



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Abdullah Emre ÇAĞLAR

ÇEVRESEL BOZULMALARIN BİR GÖSTERGESİ OLARAK KARBON
EMİSYONLARININ DURAĞANLIĞI: KARBON HİSTERİ HİPOTEZİ

EKONOMETRİ Ana Bilim Dalı
Doktora Tezi

Antalya, 2021



AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ



Abdullah Emre ÇAĞLAR

ÇEVRESEL BOZULMALARIN BİR GÖSTERGESİ OLARAK KARBON
EMİSYONLARININ DURAĞANLIĞI: KARBON HİSTERİ HİPOTEZİ

Danışman

Prof. Dr. Mehmet MERT

Ekonometri Ana Bilim Dalı

Doktora Tezi

Antalya, 2021

Akdeniz Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğüne,

Abdullah Emre ÇAĞLAR'ın bu çalışması, jürimiz tarafından Ekonometri Ana Bilim Dalı Doktora Programı tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Selim ÇAĞATAY (İmza)

Üye (Danışmanı) : Prof. Dr. Mehmet MERT (İmza)

Üye : Prof. Dr. Hakan DEMİRGİL (İmza)

Üye : Doç. Dr. Dilek ÇETİN (İmza)

Üye : Doç. Dr. Emre İPEKÇİ ÇETİN (İmza)

Tez Başlığı: Çevresel Bozulmaların Bir Göstergesi Olarak Karbon Emisyonlarının Durağanlığı: Karbon Histeri Hipotezi
--

Onay : Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

Tez Savunma Tarihi :/....../20...

Mezuniyet Tarihi :25/11/2020

AKADEMİK BEYAN

Doktora Tezi olarak sunduğum “Çevresel Bozulmaların Bir Göstergesi Olarak Karbon Emisyonlarının Durağanlığı: Karbon Histeri Hipotezi” adlı bu çalışmanın, akademik kural ve etik değerlere uygun bir biçimde tarafımda yazıldığını, yararlandığım bütün eserlerin kaynakçada gösterildiğini ve çalışma içerisinde bu eserlere atıf yapıldığını belirtir; bunu şerefimle doğrularım.

İmza

Abdullah Emre ÇAĞLAR





T.C.
AKDENİZ ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
TEZ ÇALIŞMASI ORJİNALLİK RAPORU
BEYAN BELGESİ



SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ'NE

ÖĞRENCİ BİLGİLERİ	
Adı-Soyadı	Abdullah Emre ÇAĞLAR
Öğrenci Numarası	20155245006
Enstitü Ana Bilim Dalı	Ekonometri Ana bilim Dalı
Programı	Ekonometri
Programın Türü	() Tezli Yüksek Lisans (X) Doktora
Danışmanın Unvanı, Adı-Soyadı	Prof. Dr. Mehmet MERT
Tez Başlığı	Çevresel Bozulmaların Bir Göstergesi Olarak Karbon Emisyonlarının Durağanlığı: Karbon Histeri Hipotezi
Turnitin Ödev Numarası	1703392729

Yukarıda başlığı belirtilen tez çalışmasının a) Kapak sayfası, b) Giriş, c) Ana Bölümler ve d) Sonuç kısımlarından oluşan toplam 60 sayfalık kısmına ilişkin olarak, 15/11/2021 tarihinde tarafımdan Turnitin adlı intihal tespit programından Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez Çalışması Orijinallik Raporu Alınması ve Kullanılması Uygulama Esasları'nda belirlenen filtrelemeler uygulanarak alınmış olan ve ekte sunulan rapora göre, tezin/dönem projesinin benzerlik oranı;

alıntılar hariç % 5

alıntılar dahil % 5 'dir.

Danışman tarafından uygun olan seçenek işaretlenmelidir:

(X) Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşmıyor ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylarım.

() Benzerlik oranları belirlenen limitleri aşıyor, ancak tez/dönem projesi danışmanı intihal yapılmadığı kanısında ise;

Yukarıda yer alan beyanın ve ekte sunulan Tez Çalışması Orijinallik Raporu'nun doğruluğunu onaylar ve Uygulama Esasları'nda öngörülen yüzdelik sınırlarının aşılmasına karşın, aşağıda belirtilen gerekçe ile intihal yapılmadığı kanısında olduğumu beyan ederim.

Gerekçe:

Benzerlik taraması yukarıda verilen ölçütlerin ışığı altında tarafımda yapılmıştır. İlgili tezin orijinallik raporunun uygun olduğunu beyan ederim.

...../...../.....

Prof. Dr. Mehmet MERT

İÇİNDEKİLER

ŞEKİLLER LİSTESİ	ii
TABLOLAR LİSTESİ	iii
KISALTMALAR LİSTESİ	iv
ÖZET	v
TEŞEKKÜR.....	vii
ÖNSÖZ.....	viii
GİRİŞ.....	1

BİRİNCİ BÖLÜM KARBON HİSTERİSİ HİPOTEZİ VE TEORİK ARKA PLANI

1.1. Karbon Emisyonları ile İlgili Genel Çerçeve	9
1.2. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi	10
1.3. Karbon Yakınsaması	12
1.4. Karbon Histerisi Hipotezi.....	13
1.5. Pozitif ve Negatif Karbon Histerisi	15

İKİNCİ BÖLÜM LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi ile İlgili Literatür.....	17
2.2. Karbon Yakınsaması ile İlgili Literatür.....	20

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM VERİ VE METODOLOJİ

3.1. Veri.....	23
3.2. Metodoloji	23
3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Araştırılmasında Kullanılan Testler	25
3.2.2. Keskin ve yumuşak/kademeli bir şekilde kırılmaları dikkate alan fourier panel kpss birim kök testi (Sharp and smooth breaks unit root test).....	27

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM AMPİRİK BULGULAR

4.1. Düşük Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması.....	31
4.2. Düşük-Orta Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması	35
4.3. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması	39
4.4. Yüksek Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması.....	43
4.5 Genel Bir Değerlendirme	49

SONUÇ	53
KAYNAKÇA.....	60
ÖZGEÇMİŞ.....	77

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1. Pozitif ve Negatif Histeri ile ÇKE Hipotezi arasındaki ilişki	16
--	----



TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 4.1. Her bir Ülke Grubunun CO ₂ Salımı için Tanımlayıcı İstatistikler.....	30
Tablo 4.2. Düşük Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	31
Tablo 4.3. Düşük Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları.....	32
Tablo 4.4. Düşük Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği için Sonuçlar.....	32
Tablo 4.5. Düşük Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları.....	34
Tablo 4.6. Düşük Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri	34
Tablo 4.7. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	35
Tablo 4.8. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları	35
Tablo 4.9. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği Sonuçları	36
Tablo 4.10. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları.....	37
Tablo 4.11. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri.....	38
Tablo 4.12. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları	39
Tablo 4.13. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları	39
Tablo 4.14. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği için Sonuçlar	40
Tablo 4.15. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları.....	42
Tablo 4.16. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri.....	43
Tablo 4.17. Yüksek Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları.....	44
Tablo 4.18. Yüksek Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları	44
Tablo 4.19. Yüksek Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği Sonuçları	45
Tablo 4.20. Yüksek Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları.....	46
Tablo 4.21. Yüksek Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri.....	48
Tablo 4.22. Pozitif veya Negatif Histerinin Geçerli Olduğu Ülkeler.....	51

KISALTMALAR LİSTESİ

AB	Avrupa Birliği
CO ₂	Karbon Dioksit
ÇKE	Çevresel Kuznets Eğrisi
EKK	En Küçük Kareler
FPKPSS	Bahmani-Oskooee vd., (2014) Tarafından Geliştirilen Keskin ve Yumuşak/Kademeli Bir Şekilde Kırılmaları Dikkate Alan Panel Birim Kök Testi
GSYH	Gayri Safi Yurtiçi Hasıla
KHH	Karbon Histerisi Hipotezi
KKT	Kalıntı Kareler Toplamı
OECD	Ekonomik İşbirliği ve Kalkınma Örgütü
PKPSS	Carrion-i-Silvestre (2005) Tarafından Geliştirilen Çok Kırımlı Panel Birim Kök Testi

ÖZET

Bu çalışmada çevresel bozulmaları temsilen kullanılan CO₂ emisyonları serisinin birim kök özellikleri Bahmani-Oskooee vd. (2014) tarafından geliştirilen aynı anda hem keskin hem de yumuşak geçişli kırılmaları dikkate alan fourier panel birim kök testiyle araştırılmaktadır. Ayrıca çalışmada CO₂ emisyon serisinin durağanlık özelliklerine göre negatif ve pozitif karbon histerisi olmak üzere iki farklı hipotez önerilmektedir. CO₂ emisyonları serisi durağan ise histeri etkisinde değildir veya patika bağımlılığı yoktur. Fakat CO₂ emisyonları serisi birim kök özelliği sergiliyorsa, negatif veya pozitif karbon histerisinin hangisinin geçerli olduğu araştırılmalıdır. Bu amacı gerçekleştirmek için CO₂ emisyonları serisi modellenir ve hangi histerinin geçerli olduğu belirlenir.

Ampirik analizde Dünya Bankası sınıflandırılmasına göre düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler için karbon histerisi hipotezi araştırılmaktadır. Analiz sonuçlarına göre, bütün gelir gruplarında birimler arası korelasyon bulunmaktadır. Buna ek olarak, ülke grupları ayrı ayrı panel olarak dikkate alındığında karbon histerisi geçerli değildir. Yani ülke gruplarında histeri etkisi bulunmamaktadır. Bireysel olarak ülkelerin histeri etkisinde olup-olmadığı araştırıldığında ise, düşük gelirli ülkelerin %52'sinde, düşük-orta gelirli ülkelerin %23'ünde, üst-orta gelirli ülkelerin %54'ünde ve son olarak yüksek gelirli ülkelerin %55'inde histeri etkisi görülmektedir. Sonuç olarak, bu çalışma çevresel kirlilik göstergelerinden biri olan CO₂ emisyonları için karbon azaltma hedefleri doğrultusunda politika önerileri sunmaktadır.

Anahtar Kelimeler: Durağanlık, Patika Bağımlılığı, Histeri Etkisi, Pozitif Karbon histerisi, Negatif Karbon histerisi

SUMMARY

Stationary of Carbon Emissions as an Indicator of Environmental Degradation: Carbon Hysteresis Hypothesis

This study employs fourier panel unit root test to investigate the series of CO₂ emissions as a proxy for environmental degradation and its unit root features by considering a new test developed by Bahmani-Oskooee et al. (2014) according to whom it simultaneously takes into account both sharp and smooth breaks. Furthermore, in this study, it is proposed that there are two carbon hysteresis (negative and positive) based on the stationary features of the series of CO₂ emissions. There is no influence of hysteresis or path dependence if the series of CO₂ is stationary. However, it should be investigated which carbon hysteresis (positive or negative) is valid when there exist a presence of a unit root in the series of CO₂ emissions. To do so, the modelling starts with CO₂ and it is defined which hysteresis valids.

The empirical analysis focuses on the investigation of carbon hysteresis hypothesis for four income-group countries (low, low-middle, high-middle and high) based on the classification the World Bank. Empirical results show that there is existence of cross sectional correlation in all income groups. In addition, carbon hysteresis is not valid when country groups are considered separately as a panel. That is, there is no the effect of hysteresis in the country groups. When investigating whether individually countries are linked to the hysteresis, it is found that there is (1) % 52 of hysteresis effects for the low-income countries; (2) % 23 for the low-middle-income countries; and (3) % 54 for the high-middle-income countries; finally (4) % 55 for the high-income countries. As a result, the study provides policy recommendations for the environmental pollution indicators such as CO₂ emissions in line with the carbon neutrality targets.

Keywords: Stationary, Path Dependence, Hysteresis Effect, Positive Carbon Hysteresis, Negative Carbon Hysteresis

TEŞEKKÜR

Çalışmanın ilerlemesinde büyük emeği olan, ne zaman kapısı çalsam beni boş çevirmeyen, sürekli yeni şeyler düşünmeye beni teşvik eden ve bilimsel anlamda bana büyük yetkinlikler kazandıran danışmanım Prof. Dr. Mehmet MERT'e

Doktora eğitimim boyunca bilgisinden ve tecrübesinden yararlandığım Prof. Dr. Bülent GÜLOĞLU'na, Prof. Dr. Selim ÇAĞATAY'a ve Doç. Dr. Emre İPEKÇİ ÇETİN'e, teşekkürü bir borç bilirim. Değerli katkılarıyla tezin geliştirilmesine yardımcı olan Prof. Dr. Hakan DEMİRGİL ve Doç. Dr. Dilek ÇETİN'e ve tezi okuyarak pek kıymetli desteğini yanımda hissettiren Dr. Mehmet ULUĞ'a teşekkürlerimi sunarım.

Hayatımın her alanında yanımda olan ve beni destekleyen sevgili Aileme şükranlarımı sunarım.

Her zaman yanımda ve mutluluğumun kaynakları olan sevgili eşim Sümeyra ÇAĞLAR'a ve biricik kızım Hatice ÇAĞLAR'a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

ÖNSÖZ

21. yüzyılda insanoğlunun en önemli sorunlarından biri de iklim değişikliğidir. Özellikle sanayi devriminden sonra yoğun bir şekilde fosil kaynaklarının kullanımı çevresel hasarların artmasına yol açmıştır. Üretim için önemli bir girdi olan enerji ihtiyacı yakın zamana kadar çoğunlukla fosil yakıtlardan karşılanmaktaydı. Fakat günümüzde gelişen teknolojiler ve artan çevresel duyarlılık ile birlikte ülkeler yenilenebilir enerji kaynaklarına doğru bir geçişi hızlandırdığı görülmektedir. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının ciddi altyapı gereksinimi ve maliyetlerinden dolayı hala ülkeler önemli miktarlarda fosil yakıtlar kullanmaktadır. Çevresel hasarların en aza indirilmesi için yapılan çalışmalarda bu dilemma oldukça fazla tartışılmaktadır. Bununla birlikte iklim değişikliğine karşı önlem almak için ülkelerin katıldığı küresel anlamda birçok zirve, konferans ve anlaşmalar yapılmaktadır. Stockholm (1972) ve Rio (1992) Konferansı, Kyoto Protokolü (1997) ve Paris İklim Anlaşması (2015) gibi birçok küresel çabalara rağmen hala günümüzde tartışılan en önemli sorunlardan biri iklim değişikliğidir. Bu çalışma küresel çaplı çabalara rağmen neden iklim değişikliği sorunun günümüzde hala çözülemediğine dair açıklamalar içermektedir. Bu amacı gerçekleştirmek için bu çalışma kronolojik olarak çevre ekonomisi literatüründeki teorilerin yanında temel ekonomi teorilerinden de yararlanarak çevresel kirlenme sorununa yeni bir bakış açısı getirmektedir. Çevresel bozulmaları temsilen literatürde yaygın şekilde kullanılan CO₂ emisyonları serisi kullanılmaktadır. Böylece CO₂ emisyonları ekonometrik olarak modellenerek teorik açıklamalar uygulama yoluyla da literatüre sunulmaktadır. Çalışmada özellikle farklı gelir grupları kullanılarak ayrıntılı analizler yapılmaktadır. Bunlara ek olarak ekonometrik yöntemler ayrıntılı açıklanarak çalışmanın ulusal literatüre katkı sağlaması amaçlanmaktadır.

GİRİŞ

Çevresel bozulmalar üzerine yapılan araştırmalar, sanayi devriminin başlangıcından beri atmosfere salınan sera gazı miktarında önemli artışlar olduğunu göstermektedir. İklim değişikliği dünyanın karşı karşıya kaldığı önemli bir çevresel problemi ifade etmektedir. İklim değişikliği ekonomi, enerji ve çevre gibi üç önemli parametrenin etkileşimiyle meydana gelmektedir. Üretim için enerji en vazgeçilmez girdilerden biridir. Ayrıca ekonomik büyüme ve ülkelerin kalkınması için de enerji üretimi ve tüketimi gereklidir. Fakat karbon kaynaklı enerji kullanımı yani fosil enerji sera gazı emisyonlarının en önemli kaynağını oluşturmaktadır. Diğer taraftan, yenilenebilir teknolojiler temiz enerji kaynakları olarak kabul edilmektedir. Bu kaynakların optimum kullanımı çevresel kirliliği en aza indirmektedir ve gelecekteki ekonomik ve toplumsal ihtiyaçlar için sürdürülebilir politikalar içermektedir (Panwar vd., 2011: 1513). Dolayısıyla, sera gazı salımının artış ve azalışlarını etkileyen önemli bir faktörün enerji üretimi ve tüketimi olduğu görülmektedir.

Hem ülkeler hem de ülkelerin bir araya gelerek yaptığı anlaşmalar (Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması) iklim değişikliğine karşı savaşmaktadır. Son yıllarda iklim değişikliğinin en önemli nedeninin karbon dioksit (CO₂) emisyonlarındaki artışlar olduğu bilinmektedir (Cai vd., 2018: 470). Küresel enerji kaynaklı karbon emisyonları 2018'de 1.7% artarak 2013 yılından beri en yüksek büyüme oranına ulaşarak tarihi bir seviyeye gelmiştir (IEA, 2018: 7). Ülkelerin belirli anlaşmalarla CO₂ emisyonlarını azaltmak için taahhütte bulunmalarına rağmen emisyon miktarlarında artışlar yaşandığı açıktır. Dolayısıyla hem araştırmacılar hem de politika yapıcılar karbon emisyonlarını azaltım hedefi doğrultusunda çalışmalar yapmaktadır. Bu amaç doğrultusunda karbon emisyonlarının modellenmesi küresel iklim değişikliği hakkında önemli bilgiler vermektedir. Bunlardan birincisi, karbon emisyonlarının hangi faktörlerden olumlu veya olumsuz olarak etkilendiği ortaya çıkarılırsa ülkeler sürdürülebilir politikalar üretebilecektir. İkincisi, karbon emisyonlarının bir şok karşısında uzun dönemde kendi ortalamasına geri dönme ihtimalinin olup olmadığı öğrenilebilir. Eğer şoklar karşısında emisyon serisinin ortalaması ve varyansı değişiyorsa, ileri sürülebilecek politikalar etkin olacaktır. Burada da karbon emisyonlarının modellenmesi sorunu ortaya çıkmaktadır.

Literatürde karbon emisyonlarının modellenmesi ile ilgili birkaç teorik yaklaşım bulunmaktadır. Bunlardan birincisi çevresel kuznets eğrisi (ÇKE) hipotezidir. ÇKE hipotezinin temelleri Simon Kuznets (1955) tarafından öne sürülen gelir eşitsizliği ve ekonomik büyüme arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olduğunu gösteren çalışmaya

dayanmaktadır. Bu hipoteze göre, ekonomik büyümeyle birlikte çevresel bozulmalar da artmaktadır. Fakat ekonomik büyüme belli bir eşik düzeyine ulaştıktan sonra çevresel bozulmalar giderek azalma eğilimi göstermektedir (Grossman ve Krueger, 1991: 3-4; Tenaw ve Beyene, 2021: 1). Yani bu yaklaşım, düşük gelirli ülkelerin büyümenin ilk evresinde çevresel bozulmayı arttıracaklarını ve daha sonra belli bir yüksek gelir düzeyine ulaştıktan sonra çevresel bozulmaları azaltacaklarını ifade etmektedir. Bu görüş Grossman ve Krueger (1991) tarafından üç farklı evrede açıklanmaktadır. Bunlardan birincisi, ekonomik büyümenin ilk aşamasında doğal kaynak tüketiminin artmasıyla birlikte çıktıda meydana gelen artış olan ölçek etkisidir. Büyüme hedefleyen ülkeler doğal olarak ticari faaliyetler yürütecek ve üretim yapabilmek için enerji kaynakları kullanacaklardır. Ülkenin henüz düşük gelir grubunda olduğu düşünüldüğünde enerji ihtiyacını fosil yakıtlardan sağlamak durumundadır. Dolayısıyla bu ilk evrede çevresel bozulmalar artacaktır. İkinci evre ise, ülke ekonomisinde ticari yapının değişime uğraması sonucu ortaya çıkan yapısal etkidir. Bu aşamada ülkeler ticari faaliyetlerini genişlettikten sonra uluslararası alanda etkinlik göstererek üretimi ve ekonomik büyümeyi arttırmaktadır. Ekonomik büyümeyle birlikte çevresel farkındalıklar artmakta ve çevresel düzenlemelerde de bir dönüşüm yaşanmaktadır. Bu sürecin tamamlanması yukarıda bahsedilen ekonomik büyümenin belli bir eşiği geçtiğini göstermektedir. Son evrede ise teknoloji etkisi ortaya çıkmaktadır. Ülke ekonomisinin yeterince büyümesiyle birlikte teknolojik imkanlardan yararlanılmakta ve ortalama maliyetler en aza indirgenmektedir. Böylece çevresel bozulmaları en aza indiren teknolojik gelişmelerden faydalanılmaktadır ve çevre hasarları minimize edilmektedir. Grossman ve Krueger (1991) tarafından sunulan bu yaklaşım, kısa sürede ekonometrik uygulamalarla birlikte çevresel ekonomi alanında geniş yer bulmuştur. ÇKE yaklaşımında bağımlı değişken olarak genellikle çevresel kirlenmeyi temsil eden CO₂ emisyonları tercih edilmektedir (Chu, 2020; Ongan vd., 2020; Ahmad vd., 2021; Gyamfi vd., 2021). Literatürde, CO₂ emisyonlarının uzun ve kısa dönem denge dinamikleri belirlenerek politika önerileri sunulmaktadır. Burada dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta ise analiz edilen modelde ÇKE hipotezi geçerliyse, CO₂ emisyonları uzun dönemde dengeye gelmektedir. Yani hem düşük gelirli ülkeler hem de yüksek gelirli ülkelerin CO₂ emisyon düzeyi birbirlerine yakınsamaktadır (Erdogan ve Acaravci, 2019: 24759). Burada da CO₂ emisyonları ile ilgili ikinci bir teori olan “yakınsama” (convergence) kavramı ortaya çıkmaktadır.

