak izi oranlarının Kruskal-Wallis tek yönlü varyans analizi, Friedman testi ve Spearman testleri ile anlamlı olup olmadığını araştırmışlardır. Sonuçlar patentlerin kişi başına düşen ekolojik ayak izi üzerinde belirgin

bir etkisi bulunmazken, yenilenebilir enerjideki küçük ölçekli artışların bile ekolojik ayak izini azaltmada olumlu bir katkı sağladığını göstermektedir.

Akyol ve Mete (2021), bağımsız değişken olarak enerji tüketimi, GSYH ve teknolojik inovasyon (patent); bağımlı değişken olarak CO2 emisyonu verilerini kullandıkları bu çalışmada çevresel teknolojik yeniliklerin CO2 emisyonu üzerindeki etkisini araştırmışlardır. OECD kurucusu 18 ülkenin 2005-2018 dönemine ait verileri ve teknolojik inovasyon göstergesi olarak iklim değişikliğini önlemek amacıyla patent sayıları kullanmışlardır. Panel genelleştirilmiş momentler yönteminden (GMM) yararlanılan bu analizde sonuçlar enerji tüketimi ve ekonomik büyümedeki artışın CO2 emisyonunu artırdığını ama patent sayılarındaki artışın CO2 emisyonunu azalttığını göstermektedir.

2.7. KÜRESELLEŞME VE ÇEVRESEL KALİTE İLİŞKİSİ

Küreselleşmenin dünya ekonomisi üzerindeki etkileri, uluslararası ticaret, yatırımlar ve bireylerin artan mobilizasyonu ile birlikte ülkelerin küresel entegrasyon çabalarını hızlandırmıştır. Bu süreçte, bireylerin yüksek yaşam kalitesine olan talepleri de önemli ölçüde artmıştır ve bu taleplerin en fazla yansıdığı alan çevre olmuştur. Küreselleşmenin çevreyi nasıl etkilediğine dair yapılan çalışmalar aşağıda yer almaktadır.

Manga ve Cengiz (2020), Türkiye’nde içinde bulunduğu Kazakistan, Kırgızistan, Azerbaycan, Türkmenistan, Tacikistan, ile Özbekistan’dan oluşan Türki Cumhuriyetlerde EKC hipotezi, ekonomik, politik ve sosyal küreselleşme göstergeleri çerçevesinde incelemişlerdir. 1991-2014 dönemine ait verilerin panel ARDL yöntemiyle analiz edildiği çalışmada, uzun dönem sonuçları, ekonomik büyümenin belirli bir gelir seviyesinin üzerine çıktığında çevre tahribatının azaldığını, kısa dönemde ise ekonomik büyüme ve enerji kullanımı çevre tahribatını artırıcı etkiler gösterirken, küreselleşmenin belirli boyutlarının çevre üzerindeki olumsuz etkileri azalttığı görülmüştür. Ancak kısa vadede bazı göstergeler ile çevre tahribatı arasında anlamlı bir ilişki tespit edilmemiştir.

Alancıoğlu ve Miçooğulları (2024), ekonomik büyüme ve küreselleşmenin çevresel kalite üzerindeki etkisi Türkiye’nin 1980-2021 dönemi için ARDL sınır testinden yararlanılarak incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlara göre, küreselleşmenin varlığında hem kısa hem de uzun vadede ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme arasında ters U

şeklinde bir ilişkinin olduğu görülmüştür. Ayrıca, küreselleşmenin kısa dönemde ekonomik büyüme boyutlarının pozitif olduğunu, uzun dönemde ise ekonomik küreselleşmenin negatif, politik ve sosyal küreselleşmenin ise pozitif olduğu tespit edilmiştir.

Özkan ve Çoban (2022) ise Türkiye'nin 1970-2018 dönemine ait verilerini kullanarak doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme ve ekonomik küreselleşmenin çevresel etkileri ile kirlilik halesi hipotezinin için geçerliliğini KRLS yaklaşımı ile incelemişlerdir. Sonuçlar, doğrudan yabancı yatırımların çevre kalitesini artırarak kirlilik halesi hipotezini desteklediğini, ekonomik büyümenin çevre kalitesini olumsuz etkilediğini ve ekonomik küreselleşmenin çevreye olumlu katkı sağladığını göstermiştir.

Afşar ve Yüksel (2022), ekonomik küreselleşme ve finansal gelişmenin, Türkiye'de karbon emisyonlarındaki asimetrik etkisini araştırmak amacı ile 1980-2019 yıllarına ait veriler kullanılarak NARDL yaklaşımı ile incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlarda küreselleşmenin hem uzun hem de kısa vadede karbon emisyonlarının artışında etkili bir rol oynadığını, finansal gelişmelerdeki pozitif şokların çevresel bozulmayı önlemeye katkı sağladığı, buna karşın negatif şokların karbon emisyonlarını artırarak çevreyi olumsuz etkilediği belirlenmiştir.

Karaca vd, (2023), 1990-2018 dönemi boyunca Türkiye'de çevresel kaliteyi etkileyen temel faktörleri incelemişlerdir. Çevresel kalite göstergesi olarak ekolojik ayak izini kullanmış, enerji tüketimi, finansal gelişme, küreselleşme ve ekonomik büyüme açıklayıcı değişkenler olarak değerlendirilmişlerdir. Çevresel kaliteyi etkileyen faktörler için Fourier ADF testi ile değişkenlerin durağanlığı analiz etmiş ve Fourier Engle-Granger eşbütünleşme testi ile değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkileri araştırmışlardır. Ardından, açıklayıcı değişkenlerin ekolojik ayak izi üzerindeki etkilerini değerlendirmek için FMOLS, DOLS ve CCR tahmin yöntemleri kullanılmışlardır. Elde edilen sonuçlar, enerji tüketiminin çevresel bozulmayı artıran başlıca faktör olduğunu, küreselleşme ve ekonomik büyümenin ise çevresel kaliteyi iyileştirme potansiyeline sahip olduğunu göstermiştir.

Kardaslar (2022), ekonomik büyüme, enerji tüketimi ve küreselleşme sürecinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisini Türkiye'nin 1980-2017 dönemine ait verilerle incelemiştir. Yazar, Fourier gecikmesi dağıtılmış (ADL) eşbütünleşme yöntemi

kullanılarak ekolojik ayak izi ile ekonomik büyüme, enerji tüketimi, nüfus yoğunluğu ve ekonomik küreselleşme arasındaki uzun dönemli ilişkiler analiz etmiştir. Fourier ADL eşbütünleşme sonuçları, bu değişkenler ile ekolojik ayak izi arasında uzun dönemli bir ilişkinin varlığını ortaya koymuştur. Uzun dönemli katsayılar, Dinamik En Küçük Kareler (DEKK) yöntemiyle hesaplanmış ve ekonomik büyüme ile enerji tüketiminin ekolojik ayak izi üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi olduğunu belirlemiştir. Buna karşılık, ekonomik küreselleşme ve nüfus yoğunluğu değişkenlerinin ekolojik ayak izi üzerindeki etkisi pozitif olsa da istatistiksel olarak anlamsız bulunmuştur. Bu sonuçlar, enerji tüketiminin ve ekonomik büyümenin çevresel etkiler açısından kritik bir rol oynadığını, küreselleşme ve nüfus yoğunluğunun ise bu dönemdeki çevresel etkilerinin daha sınırlı olduğunu göstermektedir.

Aykırı ve Bulut (2019), ekonomik küreselleşme, gelir ve doğrudan yabancı yatırımların çevre üzerindeki etkisini araştırmışlardır. 1975-2014 dönemi kapsayan verilerle çalışmışlardır. Yazarlar, FMOLS, DOLS ve kanonik eşbütünleşik regresyon (CCR) tahmincilerini kullanarak Türkiye için bu çalışmayı yorumlamışlardır. Elde edilen sonuçlarda ekonomik küreselleşmenin, gelirin ve doğrudan yabancı yatırımların, CO2 emisyonlarını pozitif yönde etkilediği gözlemlenmiştir. Yazarlar bu çalışmada Türkiye ekonomisi için ekonomik küreselleşme, kişi başına gelirdeki yükseliş ve buna bağlı olarak artan doğrudan yabancı yatırımların çevresel kirliliği artırdığını ortaya koymuşlardır.

Polat ve Ergün (2023), farklı küreselleşme türlerinin (ekonomik, sosyal ve politik) ve ekonomik büyümenin çevre kalitesi üzerindeki etkisini ÇKE hipotezi ışığında araştırmışlardır. Türkiye için 1970-2018 dönemine ait verileri kullanmışlardır. Johansen eşbütünleşme, uzun dönem katsayıları FMOLS ve DOLS tahmincileri ve VECM Granger nedensellik testi ile incelemişlerdir. Türkiye’de ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu kanıtlayan sonuçlara göre FMOLS tahmincisi için kişi başına CO2 emisyonu üzerinde kişi başına GSYH pozitif, kişi başına GSYH’nin karesi ise negatif yönde ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Aynı zamanda, ekonomik küreselleşme CO2 emisyonlarını artırıcı bir rol oynarken, politik küreselleşme ise emisyonları azaltıcı bir etki göstermektedir. DOLS tahmincisi sonuçları da benzer şekilde, kişi başına CO2 emisyonunun kişi başına GSYH, ekonomik ve sosyal küreselleşme tarafından pozitif yönde etkilendiğini, buna karşılık kişi başına GSYH’nin karesi ile politik küreselleşmenin emisyonları azaltıcı bir rol oynadığını ortaya koymaktadır.

Çoban ve Özkan (2022), küreselleşme ve ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkisini Türkiye için 1970-2019 dönemine ait verilerle araştırmışlardır. Yeni bir yöntem olan dinamik ARDL modelinden elde edilen sonuçlarda küreselleşme ve çevresel kalite arasındaki ilişki incelendiğinde küreselleşmenin CO₂ emisyonlarını yalnızca uzun dönemde artırdığı görülmüştür. Ekonomik büyümenin ise ilk olarak çevresel kaliteyi olumsuz yönde etkilediği, sonrasında ise olumlu yönde etkilediğini tespit etmişlerdir. Yazarlar incelenen dönem itibarıyla Türkiye’de ÇKE hipotezinin de geçerli olduğu sonucuna varmışlardır.

Özgün (2024), Türkiye örneği üzerinden yola çıkarak kentleşme ve küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisini araştırmıştır. Analiz için 1980-2021 dönemi verilerini ve ARDL yöntemini kullanmıştır. Küreselleşmeyi, ekonomik, sosyal ve politik olmak üzere üç farklı şekilde incelemiştir. Yazarın elde ettiği sonuçlarda uzun dönemde ekonomik ve sosyal küreselleşmedeki artış CO₂ emisyonunda artışa sebep olarak çevre kalitesini bozduğu gözlemlenmiştir. Fakat politik küreselleşmenin artması CO₂ emisyonunda azalışa sebep olduğu dolayısıyla çevre kalitesini arttırdığı sonucuna ulaşmıştır.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÜK KAPASİTE FAKTÖRÜ EĞRİSİ HİPOTEZİNİN TÜRKİYE İÇİN AMPİRİK OLARAK ARAŞTIRILMASI

3.1. VERİ SETİ VE MODEL

Bu çalışmanın amacı Türkiye’de 1992-2021 dönemine ait verileri kullanılarak ekonomik büyüme (GSYH), yeşil yatırımlar (GINV), yeşil patentler (GPAT) ve küreselleşme (KOF)’nin LCF üzerindeki etkisini araştırmaktır. GSYH, GINV, GPAT ve KOF açıklayıcı değişken LCF ise bağımlı değişken olarak belirlenmiştir. Bu çalışmada kullanılan değişkenlerin tanımı Tablo 2’ de gösterilmektedir.

Tablo 2. Değişkenlerin Tanımları

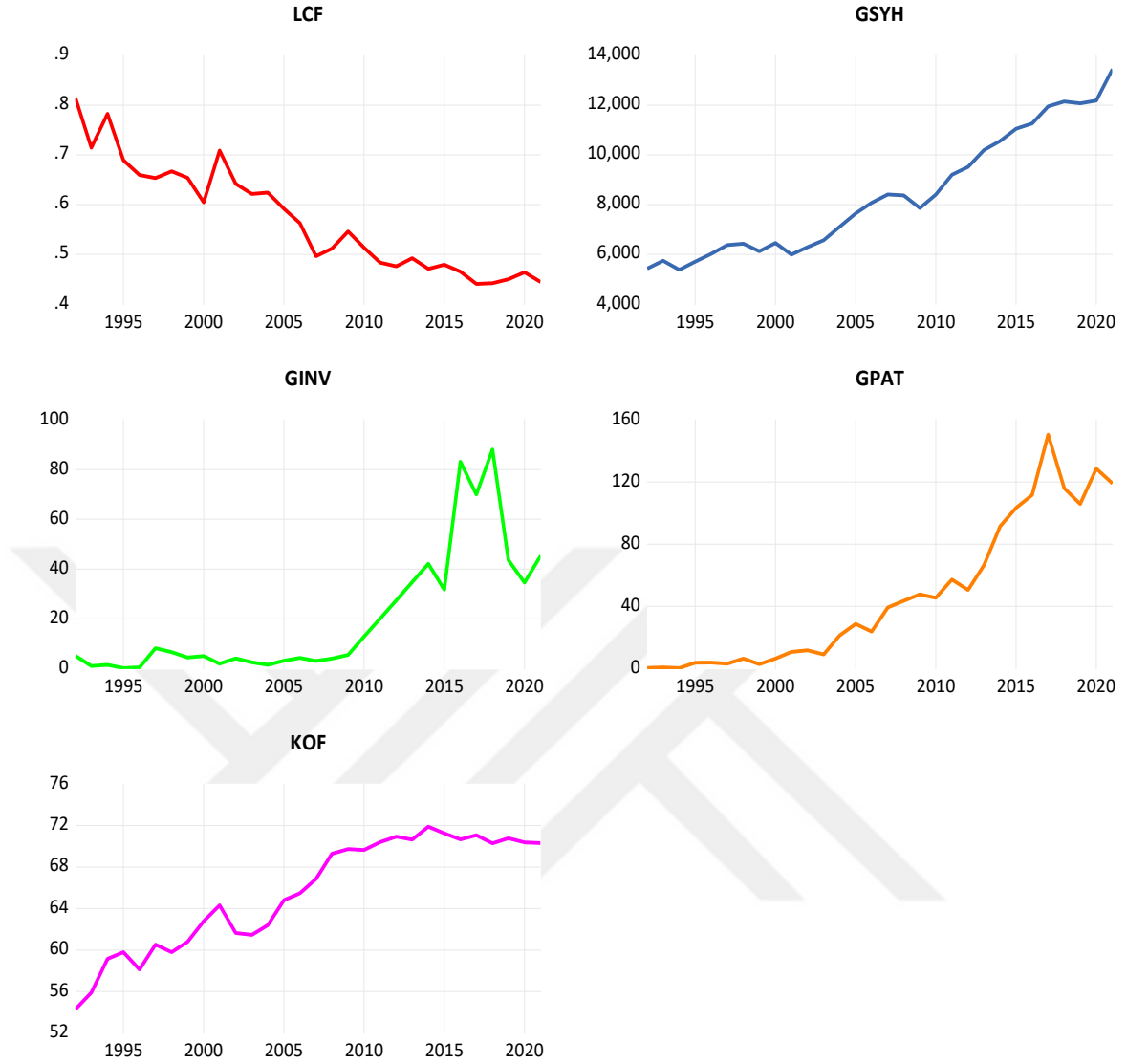
Değişken	Kısaltma	Ölçüm birimi	Kaynak
Yük kapasite faktörü	LCF	Biyokapasite/Ekolojik ayak izi, kişi başına cinsinden (Gha)	Global Footprint Network (2024)
Ekonomik büyüme	GSYH	Sabit fiyatlarla 2015 dolar cinsinden kişi başına gayri safi yurt içi hasıla	Dünya Bankası (2024)
Yeşil yatırımlar	GINV	Yenilenebilir enerji araştırma ve geliştirmesine harcanan bütçe, sabit fiyatlarla 2015 dolar cinsinden	IEA (2024)
Yeşil patentler	GPAT	Çevre teknolojileri üzerine alınan patentler, toplam patent cinsinden	OECD (2024)
Küreselleşme	KOF	Küreselleşme indeksi	Dreher (2006)

Tablo 3’te ise değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır.