Yakınsama kavramı düşük gelirli ülkelerin eninde sonunda ileri bir tarihte yüksek gelirli ülkelerin (kendi denge durumuna-steady state-) gelir seviyesine ulaşip ulaşamayacağını araştırmaktadır. Özellikle ülkelerin oluşturdukları birliklere (Örn; OECD, AB) yeni katılacak

nispeten daha düşük gelirli ülkelerin yüksek gelirli ülkelerin seviyesine gelip gelemeyeceği önemli bir politika yürütme aracı olarak görülmektedir. Yakınsama kavramının temeli ise Solow'un (1956) neo-klasik büyüme modeline dayanmaktadır. Belirli varsayımlar altında Solow (1956) büyüme modeli; başlangıçta düşük gelirli bir ülkenin yüksek gelirli bir ülkeden daha hızlı büyüyeceğini öngörmektedir. Burada; düşük ve yüksek gelirli ülkeler arasındaki tek farklılığın başlangıçta sahip oldukları sermaye miktarından kaynaklandığı ifade edilmektedir (Bulte vd., 2007: 156-158). Kişi başına reel GSYH değişkeni kullanılarak ekonometrik yöntemlerle ülkeler arasında veya bir ülke için gelir yakınsaması olup olmadığı araştırılmaktadır.

Araştırmacılar gelir yakınsaması temelinde, ÇKE hipotezini de dikkate alarak ülkelerin CO₂ emisyonlarında da bir yakınsamanın olup olmadığını merak etmişlerdir. Bu konudaki öncü çalışmalar Strazicich ve List (2003) ve Bulte vd., (2007) çalışmalarıdır. Bulte vd. (2007), ülkelerin çevresel bozulma derecelerinin ekonomik büyümeye bağlı olarak yakınsayabileceğini göstermişlerdir. Bu yaklaşıma göre, Solow büyüme modeli dikkate alındığında üretimle birlikte gelen gelir artışıyla uzun vadede mutlak kirlilik yakınsaması meydana gelmektedir. Yani gelirler yeterince yüksek seviyeye ulaşırsa ya da gelirler çok düşük seviyede seyrederse kirlilik seviyesi oldukça düşük seviyeye gelebilir ve sonunda bu ülkelerin kirlilik seviyeleri yakınsamaktadır (Bulte vd., 2007: 158). Çevre ve ekonomi literatüründe beta (β), sigma (σ), stokastik ve kulüp yakınsama olmak üzere dört farklı yakınsama yaklaşımı vardır (Strazicich ve List, 2003: 265-266). Yukarıdaki bilgilerin ışığında kişi başına CO₂¹ emisyonunun regresyon analizi ve birim kök testleri yardımıyla yakınsayıp yakınsamadığı gösterilebilir. CO₂ yakınsamasının araştırılmasında yaygın bir şekilde birim kök analizi kullanılmaktadır. Fakat birim kök testi için genellikle Carlino ve Mills (1993)'in önerdiği normalleştirilmiş CO₂ emisyon serisinin durağanlığı araştırılmaktadır. CO₂ emisyonları yakınsıyorsa, seri ortalamaya dönme eğiliminde olduğu için herhangi bir politika aracına gerek duyulmamaktadır. Aksine CO₂ emisyonları yakınsamıyorsa, seri ortalamaya dönme eğiliminde olmayacaktır ve yeni bir trend düzeyinde dengeye gelecektir. Böylece elde bulunan politika araçları kullanılmalı ve emisyon düzeyine müdahale edilmelidir. Sonuç olarak CO₂ emisyonlarının yakınsayıp yakınsamadığı konusu politika araçlarının etkin sonuçlar verip vermeyeceğini ifade etmektedir.

Yukarıda karbon emisyonlarının modellenmesinde kullanılan bazı teorik yaklaşımlar özetlenmiştir. CO₂ emisyonlarını açıklamak için, ÇKE hipotezinin geçerliliğinin sınanmasında çok denklemlili yaklaşımlar gerekirken ve birçok değişkene ihtiyaç

¹ Sera gazlarının göstergesi olarak CO₂ emisyonlarının alındığına dikkat edilmelidir. Çünkü CO₂; metan ve su buharı gibi diğer sera gazlarına oranla atmosferde çok daha fazla bulunduğundan belirleyici olmaktadır.

duyulmaktadır. Gelir yakınsaması üzerine inşa edilmiş olan CO₂ yakınsaması ise ülkelerin birbirlerine veya kendi durağan durumuna ileri bir tarihte yakınsayıp yakınsamayacağını göstermektedir. Ayrıca CO₂ yakınsamasında normalleştirilmiş CO₂ değişkeni kullanıldığında, bu durum CO₂ emisyonları serisinin birim kök özelliklerini etkileyebilir. Bunlara ek olarak, yakınsama teorisi ülkelerin CO₂ emisyonlarını nasıl yönetmesi gerektiğini açıklayamamaktadır.

Bu çalışma gelir yakınsaması, ÇKE hipotezi, CO₂ yakınsaması ve işsizlik histerisi teorilerinden yola çıkarak karbon histeri hipotezini (KHH) literatüre önermektedir. Karbon histerisi hakkında bilgi verilmeden önce işsizlik histerisinin açıklanması yararlı olacaktır. Hükümetlerin önemli politika hedeflerinden biri de işsizlik oranlarının kontrol altına alınmasıdır. Bundan dolayı iktisadi literatürde işsizlikle ilgili teoriler geliştirilmiştir. Friedman (1968) ekonomide toplam talep oynaklığının uzun dönemde işsizlik oranlarını etkilemeyeceği varsayımından hareket ederek doğal oran hipotezini literatüre sunmuştur. Bu hipoteze göre, işsizlik serisi uzun dönemde ortalamaya dönme eğilimindedir ve dış müdahaleye gerek yoktur. Yani ekonometrik olarak ifade etmek gerekirse; işsizlik serisi rassal şoklardan geçici olarak etkilenmekte ve durağanlık özelliği göstermektedir. Fakat bu hipotez 1973 petrol krizinden sonra işsizlik oranlarının sürekli olarak artmasını ve enflasyon oranlarının düşük seyretmesine rağmen işsizliğin düşmemesi sorunsalını açıklayamamıştır. Dolayısıyla işsizlik oranlarının devamlı ve artan bir şekilde seyretmesini açıklama çabaları 1973 petrol krizinin ardından doğmuştur. Bu gelişmeler ışığında işsizlik histerisinin öncüleri Blanchard ve Summers (1986, 1987), Cross (1987), Barro (1988) ve Layard vd., (1991) tarafından işsizlik histeri hipotezi tanıtılarak işsizlik ile ilgili yeni bir kavram geliştirilmiştir. İşsizlik histerisi hipotezine göre, şoklar emek piyasasındaki katılıklardan dolayı işsizlik düzeyini kalıcı olarak etkilemektedir. Yani işsizlik serisi rassal bir şoktan sonra ortalamaya dönme eğiliminde değildir ve ekonometrik olarak işsizlik serisi birim kök içermektedir.

Yukarıda bahsedilen bütün gelişmelerin ışığında, Avrupa'da 1970'li yıllarda petrol şokları sonrası sürekli artan işsizlik oranları günümüzde de artışı önlenemeyen emisyon düzeyine benzemektedir. Ülkeler her ne kadar Kyoto Protokolüne ve Paris Anlaşmasına katılarak karbon emisyonlarını düşürmeyi taahhüt etse de gün geçtikçe dünyada sera gazı etkisi artarak devam etmektedir. Yani ülkeler bir histerinin içinde olabilir. Bir ülke veya ülke topluluğunda karbon emisyonları² serisi olumsuz bir gidişattan, rassal şoklardan veya dalgalanmalardan geçici bir şekilde etkileniyorsa ve emisyon serisi eski seviyesine (ortalamaya) dönme eğilimindeyse KHH geçerli olmamaktadır. Aksine karbon emisyonları

² Bu çalışmada CO₂ emisyonları üzerine odaklanılmaktadır. Hiç şüphesiz kirlilik göstergesini temsilen başka değişkenler de seçilebilir. İleriki bölümlerde bu konu hakkında daha ayrıntılı bilgiler bulunmaktadır.

serisi şoklardan kalıcı bir şekilde etkilendiğinde, karbon emisyonları eski seviyesine geri dönemeyecektir. Böylece karbon emisyonlarında oluşan yeni denge düzeyi eski dengeden farklı olacaktır. Ekonometrik olarak KHH incelendiğinde ise; hipotez geçerli değilse karbon emisyonları serisi durağan bir seri özelliği sergilerken, hipotez geçerli ise karbon emisyonları serisi durağan olmayan bir süreç izleyecektir. Yani CO₂ emisyon serisi rassal şoklara karşı direnç gösteremeyecektir ve şok gelmeden önceki ortalama düzeyinden daha farklı bir düzeyde dengeye gelecektir. Eğer bu dengelenme düzeyi serinin önceki denge düzeyinin üstünde gerçekleşirse (yani artış yönünde) pozitif karbon histerisi geçerli olacaktır. Aslında işsizlik histerisinin tam karşılığı pozitif karbon histerisini ifade etmektedir.

Bu çalışmada önerilen pozitif histeri tanımı Unruh (2000, 2002 ve 2006) tarafından tanımlanan karbon kitlenmesi (carbon lock-in) tanımı ile tutarlılık göstermektedir. Bununla birlikte pozitif histeri; emisyon serisinin durağan olmamasından dolayı önceki seviyelerine dönemediğini ve emisyonlarda sürekli olarak artış olması anlamına gelmektedir. Unruh bu durumu teorik olarak karbon kitlenmesi olarak tanımlamış ve şu şekilde açıklamıştır: özellikle endüstriyel ekonomilerde üstün nitelikte karbon tasarruflu teknolojilerin altyapı gerektirdiği ve pahalı olduğu için iç piyasada karbon karşıtı olmayan pazar hakimiyetinin ortaya çıktığını vurgulamıştır. Her ne kadar bu çalışmalar, karbon tasarrufu sağlayan teknolojilerin yayılmasının çevreci ve ekonomik avantajlarına rağmen neden engellediğini açıklamaya çalışsa da, bu kavramı değerlendirmek için herhangi bir ampirik metodoloji önermemiştir. Dolayısıyla bu çalışma, yalnızca endüstriyel ülkelerde değil, aynı zamanda gelişmekte olan ve/veya daha az gelişmiş ülkelerde de karbon kilitleme sürecini açıklamak için ekonometrik bir vizyon sunmaktadır. Diğer taraftan, dengelenme düzeyi serinin önceki denge düzeyinin altında (yani azalış yönünde) gerçekleşirse negatif karbon histerisi geçerli olacaktır. Hiç şüphesiz ülkeler için negatif karbon histerisinin geçerli olması küresel iklim değişikliğini önlemek için istenilen bir durumdur.

Negatif karbon histerisinin çok gelişmiş ülke ekonomilerinde, sanayileşme faaliyetlerinin olmadığı küçük ada ülkelerinde ya da çok az gelişmiş ülke ekonomilerinde gerçekleşmesini beklemekteyiz. Çünkü negatif karbon histerisi geçerliyken, ülke/lerin karbon salımları sürekli düşüş gösterecek ve bu patikaya bağımlı olacaktır. Günümüzde bu durumun bazı ihtimaller dışında gelişmekte olan ülkelere gerçekleşmesi mümkün değildir. Bu durum iki açıdan açıklanabilir. Birincisi, bu ülkelere hala fosil yakıtların kullanımı ciddi düzeydedir ve bu ülkelerin fosil yakıtlar ile ilgili stratejileri, kademeli olarak fosil yakıtların azaltılması yönündedir. Çünkü enerji tüketimi ülke ekonomisinde önemli bir makroekonomik gösterge olan ekonomik büyüme ile ilişkilidir. İkincisi ise, yenilenebilir enerji kaynaklarının ciddi

altyapı gereksinimine ihtiyaç duymasıdır. Bu nedenle bu yatırımların kurulumu ilk aşamada önemli yatırımlar gerektirmektedir. Dolayısıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının gelişimi zaman içerisinde artacağından, ancak belirli bir yatırımdan sonra ülkelerin negatif histeriye dönebilmesi beklenmektedir. Fakat gelişmemiş ve çok fakir ülkelerde histeri etkisi bulunursa; yani CO₂ emisyonları serisi birim kök içeriyorsa, negatif karbon histerisinin bu ülkelerde geçerli olacağı beklenmektedir. Çünkü bu ülke/lerde sanayileşme henüz başlamamış ve doğaya salınan sera gazı miktarı oldukça düşüktür. Dolayısıyla bu ülke/ler negatif patika bağımlılığı içerisinde bulunmakta ve bir süre (ekonomi ve sanayileşme hızla gelişene kadar) bu patikadan dışarı çıkamamaktadır. Benzer şekilde çok gelişmiş ülke ekonomilerinde temiz enerji üreten teknolojilere ciddi yatırımlar nedeniyle bu ülkelerde düşük miktarlarda karbon salımı gerçekleşmekte ve negatif patika bağımlılığı bulunmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, Dünya Bankası sınıflandırmasına göre düşük gelirli, düşük-orta gelirli, üst-orta gelirli ve yüksek gelirli ülkeler olmak üzere dört farklı ülke kategorisinde karbon histeri hipotezinin geçerli olup-olmadığını araştırmaktır. Söz konusu ülkeler iklim değişikliğine karşı savaşmak için Paris Anlaşması çerçevesinde belirli sorumluluklar üstlenmişlerdir. Bunlardan en önemlisi karbon salımlarını azaltmaları yönündeki hedefleridir. Bu ülkelerde karbon histeri hipotezi geçerli değilse (CO₂ emisyon serisi durağan ise), politika yapıcıların uygulayacakları önlemler emisyonların azaltılmasında geçici bir etki yaratacaktır. Bu durumda yapılan müdahaleler kalıcı bir çözüm üretmeyecektir. Fakat bu ülkelerde karbon histeri hipotezi geçerliyse, herhangi bir dış müdahale (şoklar) emisyonlarda kalıcı bir etki gösterecektir. Bu noktada politika yapıcıların ülkelerinde pozitif KHH'nin mi yoksa negatif KHH'nin mi geçerli olduğunu bilmeleri gerekmektedir. Çünkü negatif KHH'nin geçerli olduğu bir ülkede karbon salımları azdır ve bu yöndeki politikaların sürdürülebilir olmasına dikkat edilmelidir. Aksine pozitif KHH'nin geçerli olduğu bir ülkede öncelikle çevre korumacı politikalar üretilmeli ve daha sonra bu politikaların sürdürülebilir olması gerekmektedir. Ülkelerin karbon salımları konusundaki üstlendikleri hedefleri gerçekleştirmek için KHH'nin geçerli olup-olmadığı önem arz etmektedir. Dolayısıyla bu çalışma sürekli olarak artan karbon emisyonları hakkında bilgiler sunmaktadır.

Bu çalışma literatüre üç açıdan katkı sağlayabilecektir. Birincisi karbon histerisi hipotezinin test edilmesi ülkelerin karbon salımları için yürütecekleri politikaların etkinliğinin artması beklenmektedir. Yani emisyon hedefleri bulunan ülkeler veya ülke birliklerinin (G7, G20, Avrupa Birliği, OECD, MENA vb.) karbon histerisi etkisinde olup/olmadığı araştırıldıktan sonra politikalar uygulamalıdır. Böylece bu ülkeler etkin bir şekilde iklim değişikliğine karşı önlemler alabilecektir. Çalışmanın literatüre ikinci katkısı, ampirik analiz

için Bahmani- Oskooee vd. (2014) tarafından önerilen ve fourier fonksiyonlarını dikkate alan Panel KPSS (FPKPSS) testinin kullanılmasıdır. FPKPSS testi hem keskin hem de yumuşak/kademeli kırılmaları yatay kesit bağımlılığını da dikkate almaktadır. Üçüncüsü ise, bu çalışma sadece panel bazlı değil aynı zamanda bireysel olarak ülke bazlı politika önerileri sunmaktadır.

Ampirik analiz için literatüre Bahmani- Oskooee vd. (2014) tarafından literatüre kazandırılan keskin ve yumuşak/kademeli (sharp and smooth) olarak gerçekleşen kırılma/ları dikkate alan FPKPSS birim kök testi kullanılmaktadır. Çalışmada bu testin kullanılmasıyla elde edilen kazanımlar üç farklı şekilde açıklanabilir; birincisi, karbon emisyon serilerinde hem keskin (ani) kırılmaların olabileceği hem de kademeli olarak gerçekleşebilecek kırılmaların olabileceği varsayımdır. Ekonometrik literatür incelendiğinde, birim kök testlerinin çoğunun sadece keskin veya sadece kademeli olarak gerçekleşen kırılmaları dikkate aldığı görülmektedir. Fakat bu iki kırılma türünün aynı anda test stratejisine dahil edildiği yaklaşım daha güçlü ve sağlam sonuçlar verecektir. Bahmani- Oskooee vd. (2014) tarafından geliştirilen bu test, Carrioni- Silvestre vd., (PKPSS, 2005) ve Enders ve Lee (2012) çalışmalarının birleşiminden oluşmaktadır. İkincisi, FPKPSS testi birimler arası yatay kesit bağımlılığını dikkate almaktadır. Yani bir ülkenin emisyonlarını arttırması veya azaltmasının diğer ülkeleri etkileyeceği düşünülmektedir. Paris Anlaşmasının amacının da bu yönde olduğu düşünülürse yatay kesit bağımlılığını dikkate alan bu testin kullanılması önem arz etmektedir. Son olarak ise, FPKPSS testi hem tüm panel için birim kök testi sonuçları vermekte hem de bireysel olarak ülke bazında da birim kök sonuçlarını sunmaktadır. Böylece FPKPSS testiyle hem farklı gelir gruplarına göre ülkeleri bir bütün olarak dikkate alıp histeri etkisi araştırması yapılabilecek hem de bireysel olarak ülkelerin histeri etkisinde olup olmadığı belirlenebilecektir.

Sosyal Bilimlerin doğası gereği çalışma sunulurken bazı kısıtlar belirlenmiştir. Bunlardan birincisi, literatürde çevresel bozulmaları temsil edebilecek birçok değişkene (ekolojik ayak izi, partiküler madde olan PM2.5 ve PM10, sülfür-oksit (So2), nitrojen-oksit (No2) vb.) rastlanılmaktadır. Fakat, bu çalışmada çevresel bozulmaları temsilen CO₂ emisyonları kullanılmıştır. Bu durumu bir sonraki bölümde ayrıntılı olarak ele alınmış olsa da kısaca şu gerekçelerle açıklanabilir: Kyoto Protokolünde CO₂ emisyonlarının azaltım hedefi içermesi, birçok uluslararası kuruluşların (BP, IEA gibi) CO₂ emisyon verileri ile politikalar sunması ve çevre-ekonomisi literatüründe yaygın bir şekilde çevresel bozulmaları temsilen CO₂ emisyonlarının kullanılması; bu çalışmada çevresel bozulmaları temsilen CO₂ emisyonlarının kullanılmasına rehber olmuştur. İkincisi ise, çalışma panel veri analizini

içermektedir. Hiç şüphesiz zaman serisi yöntemleriyle bireysel olarak ülkelerin histeri etkisinde olup-olmadığı araştırılabilir.

Çalışma dört bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde, karbon histerisi hipotezinin teorik temelleri açıklanmaktadır. İkinci bölümde literatür taramasına yer verilmektedir. Üçüncü bölümde veri ve metodoloji gösterilmektedir. Dördüncü bölümde ampirik bulgular açıklanmaktadır. Sonuç bölümünde ise elde edilen ampirik bulgular ışığında politika önerileri sunulmaktadır.



BİRİNCİ BÖLÜM

KARBON HİSTERİSİ HİPOTEZİ VE TEORİK ARKA PLANI

1.1. Karbon Emisyonları ile İlgili Genel Çerçeve

İklim değişikliği 21. yüzyılın en önemli sorunlarından biridir (Mert ve Caglar, 2020; 32933). İklim değişikliğine neden olan karbon dioksit (CO_2), metan (CH_4), azot oksit (N_2O), hidroflorokarbonlar (Hfc), perflorokarbonlar (PFC) ve kükürt heksaflorür (SF_6) gibi gazlar sera gazını oluşturmaktadır. (OECD, 2000: 5). Hükümetlerarası İklim Değişikliği Paneline (IPCC, 2014) göre, iklim değişikliğine neden olan başlıca gazların % 76'sı CO_2 , %16'sı metan ve %6.2'si azot oksit gazlarından kaynaklanmaktadır. Ekonomi, çevre ve enerji literatüründe çevresel bozulmaları temsilen CO_2 emisyonlarının yaygın şekilde kullanılmasının birkaç amacı bulunmaktadır. Toplam sera gazı etkisindeki yüksek payı akademik çalışmalarda kullanılmasına neden olurken, Kyoto Protokolünde CO_2 emisyonlarının düşürülmesi yönünde karar alınması da çevresel bozulmaların bir göstergesi olarak kabul görmesine katkıda bulunmaktadır. Yine Shahbaz ve Sinha (2019), CO_2 emisyonlarının çevre ekonomisi literatüründe en çok kullanılan kirlilik göstergelerinden biri olduğunu ifade etmektedir. Karbon emisyonları ile ilgili diğer bir konu ise ekonometrik analizlerde kişi başına CO_2 emisyonlarının kullanılması gerekliliğidir. Çünkü, değişkenlerin kişi başına kullanılması demografik kriterleri gözettiği için çevresel alanda politikaların etkinliğini arttırmaktadır. CO_2 emisyonlarının kişi başına alınması hem demografik bilgilerin analize dahil edilmesini sağlamakta hem de ülkeler arası kıyas için önemli bilgiler sunmaktadır. Dolayısıyla kişi başına CO_2 emisyonları ekonometrik analizlerde yaygın bir şekilde kullanılmaktadır.