Tablo 3. Değişkenlerin Tanımlayıcı İstatistikleri

İstatistikler	LCF	GSYH	GINV	GPAT	KOF
Ortalama	0.572	8399.288	19.899	47.039	65.509
Ortanca	0.554	7968.602	5.333	34.046	66.165
Maksimum	0.815	13449.930	88.039	150.450	71.898
Minumum	0.441	5376.159	0.266	0.333	54.273
Std. Sapma	0.109	2464.418	25.224	46.797	5.369
Çarpıklık	0.498	0.508	1.444	0.735	-0.431
Basıklık	2.161	1.917	4.088	2.168	1.836
Jarque-Bera	2.120	2.757	11.911	3.567	2.620
Olasılık	0.346	0.252	0.003	0.168	0.270
Gözlem	30	30	30	30	30

Tablo 3'teki istatistiklere göre Türkiye'de LCF ortalama 0.572 gha'dır. Yani Türkiye'nin ortalama değeri 1'in altında olduğu için çevre sürdürülebilir değildir. En yüksek LCF değeri 0.815 gha olarak ölçülmüştür. Bu değer 1'e yakınlaşmış olsa bile yine de çevresel sürdürülebilirlik henüz gerçekleştirilmemiştir. Türkiye için en düşük LCF değeri ise 0.441 gha'dır. GINV ve GPAT değişkenlerinde standart sapma değerlerinin yüksek olması, bu değişkenlerin daha geniş bir yayılıma sahip olduğunu göstermektedir. Buna karşılık, LCF ve KOF değişkenlerinde standart sapma daha düşük olup, bu değişkenlerin değerlerinin daha dar bir aralıkta toplandığı söylenebilir. LCF, GSYH, GINV ve GPAT değişkenleri sağa çarpık olduğu görülmektedir. KOF değişkeninde çarpıklık değeri ise -0.431 olup bu değişkenin sola çarpık bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir. GINV değişkeninin basıklık değeri 4.088 olup, normal dağılımdan daha sivri bir dağılım gösterdiğini ifade etmektedir. Diğer değişkenlerin basıklık değerleri 3'ün altında olup, bu değişkenlerin normal dağılıma kıyasla daha basık bir dağılım gösterdiği söylenebilir. Verilerin normal dağılımını gösteren Jarque-Bera testi sonucuna göre LCF, GSYH, GPAT ve KOF değişkenleri için p değerleri sırasıyla 0.346, 0.252, 0.168 ve 0.270'tir. Bu değerlerin 0.05'ten büyük olması, söz konusu değişkenlerin normal dağılıma yakın olduğunu göstermektedir. GINV değişkenine ait p değeri 0.003'tür. Bu değer 0.05'ten küçük olduğundan, değişkenin normal dağılmadığı anlaşılmaktadır.



Şekil 4. Değişkenlerin Zaman Yolu Patikası

Şekil 4 incelendiğinde, LCF genel olarak düşüş eğiliminde olup, zaman içinde belirgin bir azalma göstermektedir. Bu da Türkiye'de çevresel kalitenin zamanla azaldığını göstermektedir. GSYH 1995 yılından itibaren sürekli bir artış trendi sergileyerek ekonominin genel olarak büyüdüğünü göstermektedir. Ancak bu büyüme sürecine eşlik eden diğer faktörler de incelenmelidir. GINV 2010 yılına kadar düşük seviyelerde seyrederken, bu tarihten sonra keskin bir artış göstermiş ve 2015 yılından 2020 yılına kadar yüksek dalgalanmalar yaşamıştır. Patent başvurularını gösteren GPAT verisi de 2003'ten 2015'e kadar yükselerek inovasyon ve teknolojik gelişmelerin ekonomi içindeki payının arttığını göstermektedir. Bununla birlikte, GPAT'ın dönemsel dalgalanmalar göstermesi, inovasyon faaliyetlerinin zaman zaman hız kazandığını, ancak

bazı dönemlerde durağanlaştığını göstermektedir. Öte yandan, KOF incelendiğinde, 1995 yılından itibaren sürekli bir artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Genel olarak değerlendirildiğinde, GSYH ve KOF sürekli bir artış gösterirken, GINV ve GPAT dalgalı bir seyir izlemektedir. Bu durum, ekonomik büyümenin sürdüğünü ancak bazı göstergelerin dönemsel dalgalanmalar yaşadığını göstermektedir.

LCF'nin bağımlı, GINV, GPAT ve KOF bağımsız değişken olduğu bu çalışmada Türkiye'de LCC hipotezinin geçerliliğini araştırmak için aşağıdaki ekonometrik model kullanılacaktır;

$$LCF_t = \beta_0 + \beta_1 GSYH_t + \beta_2 GSYH_t^2 + \beta_3 GINV_t + \beta_4 GPAT_t + \beta_5 KOF_t + u_t \quad (2)$$

Denklem 2'de β_0 sabit terimi, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4$ ve β_5 değişkenlerin katsayılarını, t zamanı ve u_t hata terimini belirtmektedir. LCC hipotezinin geçerli olabilmesi için β_1 katsayısının negatif, β_2 katsayısının ise pozitif olması gerekmektedir. Bu durumda ekonomik büyüme ile çevresel kalite arasındaki ilişki U şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna varılmaktadır. Başlangıçta, $\beta_1 < 0$ olduğundan, ekonomik büyümenin artması çevresel bozulmayı da artırmaktadır. Ancak $\beta_2 > 0$ olduğu için belirli bir gelir seviyesinin ardından çevresel bozulma azalmaya başlayacak ve çevresel kalite iyileşecektir. Bu durum, ekonomik büyümenin ilk aşamalarda çevreye zarar verdiğini ancak zamanla sürdürülebilir kalkınma politikaları, teknolojik ilerlemeler ve çevre dostu yatırımlar sayesinde çevresel kalitenin artabileceğini göstermektedir. Çalışmamızda diğer değişkenler için herhangi bir işaret beklentimiz yoktur. GINV katsayısı ve GPAT katsayısı yani $\beta_3, \beta_4 > 0$ her ikisi de pozitif, KOF katsayısı ise $\beta_5 < 0$ negatif veya $\beta_5 > 0$ pozitif etkileyebilir.

3.2. EKONOMETRİK YÖNTEMLER

Bu çalışmada ekonometrik analizin ilk aşaması birim kök testleriyle başlamaktadır. Bu aşamada, zaman serilerinin durağanlık analizi için geleneksel ve yapısal kırılmalı birim kök testlerinden faydalanılmıştır. Geleneksel birim kök testleri arasında yaygın olarak kullanılan ADF, PP ve Ng-Perron testleri yer almaktadır. Ancak, ekonomik zaman serileri genellikle yapısal kırılmalara maruz kalabildiğinden, serilerin kırılma noktalarını belirlemek amacıyla ZA ve LS testleri de uygulanmıştır. Yapılan analizlerde serilerin hem seviye değerleri hem de birinci farkları dikkate alınarak durağanlık durumları incelenmiş

ve sonuçlar anlamlılık seviyelerine göre karşılaştırılmıştır. Bu kapsamlı yaklaşım, serilerde meydana gelen yapısal değişimlerin durağanlık üzerindeki etkilerinin detaylı bir şekilde değerlendirilmesini sağlamaktadır.

Durağanlık analizinin ardından, değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisini belirlemek amacıyla genişletilmiş ARDL yöntemi kullanılmaktadır. Bu model, Sam (2019) tarafından geliştirilen geleneksel ARDL yaklaşımının bir türevidir ve seriler arasındaki hem kısa dönemli hem de uzun dönemli denge ilişkilerini analiz etmek için oldukça etkili bir yöntem sunmaktadır. Genişletilmiş ARDL modeli, farklı entegrasyon seviyelerine sahip değişkenleri aynı anda ele alabilmesi sayesinde, ekonometrik analizlerde önemli yere sahiptir. Özellikle, bağımlı değişkenin birim kök içermesi gerekliliğini ortadan kaldırarak daha geniş bir uygulama alanına olanak tanımaktadır. Bu modelin en önemli noktası, eşbütünleşmenin gerçekleşebilmesi için üç ayrı testten geçmesidir. Bağımlı değişken için t testi, bağımsız değişkenler için F testi ve modelin genel uyumluluğunu belirlemek amacıyla F testi uygulanmaktadır. Böylece, genişletilmiş ARDL yöntemi istikrarlı ve güvenilir sonuçlar sunan güçlü bir araç haline gelmektedir. Çalışma kapsamında, Pesaran, Shin ve Smith (2001) tarafından geliştirilen ARDL modelinin genişletilmiş versiyonu, Türkiye'ye ait en güncel veriler kullanılarak analiz edilecektir. Ve son olarak oluşturulan modelin güvenilirliğini ve ekonometrik açıdan geçerliliğini değerlendirmek amacıyla öncelikle, eşbütünleşme testi ile modelde yer alan değişkenlerin uzun vadede birlikte hareket edip etmediği incelenmektedir. Daha sonra modelin doğruluğunu ve güvenilirliğini değerlendirmek için çeşitli spesifikasyon testleri uygulanmıştır. Hata terimlerinde değişen varyans olup olmadığını araştırmak için White testi, hata terimleri arasında otokorelasyon olup olmadığını LM testi, hata terimlerinin normal dağılıma uygunluğunu ise Jarque-Bera normallik testi ile değerlendirmiştir. Ramsey RESET testi, modelin doğru bir fonksiyonel forma sahip olup olmadığını test etmiştir. CUSUM ve CUSUMSQ testleri, modelin zaman içindeki kararlılığını değerlendirmiştir.

3.2.1. Geleneksel Birim Kök Testleri

Bir iktisadi zaman serisinin birim kök süreci olup olmadığını belirlemek ekonometri açısından önemli bir konudur. Denge, zaman içinde bir değişim eğilimi göstermeyen bir durumu ifade ettiğinden, istatistiksel olarak bu durum durağanlık

kavramıyla tanımlanır (İğde, 2010). Makroekonomik zaman serilerinin durağan olup olmadığını test etmek amacıyla çeşitli birim kök testleri kullanılmıştır. Eğer bir zaman serisinde birim kök bulunmuyorsa, yani seri durağansa, seri sabit bir uzun vadeli ortalama etrafında dalgalanmaktadır. Ancak, durağan olmayan seriler belirli bir denge seviyesine dönme eğilimi göstermemektedir. Varyansları ise zaman içinde değişkenlik göstermektedir (Glynn vd, 2007). Bu tür seriler, rastgele şoklardan kalıcı olarak etkilenir ve dolayısıyla rassal yürüyüş süreci izlemektedir. Eğer bir seri durağan değil ancak birinci farkı alındığında durağan hale geliyorsa, bu durum serinin birim kök içerdiğini göstermektedir (Mert ve Çağlar, 2019). Geleneksel birim kök testleri; ADF, PP, Kwiatkowski-Philips-Schmidt-Shin (KPSS), Dickey Fuller GLS (ERS), Elliot, Rothenberg ve Stock (ERS) testi ve Ng-Perron testleri olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu çalışma için uygun görülen ADF, PP ve Ng-Perron testleri kullanılacaktır.

3.2.1.1. ADF Birim Kök Testi

Birim köklerin varlığını belirlemek amacıyla en yaygın kullanılan yöntemlerden biri ADF testidir. Bu test Dickey-Fuller'in 1979'da yapmış oldukları standart DF testinde, bağımlı değişkene p gecikmeli fark terimleri eklenerek geliştirilmiştir. Birim kök analizleri, zaman serilerinin karşılaştıkları şoklara nasıl tepki verdiğini anlamada kritik bir rol oynamaktadır. Bu bağlamda, temel amaç serilerin geçici şoklardan sonra denge seviyelerine geri dönüp dönmediği veya kalıcı şoklardan etkilenerek uzun vadeli yapılarında kalıcı değişimler yaşayıp yaşamadıklarıdır. Standart DF testi sabitli model için 3, sabitli ve trendli model için 3.1'deki denklem tahminine dayanmaktadır;

$$\Delta\gamma_t = \mu + \delta\gamma_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta\gamma_t = \mu + \beta_t + \delta\gamma_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3.1)$$

(Δ ilk farkı, ε_t hata terimini, μ sabit değişkeni ve β_t zamanla değişen trend etkisindeki değişkeni temsil etmektedir.)

Bu denklemlere göre birim kökün varlığından bahsedebilmek için standart DF testi için hipotezler şu şekilde kurulabilir;

$$H_0: \delta = 0, \text{ Seri durağan değildir, birim kök içerir}$$

$$H_s: \delta < 0, \text{ Seri durağandır, birim kök içermez.}$$

Bu hipotezler için test istatistiği standart t dağılımıyla açıklanamadığı için DF τ (tau) test istatistiği olarak bilinen t tablosu kullanılmıştır.

Dickey-Fuller 1981 yılında yapmış oldukları çalışmada, standart teste p gecikmeli fark terimlerini ekleyerek ADF testini geliştirmişlerdir. ADF testi sabitli model için 4, sabitli ve trendli model için 4.1'deki denklem tahmini aşağıdaki gibidir;

$$\Delta\gamma_t = \mu + \delta\gamma_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta\gamma_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta\gamma_t = \mu + \beta_t + \delta\gamma_{t-1} + \sum_{i=1}^p \beta_i \Delta\gamma_{t-i} + \varepsilon_t \quad (4.1)$$

Bu denklemler için de birim kök testi hipotezleri aynıdır. Hesaplanan test istatistiği ilgili kritik değerden küçük olduğunda H_0 hipotezi reddedilir (Mert ve Çağlar, 2019).

3.2.1.2. PP Birim Kök Testi

ADF testlerinde, hata terimlerinin istatistiksel olarak bağımsız olması ve sabit varyansa sahip olması varsayılmaktadır. Bu nedenle, hata terimlerinin korelasyonsuz ve durağan bir varyansa sahip olup olmadığının doğrulanması önemlidir (Asteriou ve Hall, 2021). Phillips ve Perron (1988), DF testinin hata terimleriyle ilgili öne sürdüğü bu varsayımlara daha esnek bir yaklaşım sunmuştur. Sonuç olarak, Phillips-Perron (PP) testi, ADF testinin bir uzantısı olup hata terimlerine ilişkin daha az kısıtlayıcı varsayımlar içeren bir geleneksel birim kök testidir (Mert ve Çağlar, 2019). PP test istatistiğine ait denklem tahmini 5'te gösterilmiştir;

$$\tilde{t}_\delta = t_\delta \left(\frac{\gamma_0}{f_0} \right)^{1/2} - \frac{T(f_0 - \gamma_0)S_{\tilde{\delta}}}{2f_0^{1/2}s} \quad (5)$$

Bu denkleme göre $\tilde{t}_\delta$ ADF testinin t-istatistiğinin düzeltilmiş hâli, t_δ , standart DF istatistiği, T örneklem büyüklüğü, s test regresyonun standart hatası, $S_{\tilde{\delta}}$ δ katsayısının standart hatası, γ_0 hata teriminin sıfır frekanstaki tahmini, f_0 ise sıfır frekanstaki kalıntı spektrum tahmincisidir. Bu testte de DF testinde olduğu gibi $H_0: \delta = 0$ hipotezi $H_s: \delta < 0$ hipotezine karşı test edilmektedir. Hesaplanan test istatistiği ilgili kritik değerden küçük ise H_0 hipotezi reddedilir (Mert ve Çağlar, 2019).

3.2.1.3. Ng Perron Birim Kök Testi

Ng-Perron testi trendden arındırılmış temeli GLS'e dayanan dört test içermektedir (Sevüktekin ve Nargeleçekenler, 2006). Bu testler; Phillips-Perron Z_a ve Z_t testinin modifiyesi, Bhargava (1986) R_1 istatistiği ve ERS Point Optimal testleridir. Bu testler Ng-Perron tarafından ileri sürülen M-testleri olarak bilinirler. Modifiye edilmiş test istatistikleri aşağıda verilmiştir;

$$MZ_a^d = (T^{-1}(y_T^d)^2 - f_0)/(2k) \quad (6)$$

$$MZ_t^d = MZ_a \times MSB \quad (6.1)$$

$$MSB^d = (k/f_0)^{1/2} \quad (6.2)$$

$$MP_T^d = \begin{cases} (\bar{c}k - \bar{c}T^{-1}(y_T^d)^2)f_0, & x_t = \{1\} \\ (\bar{c}k + (1 - \bar{c})T^{-1}(y_T^d)^2)/f_0, & x_t = \{1, t\} \end{cases} \quad (6.3)$$

MZ_a^d ve MZ_t^d testlerinde sıfır hipotezi, seride birim kökün bulunduğunu, yani serinin durağan olmadığını ifade ederken; alternatif hipotez, serinin durağan olduğunu ve birim kökün bulunmadığını; MSB^d ve MP_T^d testlerinde sıfır hipotezi serinin durağan olduğunu, yani birim kök içermediğini öne sürerken; alternatif hipotez, serinin birim kök içerdiğini ve durağan olmadığını savunmaktadır (Torun, 2015). Hesaplanan test istatistiği, ilgili kritik değerden küçük olduğunda birim kök olduğunu söyleyen yokluk hipotezi reddedilecektir.