CO_2 emisyonları sera gazı etkisini temsil eden en yakın araç olarak görüldüğüne göre bu değişkenin analiz edilmesi iklim değişikliği konusunda literatüre katkılar sunacaktır. Hem politikacılar hem de araştırmacılar CO_2 emisyonlarının azaltılması yönünde politika önerileri sunmaktadırlar. Özellikle çevre ekonomisi literatüründe CO_2 emisyonlarının modellenmesi geniş yer kaplamaktadır. Giriş bölümünde de bahsedildiği üzere bu konuda literatürde birkaç iktisadi teori bulunmaktadır. Bunlar ÇKE hipotezi, gelir yakınsaması temelinde geliştirilen karbon yakınsaması gibi ekonomiyle doğrudan bağlantılı hipotezlerdir. Bu çalışmada da Blanchard ve Summers (1986) çalışmasında bahsedilen işsizlik histerisi tanımlamasından yola çıkılarak ÇKE ve karbon yakınsaması hipotezleri temelinde karbon histerisi hipotezi tanıtılmaktadır. Ayrıca bu çalışmada, önerilen hipotez ekonometrik yöntemlerle sentezlenerek pozitif ve negatif karbon histerisi kavramları da tanıtılmaktadır. Bu bölümde, öncelikle gelirle

CO₂ emisyonları arasındaki ilişki ÇKE hipotezi çerçevesinde açıklanmaktadır. Daha sonra gelir yakınsamasından yola çıkan karbon yakınsaması hipotezi incelenmektedir. Bunlara ilaveten bu çalışmada önerilen karbon histerisi hipotezini daha iyi açıklamak için işsizlik histerisi kavramından bahsedilir. Son olarak, KHH hem iktisadi hem de ekonometrik olarak ayrıntılı bir şekilde açıklanmaktadır.

1.2. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Büyümenin ilk aşamasında çevresel bilinçsizlik, altyapı eksikliği, çevre dostu teknolojilerin kullanılmamasından dolayı yüksek oranda çevresel kirlilik meydana gelmektedir. Ekonomi büyümeye başladığında, sosyo-ekonomik gelişmeyle birlikte çevresel farkındalığın da artmasından dolayı çevresel bozulmaların hızı yavaşlamaktadır. Belli bir gelir seviyesinden sonra çevresel bozulmalar durmakta ve azalma eğilimi göstermektedir. Bu hipotez ÇKE hipotezi olarak bilinmektedir ve ekonomik büyüme ile çevresel bozulmalar arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olduğunu ifade etmektedir. Bu hipotezin temel kaynağı Simon Kuznets (1955)'in ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin olduğunu gösterdiği çalışmasına dayanmaktadır (Shahbaz ve Sinha, 2019: 106). Çevresel bozulmalar ile ekonomik büyüme arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu gösteren ilk çalışma Grossman ve Krueger (1991) tarafından literatüre sunulmuştur. Daha sonra Shafik ve Bandyopadhyay (1992) ve Panayotou (1993) ÇKE hipotezine önemli katkılar yapmışlardır. Grossman ve Krueger (1991) ekonomik büyüme ile karbon emisyonları arasındaki ilişkiyi ölçek, yapısal ve teknoloji etkisi olmak üzere üç farklı etki ile dönemlere ayırarak açıklamaktadır. Ekonomide ölçek etkisi geçerliyse, ekonomik büyüme çevre üzerinde negatif bir etkiye sahip olmaktadır. Yüksek üretim çıktısı elde edebilmek için ülkeler daha fazla doğal kaynak kullanmak zorundadır. Dolayısıyla ekonomik büyüme, yenilenebilir enerjiye göre daha ucuz olan ve ulaşılması daha kolay olan fosil kaynaklı enerji tüketimi ile sürdürülmektedir. Sonuç olarak bu düzeyde endüstriyel üretim için fosil kaynaklı enerjiye bağımlılık artmaktadır ve çevresel bozulmalar bu aşamada artış göstermektedir (Sarkodie ve Strezov, 2019: 131). Ekonomide yapısal etkiler görüldüğünde, ekonomik büyümenin artış hızı önemli bir düzeye gelmektedir ve ekonominin yapısı da bir dönüşüme girmektedir. Ardından, ekonomik aktivitelerin çevresel bozulmalar üzerindeki negatif etkisi azalmaya başlamaktadır. Ekonomik büyüme ile çevresel bozulmalar arasındaki ilişkinin ters-U şeklinde tanımlandığı dikkate alınırsa, ekonomik büyüme ters parabolün tepe noktasını bu düzeyde geçmektedir ve aşamalı olarak çevresel bozulmalar azalmaya başlamaktadır. Bu dönüşüm yoğun enerji kullanımına dayalı sanayi sektöründen hizmet sektörüne, bilgi odaklı yeniliklere ve teknolojik

sanayi sektörüne geçiş ile mümkün olmaktadır (Komen vd., 1997: 506-507). Son olarak ekonomide teknolojik etkiler dönemine girildiğinde, teknolojik gelişmelerle birlikte yeşil üretim sürecine girilmektedir ve hükümetler çevresel bozulmalar konusunda daha katı düzenlemeler getirmektedir (Dinda, 2004: 435). Bu etkinin görülmesiyle birlikte çevresel bozulmalar azalma yönünde ilerlemektedir.

ÇKE hipotezinin geçerliliği için ekonometrik analizlerde farklı model spesifikasyonları kullanılmaktadır. Bazı çalışmalar karesel formda karbon emisyonlarını modellerken, bazı çalışmalar da kübik formda karbon emisyonları modelini kullanmaktadır. Ayrıca araştırma sorusuna göre bazı araştırmacılar panel veri analizini kullanırken, bazı araştırmacılar da zaman serileri yöntemlerini kullanmaktadır. ÇKE³ hipotezini zaman serileri ile ekonometrik formda açıklamak için denklem 1'den yararlanılmaktadır.

$$CO_{2t} = \delta_0 + \beta_1 GSYH_t + \beta_2 GSYH_t^2 + \beta_3 GSYH_t^3 + \beta_4 X_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

Yukarıdaki 1 numaralı denklem ÇKE hipotezinin araştırıldığı uzun dönem modeli göstermektedir. Burada, CO_2 , karbon emisyonlarını; $GSYH$, ekonomik büyümeyi; $GSYH^2$, ekonomik büyümenin karesini; $GSYH^3$, ekonomik büyümenin küpünü; δ , sabit terimi; X , diğer açıklayıcı değişken/leri ve son olarak ε ise hata terimini göstermektedir. Denklem 1'de ÇKE'nin farklı fonksiyonel formları çerçevesinde CO_2 emisyonları ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiler gösterilebilir:

- 1) $\beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında herhangi bir ilişki yoktur.
- 2) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 = \beta_3 = 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında doğrusal olarak artan bir ilişki vardır.
- 3) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 = \beta_3 = 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında doğrusal olarak azalan bir ilişki vardır.
- 4) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 = 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında ters-U şeklinde bir ilişki vardır.
- 5) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 = 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında U şeklinde bir ilişki vardır.
- 6) $\beta_1 > 0$, $\beta_2 < 0$, $\beta_3 > 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında N şeklinde bir ilişki vardır.
- 7) $\beta_1 < 0$, $\beta_2 > 0$, $\beta_3 < 0$, $GSYH$ ve CO_2 emisyonları arasında ters-N şeklinde bir ilişki vardır.

Yukarıda ÇKE hipotezini sınamak için ortaya çıkabilecek yedi farklı spesifikasyon gösterilmektedir. Bunlar arasında literatürde yaygın bir şekilde karesel model tercih

³ Bu çalışmada CO_2 emisyonları üzerine odaklanıldığı için bağımlı değişken CO_2 seçilmiştir.

edilmektedir. Ayrıca zaman boyutunun yeterli olduğu örneklerde kübik model de sıkça ampirik analizlerde kullanılmaktadır. Burada hangi modelin kullanılacağı sorusu gelirin CO₂ emisyonları üzerindeki gücü ile ilgilidir (Shahbaz ve Sinha, 2019: 110). ÇKE hipotezinin geçerli olduğu bulunduktan sonraki önemli bir aşama da tepe nokta/larının bulunmasıdır. Karesel modelin kullanıldığı analizler için ters parabolün tepe noktası $GSYH^* = -\beta_1/2\beta_2$ formülü ile bulunmaktadır. Diğer taraftan kübik fonksiyonel formun kullanıldığı analizler için tepe noktaları $GSYH^* = (-\beta_2 \mp \sqrt{\beta_2^2 - 3\beta_1\beta_3})/3\beta_3$ olarak hesaplanmaktadır (Diao vd., 2009: 542).

Çevresel ekonomi literatürü incelendiğinde (Ang, 2007; Jalil ve Mahmud, 2009; Bilgili vd., 2016; Ali vd., 2017; Ozatac vd., 2017; Destek ve Sarkodie, 2019; Caglar vd., 2021a) çalışmaları ÇKE hipotezini desteklerken, (Hossain, 2012; Al-Mulali vd., 2015; Pal ve Mitra, 2017; Zambrano-Monserrate vd., 2018; Mert vd., 2019; Pata ve Caglar, 2021) çalışmaları ise ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı yönünde kanıtlar sunmaktadır.

1.3. Karbon Yakınsaması

Yakınsamanın teorik arka planı, ekonominin üretim işlevinde sermayenin azalan getirilerinin neo-klasik varsayımına dayanmaktadır. Yani gelir yakınsaması, kişi başına GSYH bakımından daha düşük olan ekonomilerin, kişi başına GSYH'ya göre daha yüksek ekonomilerden daha hızlı büyüyeceği varsayımına dayanmaktadır. Gelir yakınsamasından yola çıkan araştırmacılar ülkelerin CO₂ emisyon seviyelerinin ileride bir zamanda aynı seviyeye gelip-gelmeyeceği sorusu üzerinde durmuşlardır. Strazicich ve List (2003) çalışmasından itibaren CO₂ emisyonları yakınsaması konusu popülerlik kazanmıştır. Çünkü ülkelerde çevre bilinci artmasıyla birlikte küresel olarak sera gazı emisyonlarını düşürme çabaları da artmıştır. Bunun sonucu olarak yıllar itibariyle çeşitli işbirliklerine gidildiği görülmektedir (Örn: Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması). Dolayısıyla ülkelerin küresel olarak sera gazı azaltım çabalarının uygulamada sonuç verip-vermediği çeşitli varsayımlar altında ampirik olarak test edilebilmektedir. Literatürde farklı yakınsama teorileri bulunmaktadır. Araştırmacılar CO₂ emisyonunun modellenmesinde en çok beta (β), sigma (σ), stokastik ve kulüp yakınsamasını kullanmaktadır. Kişi başına CO₂ emisyonunun regresyon analizi ve birim kök testleri yardımıyla yakınsayıp yakınsamadığı gösterilebilir. Birim kök testleri yardımıyla stokastik yakınsama araştırılabilmektedir ancak, birim kök testi için genellikle Carlino ve Mills (1993)'in önerdiği normalleştirilmiş CO₂ emisyon serisinin durağanlığı araştırılmaktadır. Elde edilen sonuçlar CO₂ emisyonları serisini durağan buluyorsa (yakınsama varsa), CO₂ emisyonları serisi ortalamaya dönme eğiliminde olacaktır. Yani

korumacı çevresel politikalar işe yaramayacaktır. Aksine CO₂ emisyonları serisi durağan dışı bir özellik sergiliyorsa (yakınsama yoksa), herhangi bir şok (politika veya teknik) uzun dönemde CO₂ emisyonları serisinde kalıcı etki yaratacaktır. Yani uzun dönemde, CO₂ emisyonlarının birim kök karakteristiği ortalamaya dönmesine izin vermeyecektir. Bu bilgiler ÇKE hipotezi ile birleştirildiğinde teorik olarak daha anlaşılır hale gelmektedir. Yani ÇKE hipotezi geçerli olduğunda yüksek ve düşük gelirli ekonomilerin CO₂ emisyon seviyelerinin yakınsayacağı anlamına gelmektedir. Dolayısıyla, buradan CO₂ emisyon yakınsamasının temelinde ülkelerin kirlilik seviyelerinin bağımsız bir trende doğru hareket etmediği sonucu çıkarılmaktadır.

1.4. Karbon Histerisi Hipotezi

Ekonomi literatüründe işsizlikle ilgili iki önemli teori bulunmaktadır. Bunlardan birincisi, Friedman (1968) ve Phelps (1999)'in katkılarıyla ortaya çıkan işsizlikte doğal oran hipotezidir. Ekonometrik olarak bu hipotez uzun dönemde işsizlik oranının ortalamaya dönme eğiliminde olduğunu, yani işsizlik serisinin durağan bir süreç izlediğini varsaymaktadır. Fakat 70'li yıllarda meydana gelen petrol şokları sonrasında gelişmiş ülkelerde meydana gelen sürekli ve artan işsizlik oranlarını açıklamada işsizlikte doğal oran teorisi yetersiz kalmıştır. Bu gelişmelerden sonra, Blanchard ve Summers (1986, 1987), Barro (1988) ve Layard vd. (1991) gibi öncü çalışmalarla birlikte ekonomi literatürüne işsizlik histerisi hipotezi sunulmuştur. Bu hipotez işsizliğe yönelik herhangi bir şokun kalıcı etki yarattığını savunmaktadır. Histeri kelimesinin Türkçe anlamını kendime yazılar adlı köşesinden Mahfi Eğilmez şu şekilde açıklamaktadır:

“Bir hamur topağı düşünüldüğünde, yumruğumuzla topağa bastırdığımızda topak içine çöktükten sonra ve yavaş yavaş eski halini almaya başladığı görülür. Fakat topağa bastırma süresi ne kadar uzun olursa hamurun eski haline dönme süresi uzayacak ve hamur eski halini tam olarak almada başarısız olacaktır” (Eğilmez, 2013).

İşsizlik histeriside uzun süren yüksek işsizlik oranlarının eski düzeye dönmesine engel olduğunu ifade etmektedir. Karbon histerisi yaklaşımında buradaki duruma benzer şekilde küresel olarak CO₂ emisyonlarının sürekli artmaya devam etmesi ile açıklanabilir.

1751'den bu yana fosil yakıt tüketimi ve çimento üretiminden atmosfere 400 milyar tondan fazla karbon atılmıştır ve bu CO₂ emisyonlarının yarısı 1980'lerin sonlarından itibaren ortaya çıkmıştır (Boden vd., 2017). Bunlara ek olarak, 2018 yılında yüksek enerji talebine bağlı olarak küresel enerji kaynaklı CO₂ emisyonları %1,7 artarak tarihi bir seviyeye yükselmiştir. Fosil yakıtlardan kaynaklanan emisyonlar artarken, enerji sektörü emisyon

artışının yaklaşık üçte ikisini oluşturmuştur (IEA, 2018: 3-4). Tüm küresel emisyon azaltım çabalarına rağmen CO₂ emisyonları küresel olarak artmaya devam etmektedir. Böylece CO₂ emisyonları sürekli bir şekilde artmaktadır. Bu durum bu tez çalışmasında karbon salımında *histeri etkisi* olarak açıklanmaktadır. Çünkü ülke ekonomileri üretim için enerji girdisi kullanmak zorundadırlar. Üretimde kullanılan kaynakların çoğunluğu ise sanayi devrimi ile birlikte yoğun bir şekilde kullanılmaya başlayan fosil yakıtlardan oluşmaktadır. Çevre ekonomisi literatüründen de bilindiği üzere fosil yakıtlar küresel sera gazının artmasına neden olmaktadır.

Yukarıda da bahsedildiği gibi 2018 yılında ortaya çıkan emisyonların yaklaşık üçte ikisi enerji tüketiminden kaynaklanmaktadır. Diğer yandan yenilenebilir enerji tüketimi sera gazının azaltılmasında önemli rol oynamaktadır. Fakat yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılmaya başlanmasına kadar geçecek sürede çok ciddi altyapı harcamaları gerektirmektedir. Özellikle ekonomik olarak güçlü olmayan ülkeler bu yatırımları yapmaktan kaçınmaktadır. Çoğu ülkenin üretim mekanizmasında sorunlara yol açmaması için emisyon azaltım hedefleri konusunda istekli olmamaları da CO₂ emisyonlarının artmasına yol açmaktadır.

Grantham Araştırma Enstitüsünün 2018 yılı raporuna göre, Paris Anlaşmasına taraf olan ülkelerin 139'unun ulusal yasa ve politikalarında hala ekonomik olarak hedefleri bulunmamaktadır. Yani gün geçtikte Mahfi Eğilmez'in deyiimiyle hamur yumağı daha derine gitmekte ve önceki trend patikasına dönmesi güçleşmektedir. Sonuç olarak, bu özel durum bu tez çalışmasında karbon histerisi olarak açıklanmaktadır. Ekonometrik olarak karbon histerisi, birim kök testleri yardımıyla araştırılabilmektedir. Çünkü, işsizlik histerisi tanımından yola çıkarak öncelikle CO₂ emisyonlarındaki histeri, şimdiki tüketim miktarının geçmişe bağımlılığının yüksek bir derecesi olarak tanımlanabilir. Buradan ekonometrik metodolojiye geçilirse, doğrusal bir modelde otoregresif katsayılarının toplamının 1'e yakın olması, yukarıdaki ekonomik tanımı açıklamak için yeterli olacaktır. Dolayısıyla en basit biçimde Dickey-Fuller (1979) denklemleri yardımıyla bu süreç açıklanabilmektedir. Sonuç olarak, CO₂ emisyonları serisi birim kök süreci izlediğinde karbon histerisi hipotezi geçerli olacaktır. Aksine, CO₂ emisyonları serisi durağan bir süreç özelliği gösteriyorsa karbon histerisi geçerli olmayacaktır. Asıl soru karbon histerisi geçerli ise ne yapılmalıdır? Burada pozitif karbon histerisi ve negatif karbon histerisi olarak iki farklı hipotez önerilmektedir.

1.5. Pozitif ve Negatif Karbon Histerisi

Herşeyden önce CO₂ emisyonları serisi durağan ise karbon histerisi geçerli değildir ve dolayısıyla pozitif ve negatif karbon histerilerinin araştırılmasına gerek yoktur. Aksine CO₂ emisyonlar serisi durağan olmayan bir süreç izliyorsa, KHH geçerli olmaktadır. Yani emisyon serisi rassal şoklara karşı dirençli değildir ve ortalamasına dönme eğilimi taşımamaktadır. Dolayısıyla, denge düzeyi rassal şoktan önceki ortalama ve/veya varyans düzeyinden farklı bir dengeye gelmektedir. Eğer bu trend artış yönünde gerçekleşiyorsa *pozitif karbon histerisi* geçerlidir. Aksine trendin yönü azalış yönünde ise, *negatif karbon histerisi* geçerlidir. Negatif KHH CO₂ emisyonlarındaki azalışı gösterdiğinden dolayı hiç şüphesiz gezegenin geleceği için negatif KHH'nin geçerli olması istenilen durumu temsil etmektedir. Sonuç olarak, KHH geçerli ise pozitif veya negatif karbon histerilerinden hangisinin geçerli olduğu araştırılmalıdır.

Yukarıda tanımlanan histeriler iki metod ile belirlenebilir. Birinci yöntem CO₂ emisyonlarının grafiği incelenerek seride artış veya azalış trendinin hangisinin olduğu görülebilir. Fakat bu yöntem önerilmemektedir. Çünkü bu yöntemle çoğu zaman serisinin artan veya azalan bir trende sahip olması kesin bir şekilde belirlenemez. Bazı seriler monotonik artan veya azalan bir grafik sergileyebilir. Hatta parabol veya ters parabol zaman yolu grafiğine sahip olabilir. Dahası serinin trendi grafik yöntemiyle belirlense dahi objektif ve güvenilir bir sonuç sunulamayacaktır. Dolayısıyla ekonometrik olarak önerilen ikinci yöntem kesin sonucu vermektedir. Yani, pozitif veya negatif histerinin geçerli olup olmadığı aşağıdaki denklem 2⁴ yardımıyla araştırılabilir:

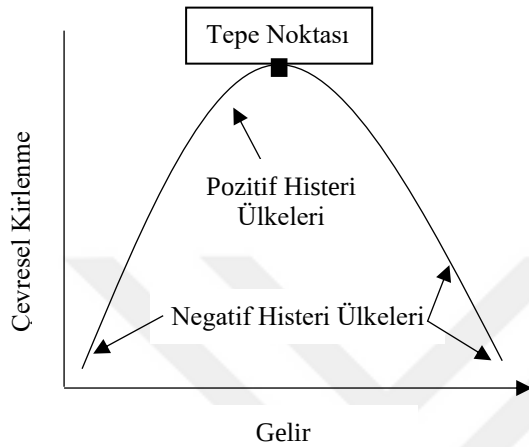
$$CO_{2t} = \beta_0 + \beta_1 t + u_t \quad (2)$$

Denklem 2'de "t" doğrusal trendi ve "u" hata terimini göstermektedir. Bu denklemin tahmin edilme amacı sadece trendin önündeki β_1 'in işaretini tespit etmektir. Dolayısıyla β_1 yardımıyla, CO₂ emisyonları serisinin trend yönü tespit edilmektedir. Sonuç olarak; $\beta_1 > 0$ ise *pozitif KHH* geçerliyken, $\beta_1 < 0$ ise *negatif KHH* geçerli olacaktır.

Pozitif ve negatif histeri hipotezi ÇKE eğrisiyle de açıklanabilir. Pozitif histerinin geçerli olmasını beklediğimiz ülkeler sanayileşmeye yeni başlayan az gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerdir. Negatif karbon histerisinin geçerli olmasını beklediğimiz ülkeler ise, gelişmemiş ve henüz sanayileşme faaliyetleri başlamamış ülkeler ile çok gelişmiş ve üstün teknolojiler kullanan ülkelerdir. Daha açık bir ifadeyle, negatif histeri beklediğimiz

⁴ Serinin doğrusal trende sahip olduğu durumda denklem 2 kullanılabilir. Aksine doğrusal olmayan trend izleyen seriler için sırasıyla t² ve t³ açıklayıcı değişken olarak denkleme eklenebilir. Bu çalışmada veri yapısı ve trendin anlamlı olup olmaması durumuna göre 2 numaralı denklemin versiyonları kullanılmaktadır. 2 numaralı denklem veri yapısına uygun olarak farklı ekonometrik terimler ile zenginleştirilebilir.

gelişmemiş ülkeler ÇKE eğrisinde ters parabolün başlangıç noktasının ucundaki ülkeleri göstermektedir. Çok gelişmiş ve üstün teknolojilere sahip olan ülkelerin ÇKE eğrisindeki yeri ters parabolün tepe noktasını aştığı ve negatif eğime sahip olan ülkeleri göstermektedir. Pozitif histeri beklediğimiz ülkeler ise, ters parabolün pozitif eğimli olduğu yerlerde bulunan ülkelerdir. Şekil 1.1 yardımıyla bu durum kısaca özetlenmektedir.