3.2.2. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testleri

Savaşlar, ekonomik krizler, politika değişiklikleri gibi faktörler, zaman serilerinde yapısal kırılmalara neden olarak serinin ortalamasının, trendinin veya her ikisinin de değişimine sebep olabilir (Mert ve Çağlar, 2019). Bu tür yapısal değişimler, klasik regresyon varsayımlarında homojenliğin sağlanmamasına, durağan olan bir serinin geleneksel birim kök testleri ile durağan dışı bulunmasına sebep olabilmektedir (İğde, 2010). Eğer seride yapısal kırılmalar varsa, klasik birim kök testleri yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Böyle bir durumda, aslında durağan olan bir serinin yanlış olarak birim kök içerdiği sonucuna varılabilir. Bu nedenle, güvenilir regresyon analizleri yapmak için yapısal değişimlerin göz önünde bulundurulması gerekmektedir (Çağlar, 2015). Yapısal

kırılmaları dikkate alan birim kök testleri ilk kez Perron (1989) tarafından geliştirilmiş ve sonraki çalışmalar için önemli bir temel oluşturmuştur. Zaman serilerinde meydana gelen kırılmalar, gölge (dummy) değişkenler kullanılarak analiz edilmektedir (Mert ve Çağlar, 2019). Kukla değişkenler yardımıyla kırılmaların modellenmesi, farklı test yaklaşımlarına dayanmaktadır. Bazı testler kırılmanın ani (sharply) bir şekilde gerçekleştiğini varsayarken, diğer testler kırılmanın dalgalı ve yumuşak (gradually) bir geçiş sürecine sahip olduğunu kabul etmektedir. Bununla birlikte, zaman serilerinde tek kırılma ve çift kırılma durumları da dikkate alınmalıdır. Yapısal kırılmalı birim kök testlerinde, tek kırılma ve çift kırılma, zaman serisinde meydana gelen yapısal değişimlerin sayısını ifade etmektedir. Tek kırılma, seride yalnızca bir noktada meydana gelen ani veya kademeli değişimi analiz ederken, çift kırılma ise iki farklı noktada gerçekleşen kırılmaları dikkate almaktadır. Bunun yanı sıra, endojen (içsel) ve ekzojen (dışsal) kırılmalar da yapısal değişimin nasıl belirlendiğiyle ilgilidir. Ekzojen kırılmalar, dışsal olarak belirlenmiş, yani önceden bilinen bir noktada gerçekleştiği varsayılırken; endojen kırılmalar, veri seti içinde analiz edilerek belirlenen ve tahmin edilmesi gereken kırılma noktalarıdır. Endojen kırılmaların dikkate alındığı testler, serinin gerçek yapısını daha iyi yansıtabilir, çünkü kırılmaların önceden bilinmesi her zaman mümkün olmayabilir. Bu nedenle, yapısal kırılmalı birim kök testlerinde, kırılmaların sayısı ve belirlenme yöntemi, test sonuçlarının doğruluğu açısından kritik bir rol oynamaktadır. Bu çalışmada veri setindeki zaman aralığı kısıtlı olduğundan yapısal kırılmalı birim kök testlerinden tek kırılmalı ZA ve LS testleri kullanılmıştır.

3.2.2.1. Zivot ve Andrews (1992) Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testi

Klasik birim kök testleri, serinin tamamında sabit bir yapıya sahip olduğunu varsaymaktadır. Ancak, büyük ekonomik krizler, petrol fiyat şokları veya politika değişiklikleri gibi olaylar zaman serilerinde yapısal kırılmalara neden olabilmektedir (Perron, 1989). ZA testi, bu yapısal kırılmaları içsel olarak belirleyerek daha doğru sonuçlar elde etmeyi amaçlamaktadır. ZA testi kırılma noktasını endojen olarak belirlemiştir. Serinin yapısında bir kırılma olup olmadığı test edilirken kırılma noktası, en küçük t istatistiğinin elde edildiği gözlemden belirlenmektedir. Zivot ve Andrews (1992), yapısal kırılmanın nasıl gerçekleştiğine bağlı olarak üç farklı model önermiştir;

Model A (Düzeyde kırılma – break in intercept)

Bu model, zaman serisinde sabit terimde (intercept) bir kırılma meydana geldiğini varsaymaktadır. Yani, serinin genel seviyesinde ani bir değişiklik vardır, ancak eğimi değişmez. Örneğin: Bir ekonomide hükümetin ani bir vergi indirimi uygulaması, ancak büyüme trendinin değişmemesi.

$$y_t = \mu + \beta_t + \theta DU_t(T_b) + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (7)$$

Model B (Trendde kırılma – break in trend)

Burada, trendin eğiminde bir değişiklik meydana gelir, ancak sabit terim değişmez. Yani, zaman serisi bir noktada eğim açısından farklı bir yol izlemeye başlamaktadır. Örneğin: Bir ekonomide yeni bir teknolojiye geçişle birlikte üretim artış hızının değişmesi.

$$y_t = \mu + \beta_t + \gamma DT_t(T_b) + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (7.1)$$

Model C (Hem düzeyde hem trendde kırılma – break in both)

En genel model olup hem sabit terimde hem de trend eğiliminde bir kırılma olduğu varsayılmaktadır. Örneğin: Büyük Buhran veya petrol fiyat krizleri gibi olayların hem ekonomik seviyede hem de büyüme trendinde değişime yol açması.

$$y_t = \mu + \beta_t + \theta DU_t(T_b) + \gamma DT_t(T_b) + \alpha y_{t-1} + \sum_{i=1}^k c_i \Delta y_{t-i} + e_t \quad (7.2)$$

7.7.1 ve 7.2' de tanımlanan modeller için hipotez testi şu şekilde kurulmuştur;

H_0 : Seri durağan değildir, birim kök içerir

$a=0$ olduğunda yokluk hipotezi reddilemez yani seri birim kök içerir sonucuna varılacaktır.

3.2.2.2. Lee ve Strazicich (2004, 2013) yapısal kırılmalı birim kök testi

Schmidt ve Phillips (1992) tarafından önerilen Lagrange Çarpanı (LM) test çerçevesinde kırılma zamanı içsel olarak varsayılan yeni bir birim kök testi geliştirmişlerdir (Mert ve Çağlar, 2019). Bu test hem sıfır hem de alternatif hipotez altında yapısal kırılmalara izin vermektedir. LS testinin model işleyişi aşağıda açıklanmıştır;

$$y_t = \delta Z_t + e_t \text{ ve } e_t = \beta_{e_{t-1}} + \varepsilon_t \quad (8)$$

LM prensibine uygun model şu şekilde tahmin edilmektedir;

$$\Delta y_t = \hat{\delta} \Delta Z_t + \emptyset \hat{S}_{t-1} + \varepsilon_t \quad (8.1)$$

Z_t , dışsal değişkenlerin bir vektörüdür. Tek ve çift kırılmalı testler Z_t değiştirilerek ortaya çıkmaktadır (Mert ve Çağlar, 2019).

LS (2013,2004), testlerinde düzeyde kırılma için Model A, düzeyde ve trendde kırılma için Model C olmak üzere iki tane model kullanılmaktadır.

Tek kırılmalı LM birim kök testinde;

Model A: Düzeyde kırılma için $Z_t = [1, t, D_t,]$ olup burada $t \geq T_B + 1$ için $D_t = 1$, diğer durumlarda ise 0 değerini almaktadır. (T_B , yapısal kırılmanın zamanı)

Model C: Düzeyde ve trendde kırılma için $Z_t = [1, t, D_t, DT_t]$ olup burada $t \geq T_B + 1$ için $DT_t = t - T_B$, diğer durumlarda ise 0 değerini almaktadır.

8.1 'deki denklem için hipotezler şu şekildedir;

$H_0: \emptyset = 0$ Birim kök vardır, durağan değildir.

$H_1: \emptyset < 0$ Birim kök yoktur, durağandır.

Hipotez için ise kullanılan test istatistiği aşağıdaki gibidir;

$$\tau = t - stat(\hat{\emptyset}) = \frac{\hat{\emptyset}}{sh(\hat{\emptyset})}$$

$\hat{\emptyset}$, 8.1'deki denklemin en küçük kareler (EKK) tahmini ile elde edilen parametreyi, sh ise parametreye ilişkin standart hatayı ifade etmektedir. Kırılma zamanı belirlenirken en küçük t istatistiğini veren τ değeri kullanılmaktadır.

LS (2004,2013): Z_t dışsal değişkenler vektörü tek kırılmayı dikkate almaktadır.

3.2.3. Genişletilmiş ARDL tahmincisi

Genişletilmiş ARDL tahmincisi, Pesaran vd, (2001) tarafından geliştirilen geleneksel ARDL testi üzerine kurulmuştur (Karataş ve Ergül,2023). Sam vd, (2019), geleneksel ARDL modeline ek olarak, bağımsız değişkenlerin gecikmeli seviyeleri üzerinde fazladan bir F testi geliştirerek istenilen sayıda açıklayıcı değişkene izin verilmesini sağlamışlardır. t testi aracılığıyla bağımlı değişkenin gecikmeli seviyelerinin

istatistiksel olarak anlamlı olup olmadığı incelenmektedir. Genişletilmiş ARDL testi ile geleneksel ARDL testi arasındaki en önemli fark değişken sayısı varsayımının genişlemiş olmasıdır.

Geleneksel ARDL testine ait denklem şu şekilde kurulmuştur;

$$\begin{aligned}\Delta LCF_t = & a_0 + b_0 LCF_{t-1} + b_1 GDP_{t-1} + b_2 GDP_{t-1}^2 + b_3 GINV_{t-1} + b_4 GPAT_{t-1} \\ & + b_5 KOF_{t-1} + \sum_{i=1}^p c_0 \Delta LCF_{t-i} + \sum_{j=0}^q c_j \Delta GDP_{t-j} \\ & + \sum_{j=0}^s c_j \Delta GDP_{t-j}^2 + \sum_{j=0}^n c_j \Delta GINV_{t-j} + \sum_{j=0}^h c_j \Delta GPAT_{t-j} \\ & + \sum_{j=0}^l c_j \Delta KOF_{t-j} + \varepsilon_t\end{aligned}$$

Geleneksel ARDL yönteminde eşbütünleşme için gecikmeli tüm değişkenler ve gecikmeli bağımlı değişkenler için sırasıyla F ve t-testi yapılmaktadır. F testi sınır testi olup sıfır hipotezi şu şekildedir;

$$H_0: b_0 = b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$$

t-testi için ise sadece bağımlı değişkenin gecikmeli değeri için anlamlılık araştırılır;

$$H_0: b_0 = 0$$

Bazı araştırmacılar sadece F testini araştırarak eşbütünleşmeye karar vermişlerdir (Mert ve Çağlar, 2019). Hesaplanan F test istatistiği, üst sınır kritik değerinin üzerindeyse sıfır hipotezi reddedilecek ve değişkenlerin eşbütünleşik olduğu sonucuna ulaşılabacaktır. Pesaran vd, (2001), ARDL yönteminde açıklayıcı değişkenlerin birim kök içermelerine izin verirken bağımlı değişkende birim kök olmasını zorunlu tuttuğundan dolayı hem F testinin hem de t-testinin uygulanmasını savunmuşlardır. t-testinin yapılması gerektiğini savunmalarının bir diğer nedeni ise dejenere durumların var olup olmadığını araştırmaktır. Pesaran vd, (2001) göre iki dejenere durum vardır (Sam vd, 2019);

Dejenere durum #1, söz konusu modelde sadece bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin anlamlı olması ($b_0 \neq 0$) ve bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerinin anlamsız olmasıyla ($H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$) ortaya çıkmaktadır.

Pesaran vd, (2001), bu durumda bağımlı değişken için F testine ek olarak t-testinin de değerlendirilmesini önermiştir.

Dejenere durum #2, ise bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerleri anlamlıyken ($H_0 = b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = 0$) bağımlı değişkenin gecikmeli değerinin anlamsız olmasıyla ($b_0 \neq 0$) ortaya çıkmaktadır. Bu dejenerenin ortadan kalkması için ise Pesaran vd, (2001), bağımlı değişkenin tümleşme derecesinin I (1) olması gerektiğini vurgulamışlardır. Eğer bağımlı değişken durağan (I (0)) ise, ARDL yöntemi kullanılamamaktadır (Karasoy, 2021). McNown vd, (2018) ve Sam vd, (2019) tarafından geliştirilmiş sadece bağımsız değişkenlerin birinci gecikmeli değerlerini temel alan F testi ile değişkenlerin hepsi durağan olsa bile ARDL modeli kullanılabilecektir. McNown vd, (2018) ve Sam vd, (2019) geliştirilen F testini şu şekilde araştırmışlardır;

$$H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$$

Bu hipotez Sam vd, (2019)'nin kullanılacak F testi için ürettiği kritik değerler ile araştırılmaktadır. Artık bu aşamada genişletilmiş ARDL ile modellerde kullanılan değişkenler arasındaki eşbütünleşme üç farklı sınır testi üzerinden karara bağlanacaktır (Karasoy, 2021).

1. Bağımlı ve bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerini dikkate alan sınır testi (F testi). $H_0: b_0 = b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$, F test istatistiği karşılaştırması için kritik değerler Narayan (2005) çalışmasından elde edilmektedir (Mert ve Çağlar, 2019).
2. Sadece bağımlı değişkenin gecikmeli değerini dikkate alan t-testi. $H_0: b_0 = 0$, t-test istatistiğini karşılaştırması için Pesaran vd, (2001) çalışmasından elde edilmektedir.
3. Sadece bağımsız değişkenlerin gecikmeli değerlerini kullanan F testi.
 $H_0: b_1 = b_2 = b_3 = b_4 = b_5 = 0$, F test istatistiğinin karşılaştırması için kritik değerler Sam vd, (2019) çalışmasından elde edilmektedir.

Geliştirilen F test istatistiği üst ve alt sınır kritik değerleriyle karşılaştırılır ve bu istatistik, üst sınır kritik değerden büyükse sıfır hipotezi reddedilmektedir (McNown vd, 2018). Böylece tam bir eşbütünleşmeden bahsedilebilmektedir.

3.3. AMPİRİK BULGULAR

İlk olarak geleneksel birim kök test sonuçları sunularak değişkenlerin durağanlık durumları kapsamlı bir şekilde incelenmiştir. Analiz ADF, PP ve Ng-Perron testleri kullanılarak gerçekleştirilmiş olup hem sabit model hem de sabit ve trend modeli çerçevesinde değerlendirilmiştir. Amaç, serilerin durağan olup olmadığını belirlemek ve eğer durağan değilse, birinci farkları alındığında durağan hale gelip gelmediğini ortaya koymaktır.

Tablo 4. Geleneksel Birim Kök Test Sonuçları

Sabit Modeli						
<i>Seviye Değeri</i>						
	ADF	PP	Ng-Perron			
			MZa	MZt	MSB	MPT
LCF	-1.656	-1.722	-0.261	-0.144	0.554	20.7444
GSYH	0.349	1.368	1.728	1.647	0.953	72.512
GSYH2	0.463	1.602	1.797	1.721	0.957	74.027
GINV	-1.222	-1.184	-3.394	-1.189	0.350	7.141
GPAT	-4.674*	-2.412	-0.395	-0.232	0.588	21.880
KOF	-2.429	-2.573	0.039	0.031	0.787	37.522
<i>Birinci Farklar</i>						
Δ LCF	-5.406*	-13.598*	-13.377**	-2.585*	0.193**	1.836**
Δ GSYH	-5.211*	-5.555*	-13.946*	-2.574**	0.184**	2.003**
Δ GSYH2	-5.105*	-5.279*	-13.948*	-2.560**	0.183**	2.056**
Δ GINV	-4.358*	-8.520*	-12.704**	-2.496**	0.196**	2.020**
Δ GPAT	-5.959*	-9.410*	-11.034**	-2.331**	0.211**	2.286**
Δ KOF	-5.102*	-5.101*	-13.681**	-2.592*	0.189**	1.879**
Sabit ve Trend Modeli						
<i>Seviye Değeri</i>						
	ADF	PP	Ng-Perron			
			MZa	MZt	MSB	MPT
LCF	-4.195**	-4.195**	-12.937	-2.484	0.192	7.363
GSYH	-2.414	-2.401	-7.682	-1.913	0.249	11.964
GSYH2	-2.314	-2.193	-7.178	-1.832	0.255	12.781
GINV	-3.685**	-3.733**	-9.721	-2.203	0.227	9.381
GPAT	-3.309	-3.165	-10.663	-2.186	0.205	9.113
KOF	-1.978	-2.003	-5.062	-1.367	0.270	16.959

Tablo 4. (Devamı)

<i>Birinci Farklar</i>						
ΔLCF	-5.579*	-18.183*	-11.616	-2.389	0.206	7.951
$\Delta GSYH$	-5.284*	-6.613*	-13.718	-2.556	0.186	6.993
$\Delta GSYH2$	-5.218*	-6.289*	-13.733	-2.549	0.186***	7.033
$\Delta GINV$	-4.261**	-8.178*	-13.062	-2.555	0.196	6.982
$\Delta GPAT$	-8.015*	-21.499*	-20.159	-3.175	0.157	4.522
ΔKOF	-5.480*	-5.955*	-13.847	-2.631***	0.190	6.584***

Not: *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini gösterir.