Şekil 1.1. Pozitif ve Negatif Histeri ile ÇKE Hipotezi arasındaki ilişki

İKİNCİ BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Çevresel Kuznets Eğrisi ile İlgili Literatür

ÇKE çevresel bozulmalar ve gelir arasındaki ilişkiyi açıkladığı için çevre ekonomisi literatüründe yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Ayrıca ülkelerde çevre bilincinin artmaya başlamasıyla çevre ekonomisi ile ilgili çalışmalar da giderek artmaktadır. Örneğin, ÇKE hipotezinin öncü çalışmalarından olan Grossman ve Krueger (1991) çalışmasında çevresel kirlilik göstergelerini bağımlı değişken olarak GSYH, GSYH² ve GSYH³ değişkenlerini de açıklayıcı değişken olarak kullanmıştır. Bu çalışmada aslında Kuznets (1955)'in çalışmasına göndermeler yapılarak ÇKE hipotezinin temelleri atılmıştır. Ardından, Shafik ve Bandyopadhyay (1992) tarafından Dünya Bankası için hazırlanan rapor Grossman ve Krueger (1991) çalışmasının devamı niteliğindedir. Burada bahsedilen iki çalışma ÇKE hipotezinin temellerinin atıldığı çalışmalardır. Bu çalışmaları takip eden Panayotou (1993) çalışmasında ise ilk defa ÇKE hipotezi kavramından bahsedilmiştir. Daha sonra bu çalışmaları takip ederek ÇKE hipotezinin geçerliliğini sınavan birçok çalışma bulunmaktadır. ÇKE hipotezinin günümüzde hala yaygın olarak kullanılmasının sebebi nedir? Yaklaşık olarak 1990'ların başından başlayarak günümüzde bu hipotez ile ilgili çalışmalar hala neden güncelliğini korumaktadır?

IEA 2018 yılı raporuna göre, atmosferdeki küresel yıllık ortalama CO₂ konsantrasyonu 2018'de 407,4 ppm olarak gözlemlenmiştir. Bu gösterge, sanayi devrimi öncesi seviyelerine (180 ile 280 ppm arasında) göre büyük bir artış gerçekleştiğini göstermektedir. Dahası 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto Protokolü ve 2015 yılında imzalanan Paris Anlaşması'na rağmen küresel karbon salımının arttığı gözlemlenmektedir. Dolayısıyla hem politika yapıcılar hem de araştırmacılar için küresel ısınma sorunu hala en büyük tartışma konularından biri olmayı sürdürmektedir. Çevre ekonomisi literatürü incelendiğinde, araştırmacıların çevresel bozulmaları azaltacak kısa ve uzun dönem modeller üzerinde durduğu görülmektedir. Araştırmacılar, temel ÇKE modeline açıklayıcı değişken olarak toplam enerji tüketimi, yenilenebilir enerji tüketimi, yenilenemez enerji tüketimi, kentleşme, doğrudan yabancı yatırımlar, turizm, ticaret açığı (bazı çalışmalarda şu şekilde de kullanılmaktadır: ticaret açıklık oranı, ticaret açıklık indeksi, toplam ticaret indeksi vs.) finansal gelişme ve demokratik rejim vs. gibi değişkenler ekleyerek süregelen bu tartışmaya katkı sağlamaya çalışmaktadır.

Enerji tüketimi değişkeni toplam enerji tüketimi olarak ÇKE çalışmalarına dahil edildiğinde emisyonları arttırdığı bilinmektedir (Arouri vd, 2012; Shahbaz vd., 2013a; Dogan ve Turkekul, 2016; Usman vd., 2019; Adebayo, 2021; Isik vd., 2021). Caviglia-Harris vd., (2009) çalışmasının işaret ettiği gibi enerji tüketimi değişkenin ÇKE hipotezinin geçerli olup-olmadığına karar verilmesinde önemli bir rolü bulunmaktadır. Dolayısıyla araştırmacılar dışlanmış değişken sapması (omitted variable bias) sorunundan kurtulmak için enerji tüketimi değişkenini yenilenebilir ve yenilenemez olarak ayırtmışlardır. Literatür incelendiğinde, yenilenebilir enerji tüketiminin emisyonların azaltılmasına katkı sağladığı görülmektedir. (Bilgili vd., 2016; Çağlar ve Mert, 2017; Danish vd., 2017; Gill vd., 2018; Kahia vd., 2019; Altinoz ve Dogan, 2021). Diğer yandan yenilenemez enerji tüketiminin emisyonları arttırdığı kanıtlanmıştır. (Jebli ve Youssef, 2015; Chen vd., 2019; Sharif vd., 2019; Zafar vd., 2019; Çağlar vd., 2021b).

Agras ve Chapman (1999) dış ticaret (ihracat ve ithalat) değişkenlerini ÇKE literatüründe dikkate alan ilk çalışmadır. Bu çalışmada ABD verileri dikkate alınmakta ve çevresel bozulmaların ihracat ve ithalat tarafından nasıl etkilendiği sorusunun cevabı aranmaktadır. Çalışmanın ampirik bulgularında, ithalatın emisyonlar üzerinde azaltıcı etkisi ve ihracatın emisyonlar üzerinde arttırıcı etkisinin olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Daha sonra birçok çalışmada dış ticaret açığı değişkeni kullanılmıştır. Sonuç olarak, dış ticaret açığı değişkeninin ÇKE modelinde bazı çalışmalarda çevresel bozulmaları azaltırken (Cole, 2004; Al-Mulali ve Ozturk, 2016; Destek vd., 2016; Moghadam ve Dehbashi, 2018), bazı çalışmalarda da çevresel bozulmaların artmasına katkıda bulunduğu görülmektedir (Tamazian ve Rao, 2010; Ozturk ve Acaravci, 2013; Nasir vd., 2021; Tenaw ve Beyene, 2021).

Çevre ekonomisi literatürü incelendiğinde, finansal gelişme göstergelerinin çevresel bozulmaların modellenmesinde yaygın şekilde kullanıldığı görülmektedir. Fakat literatürde finansal gelişmenin çevresel bozulmalar üzerindeki etkisi kesin olarak bilinmemektedir. Bazı çalışmalarda finansal gelişme çevresel bozulmaların azaltılmasında önemli rol oynarken (Jalil ve Feridun, 2011; Shahbaz vd., 2013b; Shahbaz vd., 2013c; Rashdan vd., 2021), bazı çalışmalarda ise finansal gelişmenin çevresel bozulmaları arttırdığı sonucu ortaya çıkmaktadır (Farhani ve Ozturk, 2015; Zhang, 2011; Moghadam ve Dehbashi, 2018; Ahmed vd; 2021).

Doğrudan yabancı yatırımların ÇKE modelindeki rolü de kesin olarak belirlenememektedir. Ampirik analizden elde edilen sonuçlar çalışmadan çalışmaya değişmektedir. Yani, kimi çalışmalar doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulma düzeyinin azaltılmasını sağladığı ve kirlilik hale hipotezinin geçerli olduğunu savunurken (Tamazian ve Rao, 2010; Zeng ve Eastin, 2012; Zhu vd., 2016; Sung vd., 2018; Mert ve

Çaglar, 2020), kimi çalışmalar ise doğrudan yabancı yatırımların çevresel bozulmaları arttırdığı ve kirlilik cenneti hipotezinin geçerli olduğunu ifade etmektedir (Hitam ve Borhan, 2012; Lau vd., 2014; Hakimi ve Hamdi, 2016; Bokpin, 2017; Çaglar, 2020).

ÇKE literatüründe kentleşme konusunda da süregelen bir tartışma konusu vardır. Çünkü bazı çalışmalar kentleşme ve nüfus artışıyla birlikte daha sert çevre koruma politikaları üretilmekte olduğunu ve böylece çevresel farkındalığın arttığını savunmaktadır. Yani kentleşme çevresel bozulmaları negatif etkilemektedir (Sharma, 2011; Martinez-Zarzoso ve Maruotti, 2011; Charfeddine ve Khediri, 2016; Saidi ve Mbarek, 2017). Diğer yandan ise, kentsel alanlarda sanayileşme düzeyi yüksek olduğu için kirlilik düzeyi de artmaktadır. Dolayısıyla karşıt görüşteki araştırmacılar da, nüfusun genişlemesi, enerji tüketiminin artması, iş kollarındaki çeşitlilik, sosyal yaşamda dönüşümler gibi değişikliklerin toplu etkisinin çevresel bozulmaların artmasına neden olduğunu ifade etmektedir. (Farhani ve Ozturk, 2015; Kasman ve Duman, 2015; Al-Mulali ve Ozturk, 2016; Ozatac vd., 2017; Ahmad vd., 2021).

Demokratik rejim değişkeni için ise ÇKE literatüründe kesin bir sonuçtan söz edilememektedir (Torras ve Boyce, 1998; Farzin ve Bond, 2006; Buitenzorg ve Mol, 2011; You vd., 2015). Demokratik rejimin çevresel bozulmalar üzerine etkisinin ülkeden ülkeye değiştiği görülmektedir. Bunlara ek olarak bazı çalışmalar demokratik rejimin emisyonları azalttığı tezini savunmaktayken (Li ve Reuveny, 2006; Farzanegan ve Markwardt, 2012; Usman vd., 2019), bazı çalışmalar ise demokratik rejimin emisyonları arttırdığını ifade etmektedir (Bernauer ve Koubi, 2009; Sulemana vd., 2017; Kim vd., 2019).

ÇKE literatüründe sıklıkla kullanılan bir başka açıklayıcı değişken ise turizmdir. Bu alandaki çalışmalar incelendiğinde, ev sahibi ülkeye gelen turistlerin hem faydaları hem de zararları olduğu görülmektedir. Turizm gelirleri ülke ekonomisine katkı sağlarken, gelen turistler; özellikle seyahat alanında enerji tüketimini arttırarak fosil yakıtların yoğun kullanılmasına neden olmaktadır. Böylece, gelen turistler ev sahibi ülkede çevresel bozulmalara katkıda bulunmaktadır. Sonuç olarak, literatürde turizmin çevresel bozulmaları azaltıcı etkisi gösteren çalışmalar varken (Lee ve Brahmasrene, 2013; Katircioğlu, 2014a; Razzaq vd., 2021), turizmin çevresel bozulmaları arttırıcı etken olduğunu savunan araştırmalar da bulunmaktadır (Katircioğlu, 2014b; Vita vd., 2015; Shakouri vd., 2017).

Yukarıda özetlenen ÇKE literatürü geçmişten günümüze kadar hala güncelliğini korumaktadır. Emisyonların modellenmesinde günden güne yeni gelişmeler ortaya çıkmaktadır. Henüz keşfedilmemiş bağımsız değişkenlerin ÇKE modeline dahil edilmesi emisyonların azaltılması için yeni öneriler sunacaktır. Yani uzun dönem modelinde hata teriminin içinde olduğu kabul edilen değişkenler ekonometrik varsayımlar (özellikle çoklu

doğrusal bağlantı) dikkate alınarak emisyonların modellenmesinde kullanılabilir ve emisyonların düşürülmesi için daha net politika önerileri getirilebilir. Fakat geçmiş literatür incelendiğinde görülmektedir ki, bir ülkede emisyonları azaltan değişken başka bir ülkede emisyonların artmasına neden olmaktadır. Buradan önemli bir sonuç ortaya çıkmaktadır. Yani, ÇKE hipotezinin geçerliliğini araştıran çalışmaların sonuçları araştırmadan araştırmaya değişmektedir. Hatta aynı ülke ve aynı model üzerinden yapılan çalışmaların sonuçları dahi tutarlılık göstermeyebilir. Bunun nedeni olarak beş farklı durumdan söz edilebilir:

- 1) Veri seti
- 2) Açıklayıcı değişkenlerin seçimi
- 3) Matematiksel model
- 4) Ülke seçimi
- 5) Ekonometrik yöntem

2.2. Karbon Yakınsaması ile İlgili Literatür

Literatürde yakınsama kavramı, koşulsuz (mutlak), koşullu ve kulüp yakınsama olarak birbirine rakip üç farklı hipoteze dayanmaktadır. Koşulsuz yakınsama, ülkeler ya da birimlerin uzun vadede başlangıç koşullarından bağımsız olarak birbirlerine yakınsadığını ifade etmektedir. Diğer yandan koşullu yakınsama, birinci hipotezdeki gibi başlangıç değerlerinden bağımsız olarak gerçekleşen yakınsamayı ifade etmektedir, fakat uzun vadede benzer karakteristik özelliklere sahip ülkeler ya da birimlerin koşullu olarak yakınsayacağını işaret etmektedir. İlk iki hipotezin aksine kulüp yakınsama ise, benzer koşullara ve yapısal özelliklere (teknoloji, tercihler, politik sistemler gibi) sahip olan ülke veya birimlerin aynı sabit duruma (steady state) yakınsama eğiliminde olacağını ima etmektedir (Burnett, 2016; Morales-Lage vd., 2017).

Yakınsama hipotezlerinin test edilmesinde dört temel yöntem kullanılmaktadır. Bunlar; beta (β), sigma (σ), stokastik ve kulüp yakınsamadır. Baumol (1986) tarafından öne sürülen β yakınsama “yakalama (catch-up)” sürecinin gerçekleşip gerçekleşmeyeceğini araştırmaktadır. Yakalama süreci Li ve Lin (2013)’e göre şu şekilde açıklanabilir: başlangıçta kişi başına düşen emisyon seviyelerinin daha düşük olduğu ülkelerde kişi başına emisyonların daha fazla büyüme yaşayacağı ve sonunda hem yüksek emisyonun hem de düşük emisyonun olduğu ülkelerin aynı emisyon seviyesine yakınsayacağı anlamına gelmektedir. Yani, CO₂ emisyonu serisinin büyüme hızı ile onun başlangıç düzeyi arasındaki negatif ilişkiyi ifade etmektedir. Basit regresyon modeli ile beta yakınsama araştırılabilmektedir. Barro ve Sala-i-

Martin⁵ (1992) tarafından önerilen sigma (σ) yakınsama, CO₂ emisyonları değişkeninin doğal logaritmasının kesitsel varyasyonundaki (değişim) zaman içinde meydana gelen düşüşe işaret etmektedir. Aslında, β ve σ yakınsamaları farklı ancak ilişkili kavramlardır. Çünkü β yakınsama σ yakınsama için gerekli ancak yeterli bir durum değildir. Carlino and Mills (1993) tarafından literatüre önerilen stokastik yakınsama, ekonometrik olarak CO₂ emisyonları serisinde birim kökün olup olmadığını araştırmaktan başka bir şey değildir. Yani stokastik yakınsamanın geçerli olabilmesi için normalleştirilmiş CO₂ emisyonları serisinin seviyesinde durağan olması gerekmektedir (Ahmed vd., 2017; 87). Son olarak Phillips ve Sul (2007) tarafından literatüre kazandırılan kulüp yakınsaması ise, benzer yapısal özelliklere sahip ve ilk CO₂ emisyon düzeyleri aynı olan ülke veya bölgelerin kişi başına CO₂ emisyonlarının uzun vadede birden fazla dengeye yakınsadığını varsaymaktadır (Zhao vd., 2013; 7).

Karbon yakınsaması ilk olarak Strazicich ve List (2003) çalışmasında araştırılmıştır. Bu çalışma, 21 OECD ülkesinde CO₂ emisyonları için stokastik ve koşullu yakınsama olup olmadığını hem panel birim kök testleri hem de yatay kesit regresyon yöntemleri ile test etmiştir. Elde edilen sonuçlar ele alınan ülkelere yakınsamanın olduğunu göstermektedir. Strazicich ve List (2003) çalışmasından sonra gelişen karbon yakınsaması literatürü birim kök analizine dayanan çalışmalar ve CO₂ emisyonlarının dağılımının modellenmesine odaklanan çalışmalar olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır. Birinci gruptaki çalışmalar çeşitli birim kök testleri ile CO₂ emisyonları veya normalleştirilmiş CO₂ emisyonları serisinin durağan olup olmadığını araştırmaktadır. Bu çalışmaların sonuçları ülkelere ve kullanılan ekonometrik metodolojiye göre değişmektedir. Dolayısıyla birinci gruptaki çalışmaların bazıları yakınsama hipotezini desteklerken (Romero-Avila, 2008; Westerlund ve Basher, 2008; Lee vd., 2008; Lee ve Chang, 2009; Solarin, 2015), bazı çalışmalar da yakınsama hipotezini reddetmektedir (Barassi vd., 2008; Camarero vd., 2011; Li vd., 2014; Cai vd., 2018).

İkinci gruptaki çalışmalar ise, CO₂ emisyonları serisinin dağılımına odaklanmaktadır. Aldy (2006) küresel bir araştırma için 88 ülkede ve 23 OECD ülkesinde 1960-2000 yılları arasında yakınsama hipotezinin geçerliliğini araştırmıştır. Bu çalışmada CO₂ serisinin geçmiş ve gelecekteki dağılımları dikkate alınmaktadır. Çalışmanın temel özelliği hem CO₂ serisinin geçmiş değerleri dikkate alınarak yakınsama olup olmadığının araştırılması hem de CO₂ serinin gelecekte yakınsama hipotezini destekler mi soruna cevap aranmasıdır. Analizde Markov zinciri geçiş matris yöntemi kullanılarak 23 OECD ülkesinde yakınsamanın varlığına dair kanıtlar sunulmuştur. Fakat küresel örneklem olarak incelenen 88 ülke için yakınsama

⁵ Bu çalışmada CO₂ emisyonları üzerine odaklanıldığı için tanımlarda CO₂ emisyonları serisi kullanılmaktadır.

hipotezinin geçerli olmadığı sonuca ulaşılmıştır. Bunlara ek olarak, Aldy (2006) tahmin edilen CO₂ emisyonları serisi için yakın zamanda yakınsama hipotezinin geçerli olmayacağını belirtmiştir. CO₂ emisyon serisinin dağılımı üzerinden hareket eden bazı çalışmalarda yakınsama hipotezi kabul edilirken (Ezcurra, 2007; Camarero vd., 2013; Brannlund vd., 2015), bazı çalışmalarda da yakınsama hipotezi reddedilmektedir (Criado ve Grether, 2011; Herrerias, 2013).

Karbon yakınsaması literatüründen elde edilen ampirik bulgular farklı sonuçlar göstermektedir. Çünkü, bazı birinci grup çalışmalar yapısal kırılmalı birim kök testlerini, bazı çalışmalar fourier fonksiyonlarına dayalı birim kök testlerini ve bazı çalışmalar da yatay kesit bağımlılığını dikkate alan birim kök testlerini kullanmaktadır. Dahası bu çalışmalarda araştırılan ülke grupları da farklılık göstermektedir. Bunlara ek olarak çalışmadan çalışmaya veri seti değişmekte ve böylece analiz sonuçlarının da değiştiği görülmektedir.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

VERİ VE METODOLOJİ

3.1. Veri

Bu çalışmada Dünya Bankası'nın 2020⁶ sınıflandırmasına göre düzenlenmiş düşük gelirli, düşük-orta gelirli, üst-orta gelirli ve yüksek gelirli ülkeler için karbon histerisi hipotezinin geçerli olup olmadığı araştırılmaktadır. Dünya Bankası, ülkeleri sınıflandırırken Atlas⁷ yöntemini kullanarak ABD dolarına dönüştürülen yerel para biriminden elde edilen kişi başına gayri safi milli hasılayı (GSMH) kullanmaktadır. Ampirik analiz için ülkeler Dünya Bankası 2020 sınıflandırılmasına ve en uzun zaman periyodu olan ülkelere göre seçilmiştir. Buna göre, düşük gelirli 23 ülke, düşük-orta gelirli 35 ülke, üst-orta gelirli 39 ülke ve yüksek gelirli 53 ülkelerin ulaşılabilen veri aralığı olan 1960-2016 dönemi için kişi başına CO₂ emisyon serileri analiz edilmektedir⁸.

3.2. Metodoloji

Panel veri analizinde öncelikle birimler arası korelasyon yani yatay kesit bağımlılığı olup-olmadığına karar verilmelidir. Ekonometrik analiz için birimler arası yatay kesit bağımlılığının araştırılması oldukça önemlidir. Çünkü rassal bir şok kolayca diğer ülkeleri etkileyebilmektedir. Yani paneli oluşturan ülkelerin herhangi birinde bir şok meydana geldiğinde bu şokun etkisi panelin diğer birimlerini de etkileyebilir. Bu ihtimalin gerçekleşmesi durumunda ise, ülkelerin birinde gerçekleşebilecek krizin etkileri diğer ülkelerde de görülebilecektir. Dolayısıyla yatay kesit bağımlılığını dikkate almadan yapılan analizler tutarsız sonuçlar vermektedir (Breusch ve Pagan, 1980). Genellikle birimler birbirlerinden etkilenmektedir ve yatay kesit bağımlılığı sorunu ortaya çıkmaktadır. Bu sorunu istatistiki olarak test etmek için literatürde birçok test vardır. Bunlardan, Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD ve CD_{lm} testi ve Pesaran vd., (2008) tarafından literatüre sunulan LM_{adj} testleri birçok araştırmacı tarafından tercih edilmektedir. Bu testlerden hangilerinin kullanılacağı analizde kullanılacak birimlere ve zaman boyutuna göre değişmektedir. Bu çalışmada homojen olarak sınıflandırılmış bu ülkelerin karbon emisyonlarında meydana gelebilecek şokların diğer

⁶ <https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/906519>

⁷ Atlas yöntemi hakkında daha fazla bilgi için:

<https://datahelpdesk.worldbank.org/knowledgebase/articles/378832-what-is-the-world-bank-atlas-method>

⁸ Dünya Bankası her yıl düzenli olarak ülkelerin ekonomik performanslarını değerlendirerek yeni sınıflandırmayı duyurmaktadır.

lkeleri etkileyebileceği düşünülmektedir. Böylece literatüre yaygın Şekilde kullanılan dört farklı yatay kesit bağımlılığı testinden de yararlanılmaktadır.