Tablo 4'te sabit modelde ADF testi sonuçlarına göre yalnızca GPAT değişkeni için %1 anlamlılık düzeyinde durağandır. Diğer değişkenler olan LCF, GSYH, GSYH2, GINV ve KOF için ise düzeyde durağan olmadıkları belirlenmiştir. PP test sonuçlarına göre, tüm değişkenlerin seviyede durağan olmadıkları sonucuna varılmıştır. Ng-Perron testi sonuçları da PP testi ile benzerlik göstermekte olup, tüm değişkenlerin seviyede durağan olmadıkları belirlenmiştir. Buna karşılık, tüm değişkenlerin birinci farklarda, ADF ve PP test istatistiği sonuçlarında %1 anlamlılık düzeyinde değişkenlerin durağan hale geldiği gözlenmiştir. Son olarak Ng-Perron test sonuçları ise %1 ve %5 anlamlılık düzeylerinde durağanlık göstermektedir.

Sabit ve trend modeli sonuçları incelendiğinde ise ADF test sonuçlarına göre LCF ve GINV %5 düzeyinde durağan bulunmuştur. PP test sonuçlarında aynı şekilde LCF ve GINV değişkenleri %5 düzeyinde durağandır. Ng-Perron test sonuçlarına göre değişkenler seviye değerlerinde durağan değildir. Birinci farklarda ADF testine göre GINV %5 anlamlılık düzeyinde durağan diğer değişkenler ise %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale gelmiştir. PP test sonuçlarında bütün değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde durağan bulunmuştur. Ve Ng Perron test sonuçlarına göre ise GSYH2 MSB test istatistiği için %10 düzeyinde ve KOF MZt ve MPT test istatistikleri için %10 düzeyinde durağan hale gelmiştir.

Tablo 5. Yapısal Kırılmalı Birim Kök Test Sonuçları

Sabit Modeli					Sabit ve Trend Modeli			
Seviye Değeri								
Değişkenler	ZA	Kırılma Zamanı	LS	Kırılma Zamanı	ZA	Kırılma Zamanı	LS	Kırılma Zamanı
LCF	-5.803*	2006	-4.721*	2004	-5.975*	2007	-4.891**	2009
GSYH	-3.896	1999	-3.685**	2000	-3.821	1999	-5.550*	1999
GSYH2	-3.877	1999	-3.681	2000	-3.816	1999	-5.523*	1999
GINV	-4.316	2010	-2.064	2009	-4.210	2001	-3.652	2010
GPAT	-5.746*	2004	-2.889	1997	-5.733*	2009	-6.228*	2003
KOF	-3.275	2005	-2.664	1996	-4.462	2008	-3.889	2016
Birinci Farklar								
ΔLCF	-5.539*	2005	-7.625*	1996	-5.448*	2005	-7.303*	1998
ΔGSYH	-5.585*	2003	-5.861*	2003	-5.589*	1998	-4.938*	1998
ΔGSYH2	-5.488*	2003	-5.764*	2003	-5.490*	1998	X	X
ΔGINV	-5.024**	2008	-1.667	2013	-4.951**	2005	X	X
ΔGPAT	-5.746*	2004	-2.889	1997	-5.733*	2009	-6.228*	2003
ΔKOF	-6.994*	2005	-7.548*	2003	-6.574*	2005	-7.209*	2003

Not: *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini gösterir. Ayrıca X işareti ilgili testin çalıştırılmadığını ifade eder.

Şimdi yapısal kırılmaları modele dahil ederek birim kök sonuçları incelenecektir. Sabit model için ZA testine göre yalnızca LCF ve GPAT serileri %1 seviyede durağan bulunmuştur. ZA testine göre yapısal kırılma yılları LCF için 2006, GPAT için 2002 olarak belirlenmiştir. LS testi sonucunda LCF %1 ve GSYH %5 anlamlılık düzeyinde durağan bulunmuştur. Ayrıca kırılma yılları sırasıyla 2004 ve 2000 olarak bulunmuştur. Birinci farklar alındığında ZA testine göre GINV %5 diğer değişkenler %1 düzeyinde anlamlı bulunmuş ve durağan hale gelmiştir. LS testi sonuçları LCF, GSYH, GSYH2 ve KOF %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale geldiğini göstermektedir. Sabit ve trend model için bakıldığında ZA testine göre seviyede yalnızca LCF ve GPAT serileri %1 düzeyinde durağan bulunmuş, bu seriler sırasıyla 2007 ve 2003 kırılma yıllarına sahiptir. LS testinde ise yalnızca LCF serisi %5 düzeyinde durağan bulunmuş, GSYH, GSYH2 ve GPAT değişkenleri %1 anlamlılık düzeyinde durağan sonucuna varılmıştır. Bu serilerin birinci farkları alındığında ZA testine göre GINV %5 diğer değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale gelmiştir. Birinci farklar alındığında LS testi için ise LCF, GSYH,

GPAT, KOF değişkenler %1 anlamlılık düzeyinde durağan hale gelmiştir. Ancak LS testinin birinci farkları alınırken GSYH2 ve GINV değişkenleri için çalıştırılamamıştır.

Sonuçlar genel olarak değerlendirildiğinde, yapısal kırılmalar dikkate alınsa dahi serilerin büyük çoğunluğu seviyede durağan değildir. Ancak serilerin birinci farkları alındığında, ZA ve LS testlerinin hemen hepsi serileri durağan hale getirmiştir. Dolayısıyla değişkenlerin hiçbirisi ikinci dereceden durağan değildir ve ARDL yaklaşımı bu değişkenler için çalıştırılabilir. Durağanlık sağlanan kırılma yılları 1990'ların sonları ile 2000'li yılların başlarına denk gelmektedir. Bu dönemler Türkiye ekonomisi için 2001 krizi, yapısal reformlar ve küresel dalgalanmalar gibi önemli ekonomik kırılmaların yaşandığı süreçlerdir. Bu bağlamda, tespit edilen yapısal kırılma yıllarının hem tarihsel hem de ekonomik olarak anlamlı olduğu görülmektedir.

Tablo 6. Eşbütünleşme Ve Spesifikasyon Test Sonuçları

Model	DU	testler	test-ist.	Kritik Değerler			Karar
				%10	%5	%1	
(1,0,0,0,0,2)	2001	F-sınır	14.291*	3.858	4.608	6.370	Eşbütünleşme
		t-bağımlı	-7.747*	-3.860	-4.290	-4.790	
		F-bağımsız	15.577*	3.760	4.540	6.480	
Spesifikasyon testleri					İst.	Olasılık	Kontrol
Değişen Varyans-White testi					0.469	0.876	+
Otokorelasyon- LM testi					3.128	0.100	+
Normallik, Jarque-Bera testi					1.402	0.495	+
Model spesifikasyonu, Ramsey-Reset testi					1.336	0.198	+
Cusum					Stabil		+
Cusumsq					Stabil		+

Not: * işareti %1 anlamlılık düzeyini gösterir.

Tablo 6'daki eşbütünleşme ve spesifikasyon test sonuçları, modelin uzun dönem dengesini ve tahmin edilen modelin istatistiksel olarak uygunluğunu değerlendirmek açısından büyük önem taşımaktadır. İlk olarak, (1,0,0,0,0,2) modeli en uygun gecikmelerin olduğu modeli göstermektedir ve yapısal kırılma olarak keskin kırılma 2001 yılı seçilmiştir. Bu tarihte Türkiye'de ciddi bir ekonomik kriz yaşanmıştır. 2001 krizi, Türkiye ekonomisinin yapısal kırılma noktalarını açık biçimde görünür kılan ve ekonomik istikrarın yalnızca makro göstergelere değil, kurumsal güven ve siyasi istikrara da bağlı

olduğunu ortaya koyan derin bir finansal çöküştür (Yiğitoğlu, 2005). Yüksek kamu borcu, sürdürülemez faiz dışı açıklar, zayıf denetim mekanizmalarına sahip bankacılık sektörü ve siyasi belirsizlikler, krizin temel belirleyicileri olmuştur. Şubat 2001’de yaşanan siyasi gerilim, ekonomik güvenin tamamen erimesine neden olmuş; döviz kuru serbest bırakılmış, faiz oranları ani şekilde yükselmiş ve sermaye piyasalarında ciddi kayıplar yaşanmıştır (Kesebir, 2018). Kriz, üretim ve istihdam üzerinde ağır etkiler yaratmış; ekonomi kısa sürede ciddi bir durgunluk sürecine girmiştir. Bu durum, yapısal reformların ve yeşil yatırımların, ekonomik sürdürülebilirlik açısından vazgeçilmez olduğunu bir kez daha ortaya koymuştur. Çalışmanın bir sonraki aşamasında, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin var olup olmadığını belirlemek için genişletilmiş ARDL sınır testi uygulanmıştır.

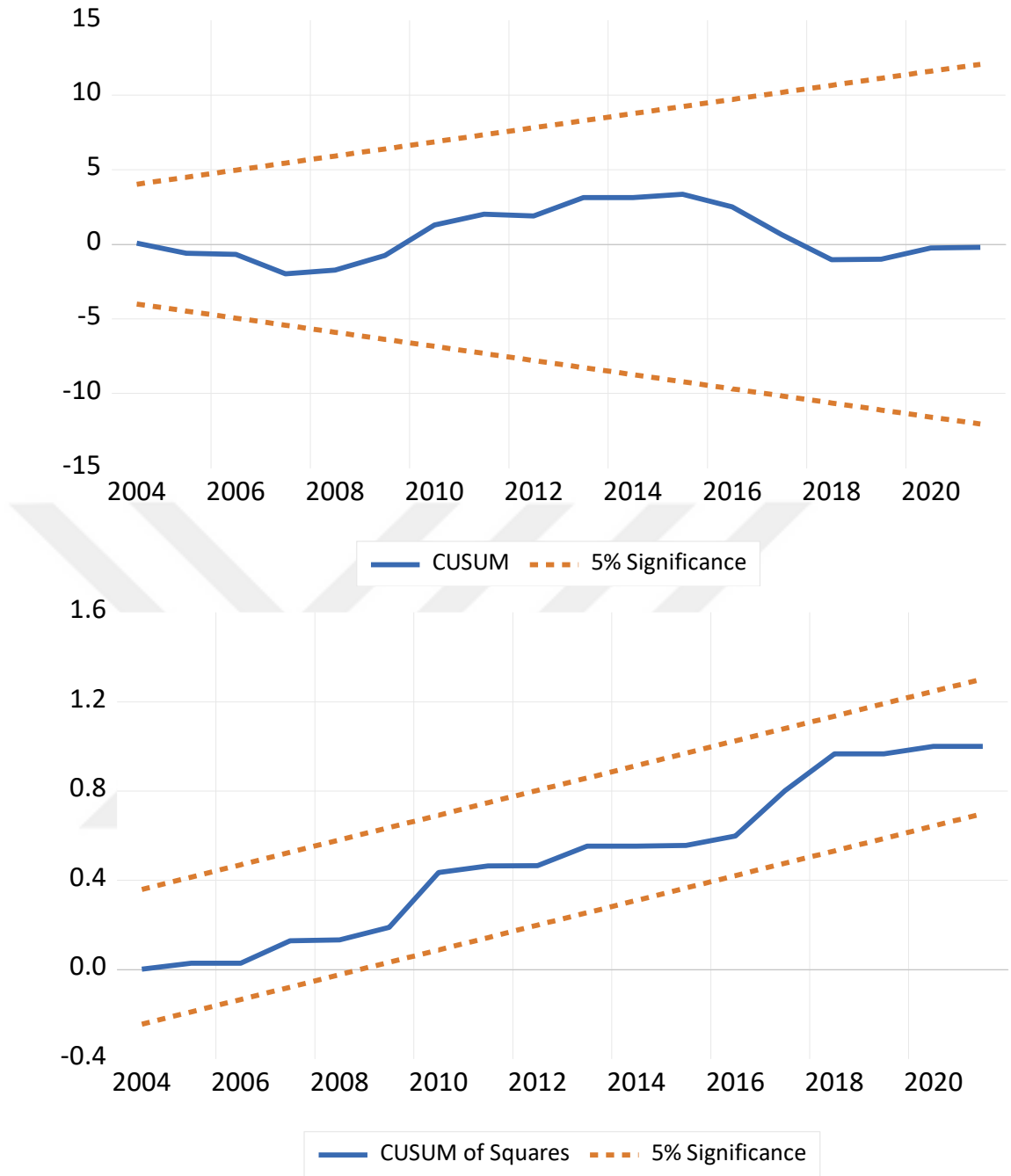
Tablo 6'ya göre, sonuçlar şu şekildedir;

F-bütün = 14.291 (kritik değer: %1 düzeyinde 6.370)

t-bağımlı = -7.747 (kritik değer: %1 düzeyinde -4.790)

F-bağımsız = 15.577 (kritik değer: %1 düzeyinde 6.480)

Yukarıda verilen tüm test sonuçları üst sınır kritik değerlerini aşmış ve %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Dolayısıyla, değişkenler arasında uzun dönemli bir eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Ayrıca, modelin güvenilirliğini test etmek için yapılan spesifikasyon testlerinde White değişen varyans testi 0.876, otokorelasyon için LM testi 0.100, Jarque-Bera normallik testi 0.495 ve Ramsey-Reset testi 0.198 olasılık değerleri ile sonuçların güvenilir olduğu görülmektedir.



Şekil 5. CUSUM ve CUSUMSQ Sonuçları

Şekil 5, CUSUM ve CUSUMQ testi sonuçlarını göstermektedir. CUSUM ve CUSUMQ testi modellerde tahmin edilen katsayıların istikrarlı olup olmadığını belirlemek için kullanılmaktadır. Mavi çizgi, kümülatif toplam istatistiklerini, kesikli turuncu çizgiler ise %5 anlamlılık seviyesindeki kritik eşikleri ifade etmektedir. Kritik sınırların aşılması, modelin zaman içinde istikrarlı olmadığını ve yapısal değişiklikler yaşadığını gösterir. Ancak grafiklerde görüldüğü üzere, mavi çizgi zaman içinde

dalgalanmalar yaşasa da belirlenen kritik eşiklerin içinde kalmıştır. Kritik sınırların aşılmaması, modelin güvenilir olduğunu göstermektedir. CUSUM ve CUSUMQ testi sonuçlarına göre modelden elde edilen katsayılar istikrarlıdır.

Tablo 7. Uzun ve Kısa Dönem Tahmin Sonuçları

Panel A. Uzun dönem sonuçları				
Variables	katsayılar	std. hata	t-ist.	olasılık-değeri
GSYH	-7.241**	2.679	-2.703	0.015
GSYH2	0.375**	0.144	2.598	0.018
GINV	0.017***	0.009	1.808	0.087
GPAT	-0.002	0.017	-0.129	0.899
KOF	-1.015*	0.298	-3.406	0.003
Panel B. Kısa dönem sonuçları				
C	43.890*	13.084	3.355	0.003
$\Delta GSYH$	-8.281**	2.880	-2.875	0.010
$\Delta GSYH2$	0.428**	0.155	2.764	0.012
$\Delta GINV$	0.019***	0.010	1.890	0.074
$\Delta GPAT$	-0.003	0.020	-0.129	0.898
ΔKOF	-0.471	0.406	-1.159	0.261
DU01	0.077**	0.028	2.795	0.012
ECT	-1.144*	0.109	-10.467	0.000

Not: *, ** ve *** işaretleri sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerini gösterir.

Tablo 7’de sunulan uzun ve kısa dönem tahmin sonuçları, ekonomik değişkenlerin dinamik etkilerini değerlendirmek açısından önemli bulgular ortaya koymaktadır. Panel A’da uzun dönem sonuçları, Panel B’de ise kısa dönem sonuçları sunulmuştur. Bulgular şu şekildedir;

Uzun dönem sonuçlarına göre, GSYH değişkeninin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak %5 düzeyinde anlamlıdır. Bu durum, GSYH ile bağımlı değişken arasında uzun dönemde negatif yönlü bir ilişki olduğunu göstermektedir. GSYH² değişkeni ise %5 düzeyinde pozitif ve anlamlı bir katsayıya sahiptir; bu da GSYH’nin karesinin artmasının bağımlı değişken üzerindeki etkisinin olumlu olduğunu ortaya koymaktadır. GSYH değişkeni negatif, GSYH² değişkeni ise pozitif katsayıya sahiptir. Her iki değişkenin katsayıları %5 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu LCC hipotezinin temel

varsayımıyla uyumludur. LCC hipotezine göre, ekonomik büyüme başlangıçta çevresel kaliteyi azaltmaktadır. Ancak büyümenin belirli bir eşiği aşmasından sonra bu eğilim tersine dönerek çevresel kaliteyi arttırmaya başlamaktadır. LCC hipotezi, ülkelerin ekonomik büyümenin ilk evrelerinde artan fosil yakıt tüketimi ve yoğun kaynak kullanımı nedeniyle çevresel kaliteyi azalttığını ortaya koymaktadır (Guloglu vd, 2023). Ancak kişi başına gelir belirli bir eşiği aştıktan sonra, çevre dostu teknolojilere geçiş, artan çevresel farkındalık ve yenilenebilir enerji kullanımının yaygınlaşması sayesinde çevre kalitesi tekrar artmaya başlayacaktır. Dolayısıyla, elde edilen ampirik bulgular, model kapsamında U-şeklindeki LCC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, Yurtkuran ve Güneysu (2023), Caglar vd, (2024a), Daştan (2024), İçen (2024) ve Caglar vd, (2024b) gibi literatürdeki bazı çalışmalarla paralel bir şekilde, LCC hipotezinin geçerli olduğunu göstermektedir. Bu çalışmaların tamamında çevre ile gelir arasında U şeklindeki ilişki gözlemlenmiştir. Öte yandan, Topal (2024) çalışmasındaki bulgular, LCC hipotezinin geçerliliğine dair farklı bir sonuca işaret etmektedir. Bu durum, farklı veri setleri, yöntemler veya model spesifikasyonları gibi faktörlerin, LCC hipotezinin geçerliliği üzerindeki etkilerini ortaya koymaktadır. Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları Türkiye özelinde LCC hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuş ve bu bulgular literatürdeki çoğu çalışma ile tutarlı bir şekilde desteklenmiştir. Ancak Topal (2024) gibi istisnai çalışmalar, bu hipotezin her durumda geçerli olmayabileceğini göstermektedir.

Uzun dönem tahmin sonuçlarına göre GINV katsayısı pozitif (0.017) bulunmuş ve %10 düzeyinde anlamlılık göstermiştir. Bu bulgu, yeşil yatırımların LCF üzerinde artırıcı bir etkisinin olduğunu göstermektedir. OECD Düzenleyici Politika Görünümü 2025 verilerine göre, 2020 yılı itibarıyla Türkiye’de çevresel (yeşil) yatırımlarının toplam yatırımlar içindeki payı yalnızca %0,9’dur. Bu oran, OECD ortalaması olan %2,1’in oldukça altında kalmakta. Türkiye’nin yeşil altyapı ve teknoloji yatırımlarında genele bakıldığında geri konumda olduğunu göstermektedir. 2021 yılında kamu çevre koruma harcamaları 60,5 milyar TL’ye ulaşsa da bu harcamaların büyük bölümü atık ve atıksu yönetimi gibi klasik çevre hizmetlerine yönelmiştir. Oysa düşük karbon teknolojilerine, yenilenebilir enerjiye ve enerji verimliliğine dayalı yatırımlar, çevresel kaliteyi kalıcı olarak artıracak stratejik araçlardır. OECD Düzenleyici Politika Görünümü 2025’ten elde edilen sonuçlarda 2010–2020 döneminde yenilenebilir enerji alanında gözlenen

yaklaşık üç katlık yatırım artışı, Türkiye'nin bu alandaki dönüşüm potansiyeline işaret etmektedir. Yeşil yatırımların artması, ekonomik büyümeye katkı sağlayarak üretim faaliyetlerini genişletmekte, bu da enerji tüketiminin ve dolayısıyla çevresel emisyonların artmasına neden olabilmektedir. Bu bağlamda, GINV değişkeninin pozitif etkisi çalışmanın beklentileriyle uyumludur. Yeşil yatırımlardaki artışın uzun dönemde Türkiye'nin çevresel yük kapasitesini artırdığını göstermektedir. Başka bir ifadeyle, yeşil yatırımlar LCF'yi yükselterek çevresel sistemin dayanıklılığını ve taşıma kapasitesini güçlendirmiştir. Bu bulgu, teorik beklentilerle uyumludur. Literatürde de belirtildiği gibi, yenilenebilir enerji, enerji verimliliği ve düşük karbon teknolojilerine yapılan yatırımlar çevresel sistemin sürdürülebilirliğini güçlendirir (Ergün ve Polat, 2024; Çağlar ve Ulug, 2022). Türkiye'de yeşil yatırımların çevresel kapasiteyi artırmaya yönelik etkili bir yönelime sahip olduğu anlaşılmaktadır. Ancak, pozitif etkinin katsayısının oldukça küçük olması, mevcut yatırımların etkisinin henüz istenilen seviyede güçlü olmadığını göstermektedir. Bu durum, Türkiye'de yeşil yatırımların daha da çeşitlendirilmesi ve artırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Bu sonuç, Türkiye'nin özellikle 2000'li yıllardan sonra çevre standartlarına uyum çabalarını artırdığına, ancak bu çabaların yatırımların çevresel etkisini tamamen ortadan kaldırmadığına işaret etmektedir. Sonuç olarak, uzun dönemde GINV değişkeninin pozitif ve anlamlı etkisi çalışmada öngörülen beklentilerle örtüşmektedir.

Uzun dönem bulgularına göre GPAT değişkeninin negatif ve anlamsız bir etkisi vardır. Negatif işaret, yeşil patent sayısındaki artışın LCF üzerinde olumlu yönde bir etki yaratmadığını göstermektedir. Bu sonuç, yeşil inovasyonların çevreye etki edebilmesi için sadece teknolojik üretimin değil, aynı zamanda bu teknolojilerin uygulamaya aktarılmasını sağlayacak kurumsal çerçevelerin de güçlendirilmesi gerektiğini ortaya koymaktadır. OECD 2021 raporuna göre Türkiye'den yapılan çevreci (yeşil) patent başvuruları 2020 itibarıyla toplam başvuruların %1,5'ini oluşturmaktadır. Türkiye'nin yeşil patentlerinin toplam patentlere oranı ise %4,4 seviyesindedir (OECD ,2025a). Bu oran OECD ülkeleri ortalamasının oldukça gerisindedir. Bu durum, çevresel Ar-Ge ve yeşil teknolojilere yönelik yenilik üretiminin desteklenmesine olan ihtiyacı açık biçimde ortaya koymaktadır. Türkiye'de yeşil inovasyonların henüz çevresel kapasiteyi artıracak seviyede olmadığını göstermektedir. Literatürde de Oğul (2022) ve Güven (2023) gibi çalışmalar, çevresel inovasyonların etkisinin zaman içinde, belirli bir kritik eşik aşılnca

somutlaştığını belirtmektedir. Alınan yeşil patentlerin çevresel sistem üzerinde doğrudan bir iyileşme etkisi yaratabilmesi için bu teknolojilerin ekonomik hayata etkin şekilde entegre edilmesi gerekmektedir.

Çalışmada küreselleşme indeksini temsil eden KOF değişkeninin uzun dönem sonuçlarına göre değişkenin katsayısı negatif (-1.015) ve %1 düzeyinde anlamlı bulunmuştur. Küreselleşmenin Türkiye'de çevresel yük kapasitesini azalttığını göstermektedir. Bu çalışma için KOF değişkeninin katsayısında çift yönlü bir beklenti vardı. Aynı zamanda literatürde de küreselleşmenin çevre üzerindeki etkisi iki yönlü tartışılmaktadır. Özkan ve Çoban (2022) ile Özgün (2024), ekonomik küreselleşmenin uzun vadede çevre kalitesini artırma potansiyeline sahip olduğunu, kısa vadede ise emisyonları artırabildiğini göstermektedir. Benzer şekilde, Alancioğlu ve Miçooğulları (2024), ekonomik küreselleşmenin belirli koşullarda ekolojik ayak izi üzerinde olumlu etkiler yaratabildiğini ortaya koyarken, Polat ve Ergün (2023) politik küreselleşmenin emisyonları azaltıcı etkisini vurgulamıştır. Bir taraftan uluslararası çevre standartlarından olumlu etkiler beklenirken, diğer taraftan artan üretim ve tüketimin çevresel baskıları artırabileceği öne sürülmektedir. Çalışmanın bulguları, Türkiye'de küreselleşmenin çevresel kapasite üzerinde olumsuz etkiler yarattığını göstermektedir. Özellikle düşük maliyetli ve çevresel düzenlemelerin zayıf olduğu üretim süreçlerinin artışı bu durumu açıklayabilir.

Panel B'de kısa dönem katsayılarına bakıldığında GSYH (-8.281) ve $GSYH^2$ (0.428) katsayılarının işaretleri LCC'nin geçerli olduğunu göstermektedir. Yeşil yatırımları temsil eden GINV değişkeninin kısa dönem tahmin sonuçlarına göre katsayısı pozitif (0.019) bulunmuş ve %10 düzeyinde anlamlı olmuştur. Pozitif ve anlamlı katsayı, kısa vadede yeşil yatırımların Türkiye'nin çevresel kapasitesini artırıcı bir etkisi olduğunu göstermektedir. Çalışmanın varsayımları ve literatürdeki genel beklentilerle uyumludur. Özellikle Ergün ve Polat (2024) ile Çağlar ve Ulug (2022) gibi çalışmalarda da vurgulandığı üzere, yeşil yatırımların çevresel sistemler üzerinde kısa vadede olumlu etkiler yaratabileceği; ancak bu etkinin büyüklüğünün yatırım türüne ve odaklandığı sektöre bağlı olarak değişebileceği belirtilmiştir. Türkiye örneğinde, kısa dönemde yeşil yatırımların pozitif etkisinin görülmesi, yenilenebilir enerji, atık yönetimi ve enerji verimliliği projelerine yönelik artan kamu ve özel sektör yatırımlarının etkili olmaya başladığını göstermektedir. Özellikle 2000'li yılların ortalarından itibaren hızlanan

yenilenebilir enerji yatırımları ve şehir altyapılarında çevreci projelerin hayata geçirilmesi, bu kısa dönem pozitif etkileri açıklamaktadır. Ancak dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta, bu etkinin büyüklüğünün oldukça sınırlı olmasıdır. Bu durum, Türkiye'deki yeşil yatırım projelerinin sayıca artsa da henüz çevresel sistemin kapasitesini güçlü şekilde etkileyecek ölçekte olmadığına işaret etmektedir. Bu bağlamda, kısa vadede gözlemlenen pozitif etkinin daha kalıcı ve güçlü hâle gelmesi için yeşil yatırımların sadece niceliksel olarak değil, niteliksel olarak da güçlendirilmesi gerekmektedir. Özellikle enerji geçişi, temiz ulaşım altyapısı ve çevre dostu sanayi üretim süreçleri gibi alanlara yönelik yatırımların artırılması önem arz etmektedir.

Kısa dönem tahmin sonuçlarına göre GPAT değişkeninin katsayısı negatif (-0.003) bulunmuş ve istatistiksel olarak anlamsız olmuştur. Negatif işaret, kısa dönemde çevresel inovasyonların Türkiye'nin çevresel kapasitesi üzerinde bir etkisinin olmadığını göstermektedir. Bu sonuç, Türkiye'de çevresel inovasyon politikalarının henüz kısa vadede çevresel sistem üzerinde doğrudan ve ölçülebilir iyileştirici etkiler yaratacak düzeye ulaşmadığını göstermektedir. Literatürde Oğul (2022) ve Güven (2023) gibi çalışmalar da yeşil patentlerin çevresel etkilerinin ancak belirli bir sürede ve uygulama sahasına etkin entegrasyonla somutlaştığını vurgulamaktadır. Türkiye özelinde değerlendirildiğinde, son yıllarda çevre teknolojilerine ilişkin patent başvurularının artmasına rağmen, bu teknolojilerin uygulama sahasında aktif kullanım oranlarının düşük olması, kısa vadeli çevresel etkilerin sınırlı kalmasına neden olmaktadır. Diğer taraftan, patentlerin doğrudan çevresel iyileşme sağlaması için sadece buluş aşamasında kalmaması, ticarileşmesi ve yaygın kullanıma geçmesi gerekmektedir. Türkiye'de yeşil patent portföyünün gelişmekte olduğu; ancak ticarileşme süreçlerinde henüz istenilen etkinliğe ulaşılmadığı anlaşılmaktadır. Sonuç olarak, GPAT değişkeninin kısa dönemde çevresel kapasite üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir iyileştirici etkisinin gözlemlenmemesi, Türkiye'de yeşil inovasyon süreçlerinin hem desteklenmesi hem de aktif saha uygulamalarının artırılması gerektiğini göstermektedir.

Kısa dönem tahmin sonuçlarına göre KOF değişkeninin katsayısı negatif (-0.471) bulunmuştur. Negatif işaret, kısa dönemde küreselleşmenin çevresel kapasite üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olabileceğini göstermektedir. Ancak bu ilişkinin istatistiksel olarak anlamlı olmaması, kısa vadede küreselleşmenin Türkiye'nin çevresel sisteminde belirgin bir etkisinin bulunmadığını göstermektedir. Bu sonuç, kısa vadede

küreselleşmenin çevresel kalite üzerinde doğrudan ve net bir etkisinin ortaya çıkmayacağını göstermektedir. Özellikle üretim, tüketim ve sanayi sektörlerinde küreselleşme kaynaklı değişimlerin çevresel sistem üzerindeki etkilerinin zaman alabileceği literatürde de vurgulanmaktadır (Özkan ve Çoban, 2022; Karaca vd, 2023). Türkiye’de küreselleşme süreci, özellikle 2000’li yıllarda ivme kazanmış; ancak çevresel düzenlemelerin ve uygulamaların kısa vadede etkili sonuçlar üretebilmesi için belirli bir zaman dilimine ihtiyaç duyulmuştur. Bu bağlamda, kısa dönemde küreselleşmenin çevresel kapasiteyi belirgin şekilde artırıcı ya da azaltıcı etkiler yaratamaması beklenen bir sonuçtur. Sonuç olarak, çalışmada KOF değişkeninin kısa dönemde çevresel kalite üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmaması, küreselleşme süreçlerinin çevresel sistem üzerinde daha çok orta ve uzun vadeli etkiler yarattığını, kısa vadede ise etkilerin sınırlı ve belirsiz olabileceğini göstermektedir.

2001 ekonomik krizini temsilen modele dahil edilen DU01 dummy değişkeninin kısa dönemde pozitif katsayısı ve %5 anlamlı olması kriz döneminin çevresel bozulmayı azalttığını göstermektedir. Bu sonuç, kriz dönemlerinde ekonomik daralmanın üretim ve enerji tüketimini düşürmesiyle birlikte çevresel etkilerin de azaldığı yönündeki literatürle uyumludur. Hata düzeltme terimi (ECT) negatif ve %1 düzeyinde anlamlıdır. -1.144 değerindeki bu katsayı, sistemin önceki dönemlerdeki dengesizlikleri güçlü bir şekilde düzeltebildiğini ve modelin kısa vadeli sapmalara karşı hızlı bir şekilde uzun dönem dengeye döndüğünü göstermektedir. Bu yüksek düzeydeki hata düzeltme hızı, modele olan güveni ve tahminlerin istikrarını artırmaktadır.