Panel veri analizinde birim kök testleri birinci ve ikinci nesil testler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Birinci nesil testler birimler arası yatay kesit bağımsızlığı varsayımından hareket etmektedir. Birinci nesil testlerden Levin vd., (2002), Im vd., (2003), Fisher tipi (ADF, Maddala ve Wu (1999); PP, Choi (2001)) literatürde yaygın olarak kullanılmaktadır. Diğer taraftan, birimler arası yatay kesit bağımlılığı varsayımından hareket eden Pesaran (2007)'ın CADF ve CIPS testleri en çok kullanılan ikinci nesil panel birim kök testlerindendir. Ekonometrik literatür incelendiğinde ikinci nesil birim kök testlerinin hala geliŐim aşamasında olduğu görülmektedir. Gün geçtikçe bu literatüre araştırmacılar tarafından yeni birim kök testleri kazandırılmaktadır (Westerlund ve Larsson, 2009; Bai ve Ng, 2010; Hadri ve Kurozumi, 2012; Westerlund ve Hosseinkouchack, 2016; Reese ve Westerlund, 2016, Nazlioglu ve Karul, 2017).

Son olarak panel veri analizinde dikkat edilecek durum ise yapısal kırılmalardır. Birim kök içeren seriler yapısal kırılmalar dikkate alındığında durağan olma özelliği gösterebilmektedir (Perron, 1989: 1386-1387). Yani yapısal kırılmalar dikkate alınmadan iktisadi değişkenlerin birim kök özelliklerinin incelenmesi yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Çünkü serideki keskin ve/veya dalgalı kırılmalar dikkate alınmadan uygulanan birim kök testleri seriyi durağan-dışı bulma eğilimindedir. Sonuç olarak, matematiksel denklemlerle modellenen yapısal kırılmalar birim kök testlerinde kullanıldığında sağlam sonuçlar elde edilmektedir (Narayan ve Popp, 2010; 1425-1426). Yapısal kırılmalı birim kök literatürü Perron (1989)'un çalışmasından sonra gelişme göstermiştir. Perron (1989) kırılmanın dıŐsal olarak belirlendiği yapısal kırılmalı birim kök testi geliŐirmiŐtir. Bu çalıŐmayı takiben Zivot ve Andrews (1992) kırılmanın içsel olarak test stratejisi içerisinde belirlenmesi gerektiğini ifade etmiŐ ve tek kırılmalı ADF tipi birim kök testi geliŐirmiŐtir. Daha sonra zaman serileri analizinde kullanılmak üzere tek, çift ve çok kırılmalı birim kök testleri geliştirilmiştir. Bu testler kırılmalı birim kök testlerinin temellerini oluşturmaktadır ve kırılmanın keskin (sharply) bir Şekilde gerçekleştiğini varsaymaktadır. Aksine kırılmaların yumuşak/kademeli (smooth) bir Şekilde gerçekleştiğini varsayan ve fourier fonksiyonlarından hareket ederek geliştirilen testlerde mevcuttur ve bu yaklaŐımın ilk temsilcisi Becker vd. (2006)'nın çalıŐmasıdır. Becker vd. (2006) sinüs ve kosinüs fonksiyonlarından yararlanarak fourier KPSS testini geliŐirmiŐtir. Bu literatürü takiben Enders ve Lee (2012) ve Rodrigues ve Taylor (2012) sırasıyla Fourier DF ve Fourier GLS testlerini literatüre önermiŐlerdir. Fakat bahsedilen testler zaman serileri analizinde kullanılmaktadır ve zaman serilerinde birim kök

testlerinin düşük güce sahip olduğu bilinmektedir. Panel veri analizinde ise birim kök test literatürü Levin ve Lin (1992) çalışmasıyla gelişme göstermiştir. Dahası, panel veri analizinde de zaman serileri analizi gibi kırılmaları dikkate almayan testlerin yanında kırılmaların dikkate alındığı testler de geliştirilmiştir. Kırılmaların modellenmesinde ise yine zaman serilerinde olduğu gibi keskin ve yumuşak/kademeli geçişli fonksiyonlar dikkate alınmıştır. Westerlund (2012) çoklu kırılmaları dikkate alan birim kök testini literatüre sunarken, Lee vd. (2015) fourier yaklaşımından yararlanarak yeni bir birim kök testi geliştirmiştir.

Sonuç olarak panel veri analizinde birim kök testi uygulamak için öncelikle birimler arası yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı sorgulanmalıdır. Eğer veri setinde yatay kesit bağımlılığı yoksa birinci nesil birim kök testleri kullanılmalıdır. Aksine birimler arasında korelasyon bulunması durumunda ise yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel birim kök testleri kullanılmalıdır. Ayrıca makro ekonomik değişkenlerin politika şoklarından etkilendiği bilinmektedir. Yani, bu çalışmada analiz edilecek dört ülke sınıflandırılmasında da ülkelerin birbirlerinden etkileneceği beklenmektedir. Ayrıca, birinci (1972-73) ve ikinci (1977-78) petrol şoklarından, 2005 yılında yürürlüğe giren Kyoto protokolü ve 2008 ekonomik krizi vb. gibi şoklardan veri setinin etkilenmesinin mümkün olacağı düşünülmektedir ve yapısal kırılmalı birim kök testinin kullanılması analizin güvenilirliği açısından oldukça önemlidir. Sonuç olarak bu çalışmada yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve aynı zamanda yapısal kırılmaları hem keskin hem de yumuşak/kademeli olarak aynı anda modelleyen Bahmani-Oskee vd. (2014) tarafından geliştirilen FPKPSS birim kök testi kullanılmaktadır.

3.2.1. Yatay Kesit Bağımlılığının Araştırılmasında Kullanılan Testler

Panel veri setinde birimlerin herhangi birinde meydana gelen rassal bir şok diğer birimleri etkiliyorsa paneli oluşturan birimler arasında yatay kesit bağımlılığı ortaya çıkmaktadır. Değişkenler arasında yatay kesit bağımlılığı gözardı edilmesinden dolayı birinci nesil panel birim kök testleri şüpheli ve yanıltıcı sonuçlar verebilir (Dogan ve Inglesi-Lotz, 2017: 722). Uluslararası anlaşmalar, küreselleşme, finansal entegrasyon gibi nedenlerden dolayı bir ülkenin ekonomik göstergelerinde meydana gelen şok başka bir ülkenin ekonomisini etkileyebilmektedir (Wolde-Rufael, 2014: 326). Dolayısıyla değişkenler için birimler arasında yatay kesit bağımlılığının araştırılması analizin güvenilirliği için önemlidir. Literatürde yatay kesit bağımlılığını araştırmak için yaygın şekilde kullanılan dört farklı test vardır. Bunlardan birincisi, Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen Lagrange Multiplier (LM) testidir. Bu testin kullanılması için birim (N) boyutunun zaman (T)

boyutundan daha küçük olması gerekmektedir. Panel veri modelinde LM test istatistiğinin hesaplanabilmesi için öncelikle denklem 3 tahmin edilmelidir:

$$y_{it} = \theta_i + \beta_i x_{it} + \varepsilon_{it} \quad i = 1, \dots, N \text{ ve } t = 1, \dots, T \quad (3)$$

Burada, i ve t sırasıyla yatay kesit ve zaman boyutunu göstermektedir. Ardından y_{it} bağımlı değişkeni ifade ederken, x_{it} $k \times 1$ boyutunda bağımsız değişkenler vektörünü temsil etmektedir. Son olarak, θ_i ve β_i ise sırasıyla bireysel (her bir ülke özelinde) sabitler ve eğim katsayılarıdır. LM test istatistiğinin hesaplanması için denklem 4'ün tahmin edilmesi gereklidir. Burada sıfır hipotezi birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığı şeklinde oluşturulmaktadır. Yani matematiksel ifade ile sıfır hipotezi t ve $i \neq j$ için $H_0: Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) = 0$ ile gösterilirken, alternatif hipotez ise en az bir çift $i \neq j$ için $H_1: Cov(\varepsilon_{it}, \varepsilon_{jt}) \neq 0$ ile gösterilebilir. LM test istatistiği:

$$LM = T \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij}^2 \quad (4)$$

Burada, LM test istatistiği $N(N-1)/2$ serbestlik derecesi ile asimptotik χ^2 dağılıma sahiptir. Ayrıca, $\hat{\rho}_{ij}$ bireysel EKK tahminlerinden elde edilen kalıntılar arasındaki tahmin edilen korelasyon katsayılarıdır (Pesaran, 2004; 4). Breusch ve Pagan (1980) testi nispeten küçük N ve yeteri kadar büyük T için geçerlidir. Pesaran (2004) $N \rightarrow \infty$ durumunda ise LM testinin uygulanamayacağını ifade etmektedir. Pesaran (2004) literatürdeki bu eksikliği gidermek için CD_{lm} testini geliştirmiştir. Dolayısıyla bu test hem T hem de N 'in yeteri kadar büyük olduğu durumlarda kullanılmaktadır ve aslında LM testinin düzeltilmiş versiyonunu göstermektedir:

$$CD_{lm} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (T \hat{\rho}_{ij}^2 - 1) \quad (5)$$

Sıfır hipotezi altında T ve N 'in yeteri kadar büyük olduğu varsayıldığında CD_{lm} test istatistiği asimptotik standart normal dağılım sergilemektedir. Dahası, bu testin sıfır hipotezi birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığını belirtmektedir. Fakat CD_{lm} testinde N 'in büyük ve T 'nin küçük olduğu durumlarda boyut bozulmaları meydana gelmektedir. Pesaran (2004) araştırmacıların ampirik uygulamalarda bu durumla oldukça sık karşılaştığını ifade etmektedir. Dolayısıyla Pesaran (2004) N 'in T 'den büyük olduğunda kullanılabilecek CD testini geliştirmiştir:

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}} \left(\sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \hat{\rho}_{ij} \right) \quad (6)$$

CD testi asimptotik olarak standart normal dağılım özelliği göstermektedir. Ayrıca sıfır hipotezi birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığına işaret etmektedir (Pesaran, 2004; 5). Fakat, (pair-wise) korelasyon matrisinin grup ortalaması sıfıra yaklaştığı zaman CD

testinin gücü azalır ve grup ortalaması tam olarak sıfır olduğu zaman CD testi tutarsızdır (Westerlund ve Sharma, 2019; 6). Bu dezavantajlardan kurtulmak için Pesaran vd., (2008) LM testi temelinde ortalama ve varyans hesaplamalarını da dikkate alarak düzeltilmiş LM testini önermektedir:

$$LM_{adj} = \sqrt{\left(\frac{2}{N(N-1)}\right)} \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N \frac{(T-k)\hat{\rho}_{ij}^2 - \mu_{Tij}}{v_{Tij}^2} \quad (7)$$

Burada, k bağımsız değişkenlerin sayısını ve μ ve v ise $\hat{\rho}_{ij}^2$ 'nin sırasıyla ortalamasını ve varyansını göstermektedir. Ayrıca LM_{adj} testi standart normal dağılıma sahiptir ve sıfır hipotezi birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığını ifade eder (Pesaran vd., 2008: 108).

Ampirik literatür incelendiğinde, araştırmacılar tek bir yatay kesit bağımlılığı testinin sonuçlarına güvenmek yerine genellikle sağlam (robust) sonuçlar için LM, CD_{lm} , CD ve LM_{adj} testlerini bir arada kullanmaktadır (Bkz, Neagu, 2019; Dong vd., 2018; Yazdi ve Shakouri, 2018). Bu çalışmada da yatay kesit bağımlılığı için sağlam sonuçlar elde edebilmek için açıklanan dört testten de yararlanılmaktadır.

3.2.2. Keskin ve yumuşak/kademeli bir şekilde kırılmaları dikkate alan fourier panel kpss birim kök testi (Sharp and smooth breaks panel unit root test)

Bahmani-Oskooee vd., (2014)'nin FPKPSS testi Carrion-i-Silvestre (2005)'nin geliştirdiği Panel KPSS çok kırılmalı birim kök testinin geliştirilmiş halidir. PKPSS testi birimler arası yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ve birden çok kırılmanın kendi test stratejisi içerisinde belirlendiği KPSS temelli bir testtir. PKPSS testi kernel çekirdek fonksiyonları ile uzun dönem varyansın tahmini yoluyla hata teriminde ortaya çıkan serisel korelasyonu parametrik olmayan şekilde kontrol etmektedir. FPKPSS testinde yatay kesit bağımlılığını dikkate almak için serinin hata terimi yapısına göre düzenlenmiş bootstrap dağılımı kullanılmaktadır. FPKPSS test metodolojisinin aşamalarını daha iyi açıklamak için öncelikle Carrion-i-Silvestre vd., (2005)'nin geliştirdiği PKPSS testinin denklemleri gösterilecektir. PKPSS birim kök testine göre, sıfır hipotezi altında veri üretme süreci denklem 8'deki gibi olsun:

$$y_{it} = \alpha + \beta t + \sum_{k=1}^m \theta_{ik} DU_{k,t} + \sum_{k=1}^m \rho_{ik} DT_{k,t} + \varepsilon_{it} \quad (8)$$

Denklem 8'de, α, T ve m sırasıyla sabit, doğrusal trend ve kırılmaların optimal sayısını göstermektedir. Diğer açıklayıcı değişkenler denklem 9'da gösterildiği gibidir:

$$DU_{kt} = \begin{cases} 1, & t > TB_k \\ 0, & d.d. \end{cases} \text{ ve } DT_{kt} = \begin{cases} t - TB_k, & t > TB_k \\ 0, & d.d. \end{cases} \quad (9)$$

Bireysel test istatistikleri çoklu kırılmalar dikkate alınarak KPSS testiyle denklem 10 yardımıyla hesaplanır:

$$LM(\lambda_i) = \hat{\omega}_i T^{-2} \sum_{t=1}^T \hat{S}_{it}^2 \quad (10)$$

Denklem 10’da, $\hat{S}_{it}$ denklem 8’den gelen tahmin edilmiş EKK kalıntılarının kısmi toplamlarını, $\hat{\omega}_{it}$ denklem 8’deki kalıntıların uzun dönem sabit varyans ve tutarlı otokorelasyon özelliğine sahip tahminini ve son olarak λ_i ise, zaman periyodu içerisindeki kırılmanın yerini göstermektedir. Carrion-i-Silvestre vd., (2005) kalıntı kareler toplamının (KKT) minimizasyonu üzerine dayalı Bai ve Perron (1998)’un prosedürünün kullanılmasını önermektedir:

$$(\widehat{TB}_1, \dots, \widehat{TB}_m) = \underset{(\widehat{TB}_1, \dots, \widehat{TB}_m)}{\operatorname{argmin}} KKT(\widehat{TB}_1, \dots, \widehat{TB}_m) \quad (11)$$

PKPSS testinde optimal kırılma sayısının belirlenmesi Liu vd. (1997)’nin kriterlerine göre belirlenmektedir. Dahası $LM(\lambda_i)$ ’nin limit dağılımı, ortalaması ve varyansı kullanılarak PKPSS test istatistiği denklem 12 yardımıyla hesaplanmaktadır:

$$Z(\lambda) = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^N LM(\lambda_i) - N\bar{\mu}_{LM}}}{\sigma_{LM}} \quad (12)$$

Burada $Z(\lambda)$ test istatistiği standart normal dağılım özelliği sergilemektedir. Ayrıca, $\bar{\mu}_{LM}$ ve σ_{LM} sırasıyla $LM(\lambda_i)$ ’nin ortalaması ve standart hatasıdır. Bunlara ek olarak, $Z(\lambda)$ ’nin dağılımı hesaplanırken bootstrap tekniklerinden yararlanılmaktadır. PKPSS testinin bu aşamaları Bahmani-Oskeeoo vd., (2014) çalışmasında açıklandığı gibi bu çalışmada da Fourier PKPSS testinin daha iyi anlaşılması için gösterilmiştir. Dolayısıyla, CO₂ emisyonları serisinin birim kök özelliğini araştırmak için artık FPKPSS test stratejisine geçilebilir. y_t serisi seviyede durağan olduğu varsayılarak aşağıdaki gibi bir fonksiyon yardımıyla yazılabilir:

$$y_t = \alpha + \sum_{l=1}^{m+1} \theta_l DU_{l,t} + \sum_{k=1}^n \gamma_{1,k} \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \sum_{k=1}^n \gamma_{2,k} \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_t \quad (13)$$

Denklem 13’de t, T ve m sırasıyla trendi, seri uzunluğunu ve kırılmaların optimal sayısını ifade etmektedir. Diğer açıklayıcı değişkenler ise denklem 14 yardımıyla tanımlanabilir:

$$DU_{k,t} = \begin{cases} 1, & TB_{k-1} < t < TB_k \\ 0, & d.d. \end{cases} \quad (14)$$

y_t serisinin denklemine DU’nun dahil edilmesindeki amaç seride meydana gelen keskin kırılmaları yakalamaktır. Bahmani-Oskeeoo vd., (2014) yumuşak/kademeli kırılmaları modele dahil etmek için Gallant (1981)’in çalışmasından yararlanmışlardır ve $\sum_{k=1}^n \gamma_k \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right)$ ve $\sum_{k=1}^n \gamma_k \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right)$ toplamalarını denklem 13’e eklemişlerdir. Burada “n” ve “k” sırasıyla yaklaşık olarak bulunan frekans sayısını ve belirli bir frekansa eşit olan

frekans sayısını göstermektedir. FPKPSS testinin uygulanabilmesi için m, n ve k gibi önemli seçimlerin yapılması gereklidir. FPKPSS testi için Enders ve Lee (2012)'nin tavsiyelerine uyularak n=1 seçilmektedir. Çünkü n=1 seçimiyle hem serbestlik derecesi problemi olmayacaktır hem de aşırı belirlenme (over-fitting) sorunuyla karşılaşma olasılığı ortadan kaldırılacaktır. Dolayısıyla n=1 seçimiyle birlikte denklem 13 aşağıdaki gibi yeniden yazılabilir:

$$y_t = \alpha + \sum_{l=1}^{m+1} \theta_l DU_{l,t} + \gamma_1 \sin\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \gamma_2 \cos\left(\frac{2\pi kt}{T}\right) + \varepsilon_t \quad (15)$$

Denklem 15'i tahmin etmek için Bahmani-Oskee vd., (2014) iki aşamalı prosedür önermektedir. Birinci aşamada optimal kırılma sayısı “m” ve optimal frekans “k” için karar verilmelidir. Maksimum frekans sayısını belirledikten sonra Bai ve Perron (1998)'un önerdiği prosedür kullanılarak denklem 15 tahmin edilir ve kalıntı kareler toplamı elde edilir. Daha sonra minimum KKT'nı veren optimal k* seçilir ve denklem 15 yeniden tahmin edilir. Ardından kırılmaların yeri ve onların optimal sayısı belirlenir. İkinci aşamada ise, denklem 15'de doğrusal olmayan bileşenin (non-linear component) olup-olmadığı test edilir. Son olarak Becker vd., (2004) çalışması takip edilerek fourier fonksiyonlarının ($\gamma_{1,i} = \gamma_{2,i} = 0$) anlamlılığını test etmek için F-istatistiği hesaplanır:

$$F(k^*) = \frac{(KKT_{ur} - KKT_r(k^*))/2}{KKT_r(k^*)/T - q} \quad (16)$$

Denklem 16'da, KKT_{ur} ve KKT_r sırasıyla denklem 15'in doğrusal olmayan bileşenlerle ve doğrusal olmayan bileşenlerin olmadığı durumlarda tahmin edilen denklemlerden elde edilen kısıtsız ve kısıtlı kalıntı kareler toplamını göstermektedir. Burada F testi standart dağılım özelliğine sahip olmadığı için kritik değerler Monte Carlo simülasyonları ile hesaplanmaktadır. Ayrıca panelin geneli için hem homojen hem de heterojen varyans varsayımı altında test istatistikleri hesaplanmaktadır. Panelin geneli için durağanlığa karar verilirken, bu test istatistikleri Monte Carlo simülasyonlarından elde edilen kritik değerlerle karşılaştırılmaktadır (Bahmani-Oskooee vd., 2014: 1430-1431).

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

AMPİRİK BULGULAR

Bu çalışmada ampirik analizler düşük gelirli, düşük-orta gelirli, üst-orta gelirli ve yüksek gelirli ülke grupları için ayrı ayrı yapılmakta ve bulgular ayrı ayrı alt bölümlerde incelenmektedir. Her alt bölümde analizler beş aşamada tamamlanmaktadır. Birinci aşamada birimler arası yatay kesit bağımlılığı araştırılmaktadır⁹. İkinci aşamada, FPKPSS testi ile panelin geneli için birim kök araştırması yapılmaktadır. Üçüncü aşamada, FPKPSS test stratejisinde kullanılan trigonometrik terimlerin anlamlı olup olmadığı incelenmektedir. Bireysel olarak birim köklerin sınanmasında kullanılan fourier terimlerinin anlamsız olması durumunda, standart PKPSS test sonuçları incelenmektedir. Dördüncü aşamada, bireysel olarak ülkelerin CO₂ emisyonlarının histeri etkisinde olup olmadığı araştırılmaktadır¹⁰. Son aşamada ise, FPKPSS testinden elde edilen keskin kırılma noktaları gösterilmektedir. Analize geçmeden önce Tablo 4.1’de her ülke grubuna ait tanımlayıcı istatistikler verilmektedir.

Tablo 4.1. Her bir Ülke Grubunun CO₂ Salımı için Tanımlayıcı İstatistikler

Ülkeler	Ülke Sayısı	Gözlem Sayısı	Ortalama	Maksimum	Minimum	Standart Sapma
Düşük gelirli ülkeler	23	1311	0.425	10.735	0.008	1.110
Düşük-orta gelirli ülkeler	35	1995	0.681	15.138	0.004	0.928
Üst-orta gelirli ülkeler	39	2223	2.970	26.899	0.083	3.367
Yüksek gelirli ülkeler	53	3021	11.674	360.853	0.109	21.794

Tablo 4.1 incelendiğinde, yüksek gelirli ülkelerin 3021 gözlem sayısı ile en çok gözleme sahip olduğu görülmektedir. Aksine düşük gelirli ülkelerin ise 1311 sayıda gözlemi bulunmaktadır. Ülke gruplarında gelir seviyesi arttıkça ortalama emisyon miktarlarında da artış gözlemlenmektedir. Yüksek gelirli ülkelerin ortalama CO₂ emisyon salımı 11.674 metrik ton iken, düşük gelirli ülkelerin ortalama CO₂ emisyon salımı 0.425 metrik ton olarak gerçekleşmiştir. Bunlara ek olarak ülke sınıflandırılmasında en fazladan en aza doğru oynaklık (volatility) sırasıyla yüksek gelirli ülkeler, üst-orta gelirli ülkeler, düşük gelirli ülkeler ve düşük-orta gelirli ülkelerde görülmektedir. Yani düşük-orta gelirli ülkelerin karbon

⁹ Önsel olarak, homojen olarak sınıflandırılmış bu ülkelerin karbon emisyonlarında meydana gelebilecek şokların diğer ülkeleri etkileyebileceği düşünülmektedir.