SONUÇ VE ÖNERİLER

1992–2021 dönemi, Türkiye ekonomisinde hem yapısal kırılganlıkların derinleştiği hem de ekonomik dalgalanmaların toplumsal ve çevresel alanlara doğrudan yansıdığı bir geçiş evresidir. Bu süreçte yaşanan 1994 krizi ve onu izleyen 1999-2001 dönemi istikrarsızlıkları, yalnızca finansal göstergelerde bozulma yaratmakla kalmamış, çevresel politika alanında da belirgin bir geri çekilme ile sonuçlanmıştır. Kısa vadeli ekonomik önceliklerin ön planda tutulması, çevresel sürdürülebilirliği kamu gündeminin dışına itmiş; bu dönemde doğal kaynak yönetimi, çevre yatırımları ve kurumsal çevre politikaları büyük ölçüde ihmal edilmiştir. Dolayısıyla bu dönem, ekonomik kırılganlık ile çevresel yönetim arasındaki hassas bir dönemi ifade etmektedir. Bu çalışmada Türkiye ekonomisinin 1992-2021 dönemine ait verileri kullanılarak GSYH, GINV, GPAT ve KOF değişkenlerinin çevresel kalite üzerindeki etkileri LCF çerçevesinde analiz edilmiştir. Çalışmada geleneksel birim kök testlerinden ADF, PP, Ng-Perron yapısal kırılmalı birim kök testlerinden ZA ve LS testleri kullanılmıştır. Geleneksel birim kök testleri (ADF, PP, Ng-Perron) sonuçlarına göre serilerin çoğu seviyede durağan değildir, ancak birinci farkları alındığında tüm seriler durağan hale gelmiştir. Yapısal kırılmalı testler (ZA, LS) de benzer biçimde, serilerin çoğunun düzeyde durağan olmadığını, ancak birinci farklar alındığında durağan hale geldiğini göstermiştir. Bu durum, serilerin genellikle I (1) özellik taşıdığını ve yapısal kırılmaların etkisinin göz ardı edilemeyeceğini ortaya koymaktadır. Ardından genişletilmiş ARDL yöntemi ile değişkenler arasında hem uzun dönemli hem de kısa dönemli ilişkiler değerlendirilip modelde eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiştir. Çalışmada 2001 yılı kırılma yılı olarak seçilmiş bu tarih Türkiye için oldukça önemlidir. 2001 krizi, Türkiye ekonomisinin yapısal zayıflıklarını açıkça ortaya koyarken, çevresel yönetimin ekonomi politikalarının neredeyse tamamen dışında bırakıldığını gösteren çarpıcı bir örnek olmuştur.

Çalışmadan elde edilen ampirik bulgular çerçevesinde politika önerileri aşağıdaki gibidir. Yeşil yatırımlar çevresel kaliteyi artırıcı yönde güçlü ve anlamlı bir etkiye sahiptir. Bu bulgu, çevre dostu kamu harcamalarının ve yenilenebilir enerji projelerinin ekolojik sürdürülebilirliğe katkı sunduğunu göstermektedir. Çalışmada yeşil yatırımları temsil eden GINV değişkeninin hem uzun hem de kısa dönemde Türkiye'nin çevresel yük kapasitesi üzerinde pozitif bir etkisinin olduğu tespit edilmiştir. Ancak etkinin

büyükliğünün sınırlı kalması, mevcut yatırım politikalarının çevresel sürdürülebilirlik hedeflerini tam anlamıyla destekleyemediğini göstermektedir. Sonuçlar Türkiye’de çevresel yük kapasitesinin güçlendirilmesi için mevcut ekonomi politikalarının daha etkin ve hedefe yönelik şekilde yapılandırılması gerektiğini ortaya koymaktadır. Yeşil yatırımların, çevresel inovasyonların ve küreselleşmenin çevresel etkileri dikkatle değerlendirilerek politika tasarımı yapılmalıdır. Eğer özel sektör ve kamu sektörü arasında etkin bir iş birliği sağlanmaz ve uygun politikalar geliştirilmezse, bu yatırımların büyük çapta uygulanması zor olacaktır. Bu engellerin aşılması için hem ulusal hem de uluslararası düzeyde iş birliği ve finansal destekler kritik öneme sahiptir. Teknolojik yeniliklerin benimsenmesi ve yeşil enerji projelerine yönelik teşviklerin artırılması, bu sürecin hızlanmasını sağlayabilir. Bu nedenle, yeşil yatırımların yalnızca miktar olarak artırılması değil, nitelik olarak da geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır. Özellikle enerji yoğun ve karbon salınımı yüksek sektörlerde yenilenebilir enerji altyapısına yönelik yatırımların artırılması, enerji verimliliği projelerinin desteklenmesi ve temiz üretim teknolojilerinin kullanımının zorunlu hale getirilmesi gereklidir. Türkiye’de yeşil yatırımların çevresel kalite üzerindeki belirleyici etkisi, enerji tüketiminden kaynaklanan emisyonlar göz önünde bulundurulduğunda, özellikle sanayi ve enerji sektörlerindeki sermaye tahsisine yönelik politika araçlarının yeniden yapılandırılmasını gerektirmektedir. SDG 7 kapsamında "erişilebilir ve temiz enerji" hedefi doğrultusunda, kamu ve özel sektör iş birliği ile yenilenebilir enerji üretimi (güneş, rüzgâr, jeotermal) alanlarında bölgesel düzeyde yeşil yatırım teşvikleri artırılmalıdır. Bu doğrultuda yatırım teşvik belgelerinde fosil kaynaklara dayalı projelerden kademeli çıkış öngörülmeli, düşük karbonlu yatırımların finansmana erişimi için yeşil tahvil piyasaları derinleştirilmelidir. Sanayi sektörü için ise enerji yoğun sektörlerde (örneğin çimento, demir-çelik) yeşil dönüşüm sübvansiyonları ve karbon azaltım performansına dayalı teşvik mekanizmaları geliştirilmelidir. SDG 12'nin "sorumlu üretim ve tüketim" ilkesi gereğince, enerji verimliliği yatırımlarını artırmak için vergi kredileri ve amortisman kolaylıkları sağlanmalı, aynı zamanda kamu ihalelerinde çevresel standartlara uyumlu yatırımlar lehine pozitif ayrımcılık yapılmalıdır. GINV’nin uzun dönemde çevresel kaliteyi artırıcı etkisi, LCC teorisinin öngördüğü şekilde ekolojik dengeyi koruma kapasitesinin yatırım kaynaklı teknolojik gelişme ile güçlenebileceğini göstermektedir. Bu nedenle, kamu politikaları yalnızca yatırım düzeyini değil, yatırımın yönünü ve teknolojik içeriğini de

şekillendirecek şekilde bütüncül bir çerçeve içinde ele alınmalıdır. Yeşil tahvil ve yeşil kredi gibi finansman araçlarının kullanımını yaygınlaştırmak için Türkiye sermaye piyasalarında düzenleyici reformlara gidilmeli, kamu bankaları tarafından çevre dostu projelere yönelik özel kredi programları oluşturulmalıdır. Ayrıca, yeşil yatırımların etkisinin sürdürülebilir olması için kamu altyapı projelerinde çevre kriterleri zorunlu kılınmalı ve her yatırımın çevresel performansı düzenli aralıklarla izlenerek kamuoyuna açıklanmalıdır.

Ampirik bulgular, yeşil patent sayılarının çevresel kalite üzerinde anlamlı bir etkisinin bulunmaması, Türkiye’de çevresel inovasyonun güçlendirilmesi gerektiğine işaret etmektedir. Ar-Ge harcamalarının ulusal gelir içindeki payı artırılmalı, bu harcamaların önemli bir kısmı doğrudan çevresel teknoloji geliştirmeye tahsis edilmelidir. Patent başvurularının artırılması kadar, bu patentlerin saha uygulamalarına dönüştürülmesi ve üretim süreçlerinde kaynak verimliliği ile düşük karbon emisyonu sağlayacak teknolojilere geçişin hızlandırılması büyük önem taşımaktadır. Türkiye’de sektörel olarak enerji, ulaşım ve atık yönetimi alanlarında geliştirilen çevreci patentlerin artırılması için üniversite-sanayi iş birliği mekanizmaları güçlendirilmelidir. Kamu Ar-Ge fonlarının, çevre dostu teknolojilere yönlendirilmesi için öncelikli patent alanları belirlenerek, TÜBİTAK destek programlarında sektörel bazlı hedefleme yapılabilir. Ayrıca, patentlenmiş yeşil teknolojilerin üretime aktarılmasını kolaylaştıracak teknoloji transfer ofisleri ve inkübasyon merkezleri yaygınlaştırılmalıdır. Bölgesel farklılıklar dikkate alınarak yenilenebilir enerji potansiyeli yüksek bölgelerde (örneğin Güneydoğu Anadolu’da güneş, Ege’de rüzgâr) yerli yeşil teknoloji geliştiricilerine pozitif ayrımcılık sağlanmalıdır. Bu sayede LCC teorisinde yer alan ekolojik taşıma kapasitesinin, inovasyon yoluyla güçlendirilmesi mümkün olacaktır. Yeşil patentlerin sayısındaki artış, uzun dönemde hem çevreye olan baskının azaltılmasını hem de Türkiye'nin küresel yeşil ekonomi liginde rekabetçiliğini artırmasını sağlayacaktır. Ayrıca, üniversitelerin teknoloji transfer ofisleri daha fazla desteklenmeli, sanayi-üniversite iş birlikleri özellikle çevre teknolojileri alanında teşvik edilmelidir. Yeşil patentlere sahip firmalara vergi indirimleri gibi doğrudan finansal teşvikler sağlanması da özel sektörün çevresel inovasyonlara yönelmesini kolaylaştıracaktır.

Küreselleşme indeksi bulgularının çevresel kaliteye etkisinin negatif yönlü olması, ticaretin ve sermaye girişlerinin niteliği üzerine yeniden düşünülmesi gerektiğini ortaya

koymaktadır. SDG 12 ve SDG 13 doğrultusunda, ticari açıklığın çevresel faydaya dönüşmesi için ihracat ve ithalat yapısının sürdürülebilirlik kriterleriyle yeniden değerlendirilmesi gereklidir. Özellikle emisyon yoğun sektörlerin (örneğin kimya, plastik, ağır sanayi) dış ticaret hacmindeki ağırlığı azaltılarak, temiz teknoloji içeren ürün ve hizmetlerin ihracatı teşvik edilmelidir. Ayrıca, Türkiye'nin dış ticaret anlaşmalarında çevre standartlarının entegrasyonu sağlanmalı, Avrupa Birliği'nin Karbon Sınır Düzenleme Mekanizması gibi yeni uygulamalar dikkate alınarak, ihracat yapan firmalar için karbon ayak izi ölçümü ve raporlama zorunlulukları getirilmelidir. Karbon kaçağını önlemek amacıyla "sınırdaki karbon düzenlemesi" gibi mekanizmalara uyum stratejileri geliştirilmelidir. Doğrudan yabancı yatırımların (DYY) çevreye etkisi dikkate alınarak, çevresel etki değerlendirmesi süreçleri daha etkin ve şeffaf biçimde uygulanmalı, yüksek çevresel risk taşıyan yatırımların ülkeye girişi sınırlandırılmalıdır. Buna karşılık, düşük karbon teknolojileri getiren DYY'lere hızlandırılmış ruhsat süreçleri, vergi muafiyetleri ve yeşil inovasyon destekleri sunulmalıdır. Bu çerçevede, açıklığın çevre üzerindeki olumsuz etkilerini azaltmak adına, dışa açıklığın yönü ve içeriği stratejik biçimde yeniden kurgulanmalıdır. LCC perspektifinden bakıldığında, açıklığın ekonomik faydasını çevresel sürdürülebilirlikle uyumlu hale getirmek, Türkiye'nin uzun vadeli çevresel taşıma kapasitesini koruma altına alacaktır. Firmaların düşük karbon teknolojilerine geçiş yapmalarını kolaylaştıracak kredi destekleri ve teşvikler oluşturulmalıdır. Ayrıca, yeşil patent sistemleri hızla hayata geçirilmeli, uluslararası pazarlarda rekabet gücü çevre dostu üretim standartlarına bağlanmalıdır. Aynı zamanda SDG 13 hedefi doğrultusunda Türkiye'nin sera gazı emisyonlarını azaltma, iklim değişikliğine uyum sağlama ve iklimle ilgili riskleri azaltma hedeflerine de katkı sağlayacaktır.

Modeldeki DU01 kukla değişkeni 2001 ekonomik krizinin başında emisyonlardaki azalmayı doğrulamaktadır. Bu bulgu, ekonomik daralmaların çevre üzerinde geçici olarak olumlu etkiler yapabildiğini, ancak bunun sürdürülebilir olmadığını gösterir. Ekonomik kriz dönemlerinde (örneğin 2001 Türkiye krizi, 2008 küresel finansal kriz ve 2020 COVID-19 pandemisi) üretim hacmi azalmakta, enerji tüketimi düşmekte ve genel ekonomik faaliyetler yavaşlamaktadır. Bu duruma bağlı olarak emisyon salınımında geçici azalmalar yaşanmakta ve bazı çevresel göstergelerde kısa vadeli iyileşmeler gözlemlenmektedir. Ancak ekonomik toparlanma süreciyle birlikte çevresel standartlar sıklıkla ikinci plana atılmakta, üretim önceliğiyle birlikte çevresel kısıtlar gevşetilmekte

ve bu durum "çevresel geri tepme" etkisini (environmental rebound) doğurmaktadır. Bu döngüyü kırmak için kriz koşullarına duyarlı ve esnek biçimde tasarlanmış çevre politikaları geliştirilmelidir. Bu çerçevede, ekonomik faaliyet düzeyine entegre edilen çevresel regülasyonlar uygulanabilir. Benzer şekilde, enerji sektöründe kriz dönemleri için geçici karbon salım üst sınırları belirlenebilir. Enerji verimliliği yatırımlarının yapılamadığı koşullarda, oluşan çevresel yükü telafi etmek üzere karbon dengeleme fonları oldukça önemli bir yere sahiptir.

Sonuç olarak, Türkiye'nin sürdürülebilir kalkınma hedeflerine ulaşabilmesi için ekonomik büyüme, çevresel kalite ve küresel entegrasyon süreçlerini eşgüdümlü şekilde yönetmesi büyük önem taşımaktadır. Yeşil yatırım, çevresel inovasyon ve çevre dostu küreselleşme adımları yalnızca çevresel sürdürülebilirliği artırmakla kalmayacak, aynı zamanda Türkiye ekonomisinin uzun vadeli rekabet gücünü de güçlendirecektir. Bu nedenle, politika yapıcılar çevresel sürdürülebilirlik perspektifini tüm makroekonomik karar alma süreçlerinin merkezine yerleştirmeli; çevreyi ekonomik büyümenin bir yan ürünü değil, ayrılmaz bir unsuru olarak değerlendirmelidir.

Bu çalışma, Türkiye ekonomisinin çevresel kalitesi üzerindeki belirleyicileri iktisadi ve yapısal bir perspektiften inceleyerek, sürdürülebilir kalkınma hedeflerinin ancak çevresel ve ekonomik politikaların eşgüdümlü biçimde tasarlanması ile mümkün olabileceğini ortaya koymuştur. Bununla birlikte, çevresel kalitenin dinamik yapısını daha derinlemesine anlamak için, veri setinin sektörel bazda ayrıştırılması (örneğin sanayi, konut, ulaşım gibi alt sektörler göre emisyon verileri) ve zaman serisi uzunluğunun artırılması gelecekte yapılacak çalışmalar için önemli bir detay olabilir. Ayrıca, çevresel kaliteyi etkileyebilecek kurumsal kalite, çevre mevzuatlarının etkinliği veya bölgesel farklılıkları yansıtan yeni değişkenlerin dâhil edilmesi hem modelin açıklayıcılarını hem de politika önerilerinin derinliğini arttıracaktır. Bu doğrultuda, yalnızca ARDL veya genişletilmiş ARDL gibi zaman serisi yaklaşımlarıyla sınırlı kalınmaması; panel veri yöntemleri (Panel ARDL, FMOLS, DOLS), eşbütünleşme testleri, panel nedensellik analizleri ve yapısal kırılma içeren modellerin birlikte değerlendirilmesi önerilebilir. Değişkenlere ilişkin olarak, en çok kullanılan göstergelerin (GSYH, enerji tüketimi, ihracat vb.) yanı sıra çevreye duyarlı yeni göstergelerin (yeşil finansman miktarı, yenilenebilir enerjiye yapılan kamu yatırımları, çevre bilinci endeksleri, iklim riski göstergeleri, karbon yoğunluğu, enerji verimliliği oranları,

kurumsal sürdürülebilirlik skorları ve çevre ceza uygulamaları) modele dâhil edilmesi, sonuçların hem teorik hem de pratik boyutunu zenginleştirecektir. Ayrıca, sektörel bazlı modellemelerin yanı sıra bölgesel ya da kent ölçeğinde mikro düzey analizlerin yapılması, Türkiye'nin mekânsal çevresel sorunlarına daha etkili çözümler geliştirilmesine olanak tanıyacaktır.