¹⁰ Ülkerin bireysel birim kök sonuçları şu şekilde araştırılmaktadır. Öncelikle FPKPSS testi sonuçlarına göre, her bir ülke için fourier fonksiyonların anlamlılığı incelenmektedir. Fourier fonksiyonlarının anlamsız olduğu ülkeler için PKPSS testi sonuçları dikkate alınmaktadır. Aksine fourier fonksiyonları anlamlı ise FPKPSS testi ile devam edilmektedir.

salımı diğer ülke gruplarına göre daha homojendir. Dolayısıyla bu ülke grubunda emisyonların yönünü değiştirmek için diğer ülke gruplarına göre daha fazla çaba harcanması gerekmektedir. Analiz öncesi daha etkin ve tutarlı sonuçlar elde edebilmek için bütün ülkelerin CO₂ emisyon serilerinin doğal logaritması alınmıştır (Shahbaz vd., 2012). Ayrıca FPKPSS testi için maksimum kırılma ve fourier sayısı serilerin yıllık bazda olmasından dolayı sabit “5” olarak belirlenmiştir ve kritik değerler Monte Carlo simülasyonları yardımıyla 20.000 deneme ile elde edilmiştir.

4.1. Düşük Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması

Öncelikle düşük gelirli bir ülkede rassal bir şok meydana geldiğinde diğer ülkelerin bu şoklardan etkilenip etkilenmediği araştırılmaktadır. Bunun için önceki bölümlerde bahsedilen birimler arası korelasyon testlerinden Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi, Pesaran (2004) tarafından geliştirilen CD ve CD_{lm} testleri ve son olarak Pesaran vd., (2008) tarafından geliştirilen LM_{adj} testi kullanılmaktadır. Tablo 4.2’de bütün yatay kesit bağımlılığı testlerinin sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.2. Düşük Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Testler	test-ist.	P-değeri
LM	342.441***	0.000
CD	-4.284***	0.000
CD _{lm}	3.976***	0.000
LM _{adj}	15.144***	0.000

*** işareti 0.01 yanılma düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.2 incelendiğinde, dört testte de birimler arası yatay kesit bağımlılığının olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir ($P < 0.01$). Yani düşük gelirli ülkelerin kişi başına karbon salımları birbirlerinden etkilenmektedir. Dolayısıyla düşük gelirli ülkelerde histeri etkisini araştırırken uygulanacak birim kök testinin birimler arası yatay kesit bağımlılığını dikkate alması gerekmektedir. Sonuç olarak, düşük gelirli ülke paneli için yatay kesit bağımlılığını ve keskin ve yumuşak/kademeli bir şekilde gerçekleşen kırılma/ları aynı anda dikkate alan FPKPSS birim kök testi kullanılabilir. Öncelikle homojen (homogenous long-run variance) ve heterojen (Heterogeneous long-run variance) uzun dönem varyans varsayımları altında panelin geneli için birim kök sınaması yapılacaktır. Tablo 4.3’de panelin geneli için iki farklı varsayım altında test istatistikleri, kritik değerleri ve olasılık sonuçları gösterilmektedir.

Tablo 4.3. Düşük Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları

	test-ist.	Kritik değerler			P-değeri
		0.90	0.95	0.99	
Homojen uzun dönem varyans	-2.544	-1.968	-1.834	-1.537	0.995
Heterojen uzun dönem varyans	-2.717	-2.383	-2.216	-1.875	0.997

Tablo 4.3'e göre hem homojen hem de heterojen uzun dönem varyans varsayımı altında panelin genelinin durağanlığını ifade eden sıfır hipotezi kabul edilmektedir ($P>0.10$). Dolayısıyla düşük gelirli ülkeler panelinde karbon histerisi geçerli değildir. Yani panelin geneli için bir histeri etkisinden söz edilememektedir. Fakat bu durumun bireysel olarak geçerli olup olmadığı da araştırılmalıdır. Bireysel birim kök sonuçlarına geçmeden önce fourier terimlerinin anlamlı olup olmadığı araştırılmalıdır. Tablo 4.4'de denklem 15'den elde edilen optimal frekans sayılarının yanında F-istatistiklerine ve Monte Carlo simülasyonlarından elde edilen kritik değerlere yer verilmektedir. Optimal frekans sayısının anlamlı olabilmesi için F-istatistiğinin kritik değerlerden büyük olması gerekmektedir. Bu sonuçlara göre; Haiti ve Suriye Arap Cumhuriyeti haricindeki bütün ülkeler için bulunan F-istatistiği anlamlıdır. Bu sonuçlara göre, Haiti ve Suriye Arap Cumhuriyeti için kullanılan denklemde trigonometrik terimler anlamsız olduğu için bu ülkelerde histeri hipotezi araştırılırken PKPSS testi sonuçları dikkate alınmaktadır. Diğer ülkeler için oluşturulan denklemlerde trigonometrik terimler anlamlı olduğu için fourier PKPSS testi sonuçları incelenmektedir.

Tablo 4.4. Düşük Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği için Sonuçlar

Ülkeler	Optimal Frekans	F-ist.	Kritik Değerler		
			0.90	0.95	0.99
Afganistan	1	31.764***	2.455	3.201	4.969
Burkina Faso	1	22.393***	2.508	3.258	5.246
Çad	4	2.573*	2.425	3.200	5.06
Etiyopya	3	20.522***	2.377	3.169	5.043
Gambiya	1	27.297***	2.502	3.298	5.263
Gine	3	18.302***	2.533	3.318	5.286
Gine-Bissau	5	4.472**	2.436	3.201	5.070
Haiti	3	1.709	2.401	3.165	5.032
Kongo, Dem. Cum.	4	8.278***	2.470	3.258	5.175
Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti	3	53.813***	2.346	3.115	5.043
Liberya	3	18.243***	2.431	3.225	5.137
Madagaskar	4	4.031**	2.420	3.177	5.069
Mali	1	19.579***	2.513	3.340	5.215
Mozambik	2	9.835***	2.452	3.171	5.104
Nijer	1	64.539***	2.358	3.138	4.925
Orta Afrika Cumhuriyeti	4	17.574***	2.462	3.274	5.345
Ruanda	3	13.383***	2.405	3.097	5.009
Sierra Leone	2	12.264***	2.518	3.329	5.339

Somali	4	19.118***	2.454	3.208	5.151
Suriye Arap Cumhuriyeti	3	0.855	2.416	3.245	5.236
Togo Cumhuriyeti	2	59.96***	2.415	3.168	5.034
Uganda	4	23.624***	2.458	3.237	5.198
Yemen	2	9.082***	2.476	3.243	5.282

***** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.5’de herbir ülke için test istatistiği ve Monte Carlo simülasyonlarından üretilmiş olan kritik değerler verilmektedir. Durağanlığı ifade eden sıfır hipotezinin reddedilmesi için, test istatistiğinin kritik değerlerden (0.90, 0.95 ve 0.99) büyük olması gerekmektedir. Düşük gelirli ülkelerin bireysel olarak birim kök test sonuçları incelendiğinde, Burkina-Faso, Orta Afrika Cumhuriyeti, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti, Mali, Nijer, Somali, Togo Cumhuriyeti, Uganda, Yemen haricindeki bütün ülkelerde CO₂ emisyonlarının durağan olma özelliği sergilediği görülmektedir. Yani düşük gelirli ülkelerin yaklaşık olarak %48’inde histeri etkisi bulunmamaktadır. Fakat, 12 ülkede (Burkina-Faso, Orta Afrika Cumhuriyeti, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti, Mali, Nijer, Somali, Togo Cumhuriyeti, Uganda, Yemen) histeri hipotezi geçerlidir. Bunlara ek olarak, histeri hipotezinin geçerli olduğu bulunduktan sonra patika bağımlılığının yönü de istatistiksel olarak belirlenebilir. Sonuç olarak, 12 ülkede pozitif veya negatif histeriden hangisinin geçerli olduğu araştırılmalıdır. Bunun için denklem 2 yardımıyla elde edilen sonuçlardan¹¹, Burkina-Faso, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Mali, Nijer, Togo Cumhuriyeti, Uganda ve Yemen’de pozitif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Uganda için ise veri yapısı ve trendin anlamlılığına göre kübik fonksiyon tahmin edilmiştir. Analiz sonucunda ise, Uganda’da karbon histerisinin N şeklinde hareket ettiği görülmüştür. Denklem 2’nin farklı bir versiyonu ile EKK tahmininden elde edilen sonuçlara göre, Uganda’da 1968 yılına kadar pozitif histerinin geçerli olduğu ve 1968 yılından 1995 yılına kadar da negatif histerinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Fakat karbon salımı serinin modellenmesiyle ortaya çıkan N şeklini Uganda’da 1995’ten sonra pozitif histeriye dönerek tamamlamaktadır. Diğer taraftan, Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali’de ise negatif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Bu ülkelerin modellenmesinde ise karesel fonksiyondan yararlanılmıştır. Analiz sonucunda bu ülkelerde karbon salımının ters-U şeklinde hareket ettiği belirlenmiştir. Yani Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali’de ters parabolün tepe noktası sırasıyla 1989, 1983 ve 1988 olarak bulunmuştur. Dolayısıyla bu tarihlerden önce ülkeler pozitif histerinin içindeyken, bu tarihten sonra negatif histeriye dönmüşlerdir. Bu sonuçlar histeri hipotezinin ÇKE hipoteziyle yakından ilişkili olduğunu göstermektedir.

¹¹ Bütün ülkeler için toplu sonuçlara Tablo 4.22’den ulaşılabilir.

Tablo 4.5. Düşük Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları

Ülkeler	Test-ist.	Kritik Değerler		
		0.90	0.95	0.99
Afganistan	0.031	0.039	0.045	0.058
Burkina Faso	0.059***	0.034	0.038	0.048
Çad	0.146***	0.072	0.090	0.132
Etiyopya	0.061	0.122	0.162	0.248
Gambiya	0.078***	0.045	0.054	0.073
Gine	0.039	0.051	0.059	0.078
Gine-Bissau	0.052*	0.047	0.058	0.084
Haiti ^a	0.044	0.140	0.181	0.290
Kongo, Dem. Cum.	0.039	0.118	0.154	0.233
Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti	0.090***	0.052	0.062	0.083
Liberya	0.042	0.048	0.056	0.075
Madagaskar	0.048	0.103	0.131	0.203
Mali	0.054***	0.034	0.039	0.049
Mozambik	0.054	0.095	0.121	0.184
Nijer	0.054**	0.041	0.047	0.061
Orta Afrika Cumhuriyeti	0.088***	0.034	0.038	0.048
Ruanda	0.034	0.039	0.046	0.060
Sierra Leone	0.039	0.121	0.157	0.243
Somali	0.055*	0.054	0.067	0.095
Suriye Arap Cumhuriyeti ^a	0.042	0.160	0.198	0.272
Togo Cumhuriyeti	0.077**	0.062	0.075	0.106
Uganda	0.059**	0.045	0.053	0.071
Yemen	0.092***	0.040	0.048	0.066

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ve ^a göstergesi ise PKPSS test sonucunu ifade etmektedir.

Son olarak düşük gelirli ülkeler için keskin veya ani kırılma noktaları Tablo 4.6’da gösterilmektedir. Tablo 4.6’da Haiti haricindeki bütün ülkelerin emisyon serilerinde en az üç kırılmanın olduğu görülmektedir. Panelin genelinde kırılma zamanları incelendiğinde genellikle ilk kırılmanın 60’lı yılların sonu ve 70’li yılların başı olarak gerçekleştiği ifade edilebilir. Diğer kırılma tarihleri de birinci (1972-73) ve ikinci (1977-78) petrol şokları ile tutarlılık göstermektedir. Ayrıca az da olsa 2008 küresel krizinin etkilerini hisseden ülkeler de bulunmaktadır.

Tablo 4.6. Düşük Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri

Ülkeler	Kırılma Tarihleri				
Afganistan	1971	1983	1991	2002	2007
Burkina Faso	1973	1978	1988	1996	2006
Çad	1967	1984	1989		
Etiyopya	1966	1995	2011		
Gambiya	1968	1974	1979	1998	
Gine	1969	1981	1993	2007	
Gine-Bissau	1964	1972	1979	1994	
Haiti ^a	1975	2000			
Kongo, Dem. Cum.	1981	1993	1998	2004	
Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti	1970	1989	2001	2008	
Liberya	1964	1969	1981	1998	2010
Madagaskar	1966	1980	2011		
Mali	1973	1989	1997	2006	2011
Mozambik	1975	1983	2011		

Nijer	1965	1980	1997	2009	
Orta Afrika Cumhuriyeti	1967	1973	1978	1986	1995
Ruanda	1964	1974	1979	1989	
Sierra Leone	1968	1973	1981		
Somali	1966	1981	1989	1999	
Suriye Arap Cumhuriyeti ^a	1968	1978	2008		
Togo Cumhuriyeti	1978	1993	2008		
Uganda	1964	1975	1980	1994	2004
Yemen	1964	1969	1974	1981	1990

^a işareti PKPSS test sonucunu göstermektedir.

4.2. Düşük-Orta Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması

Düşük-orta gelirli ülkelerde histeri etkisini araştırabilmek için öncelikle birimler arası korelasyon olup olmadığı kontrol edilmektedir. Daha önce belirtilen dört test sonuçları Tablo 4.7’de gösterilmektedir.

Tablo 4.7. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Testler	test-ist.	P-değeri
LM	856.309***	0.000
CD	-3.477***	0.000
CDlm	7.575***	0.000
LM _{adj}	65.252***	0.000

*** işareti 0.01 yanılma düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.7’ye göre, düşük-orta gelirli ülkelerin herhangi birinde ortaya çıkan rassal bir şok bir diğerini etkilemektedir ($P < 0.01$). Dolayısıyla FPKPSS birim kök testi orta-düşük gelirli ülkelerde histeri etkisi araştırılırken kullanılabilir. İlk aşamada panelin genelinde histeri hipotezi geçerli midir sorusuna cevap aranmaktadır. Bunun için FPKPSS test sonuçlarından biri olan homojen ve heterojen uzun dönem varyans varsayımları altında elde edilen test istatistiklerinden yararlanılmaktadır.

Tablo 4.8. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları

	test ist.	Kritik Değerler			P-değeri
		0.90	0.95	0.99	
Homojen uzun dönem varyans	-7.733	-5.712	-5.386	-4.57	0.999
Heterojen uzun dönem varyans	-7.338	-5.806	-5.656	-5.364	0.999

Tablo 4.8’de hem homojen hem de heterojen varyans varsayımı altında durağanlığı ifade eden sıfır hipotezi reddedilememektedir ($P > 0.10$). Dolayısıyla düşük-orta gelirli ülkelerde karbon histeri hipotezi geçerli değildir. Bu sonuçlar düşük gelirli ülkelerle tutarlılık göstermektedir. Fakat bireysel olarak ülkelerin karbon emisyon serilerinin histeri etkisinde olup olmadığı da araştırılmalıdır. Bunun için her bir ülke için ayrı ayrı birim kök denklemlerinin fourier fonksiyonları yardımıyla tahmin sonuçları incelenmelidir. Burada

dikkat edilecek önemli bilgi ise trigonometrik fonksiyonların önemli olup olmadığıdır. Bunun için optimal frekans ve F istatistiklerinin gösterildiği Tablo 4.9 incelenmelidir.

Tablo 4.9. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği Sonuçları

Ülkeler	Optimal Frekans	F-ist.	Kritik Değerler		
			0.90	0.95	0.99
Angola	5	0.538	2.444	3.193	5.167
Bangladeş	1	20.297***	2.537	3.330	5.175
Benin	2	21.622***	2.637	3.477	5.641
Bolivya	3	68.069***	2.425	3.218	5.162
Cabo Verde	5	2.464*	2.422	3.231	5.229
Cezayir	5	1.765	2.436	3.228	5.130
Cibuti	2	3.836**	2.547	3.369	5.223
El Salvador	1	51.602***	2.565	3.358	5.403
Fas	4	8.755***	2.402	3.181	5.130
Fildişi Sahili	5	15.319***	2.423	3.212	4.989
Filipinler	5	1.047	2.468	3.262	5.044
Gana	4	3.064*	2.440	3.212	5.178
Hindistan	3	17.921***	2.511	3.267	5.205
Honduras	1	8.186***	2.399	3.201	5.029
Kamboçya	3	1.658	2.580	3.380	5.191
Kamerun	2	3.274**	2.441	3.231	4.970
Kenya	2	28.55***	2.645	3.502	5.561
Komorlar	4	5.601**	2.841	3.773	5.878
Kongo Cumhuriyeti	3	21.977***	2.384	3.135	5.052
Lao PDR	1	7.844***	2.439	3.184	5.201
Mısır, Arap Cumhuriyeti	5	15.969***	2.431	3.206	5.129
Möğolistan	4	4.404**	2.516	3.351	5.466
Moritanya	2	3.574***	2.593	3.405	5.435
Myanmar	3	10.219***	2.668	3.522	5.754
Nepal	1	28.412***	2.462	3.217	5.033
Nijerya	1	0.192	2.559	3.415	5.466
Nikaragua	5	2.556*	2.427	3.259	5.183
Pakistan	1	30.409***	2.534	3.372	5.423
Papua Yeni Gine	4	23.438***	2.378	3.172	5.110
Sao Tome ve Principe	4	6.348***	2.465	3.254	5.089
Solomon Adaları	2	24.401***	2.535	3.346	5.286
Sri Lanka	1	26.656***	2.431	3.184	5.113
Tanzanya	3	31.727***	2.561	3.331	5.370
Tunus	1	2.070	2.517	3.322	5.220
Vietnam	4	9.824***	2.410	3.198	4.950

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.9 incelendiğinde, Angola, Cezayir, Kamboçya, Nijerya, Filipinler, Tunus dışındaki bütün düşük-orta gelirli ülkelerde fourier fonksiyonlarının anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla trigonometrik fonksiyonların anlamsız olduğu ülkeler için PKPSS testi sonuçları incelenmektedir.

Tablo 4.10. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları

Ülkeler	test-ist.	Kritik Değerler		
		0.90	0.95	0.99
Angola ^a	0.046	0.083	0.112	0.165
Bangladeş	0.016	0.027	0.032	0.043
Benin	0.023**	0.019	0.021	0.025
Bolivya	0.033**	0.024	0.028	0.036
Cabo Verde	0.016	0.027	0.031	0.040
Cezayir ^a	0.081	0.105	0.123	0.171
Cibuti	0.030***	0.017	0.019	0.022
El Salvador	0.024	0.026	0.030	0.039
Fas	0.053	0.058	0.073	0.107
Fildişi Sahili	0.023	0.068	0.087	0.130
Filipinler ^a	0.024	0.183	0.216	0.288
Gana	0.020	0.037	0.043	0.056
Hindistan	0.016	0.022	0.025	0.031
Honduras	0.020*	0.019	0.021	0.026
Kamboçya ^a	0.045	0.111	0.144	0.202
Kamerun	0.021	0.059	0.072	0.104
Kenya	0.016	0.020	0.023	0.029
Komorlar	0.017	0.023	0.027	0.035
Kongo Cumhuriyeti	0.028	0.036	0.044	0.061
Lao PDR	0.025*	0.024	0.028	0.037
Mısır, Arap Cumhuriyeti	0.020	0.023	0.026	0.033
Moğolistan	0.022	0.141	0.187	0.280
Moritanya	0.021	0.023	0.026	0.033
Myanmar	0.017	0.023	0.026	0.033
Nepal	0.016	0.025	0.028	0.037
Nijerya ^a	0.034	0.110	0.143	0.192
Nikaragua	0.024*	0.022	0.025	0.031
Pakistan	0.015	0.019	0.021	0.026
Papua Yeni Gine	0.021	0.026	0.030	0.042
Sao Tome ve Principe	0.033*	0.029	0.036	0.051
Solomon Adaları	0.036***	0.021	0.023	0.029
Sri Lanka	0.015	0.021	0.024	0.031
Tanzanya	0.019	0.042	0.050	0.070
Tunus ^a	0.062	0.089	0.108	0.158
Vietnam	0.022	0.030	0.035	0.048

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ve ^a göstergesi ise PKPSS test sonucunu ifade etmektedir.

Tablo 4.10’da 8 ülke (Benin, Bolivya, Cibuti, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe, Solomon Adaları) dışındaki diğer bütün ülkelerde durağanlığı gösteren sıfır hipotezi reddedilemediği görülmektedir. Yani düşük-orta gelirli ülkelerin yaklaşık %77’sinde karbon histerisi geçerli değildir. Bunlara ek olarak, birim kök süreci izleyen 8 ülkede histerinin yönü belirlenmelidir. Bunun için, denklem 2 durağan olmayan ülkeler için ayrı ayrı tahmin edilmiştir ve Benin, Bolivya, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe, Solomon Adaları’da pozitif histeri, Cibuti’de ise negatif histerinin geçerli olduğu bulunmuştur. Düşük orta gelirli ülkelerde pozitif histerisinin olması, bilinçsiz bir şekilde doğal kaynakların kullanılması, zayıf ve sürdürülemez tarımsal faaliyetler olarak açıklanabilir (Sarkodie, 2018). Bunlara ek olarak, FPKPSS testinin bir diğer çıktısı da keskin ya da ani

kırılma/lar zamanlarının belirlenmesidir. Tablo 4.11’de düşük-orta gelirli ülkeler için maksimum 5 kırılmaya izin verilen kırılma zamanları görülebilir.

Tablo 4.11. Düşük- Orta Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri

Ülkeler	Kırılma tarihleri				
Angola ^a	1969	1994			
Bangladeş	1971	1987	1994	2000	
Benin	1965	1975	1984	1995	2005
Bolivya	1967	1972	1985	2000	2006
Cabo Verde	1967	1980	1985	2004	
Cezayir ^a	1971				
Cibuti	1964	1969	1978	1987	2000
El Salvador	1964	1983	1989	2006	2011
Fas	1965	1972			
Fildişi Sahili	1975	1989	1994	2003	
Filipinler ^a	1967	1978	1986	1996	2005
Gana	1969	1983	2008		
Hindistan	1967	1981	1990	2003	2009
Honduras	1967	1976	1987	2008	
Kamboçya ^a	1970	1979	1989		
Kamerun	1984	1991			
Kenya	1969	1981	1990	2002	2008
Komorlar	1969	1974	1979	1993	2006
Kongo Cumhuriyeti	1976	1981	1989	1997	
Lao PDR	1973	1980	1989	2011	
Mısır, Arap Cumhuriyeti	1966	1972	1982	1997	2002
Moğolistan	1984	1992	2005	2011	
Moritanya	1964	1969	1981	1986	1991
Myanmar	1969	1980	1986	2003	2011
Nepal	1969	1974	1989	2007	
Nijerya ^a	1970	1988	1999		
Nikaragua	1964	1978	1988	1999	
Pakistan	1971	1977	1989	1996	2006
Papua Yeni Gine	1971	1980	1988	1998	2006
Sao Tome ve Principe	1970	1975	1983	1999	2004
Solomon Adaları	1964	1973	1978	1998	
Sri Lanka	1968	1975	1989	2003	
Tanzanya	1972	1988	2010		
Tunus ^a	1978				
Vietnam	1969	1975	1988	1996	

^a işareti PKPSS test sonucunu göstermektedir.

Tablo 4.11’de 14 ülkede beş keskin ya da ani kırılmaya rastlanılmaktadır. Ayrıca, Cezayir ve Tunus’da ise tek kırılma bulunurken, Kamerun, Fas ve Tunus’da ise çift kırılma noktası tespit edilmektedir. Buradan ele alınan ülkeler için yapılan analizlerde yapısal kırılmaların önemli bir yeri olduğu görülmektedir. Birinci kırılma noktaları incelendiğinde, genellikle 60’lı ve 70’li yıllarda gerçekleşmektedir. Diğer kırılma noktalarında ise 90’lı yılların etkisi olduğu görülmektedir. Ayrıca 5 kırılma tespit edilen ülkelerde son kırılma yılının 2000’li yıllarda meydana geldiği ifade edilebilir.

4.3. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması

Üst-orta gelirli ülkelerde histeri etkisi araştırmasına birimler arası korelasyon testleri ile başlanmaktadır. Birimler arası korelasyon ilişkisini araştırmak için dört farklı test sonuçları tablo 4.12’de gösterilmektedir. Tablo 4.12 incelendiğinde LM, CD_{lm} ve LM_{adj} testleri 0.01 yanılma düzeyinde ve CD testi ise 0.05 yanılma düzeyinde birimler arasında korelasyon olmadığını ifade eden sıfır hipotezini reddetmektedir. Sonuç olarak FPKPSS testi üst-orta gelirli ülkelerde karbon histeri hipotezinin araştırılmasında kullanılabilir.

Tablo 4.12. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Testler	test-ist.	P-değeri
LM	1021.318***	0.000
CD	-2.827**	0.019
CD_{lm}	7.287***	0.000
LM_{adj}	7.347***	0.000

*** işareti 0.01 yanılma düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Üst-orta gelirli ülke sınıfında panelin genelinde karbon histerisi hipotezini araştırmak için öncelikle homojen ve heterojen varyans varsayımları altında elde edilen test istatistiklerinden yararlanılmaktadır. Tablo 4.13’de panel durağanlık test sonuçları gösterilmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, hem homojen hem de heterojen varyans varsayımı altında elde edilen test istatistiklerine göre panelin durağanlığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilememektedir ($P > 0.10$). Dolayısıyla üst-orta gelir grubu ülke paneli birim kök süreci izlememektedir. Yani bir patika bağımlılığı yoktur ve histeri etkisinden de söz edilememektedir. Sonuç olarak üst-orta gelir grubunda karbon histerisi hipotezi geçerli değildir.

Tablo 4.13. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları

	test-ist.	Kritik değerler			P-değeri
		0.90	0.95	0.99	
Homojen uzun dönem varyans	-4.124	-2.981	-2.72	-2.156	0.999
Heterojen uzun dönem varyans	-4.367	-4.053	-3.89	-3.551	0.999

İncelenen panelde bir bütün olarak patika bağımlılığı olmadığı sonucuna varıldıktan sonra bireysel olarak patika bağımlılığı da araştırılmalıdır. Bunun için FPKPSS testinin çıktılarından olan bireysel birim kök test sonuçları incelenmelidir. Bu sonuçlar incelenmeden önce fourier fonksiyonlarının anlamlılığı test edilmelidir.

Tablo 4.14. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği için Sonuçlar

Ülkeler	Optimal Frekans	F-ist.	Kritik Değerler		
			0.90	0.95	0.99
Arnavutluk	1	20.568***	2.465	3.244	5.321
Arjantin	1	24.837***	2.502	3.280	5.221
Belize	5	17.913***	2.396	3.147	4.955
Brezilya	3	1.765	2.437	3.242	5.043
Bulgaristan	4	9.763***	2.43	3.290	5.164
Çin	1	98.951***	2.36	3.099	4.944
Dominik Cumhuriyeti	5	1.111	2.401	3.153	5.084
Dominika	5	13.584***	2.410	3.171	5.009
Ekvador	4	4.513**	2.418	3.198	5.087
Ekvator Ginesi	5	5.090***	2.390	3.120	4.988
Endonezya	5	11.610***	2.407	3.194	5.021
Fiji	1	36.771***	2.416	3.169	5.047
Gabon	3	4.095**	2.410	3.134	4.993
Grenada	3	11.711***	2.415	3.172	5.011
Guatemala	2	84.610***	2.525	3.368	5.372
Guyana	4	30.648***	2.407	3.152	5.131
Güney Afrika	4	23.170***	2.377	3.171	5.191
Irak	4	8.839***	2.424	3.149	5.126
İran İslam Cumhuriyeti	5	11.344***	2.417	3.154	5.001
Jamaika	2	64.313***	2.278	3.008	4.747
Kolombiya	4	14.553***	2.487	3.293	5.236
Kosta Rika	2	78.291***	2.451	3.304	5.300
Küba	4	8.680***	2.400	3.205	5.059
Libya	4	0.784	2.404	3.181	5.046
Lübnan	2	60.069***	2.465	3.259	5.179
Malezya	2	120.641***	2.428	3.197	5.077
Meksika	1	11.361***	2.482	3.274	5.134
Paraguay	3	20.754***	2.479	3.272	5.221
Peru	5	13.339***	2.395	3.176	4.986
Rusya	1	114.358***	2.389	3.159	4.999
Saint Lucia	5	10.363***	2.406	3.169	4.974
Saint Vincent ve Grenadinler	3	16.775***	2.481	3.259	5.343
Samoa	5	6.085***	2.401	3.158	5.005
Surinam	5	6.688***	2.413	3.168	5.011
Tayland	5	16.972***	2.409	3.176	5.004
Tonga	1	6.108***	2.423	3.197	5.074
Türkiye	5	2.769*	2.401	3.169	5.032
Ürdün	3	10.358***	2.470	3.226	5.202
Venezuela	3	2.702*	2.457	3.204	5.027

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Fourier fonksiyonlarının CO₂ emisyon modellenmesinde önemli olması için optimal frekanslar için elde edilen F-istatistiğinin anlamlı olması gerekmektedir. Bunun için FPKPSS testinin önemli çıktılarından olan optimal frekans sayısı, F-istatistiği ve Monte Carlo simülasyonlarından elde edilen kritik değerler Tablo 4.14'de gösterilmektedir. Bu sonuçlara göre, 3 ülke (Brezilya, Dominik Cumhuriyeti, Libya) haricindeki bütün ülkeler için fourier fonksiyonlarının anlamlı olduğu görülmektedir. Dolayısıyla bu üç ülke için PKPSS test sonuçları incelenmektedir.

Tablo 4.15’de 21 ülke (Arnavutluk, Bulgaristan, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Paraguay, Rusya, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Surinam, Tayland ve Türkiye) için durağanlığı ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir. Yani bahsedilen ülkelerde bir patika bağımlılığının varlığından söz edilebilir. Üst-orta gelirli ülkelerin yaklaşık olarak %46’sında CO₂ emisyonlarının durağan olduğu görülmektedir. Bireysel durağanlık sonuçlarına göre, üst-orta gelirli ülkeler patika bağımlılığı olmayan ülkeler açısından düşük gelirli ve düşük-orta gelirli ülkelere göre daha fazla gelirli olduğu görülmektedir. Sonuç olarak üst-orta gelirli ülkelerin yarısından fazlasında (%54’ünde) karbon histerisi hipotezi geçerlidir. Karbon histerisinin geçerli olduğu ülkelere ise histerinin yönü denklem 2 yardımıyla belirlenebilir. Elde edilen sonuçlarda 20 ülke (Arnavutluk, Dominik Cumhuriyeti, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Rusya, Bulgaristan, Paraguay, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Tayland, Türkiye) için pozitif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Arnavutluk, Rusya ve Bulgaristan için kübik fonksiyon tahmin edilmiştir. Bunun sonucunda sırasıyla Arnavutluk, Rusya ve Bulgaristan’da 1974, 1975 ve 1979 yılına kadar histerinin yönü pozitif iken, histerinin yönü 1974’den 2000’e, 1975’den 2007’e ve 1979’dan 2005’e kadar negatife dönmüştür. Arnavutluk, Rusya ve Bulgaristan’ın karbon emisyonları 2000, 2007 ve 2005 yılından sonra N şeklini tamamlayarak pozitif histeriye tekrardan döndüğü belirlenmiştir. Aksine karesel fonksiyonla modellenen Surinam’da ise negatif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Bu ülkede 1989 yılı (ters parabolün tepe noktası) negatif histeriye dönüş için belirleyici olmuştur. Bu sonuçlar beklentilerle tutarlılık göstermektedir. Çünkü negatif karbon histerisinin ya çok gelişmiş ülke ekonomilerinde (bu ülkeler temiz enerji üreten kaynaklara yeteri kadar yatırım yapabilmektedir) ya da çok az gelişmiş ülke ekonomilerinde (sanayileşmenin ilk kurulma aşamasında ya da henüz sanayileşmenin olmadığı ve karbon salımının çok az gerçekleştiği ülkeler) gerçekleşmesi beklenilmektedir.

Tablo 4.15. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları

Ülkeler	test-ist.	Kritik Değerler		
		0.90	0.95	0.99
Arnavutluk	0.040*	0.037	0.043	0.056
Arjantin	0.039	0.043	0.050	0.065
Belize	0.056	0.093	0.118	0.172
Brezilya ^a	0.093	0.131	0.161	0.235
Bulgaristan	0.045*	0.041	0.049	0.066
Çin	0.053*	0.047	0.056	0.077
Dominik Cumhuriyeti ^a	0.197**	0.124	0.155	0.238
Dominika	0.077***	0.045	0.053	0.075
Ekvador	0.078	0.081	0.105	0.162
Ekvator Ginesi	0.050	0.080	0.100	0.144
Endonezya	0.057**	0.048	0.056	0.075
Fiji	0.074***	0.047	0.055	0.073
Gabon	0.058*	0.053	0.063	0.085
Grenada	0.089***	0.050	0.059	0.081
Guatemala	0.041	0.060	0.074	0.104
Guyana	0.030	0.041	0.048	0.061
Güney Afrika	0.068***	0.045	0.053	0.067
Irak	0.067	0.136	0.181	0.284
İran İslam Cumhuriyeti	0.083***	0.045	0.053	0.072
Jamaika	0.069	0.221	0.298	0.466
Kolombiya	0.056*	0.050	0.059	0.080
Kosta Rika	0.047*	0.044	0.052	0.074
Küba	0.042	0.055	0.066	0.093
Libya ^a	0.032	0.298	0.365	0.529
Lübnan	0.040	0.068	0.085	0.123
Malezya	0.092***	0.050	0.061	0.086
Meksika	0.038	0.040	0.046	0.059
Paraguay	0.126***	0.049	0.058	0.076
Peru	0.057	0.082	0.100	0.135
Rusya	0.091***	0.045	0.052	0.068
Saint Lucia	0.100***	0.051	0.059	0.078
Saint Vincent ve Grenadinler	0.073***	0.043	0.049	0.062
Samoa	0.057	0.077	0.099	0.151
Surinam	0.065*	0.060	0.072	0.099
Tayland	0.068**	0.045	0.054	0.075
Tonga	0.040	0.041	0.049	0.065
Türkiye	0.073**	0.050	0.061	0.086
Ürdün	0.054	0.056	0.069	0.099
Venezuela	0.039	0.053	0.062	0.081

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ve ^a göstergesi ise PKPSS test sonucunu ifade etmektedir.

Daha sonra üst-orta gelirli ülkelerde keskin kırılma noktaları da incelenebilir. Kırılma noktalarının gösterildiği Tablo 4.16’da diğer ülke gruplarına göre çok fazla yapısal değişimler (kırılmalar) görülmektedir. Ayrıca Fiji, Libya ve Jamaika haricindeki diğer ülkelerin emisyon serilerinde en az üç kırılmanın varlığından söz edilebilir. Kırılma tarihleri genel olarak birinci (1972-1974) ve ikinci (1977-1978) petrol şoklarına işaret etmektedir. Ayrıca 90’lı yılların başında gerçekleşen Birinci Körfez Savaşı’nın etkilerinin de bireysel olarak ülkelerin emisyon serilerini etkilediği görülmektedir.

Tablo 4.16. Üst-Orta Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri

Ülkeler	Kırılma tarihleri				
Arnavutluk	1970	1976	1981	1991	1998
Arjantin	1968	1986	1994	2003	
Belize	1968	1990	1995		
Brezilya ^a	1970	1995	2008		
Bulgaristan	1964	1969	1981	1990	
Çin	1969	1974	2003	2009	
Dominik Cumhuriyeti ^a	1969	1986	1994		
Dominika	1966	1978	1987	1999	2006
Ekvador	1968	1973	1978	2002	
Ekvator Ginesi	1970	1989	1995	2000	2011
Endonezya	1968	1976	1990	2000	2010
Fiji	1989	1999			
Gabon	1966	1972	1985	2005	
Grenada	1965	1980	1987	1993	1998
Guatemala	1976	1989	2004	2011	
Guyana	1964	1974	1981	1993	2006
Güney Afrika	1970	1981	1989	2002	2009
Irak	1964	1975	2008		
İran İslam Cumhuriyeti	1965	1970	1979	1993	2003
Jamaika	1972				
Kolombiya	1967	1972	1982	1998	2011
Kosta Rika	1964	1970	1976	1985	2006
Küba	1969	1974	1991	2004	
Libya ^a	1967				
Lübnan	1970	1977	1982	2008	
Malezya	1969	1975	1980	2002	2007
Meksika	1966	1971	1977	1997	2002
Paraguay	1964	1976	1985	1993	
Peru	1967	1982	2003	2008	
Rusya	1974	1984	1991	2002	
Saint Lucia	1968	1978	1992		
Saint Vincent ve Grenadinler	1968	1976	1982	1992	1997
Samoa	1964	1970	1976	1999	2010
Surinam	1965	1970	1982	2001	
Tayland	1965	1970	1982	1992	2004
Tonga	1969	1974	1979	1987	2002
Türkiye	1965	1971	1984	1994	2005
Ürdün	1975	1980	1991		
Venezuela	1970	1979	1997	2003	

^a işareti PKPSS test sonucunu göstermektedir.

4.4. Yüksek Gelirli Ülkeler için Histeri Araştırması

Yüksek gelir grubu ülkelerinde histeri etkisini araştırmak için öncelikle yatay kesit bağımlılığının araştırılması gerekmektedir. Bunun için daha önce kullanılan dört farklı test sonuçlarından yararlanılmaktadır. Tablo 4.17’de yüksek gelirli ülkeler için yatay kesit bağımlılığı sonuçları gösterilmektedir. Bütün testlere göre, birimler arası korelasyonun olmadığını ifade eden sıfır hipotezi reddedilmektedir ($P < 0.01$). Yani kırılmaların keskin ve yumuşak/kademeli olarak gerçekleştiğini varsayan FPKPSS testi yatay kesit bağımlılığını da

dikkate aldığı için yüksek gelir grubu ülkelerinde karbon histerisinin geçerliliğinin araştırılmasında kullanılabilir.

Tablo 4.17. Yüksek Gelirli Ülkeler için Yatay Kesit Bağımlılığı Test Sonuçları

Testler	test-ist.	P-değeri
LM	2159.975***	0.000
CD	2.492***	0.006
CD _{LM}	14.895***	0.000
LM _{adj}	7.607***	0.000

*** işareti 0.01 yanılma düzeyinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.18’de yüksek gelirli ülkelerin geneli için panel durağanlık test sonuçları gösterilmektedir. Burada hem homojen hem de heterojen uzun dönem varyans varsayımı altında CO₂ emisyonları serisinin durağan olduğu görülmektedir ($P > 0.10$). Böylece yüksek gelirli ülkelerde bir histeri etkisinden söz edilememektedir. Yani karbon histerisi hipotezi bu ülke grubunda geçerli değildir. Dahası, bireysel olarak da ülkelerin histeri etkisinde olup olmadığı araştırılabilir. Bu sonuçlara geçmeden önce fourier terimlerinin anlamlı olup olmadığı belirlenmelidir. Tablo 4.19’da yüksek gelirli ülkelerin optimal frekans ve F-istatistiği sonuçları verilmektedir.

Tablo 4.18. Yüksek Gelirli Ülkeler için Panel Durağanlık Test Sonuçları

	test-ist.	Kritik değerler			P-değeri
		0.90	0.95	0.99	
Homojen uzun dönem varyans	-3.491	1.482	3.535	8.454	0.999
Heterojen uzun dönem varyans	-3.559	-2.98	-2.719	-2.177	0.999

FPKPSS testinde CO₂ emisyon değişkeni fourier fonksiyonlar ile modellenmiştir. Fakat analizde kullanılan bu trigonometrik terimlerin anlamlı olup olmadığı araştırılmalıdır. Tablo 4.19’da optimal fourier sayısı ve anlamlılığının araştırılması için F-istatistiği ve kritik değerler verilmektedir. Bu sonuçlar incelendiğinde, 4 ülke (Bahamalar, Grönland, İzlanda ve Panama) haricindeki bütün ülkelerde fourier fonksiyonlarının anlamlı olduğu görülmektedir. Sonuç olarak bahsedilen dört ülke için PKPSS birim kök test sonuçları incelenmektedir. Bu sonuçlar Tablo 4.20’de gösterilmektedir.

Tablo 4.19. Yüksek Gelirli Ülkeler için Optimal Frekans ve F-istatistiği Sonuçları

Ülkeler	Optimal Frekans	F-ist.	Kritik Değerler		
			0.90	0.95	0.99
Antigua ve Barbuda	1	4.762**	2.394	3.153	5.012
Amerika Birleşik Devletleri	1	3.670**	2.416	3.179	5.003
Aruba	1	2.677*	2.480	3.261	5.351
Avustralya	1	225.338***	2.387	3.152	5.084
Avusturya	4	5.844***	2.412	3.202	5.130
Bahamalar	2	1.723	2.350	3.102	4.927
Bahreyn	5	8.070***	2.409	3.203	5.059
Barbados	1	95.985***	2.489	3.300	5.233
Belçika	3	2.913*	2.471	3.236	5.207
Bermuda	3	3.953**	2.398	3.197	5.105
Birleşik Arap Emirlikleri	2	6.651***	2.415	3.255	5.069
Birleşik Krallık	3	14.339***	2.433	3.195	5.138
Brunei	5	3.472**	2.425	3.212	5.142
Cayman Adaları	1	11.869***	2.484	3.309	5.262
Cebelitarık	3	10.664***	2.423	3.187	5.072
Danimarka	2	12.066***	2.392	3.175	5.086
Faroe Adaları	2	15.729***	2.452	3.230	5.138
Finlandiya	2	62.455***	2.385	3.181	5.021
Fransız Polinezyası	3	65.474***	2.381	3.097	5.117
Grönland	3	1.247	2.414	3.181	5.143
Hollanda	5	2.968*	2.432	3.188	4.952
Hong Kong SAR, Çin	1	291.764***	2.498	3.297	5.213
İrlanda	2	83.160***	2.302	3.068	4.995
İspanya	4	5.320***	2.408	3.225	5.068
İsrail	3	11.109***	2.540	3.374	5.322
İsveç	2	135.563***	2.387	3.195	5.165
İsviçre	3	17.261***	2.492	3.258	5.340
İzlanda	5	2.205	2.416	3.200	5.057
Japonya	2	25.495***	2.460	3.252	5.081
Kanada	2	36.101***	2.520	3.314	5.174
Katar	2	10.075***	2.381	3.165	4.943
Kıbrıs	4	27.460***	2.502	3.309	5.289
Kitts ve Nevis	5	12.877***	2.421	3.166	5.102
Kore Cumhuriyeti	1	158.247***	2.423	3.174	5.010
Lüksemburg	2	6.162***	2.385	3.159	5.126
Macaristan	4	13.418***	2.400	3.164	5.052
Makao SAR, Çin	3	10.401***	2.474	3.244	5.280
Malta	3	75.399***	2.403	3.183	5.186
Mauritius	1	83.113***	2.374	3.188	5.076
Norveç	3	11.825***	2.389	3.180	5.100
Palau	3	3.872**	2.398	3.155	5.196
Panama	4	0.660	2.461	3.292	5.305
Polonya	4	3.967**	2.411	3.134	4.994
Portekiz	1	84.302***	2.489	3.250	5.216
Romanya	1	368.881***	2.288	3.019	4.770
Singapur	1	16.89***	2.406	3.161	4.919
Suudi Arabistan	4	3.491**	2.401	3.191	5.066
Şili	1	60.301***	2.428	3.205	5.015
Trinidad ve Tobago	1	2.623*	2.404	3.185	4.953
Uruguay	5	8.212***	2.403	3.200	5.048
Yeni Kaledonya	3	9.339***	2.480	3.241	5.319
Yeni Zelanda	4	20.624***	2.467	3.291	5.335
Yunanistan	1	130.788***	2.389	3.112	4.907

*** ** * işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ifade etmektedir.

Tablo 4.20’de gösterilen yüksek gelirli ülkelerin birim kök sonuçları bireysel olarak incelendiğinde, 29 ülke (Aruba, Avustralya, Bahamalar, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Danimarka, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, Macaristan, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Lüksemburg, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, Polonya, Romanya, İspanya, Kitts ve Nevis, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri) haricindeki diğer ülkelerde durağanlığı ifade eden sıfır hipotezin reddedilemediği görülmektedir. Böylece analiz edilen panelde ülkelerin yaklaşık olarak %45’inin durağanlık özelliği sergilediği ifade edilebilir. Diğer taraftan 29 ülkede ise histeri etkisi olduğu bulunmuştur. Fakat histerinin yönü için analiz bir kademe daha ileri götürülerek denklem 2 her bir ülke için ayrı ayrı tahmin edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre, Avustralya, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, İspanya, Kitts ve Nevis’de pozitif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Aksine, Aruba, Bahamalar, Danimarka, Macaristan, Lüksemburg, Polonya, Romanya, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri’nde ise negatif karbon histerinin geçerli olduğu belirlenmiştir. Bunlara ek olarak Amerika Birleşik Devletleri, Macaristan ve İsviçre için tahmin edilen denklemin karesel olmasından dolayı negatif histeriye dönüş yılları da bilinmektedir. Yani bu ülkeler için sırasıyla 1986, 1983 ve 1986 yılları pozitif histeriden negatif histeriye dönüş noktalarını ifade etmektedir.