KAYNAKÇA

- Acaroğlu, H., Kartal, H. M. ve García Márquez, F. P. (2023). “Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Terms of Ecological Footprint and CO2 Emissions Through Energy Diversification for Turkey”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(22), 63289-63304.
- Afşar, M. ve Yüksel, G. Ö. (2022). “Küreselleşme, Finansal Gelişme ve Karbon Emisyonları İlişkisi: Türkiye Üzerine Asimetrik Kanıtlar”. *Sakarya İktisat Dergisi*, 11(4), 428-449.
- Ağacan, İ. (2014). *Çevre Kirliliği Sorunları ile Mücadelelerde Türkiye’de Uygulanan Çevre Vergileri ve Çevre Vergisi Bilinci*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi). Sakarya: Sakarya Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Ahmad, M., Ahmed, Z., Gavurova, B. ve Oláh, J. (2022). “Financial Risk, Renewable Energy Technology Budgets, and Environmental Sustainability: Is Going Green Possible?”. *Frontiers in Environmental Science*. 10, 909190.
- Ahmed, Z., Cary, M., Ali, S., Murshed, M., Ullah, H. ve Mahmood, H. (2022). “Moving Toward a Green Revolution in Japan: Symmetric and Asymmetric Relationships Among Clean Energy Technology Development Investments, Economic Growth, and CO2 Emissions”. *Energy and Environment*, 33(7), 1417-1440.
- 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.
- Aktaş, G. S. ve Bilgili, A. (2022). “Çevre Teknolojisi Patentleri ve Yenilenebilir Enerjinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkilerine İlişkin Ampirik Bir Çalışma”. *Kent Akademisi*, 15(3), 1052-1068.
- Akyazı, S. ve Korkmaz, İ. (2024). “Yeşil Ekonomi ve İnsani Gelişme Endeksi İlişkisi: Türkiye Örneği”. *İktisadi Araştırmalar Dergisi*, 2(1), 34-43.
- Akyol, M. ve Mete, E. (2021). “Çevresel Teknolojik İnovasyonların CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkisi: OECD Ülkeleri Örneği”. *İstanbul İktisat Dergisi*, 71(2), 569-590.

- Akyüz, E. (2024). “Çevre Sorunları ve İnsan Hakları İlişkisi”. *The Journal of Academic Social Science*, 15(15), 427-436.
- Al, İ. (2019). “Sürdürülebilir Kalkınma ve Yeşik Ekonomi: Türkiye için Bir Endeks Önerisi”. *Hitit Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(1), 112-124.
- Alancıoğlu, E. ve Miçooğulları, S. A. (2024). “Ekonomik Büyüme ve Küreselleşmenin Çevresel Kalite Üzerindeki Etkisi: Türkiye Üzerine Bir Analiz”. *International Journal of Social and Humanities Sciences Research (JSHSR)*, 11(114), 2715-2723.
- Albayrak, E. N. ve Gökçe, A. (2016). “Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği”. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 279-301.
- Albino, V., Ardito, L., Dangelico, R. M., & Petruzzelli, A. M. (2014). Understanding the development trends of low-carbon energy technologies: A patent analysis. *Applied energy*, 135, 836-854.
- Ali, E. B., Opoku-Mensah, E., Ofori, E. K. ve Agbozo, E. (2023). “Load Capacity Factor and Carbon Emissions: Assessing Environmental Quality Among MINT Nations Through Technology, Debt, and Green Energy”. *Journal of Cleaner Production*, 428, 139282.
- Altıntaş, N., Açıkgöz, F. ve Yenyurt, M. (2023). “Investigating the LCC hypothesis in the middle East, North Africa, and Turkey (Menat): Evidence From Second-Generation Panel Techniques”. *Environment, Development and Sustainability*, 1-20.
- Asteriou, D. ve Hall, S. G. (2021). *Applied Econometrics*. Bloomsbury Publishing.
- Aydin, M. ve Degirmenci, T. (2024). “The Impact of Clean Energy Consumption, Green Innovation, and Technological Diffusion on Environmental Sustainability: New Evidence from Load Capacity Curve Hypothesis for 10 European Union Countries”. *Sustainable Development*, 32(3), 2358-2370.
- Aykırı, M. ve Bulut, Ö. U. (2019). “Ekonomik Küreselleşme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların CO2 Emisyonu Üzerindeki Belirleyiciliği: Türkiye Örneği”. *Iğdır Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 69-90.

- Bahtiyar, B. ve Yağlıkara, A. (2022). “Çevresel Kalite, Küreselleşme ve Kurumlar Arasındaki İlişki: G-20 Ülkeleri İçin Bir Analiz”. *Afyon Kocatepe Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 238-251.
- Başar, S. ve Temurlenk, M. S. (2007). “Çevreye Uyarlanmış Kuznets Eğrisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-12.
- Bekun, F. V., Yadav, A., Onwe, J. C., Fumey, M. P. ve Ökmen, M. (2024). “Assessment into the Nexus Between Load Capacity Factor, Population, Government Policy in the Form of Environmental Tax: Accessing Evidence from Turkey”. *International Journal of Energy Sector Management*.
- Bindi, G. (2019). *Technological Innovation and the Environment: An Analysis Based on Patent Counts*. (Master’s Thesis), İsveç: Lund University.
- Birleşmiş Milletler iklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi (1998) – Kyoto Protokolü (<https://iklim.gov.tr/kyoto-protokolu-i-35>)
- Bölük, G. ve Mert, M. (2015). “The Renewable Energy, Growth, and Environmental Kuznets Curve in Turkey: An ARDL Approach”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 52, 587-595.
- Bucak, Ç. (2022). “G8 Ülkelerinde ve Türkiye’de Ekonomik Karmaşıklık ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: Toda-Yamamoto Nedensellik Testi Analizi”. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 22(1), 1-16.
- Bulte, E., List, J. A., & Strazicich, M. C. (2007). “Regulatory Federalism and the Distribution of Air Pollutant Emissions”. *Journal of Regional Science*, 47(1), 155-178.
- Caglar, A. E. ve Ulug, M. (2022). “The Role of Government Spending on Energy Efficiency R&D Budgets in the Green Transformation Process: Insight from the Top-Five Countries”. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(50), 76472-76484.
- Caglar, A. E., Avci, S. B., Ahmed, Z. ve Gökçe, N. (2024c). “Assessing the Role of Green Investments and Green Innovation in Ecological Sustainability: From a Climate

- Action Perspective on European Countries”. *Science of the Total Environment*, 928, 172527.
- Çağlar, A. E., Destek, M. A. ve Manga, M. (2024b). “Analyzing the Load Capacity Curve Hypothesis for Türkiye: A Perspective for the Sustainable Environment”. *Journal of Cleaner Production*, 444, 141232
- Çağlar, A. E., Gökçe, N. ve Balsalobre-Lorente, D. (2024a). “Towards the Vision of Going Green: The Role of Different Energy Research and Development Investments, Urbanization, and Income in Load Capacity Factor. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*, 68, 103888.
- Çabaş, M. (2024). “Türkiye’de Fosil Yakıt ve Yenilenebilir Enerjinin Yük Kapasitesi Faktörüne Etkisi: Sürdürülebilir Çevre İçin Bootstrap FARDL Yaklaşımı”. *Eurasian Econometrics Statistics and Empirical Economics Journal*, (25), 45-58.
- Çağlar, A. E. (2015). *Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testlerinin Küçük Örneklem Özelliklerinin Karşılaştırılması*. (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi). Pamukkale: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Çağlar, A. E. (2021). *Çevresel Bozulmaların Bir Göstergesi Olarak Karbon Emisyonlarının Durağanlığı: Karbon Histeri Hipotezi*. (Doktora Tezi). Antalya: Akdeniz Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Çamkaya, S. (2024). “LCC Hipotezi Çerçevesinde Çevresel Kalite ve Kentleşme Arasındaki İlişki: Türkiye’den Ampirik Kanıtlar”. *Fiscaeconomia*, 8(2), 739-760.
- Çanakçıoğlu, M. (2023). “Sürdürülebilir Ekonomik Kalkınma Çerçevesinde Yeşil Büyüme ve Yeşil Finans”. *Sosyal, Beşerî ve İdari Bilimler Dergisi*, 6(4), 537-554.
- Çoban, M. N. ve Özkan, O. (2022). “Çevresel Kuznets Eğrisi: Türkiye’de Küreselleşme ve Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkisinin Yeni Dinamik ARDL Simülasyon Modeli ile İncelenmesi”. *Akademik Hassasiyetler*, 9(19), 207-228.
- Dal, M. M., Karakaya, E. ve Bulut, Ş. (2013). “Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye: Ampirik Bir Analiz”. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 85-96.

- Daştan, M. (2024). “The Role of Renewable Energy, Technological Innovation, and Human Capital on Environmental Quality in Türkiye: Testing the LCC Hypothesis with Smooth Structural Shifts”. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (65), 76-91.
- Degirmenci, T. ve Aydın, M. (2024). “Testing the Load Capacity Curve Hypothesis with Green Innovation, Green Tax, Green Energy, and Technological Diffusion: A Novel Approach to the Kyoto Protocol”. *Sustainable Development*, 32(5), 4931-4945.
- Demir, O., Uludağ, K. ve Özdemir, D. (2024). “Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisinin Genişletilmiş Sınır Testi (A-ARDL) Yardımıyla Sınanması: 1970-2021 Dönemi”. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 25(1), 81-95.
- Demircioğlu, C. (2003). *Türkiye için Sürdürülebilir Enerji Çevre Politikaları*. (Yayımlanmış Yüksek Lisans Tezi), Ankara: Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Deng, S., Tiwari, S., Khan, S., Hossain, M. R., ve Chen, R. (2024). “Investigating the Load Capacity Curve (LCC) Hypothesis in Leading Emitter Economies: Role of Clean Energy and Energy Security for Sustainable Development”. *Gondwana Research*, 128, 283-297.
- Dere, İ. ve Çinikaya, C. (2023). “Tiflis Bildirgesi ve BM 2030 Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının Çevre Eğitimi ve İklim Değişikliği Dersi Öğretim Programına Yansımaları”. *Ordu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 1343-1366.
- Dickey, D.A ve Fuller, W. A. (1979). “Distributions of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root”. *Journal of American Statistical Association*, 74(366), 427-481.
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1981). “Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root”. *Econometrica*, 49(4), 1057-1072.
- Dogan, A. ve Pata, U. K. (2022). “The Role of ICT, R\&D Spending, and Renewable Energy Consumption on Environmental Quality: Testing the LCC Hypothesis for G7 Countries”. *Journal of Cleaner Production*, 380, 135038.

DPT (2002). Ekonomik ve Sosyal Göstergeler, (1950-2001).

DPT (2003). Temel Ekonomik Göstergeler.

Erataş, F. ve Uysal, D. (2014). “Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “Brict” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi”. *İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.

Erdogan, S. (2024). “Linking Natural Resources and Environmental Sustainability: A Panel Data Approach Based on the Load Capacity Curve Hypothesis”. *Sustainable Development*, 32(4), 3182-3194.

Erdogan, S. ve Acaravci, A. (2019). “Revisiting the Convergence of Carbon Emission Phenomenon in OECD Countries: New Evidence from Fourier Panel KPSS Test”. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(24), 24758-24771.

Ergün, S. ve Polat, M. A. (2024). “Türkiye’de Yeşil İnovasyon ve Çevresel Kalite Arasındaki İlişkinin Analizi”. *Akademik Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi*, 36-49.

Evren, M. B. (2022). “İnsan ve Çevre Etkileşiminde Küresel İklim Değişikliğine Adaptasyon”. *Kırklareli Üniversitesi Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 1(1), 33-46.

Fang, Z., Wang, T. ve Yang, C. (2024). “Nexus Among Natural Resources, Environmental Sustainability, and Political Risk: Testing the Load Capacity Factor Curve Hypothesis”. *Resources Policy*, 90, 104791.

Gaspar, D., Shah, A. ve Tankha, S. (2019). “The Framing of Sustainable Consumption and Production in SDG 12”. *Global Policy*, 10, 83-95.

Gebara, C. H. ve Laurent, A. (2023). “National SDG-7 Performance Assessment to Support Achieving Sustainable Energy for All Within Planetary Limits”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 173, 112934.

Gedik, Y. (2020). “Sosyal, Ekonomik ve Çevresel Boyutlarla Sürdürülebilirlik ve Sürdürülebilir Kalkınma”. *Uluslararası Ekonomi Siyaset İnsan ve Toplum Bilimleri Dergisi*, 3(3), 196-215.

Global Footprint Network. (2022). <https://www.footprintnetwork.org/> (Erişim tarihi: 9 Aralık 2024).

- Glynn, J., Perera, N. ve Verma, R. (2007). "Unit Root Tests and Structural Breaks: A Survey with Applications". *Revista de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa*, 3, 63-79.
- Göksu, S. ve Balkı, A. (2023). *ARDL ve NARDL Eşbütünleşme Analizleri: Adım Adım Eviews Uygulaması*. Ankara: Serüven Yayıncılık.
- Growth, G. ve Countries, D. (2011). "A Summary for Policy Makers". *Organization for Economic Co-Operation and Development*, 25-26.
- Guloglu, B., Caglar, A. E. ve Pata, U. K. (2023). "Analyzing the Determinants of the Load Capacity Factor in OECD Countries: Evidence from Advanced Quantile Panel Data Methods". *Gondwana Research*, 118, 92-104.
- Güllü, M. ve Kartal, Z. (2021). "Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının 2030 Yılına Kadar Tahmini". *19 Mayıs Sosyal Bilimler Dergisi*, 2(2), 288-313.
- Gümüş, B. ve Buluş, A. (2020). "Uluslararası Çevre Sorunları ve William Nordhaus'un Çevre Ekonomisine Katkıları". *Alanya Akademik Bakış*, 4(3), 1015-1031.
- Güneysu, Y. (2023). "Türkiye'de Finansal Gelişme, Küreselleşme ve Sanayileşmenin Yük Kapasite Faktörü Üzerindeki Etkisi". *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(3), 934-946.
- Güven, M. (2023). "Türkiye'de Çevresel İnovasyonun Karbon Ayak İzi Üzerine Etkisi (The Impact of Environmental Innovation on Carbon Footprint in Turkey)". *Available at SSRN 4362196*.
- Hacıımanoğlu, T. (2022). "Türkiye'de Çevresel Kuznets Hipotezi Geçerli mi? Fourier Bootstrap ARDL Testinden Kanıtlar". *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (48), 171-183.
- Hailemariam, A., Ivanovski, K. ve Dzhumashev, R. (2022). "Does R\&D Investment in Renewable Energy Technologies Reduce Greenhouse Gas Emissions?". *Applied Energy*, 327, 120056.
- Hakan, A. C. E. T., ve Akacan, B. G. F. (2024). "Kasım 2000, Şubat 2001 Krizi ve 2008 Küresel Krizinin Türkiye Ekonomisi ve İstihdamı Üzerine Yansımaları". *The Journal of Academic Social Science Studies*, 7(71), 355-376.

- Hannah Ritchie, Max Roser and Pablo Rosado (2022)- "Energy". Published Online at OurWorldinData.org. Retrieved from: 'https://ourworldindata.org/energy'
- Hashmi, R., & Alam, K. (2019). Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO2 emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation. *Journal of cleaner production*, 231, 1100-1109.
- He, X., Khan, S., Ozturk, I. ve Murshed, M. (2023). "The Role of Renewable Energy Investment in Tackling Climate Change Concerns: Environmental Policies for Achieving SDG-13". *Sustainable Development*, 31(3), 1888-1901.
- International Energy Agency (IEA). (2023). <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/>.
- IRENA (2023). *Renewable Energy Statistics 2023*. International Renewable Energy Agency, Abu Dhabi
- Işık, S. (2022). "Türkiye’de Küreselleşmenin Ekolojik Bilanço Üzerine Etkisi: Maki Eşbütünleşme Analizi". *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(4), 741-758.
- İçen, N. M. E. (2024). "Türkiye’de Yük Kapasite Faktörünün Belirleyicileri Nelerdir? Genişletilmiş ARDL Yaklaşımı". *Ekonomik ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 20(2), 299-312.
- İğde, E. (2010). *Yapısal Değişiklik Altında Birim Kök Testleri ve Bazı Makro İktisadi Değişkenler Üzerine Uygulamalar*. (Master's thesis), Adana: Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- İmamoğlu, H. ve Onbaşıoğlu, D. Ç. (2023). "Küreselleşmenin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Üzerindeki Rolü: Pakistan Örneği". *Trends in Business and Economics*, 37(3), 177-185.
- Johnstone, N., Haščič, I. ve Popp, D. (2010). "Renewable Energy Policies and Technological Innovation: Evidence Based on Patent Counts". *Environmental and Resource Economics*, 45, 133-155.
- Karaca, Y. E., Sahabi, A. M. ve Naimoğlu, M. (2023). "Türkiye’de Küreselleşme, Finansallaşma ve Çevre Etkileşimi". *Para ve Sermaye Piyasalarında Teorik ve Ampirik Çalışmalar*, 75.

- Karasoy, A. (2021). “Küreselleşme, Sanayileşme ve Şehirleşmenin Türkiye’nin Ekolojik Ayak İzine Etkisinin Genişletilmiş ARDL Yöntemiyle İncelenmesi”. *Hitit Sosyal Bilimler Dergisi*, 14(1), 208-231.
- Karataş, A. R. ve Ergül, M. (2023). “Türkiye’de Ekonomik Büyüme, Finansal Gelişme ve Ticari Açıklık: Genişletilmiş ARDL ile Kanıtlar”. *Necmettin Erbakan Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi*, 5(Özel Sayı), 222-236.
- Kardaslar, A. (2022). “Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Küreselleşme Sürecinin Ekolojik Ayak İzi Üzerindeki Etkisi: Türkiye Örneği”. *Business and Economics Research Journal*, 13(3), 385-401.
- Kartal, M. T., Pata, U. K., Destek, M. A. ve Caglar, A. E. (2023). “Environmental Effect of Clean Energy Research and Development Investments: Evidence from Japan by Using Load Capacity Factor”. *Journal of Cleaner Production*, 416, 137972.
- Kaya, H. E. (2020). Kyoto’dan Paris’e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 4(10), 165-191.
- Kesebir, M. (2018). “Türkiye’de 2001 Krizi Sonrası Bankacılık Sektörünün Durumu, Yapısal Reformlar ile Son Yıllardaki Gelişmeler”. *Akademik İzdüşüm Dergisi*, 3(2), 1-19.
- Kılıç, C., Kurt, Ü. ve Balan, F. (2020). “Kentleşme ve Sanayileşmenin CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkisi: Türkiye İçin ARDL Sınır Testi Yaklaşımı”. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 18(2), 182-196.
- Kızılkaya, O., Sofuoğlu, E. ve Çoban, O. (2016). “Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi ve Çevre Kirliliği Analizi: Türkiye Örneği”. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(2), 255-272.
- Kibert, C. J. (2016). *Sustainable Construction: Green Building Design and Delivery*. John Wiley & Sons.
- Koçak, E. (2014). “Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı”. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.

- Kömürcüoğlu, Ö. F. ve Değer, M. K. (2022). “Doğrudan Yabancı Yatırımlar ile Çevre Kirliliği İlişkisi: Seçilmiş Ülke Grupları Üzerine Panel Veri Analizleri”. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi* (51), 371-381.
- Köse, H. Ö. (2022). “Çevresel Sürdürülebilir Kalkınma Amaçlarının Denetimi ve INTOSAI Rehberliği”. *Sayıştay Dergisi*, 33(126), 501-516.
- Kraft, J. ve Kraft, A. (1978). “On the Relationship Between Energy and GNP”. *Journal of Energy and Development*, 401–403.
- Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2003). “Minimum Lagrange Multiplier Unit Root Test with Two Structural Breaks”. *Review of Economics and Statistics*, 85(4), 1082-1089.
- Lee, J. ve Strazicich, M. C. (2013). “Minimum LM Unit Root Test with One Structural Break”. *Economics Bulletin*, 33(4), 2483-2492.
- Manga, M. ve Cengiz, O. (2020). “Çevresel Kuznets Hipotezine Küreselleşme Eksenli Yaklaşım: Türkî Cumhuriyetler Örneği”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 11(28), 738-752.
- McNown, R., Sam, C. Y. ve Goh, S. K. (2018). “Bootstrapping the Autoregressive Distributed Lag Test for Cointegration”. *Applied Economics*, 50(13), 1509-1521.
- Mensah, K., Wieck, C. ve Rudloff, B. (2024). “Sustainable Food Consumption and Sustainable Development Goal 12: Conceptual Challenges for Monitoring and Implementation”. *Sustainable Development*, 32(1), 1109-1119.
- Mert, M. ve Çağlar, A. E. (2019). *EViews ve GAUSS Uygulamalı Zaman Serileri Analizi*, Ankara: Detay Yayıncılık, 1.
- MFA (2024). <https://www.mfa.gov.tr/surdurulebilir-kalkinma.tr.mfa>.
- Morelli, J. (2011). “Environmental Sustainability: A Definition for Environmental Professionals”. *Journal of Environmental Sustainability*, 1(1), 2.
- Moussaid, F. Z., Bachegour, H., Jerry, M. ve Qafas, A. (2023). “Probing the Asymmetric Impact of Clean Energy Technologies on Environmental Quality: Testing Load Capacity Curve Hypothesis in Spain”. *Environment, Development and Sustainability*, 1-20.

- Musah, A. ve Yakubu, I. N. (2022). “Exploring Industrialization and Environmental Sustainability Dynamics in Ghana: A Fully Modified Least Squares Approach”. *Technological Sustainability*, 2(2), 142-155.
- Narayan, P. K. (2005). “The Saving and Investment Nexus for China: Evidence from Cointegration Tests”. *Applied Economics*, 37(17), 1979-1990.
- Nelson, C.R. ve Plosser C.I. (1982), “Trends and Random Walks in Macroeconomic Time Series”. *Journal of Monterey Economics*, 10, 139-162
- Ng, S. ve Perron, P. (2001), “Lag Length Selection and the Construction of Unit Root Tests with Good Size and Power”. *Econometrica*, 69, 1529–1554.
- OECD (2013). “Why New Business Models Matter for Green Growth”, OECD Green Growth Papers,
- OECD (2025). <https://doi.org/10.1787/56b60e39-en>.
- OECD (2025a). <https://doi.org/10.1787/d01c660f-en>.
- Oğul, B. (2022). “Türkiye’de Çevresel Teknolojik İnovasyonlar Ekolojik Ayak İzini Azaltıyor mu? ARDL Sınır Testi Analizi”. *İnönü Üniversitesi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(2), 409-427.
- Oğul, B. (2023). “Çevresel Kalitenin Belirleyicilerinin Ekonometrik Analizi”. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 41(1), 147-166.
- Organization for Economic Co-operation and Development (OECD). *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 13246-13262.
- Özbek, S. (2023a). “Sürdürülebilir Çevre: Çevre Teknolojileri ve Vergileri Kapsamında Ekonometrik Bir İnceleme”. *Bingöl Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 7(Prof. Dr. Muammer ERDOĞAN Anısına Kongre Özel Sayısı), 63-91.
- Özbek, S. (2023b). “Ekonomik Büyüme, Küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi İlişkisi: ASEAN-5 Ülkeleri Üzerine Ekonometrik Bir Analiz”. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 14(37), 123-138.

- Özçağ, M. ve Hotunluoğlu, H. (2015). “Kalkınma Anlayışında Yeni Bir Boyut: Yeşil Ekonomi”. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 13(2), 303-324.
- Özgün, F. (2024). “Küreselleşme ve Kentleşmenin Çevreye Etkisi: Türkiye Üzerine Bir Uygulama”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İşletme Fakültesi Dergisi*, 25(2), 130-152.
- Özkan, O. ve Çoban, M. N. (2022). “Türkiye’de Kirlilik Hali Hipotezi ve Ekonomik Büyüme, Ekonomik Küreselleşme ve Ekolojik Ayak İzi Bağlantısı: KRLS’den Kanıtlar”. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 18(4), 1049-1068.
- Pata, U. K. ve Balsalobre-Lorente, D. (2022). “Exploring the Impact of Tourism and Energy Consumption on the Load Capacity Factor in Turkey: A Novel Dynamic ARDL Approach”. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(9), 13491-13503.
- Pata, U. K. ve Ertugrul, H. M. (2023). “Do the Kyoto Protocol, Geopolitical Risks, Human Capital, and Natural Resources Affect the Sustainability Limit? A New Environmental Approach Based on the LCC Hypothesis”. *Resources Policy*, 81, 103352.
- Pata, U. K. ve Isik, C. (2021). “Determinants of the Load Capacity Factor in China: A Novel Dynamic ARDL Approach for Ecological Footprint Accounting”. *Resources Policy*, 74, 102313.
- 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”. *Progress in Nuclear Energy*, 149, 104249.3288.
- Pata, U. K., Caglar, A. E., Kartal, M. T. ve Depren, S. K. (2023). “Evaluation of the Role of Clean Energy Technologies, Human Capital, Urbanization, and Income on the Environmental Quality in the United States”. *Journal of Cleaner Production*, 402, 136802.
- Perron, P. (1989). “The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis”. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1361-1401.

- Pesaran, M. H., Shin, Y. ve Smith, R. J. (2001). "Bounds Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships". *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Phillips, P. ve Perron, P. (1988), "Testing for a Unit Root in Time Series Regression". *Biometrika*, 75(2), 335-346.
- Polat, M. A. ve Ergün, S. (2023). "Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Ekonomik Büyüme ve Farklı Küreselleşme Türleri Bakımından Analizi". *İstanbul İktisat Dergisi*, 73(1), 107-142.
- Protokolü, K. (1998). 1.1 Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi ve Kyoto Protokolü.
- Sachs, J.D., Lafortune, G., Fuller, G. ve Drumm, E. (2023). "Implementing the SDG Stimulus. Sustainable Development Report 2023. Dublin: Dublin University Press, 2023, Şen, Z. (2022). İklim Değişikliği ve Türkiye". *Çevre Şehir ve İklim Dergisi*, 1(1), 1-19.
- Sam, C. Y., McNown, R. ve Goh, S. K. (2019). "An Augmented Autoregressive Distributed Lag Bounds Test for Cointegration". *Economic Modelling*, 80, 130-141.
- Savaş, D. A. (2024). "Renewable Energy and CO₂ Emissions: A Case Study of Türkiye (1985-2022)". *Akademik Yaklaşımlar Dergisi*, 15(3), 1450-1472.
- Savaş, Y. (2023). "The Impact of Economic Growth, Fuel Consumption, Agriculture, Trade Openness on Environmental Degradation in Türkiye: Evidence from Environmental Kuznets Curve". *Türk Kamu Yönetimi Dergisi*, 4(1).
- Sevüktekin, M. ve Nargeleçekenler, M. (2006). "İstanbul Menkul Kiymetler Borsasında Getiri Volatilitésinin Modellenmesi ve Önraporlanması". *Ankara Üniversitesi SBF Dergisi*, 61(4), 243-265.
- Siche, R., Pereira, L., Agostinho, F. ve Ortega, E. (2010). "Convergence of Ecological Footprint and Emergy Analysis as a Sustainability Indicator of Countries: Peru as Case Study". *Communications in Nonlinear Science and Numerical Simulation*, 15(10), 3182-3192.

- Söğüt, Y. (2024). *Yeşil Bütçelemeye Yönelik Çevresel Araçların Yük Kapasitesi Eğrisi Çerçevesinde İncelenmesi: Avrupa Birliği Ülkelerinden Kanıtlar= Examining Environmental Instruments for Green Budgeting Within the Framework of the Load Capacity Curve: Evidence from European Union Countries*. Sakarya: Sakarya Üniversitesi.
- Sun, A., Bao, K., Aslam, M., Gu, X., Khan, Z. ve Uktamov, K. F. (2024). “Testing Load Capacity and Environmental Kuznets Curve Hypothesis for China: Evidence from Novel Dynamic Autoregressive Distributed Lags Model”. *Gondwana Research*, 129, 476-489.
- Şeker, H. ve Avşar, M. (2023). “The Tourism-Based Environmental Kuznets Curve Hypothesis: Evidence from the Turkish Economy”. *International Journal of Social Inquiry*, 16(2), 479-496.
- Şimşek, M. (2003). “İhracata Dayalı Büyüme Hipotezinin Türkiye Ekonomisi Verileri ile Analizi, 1960–2002”. *Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18(2), 43-63.
- Şimşek, T. ve Bursal, M. (2019). “Türkiye’de Ekolojik Ayak İzi ve Biyokapasite Arasındaki İlişki: Bootstrap Rolling Window Nedensellik Testi”. *IBAD Sosyal Bilimler Dergisi*, 452-465.
- Tekbaş, M. (2022). “Ekonomik Büyüme ve Ekonomik Küreselleşmenin Çevre Kalitesi Üzerindeki Etkisi: Geçiş Ekonomileri Örneği”. *Finans Ekonomi ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 7(3), 528-538.
- Topal, S. (2024). “LCC Hipotezi Çerçevesinde Türkiye’de Kirlilik Sığınağı ve Kirlilik Hali Hipotezlerinin Sınanması”. *Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi*, 20(2), 418-436.
- Torun, N. (2015). *Birim Kök Testlerinin Performanslarının Karşılaştırılması*. (Master's Thesis), İstanbul: İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Türkiye İstatistik Kurumu Başkanlığı, “Seragazi Emisyon İstatistikleri, 1990-2021” Haber Bülteni; 29/03/2023, Sayı: 49672.
- U.S. Environmental Protection Agency (EPA). (2023). *Particulate Matter (PM2.5) Basics*.

- Ünlüoğlu, M. ve Dağdemir, Ö. (2023). “The Relationship Between Manufacturing Industry Production and Environmental Pollution: The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Türkiye”. *BİLTÜRK Journal of Economics and Related Studies*, 5(1), 19-43.
- Ürün, E. ve Soyu, E. (2016). “Türkiye’nin Enerji Üretiminde Yenilenebilir Enerji Kaynakları Üzerine Bir Değerlendirme”. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 31-45.
- 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, 490-504.
- World Health Organization (WHO). (2021). *Global Air Quality Guidelines 2021*.
- World Health Organization (2021). *Tracking SDG 7*.
- Yağış, O (2024). “Türkiye’de Teknolojik Yenilikler ve Ekonomik Büyümenin Çevre Kalitesi Üzerindeki Etkileri: Ardl Sınır Testi”. *Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 24(1), 103-117.
- Yaman, K. ve Gül, M. (2018). “Kuruluşundan Günümüze Avrupa Birliği’nin Çevre Politikası”. *Ekonomi İşletme ve Yönetim Dergisi*, 2(2), 198-217.
- Yameogo, C. E., Omojolaibi, J. A. ve Dauda, R. O. (2021). “Economic Globalisation, Institutions, and Environmental Quality in Sub-Saharan Africa”. *Research in Globalization*, 3, 100035.
- Yang, M., She, D., Abbas, S., Ai, F. ve Adebayo, T. S. (2023). “Environmental Cost of Financial Development Within the Framework of the Load Capacity Curve Hypothesis in the BRICS Economies: Do Renewable Energy Consumption and Natural Resources Mitigate Some Burden?”. *Geological Journal*, 58(10), 3915-3927.
- Yavuz, E. (2022). “Çevre Vergileri ile Ekolojik Ayak İzi Arasındaki İlişki: Türkiye Üzerine Kanıtlar”. *Journal of Social, Humanities and Administrative Sciences (JOSHAS)*, 7(45), 1937-1945.

- Yeter, F. (2023). “Yenilenebilir Enerji ve Ekonomik Küreselleşme Çevresel Kaliteyi Artırır mı? Sürdürülebilir Kalkınma İçin Türkiye'den Kanıtlar”. *Uluslararası İktisadi ve İdari Akademik Araştırmalar Dergisi*, 3(2), 74-86.
- Yıldırım, S., Ertuğrul, H. M. ve Soytaş, U. (2015). “Türkiye’de Aylık İstihdam Serisinin Durağanlığı: Geleneksel, Yapısal Kırılmalı ve Mevsimsel Birim Kök Test Uygulamaları”. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 15(4), 91-102.
- Yiğit, S. (2014). İnovasyonun çevreci yüzü ve Türkiye. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 21(1), 251-265.
- Yiğitoğlu, A. İ. (2005). “2001 Krizi Sonrası Dönemde Türkiye Ekonomisinin ve Bankacılık Sektörünün Değerlendirilmesi”. *Sosyoekonomi*, 1(1).
- Yurtkuran, S. ve Güneysu, Y. (2023). “Financial Inclusion and Environmental Pollution in Türkiye: Fresh Evidence from Load Capacity Curve Using AARDL Method”. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(47), 104450-104463.
- Zafar, M. W., Saud, S. ve Hou, F. (2019). “The Impact of Globalization and Financial Development on Environmental Quality: Evidence from Selected Countries in the Organization for Economic Co-operation and Development (OECD)”. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 13246-13262.
- 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.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler	
Adı Soyadı	Aleyna KARABAYIR
Doğum Yeri ve Tarihi	
Eğitim Durumu	
Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi / İşletme
Y. Lisans Öğrenimi	Atatürk Üniversitesi / Ekonometri
Bildiği Yabancı Diller	İngilizce
Bilimsel Faaliyetleri	
İş Deneyimi	
Stajlar	
Projeler	
Çalıştığı Kurumlar	
İletişim	
E-Posta Adresi	
Tarih	