Tablo 4.20. Yüksek Gelirli Ülkeler için FPKPSS ve PKPSS Bireysel Birim Kök Test Sonuçları

Ülkeler	test-ist.	Kritik Değerler		
		0.90	0.95	0.99
Antigua ve Barbuda	0.033	0.074	0.094	0.142
Amerika Birleşik Devletleri	0.047*	0.044	0.052	0.074
Aruba	0.061*	0.050	0.058	0.077
Avustralya	0.045**	0.038	0.044	0.057
Avusturya	0.042	0.104	0.137	0.206
Bahamalar ^a	0.238*	0.190	0.239	0.337
Bahreyn	0.046	0.197	0.265	0.420
Barbados	0.044*	0.039	0.045	0.057
Belçika	0.047	0.084	0.105	0.152
Bermuda	0.065	0.214	0.288	0.454
Birleşik Arap Emirlikleri	0.054	0.091	0.121	0.191
Birleşik Krallık	0.072	0.104	0.130	0.190
Brunei	0.061**	0.044	0.052	0.069
Cayman Adaları	0.054*	0.049	0.057	0.077
Cebelitarık	0.076	0.086	0.108	0.161
Danimarka	0.132*	0.102	0.135	0.210
Faroe Adaları	0.051**	0.042	0.049	0.065
Finlandiya	0.078**	0.061	0.074	0.104
Fransız Polinezyası	0.099	0.125	0.169	0.270
Grönland ^a	0.090	0.145	0.18	0.28

Hollanda	0.071***	0.041	0.049	0.070
Hong Kong SAR-Çin	0.084***	0.040	0.046	0.058
İrlanda	0.074**	0.058	0.069	0.095
İspanya	0.125**	0.079	0.102	0.159
İsrail	0.049**	0.045	0.054	0.074
İsveç	0.043	0.078	0.102	0.156
İsviçre	0.060*	0.055	0.066	0.091
İzlanda ^a	0.098	0.144	0.174	0.265
Japonya	0.064**	0.051	0.063	0.093
Kanada	0.051**	0.040	0.047	0.061
Katar	0.073	0.295	0.377	0.546
Kıbrıs	0.047	0.051	0.061	0.084
Kitts ve Nevis	0.071**	0.047	0.056	0.076
Kore Cumhuriyeti	0.092***	0.036	0.041	0.052
Lüksemburg	0.045*	0.040	0.046	0.060
Macaristan	0.053*	0.050	0.060	0.083
Makao SAR- Çin	0.147***	0.047	0.054	0.072
Malta	0.053*	0.051	0.062	0.084
Mauritius	0.082**	0.059	0.073	0.105
Norveç	0.041*	0.040	0.046	0.059
Palau	0.114	0.295	0.396	0.658
Panama ^a	0.107	0.109	0.146	0.239
Polonya	0.071**	0.045	0.054	0.072
Portekiz	0.046	0.049	0.060	0.088
Romanya	0.058*	0.057	0.068	0.095
Singapur	0.044	0.057	0.067	0.090
Suudi Arabistan	0.072	0.176	0.239	0.384
Şili	0.033	0.040	0.048	0.066
Trinidad ve Tobago	0.050	0.052	0.062	0.084
Uruguay	0.056	0.057	0.071	0.102
Yeni Kaledonya	0.041	0.057	0.069	0.094
Yeni Zelanda	0.038	0.042	0.048	0.063
Yunanistan	0.069***	0.039	0.044	0.056

* ** *** işaretleri sırasıyla 0.10, 0.05 ve 0.01 yanılma düzeylerinde anlamlılığı ve ^a göstergesi ise PKPSS test sonucunu ifade etmektedir.

FPKPSS ve PKPSS testleriyle ülkelerin bireysel olarak ani kırılma noktaları da tespit edilebilmektedir. Tablo 4.21’de beş ani kırılmaya kadar izin verilen ülkelere ait kırılma noktaları gösterilmektedir. Diğer ülke grupları ile karşılaştırıldığında CO₂ emisyonu serisinde beş ani kırılma bulunan ülke sayısı daha az olduğu görülmektedir. İlk ve ikinci kırılma noktaları birinci ve ikinci petrol şoklarını göstermektedir. Ayrıca küresel 2008 krizi de dördüncü ve beşinci kırılımlara işaret etmektedir.

Tablo 4.21. Yüksek Gelirli Ülkeler için Bireysel Olarak Kırılma Tarihleri

Ülkeler	Kırılma Tarihleri				
	1	2	3	4	5
Antigua ve Barbuda	1965	1979	1984		
Amerika Birleşik Devletleri	1964	1969	1980	2008	
Aruba	1976	1985	1999	2011	
Avustralya	1964	1995	2000	2005	
Avusturya	1964	1969	1995	2011	
Bahamalar ^a	1970	1980			
Bahreyn	1969	1975			
Barbados	1966	1997	2002	2007	
Belçika	1967	1981	2005	2010	
Bermuda	1972				
Birleşik Arap Emirlikleri	1966	1996			
Birleşik Krallık	1980	2001	2008		
Brunei	1969	1980	1987	1992	2006
Cayman Adaları	1968	1979	1991	2006	
Cebelitarık	1980	1989	1997		
Danimarka	1965	1998	2011		
Faroe Adaları	1967	1973	1978	2000	
Finlandiya	1964	1984	1998		
Fransız Polinezyası	1965	1970	1975	2009	
Grönland ^a	1985	2003			
Hollanda	1964	1969	1981	1988	2007
Hong Kong SAR, Çin	1966	1997	2002	2010	
İrlanda	1967	1978	1985	2010	
İspanya	1964	1969	1974	1997	2008
İsrail	1964	1972	1988	1993	2003
İsveç	1989	1996	2009		
İsviçre	1964	1969	1981	2001	2006
İzlanda ^a	1972	1980	2007		
Japonya	1964	1969	1976	2003	
Kanada	1964	1969	1977	1990	2008
Katar	1964				
Kıbrıs	1966	1971	1985	1999	2008
Kitts ve Nevis	1967	1979	1989	2001	
Kore Cumhuriyeti	1964	1969	1975	2009	
Lüksemburg	1974	1980	1994	2002	2011
Macaristan	1969	1974	1990	2008	
Makao SAR, Çin	1964	1969	1977	1985	
Malta	1971	1977	1992	2005	
Mauritius	1966	1971	1988		
Norveç	1964	1969	1977	1989	1996
Palau	1968				
Panama ^a	1967	1983	1995	2008	
Polonya	1968	1974	1989	1997	
Portekiz	1964	1969	1988	1993	1998
Romanya	2001	2011			
Singapur	1968	2008			
Suudi Arabistan	1966	1971	2008		
Şili	1964	1969	1988	1995	2000
Trinidad ve Tobago	1969	1975	2002		
Uruguay	1968	1982	1987	2003	
Yeni Kaledonya	1964	1980	1994	2011	
Yeni Zelanda	1964	1972	1984	1992	2009
Yunanistan	1964	1970	1997	2002	

^a işareti PKPSS test sonucunu göstermektedir.

4.5. Genel Bir Değerlendirme

Tablo 4.22’de histeri etkisinde bulunan ülkeler bir arada gösterilmektedir. Buna göre düşük gelirli ülkelerde Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali’de negatif histeri geçerlidir. Bu ülkelerde histeri hipotezinin sınanmasında oluşturulan modellerde karesel fonksiyondan yararlanılmıştır. Dolayısıyla bu ülkelerin karbon salımları ters parabol şeklinde olduğu belirlenmiştir¹². Böylece ters parabolün tepe noktasının belirlenmesiyle negatif histerinin başladığı dönem belirlenebilir. Giriş bölümünde ÇKE hipotezi tanıtılırken gösterilen formüle göre bu ülkeler için parabolün tepe noktası bulunabilir. Bu formüle göre, Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali için tepe noktaları sırasıyla 1989, 1983 ve 1988 yılları bulunmuştur. Bu ülkeler iklim politikalarını aynı şekilde devam ettirmelidir. Aksine, Burkina-Faso, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Mali, Nijer, Togo Cumhuriyeti, Uganda ve Yemen’de pozitif karbon histerisi geçerlidir. Bunlara ek olarak düşük gelirli ülkelerde incelenmesi gereken diğer bir ülke ise Uganda’dır. Bu ülkede karbon salımları kübik fonksiyon ile modellenerek “N” şeklinde hareket ettiği belirlenmiştir¹³. Yani Uganda’da karbon salımları 1968’e kadar pozitif histeri etkisindeyken, 1968’den 1995’e kadar ise negatif histeri etkisinde olduğu belirlenmiştir. Ardından 1995’ten sonra karbon salımları “N” şekline geçerek pozitif histeri etkisine girmiştir. Ayrıca düşük gelirli ülke grubunda histeri etkisindeki ülkelerin yaklaşık olarak %25’inde negatif histeri geçerli iken, %75’inde ise pozitif histerinin geçerli olduğu görülmektedir. Böylece bu gelir seviyesindeki ülkelerin çoğunun pozitif histeri etkisinde olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler CO₂ emisyonları ile ilgili politika üretirken bu durumu göz önüne almalıdır. Ayrıca bu ülkeler bilinçsiz doğal kaynak kullanımından vazgeçerek varolan kaynakları etkin kullanılmalıdır. Bunlara ek olarak ülkeler tarımsal faaliyetler açısından geleneksel yöntemleri iyileştirmeli ve ormansızlaşma faaliyetlerine sınırlama getirmelidir. Çünkü bu ülkeler şoklardan etkilenmektedir ve bu etkinin uzun dönemde negatif yönde olması için çaba harcanmalıdır.

Düşük-orta gelirli ülkeler incelendiğinde, histeri etkisindeki 8 ülkeden sadece Cibuti’de negatif karbon histerisi geçerlidir. Bu sonuca göre, Cibuti mevcut iklim politikalarını korumalıdır. Diğer yünden, Benin, Bolivya, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe, Solomon Adaları’nda pozitif karbon histerinin geçerli olduğu bulunmuştur. Bu ülkeler mevcut politikalarını korumacı iklim politikalarıyla değiştirmelidir. Böylece bu ülkeler uzun dönemde negatif histeriye doğru hareket edebilirler. Bunlara ek

¹² Denklem 1’de gösterilen 4. durumu ifade etmektedir. Yani tahmin edilen EKK denkleminde $t > 0$, $t^2 < 0$ ’dır.

¹³ Denklem 1’de gösterilen 6. durumu ifade etmektedir. Yani tahmin edilen EKK denkleminde $t > 0$, $t^2 < 0$ ve $t^3 > 0$ ’dır.

olarak, patika bağımlılığı bulunan ülkelerden yaklaşık olarak %12.5’inde negatif karbon histerisi görülürken, %87.5’inde ise pozitif karbon histeri etkisine rastlanılmaktadır. Bu gelir seviyesinde düşük gelir seviyesindeki ülkelerden daha çok pozitif histeri içerisinde bulunan ülkeler bulunmaktadır. Sanayileşme faaliyetlerinin az da olsa başlanmış olması dahi pozitif histeri etkisini arttırdığı görülmektedir. Çünkü bu ülkeler ilk sanayileşme faaliyetlerinde yerel kaynaklardan elde edilen fosil yakıtları kullanmaktadır. Böylece karbon salımında artış meydana gelmekte ve çevresel kirlenmeler artmaktadır.

Üst-orta gelirli ülkeler için histeri hipotezi incelendiğinde, Arnavutluk, Bulgaristan, Rusya, Dominik Cumhuriyeti, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Paraguay, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Tayland ve Türkiye’de pozitif karbon histerisine rastlanılmıştır. Özellikle küresel açıdan karbon salımı en fazla olan ülkelerden biri olan Çin’de pozitif histerinin bulunması beklentiler dahilindedir. Ayrıca, Arnavutluk, Rusya ve Bulgaristan için kübik model tahmin edilmiş ve karbon salımlarının “N” şeklinde olduğu belirlenmiştir. Dönüm noktalarının bulunması ile birlikte Arnavutluk’da 1974 yılına kadar, Rusya’da 1975 yılına kadar ve Bulgaristan’da 1979 yılına kadar pozitif histerinin etkili olduğu görülmüştür. Ardından Arnavutluk 1974’den 2000’e kadar, Rusya 1975’den 2007’e ve Bulgaristan 1979’dan 2005’e kadar negatif histeri etkisindeyken, sırasıyla 2000, 2007 ve 2005 yıllarından sonra bu ülkelerin karbon salımı “N” şekline geçerek pozitif histerinin etkisi altına girdiği belirlenmiştir. Dolayısıyla bu ülkelere iklim değişikliği politikalarında değişikliğe gitmeleri önerilmektedir. Bu ülkeler patika bağımlılığını değiştirecek korumacı iklim politikalarını ısrarla uygulamalıdır. Aksine, Surinam’da karbon salımlarının ters-U şeklinde olduğu belirlenmiştir. Bu sonuçlara göre, Surinam için negatif histeriye geçiş dönüm noktasının 1989 yılı olduğu bulunmuştur. Diğer üst-orta gelirli ülkeler de çevre korumacı politikalarda ısrar ederek dönüm noktalarına ulaşabilir.

Son olarak yüksek gelirli ülkelerden Aruba, Bahamalar, Danimarka, Macaristan, Lüksemburg, Polonya, Romanya, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri’nde negatif karbon histerisinin geçerli olduğu bulunmuştur. Yani histeri etkisindeki ülkelerin yaklaşık %31’inde negatif karbon histerisi geçerlidir. Bu ülkeler mevcut iklim politikalarını devam ettirmelidir. Küresel açıdan en çok CO₂ salımına sahip ülkelerden biri olan Amerika Birleşik Devletleri’nde negatif histerinin görülmesi beklentiler dahilindedir. Çünkü ABD’de yenilenebilir enerji tüketiminin toplam nihai enerji tüketimi içindeki kısmı %8,711 ile tarihi zirvesine ulaşmıştır (Dünya Bankası Göstergeleri, 2020). Dahası yenilenebilir enerji kaynakları 2000’den 2018’e kadar %100 artarak, ABD’de en hızlı gelişen enerji kaynağı haline

gelmiştir. (İklim ve Enerji Çözümleri Merkezi, 2020). Fakat ABD’de hala toplam enerji tükeminde fosil yakıtların ciddi payı bulunmaktadır. Bu yatırımların çevre kalitesi açısından sonuç vermesinin uzun zaman alması beklenmektedir. Aksine, Avustralya, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, İspanya, Kitts ve Nevis’de ise pozitif karbon histerisi geçerlidir. Bu ülkelerin mevcut politikalarını temiz enerji teknolojilerine yönlendirerek korumacı iklim uygulamalarına geçmeleri önerilmektedir.

Tablo 4.22. Pozitif veya Negatif Histerinin Geçerli Olduğu Ülkeler

	Pozitif Karbon histerisi	Negatif Karbon histerisi		Pozitif Karbon histerisi	Negatif Karbon histerisi
<i>Panel A: Düşük gelirli ülkeler</i>			<i>Panel B: Düşük-orta gelirli ülkeler</i>		
Burkina-Faso	✓		Benin	✓	
Orta Afrika Cumhuriyeti*		1989	Bolivya	✓	
Çad	✓		Cibuti		✓
Gambiya	✓		Honduras	✓	
Gine-Bissau	✓		Lao PDR	✓	
Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti*		1983	Nikaragua	✓	
Mali	✓		Sao Tome ve Principe	✓	
Nijer	✓		Solomon Adaları	✓	
Somali*		1988	<i>Panel D: Yüksek gelirli ülkeler</i>		
Togo Cumhuriyeti	✓		Aruba		✓
Uganda**	1968	1995	Amerika Birleşik Devletleri*		1986
Yemen	✓		Avustralya	✓	
<i>Panel C: Üst-orta gelirli ülkeler</i>			Bahamalar		✓
Arnavutluk**	1976	2003	Barbados	✓	
Bulgaristan**	1979	2005	Brunei	✓	
Çin	✓		Cayman Adaları	✓	
Kolombiya	✓		Danimarka		✓
			Faroe Adaları	✓	

Kosta Rika	✓		Finlandiya	✓	
Saint Vincent	✓		Hollanda	✓	
Fiji	✓		Hong Kong SAR, Çin	✓	
Grenada	✓		İrlanda	✓	
			İspanya	✓	
Endonezya	✓		İsrail	✓	
			İsviçre*		1986
İran	İslam	✓	Japonya	✓	
Cumhuriyeti					
Dominik Cumhuriyeti	✓		Kanada	✓	
			Kitts ve Nevis	✓	
Malezya	✓		Kore Cumhuriyeti	✓	
Paraguay	✓		Lüksemburg		✓
Gabon	✓		Macaristan*		1983
Rusya**	1975	2007	Makao SAR, Çin	✓	
Güney Afrika	✓		Malta	✓	
Saint Lucia	✓		Mauritius	✓	
Surinam*		1989	Norveç	✓	
Tayland	✓		Polonya		1985
Türkiye	✓		Romanya		1986
Dominika	✓		Yunanistan	✓	

Not: * ve ** işaretleri sırasıyla karesel ve kübik modelin tahmin edildiğini göstermektedir. Ayrıca tablodaki yıllar histerinin değiştiği yılı ifade etmektedir. Örneğin, Orta Afrika Cumhuriyeti 1989 yılına kadar pozitif histerinin etkisindeyken, 1989 yılından sonra negatif histeriye sahiptir.

SONUÇ

Bu çalışma, çeşitli önlemler ve uluslararası anlaşmalara rağmen sanayi devriminden bu yana CO₂ emisyonlarının artarak devam etmesi durumunu açıklamaya çalışmaktadır. Önerilen karbon histerisi hipotezi ile ülkelerin oluşturdukları ekonomik birlikler (G7, G20, Avrupa Birliği, OECD, MENA vs.) veya bireysel olarak ülkelerin karbon salımları analiz edebilecektir. Emisyon hedefleri bulunan ülkelerin öncelikle bir patika bağımlılığı içinde olup olmadığı araştırılmalıdır. Yani ülkelerin karbon salımları bir histeri etkisinde midir sorusuna cevap aranmalıdır. Histeri etkisinde olmadığı belirlenen ülkeler için uygulanacak politikalar geçici etki yaratacaktır. Yani uygulanan çevreci politikalar karbon emisyonlarını uzun dönemde etkilemeyecektir. Aksine karbon emisyonları histeri etkisinde ise, yani patika bağımlılığı içerisindeyse uygulanacak korumacı politikalar uzun dönemde etkin şekilde sonuç verecektir. Daha açık bir şekilde ifade edilirse, histeri etkisinde bulunan karbon emisyonlarının trendi uygulanan politikalarla değiştirilebilecektir. Burada önemli olan durum ise, karbon emisyon serisinin karakteristik özelliklerinin sağlam (robust) yaklaşımlarla elde edilmesidir (güç ve boyut özellikleri iyi olan, yapısal kırılmaları ve doğrusal olmama durumlarını vs. dikkate alan birim kök testleri).

Ekonometrik olarak yukarıdaki ifadeler açıklanacak olursa, bir ülkenin karbon emisyonları serisinin histeri etkisinde olup olmadığını araştırmak için birim kök testi kullanılabilir. CO₂ emisyon serisi durağanlık özelliği sergiliyorsa, analiz edilen ülkenin CO₂ emisyon serisinin patika bağımlılığında bulunmadığı veya histeri etkisinde olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Yani ilgili ülkede veya panelde karbon histerisi hipotezi geçerli olmamaktadır. Diğer taraftan CO₂ emisyon serisi birim kök süreci izliyorsa, analiz edilen ülkenin veya panelin karbon emisyon serisinin histeri etkisinde bulunduğu veya bir patika bağımlılığının olduğu söylenebilir. Dolayısıyla analiz edilen ülkede veya panelde karbon histerisi hipotezinin geçerli olduğu söylenebilir. Karbon histerisi hipotezi geçerliyken, pozitif ve negatif histeri olarak iki farklı durum ortaya çıkmaktadır. İki farklı hipotez arasında karar verebilmek için öncelikle patika bağımlılığının yönü belirlenmelidir. Dolayısıyla bu çalışmada karbon emisyonu modellenmektedir. Uzun dönem denkleminde elde edilen eğim katsayısının işareti, iki farklı hipotezden hangisinin geçerli olacağını belirlemektedir. Eğim katsayısının işareti pozitif ise *pozitif karbon histerisi*; negatif ise *negatif karbon histerisi* geçerli olacaktır.

Bu çalışmada ampirik analiz için Dünya Bankası sınıflandırmasına göre seçilen düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler gibi dört farklı kategorideki ülkeler için histeri

hipotezinin geçerliliği araştırılmaktadır. Analiz için, düşük gelirli ülkelerde 23 birim, düşük-orta gelirli ülkelerde 35 birim, üst-orta gelirli ülkelerde 39 birim ve son olarak yüksek gelirli ülkelerde 53 birim bulunmaktadır. Sonuç olarak 1960-2016 yılları arasında veri setine sahip olan ülkeler analize dahil edilmiştir. Analiz edilen ülkelerdeki gözlem sayıları ise, düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler için sırasıyla 1311, 1995, 2223 ve 3021'dir.

Tanımlayıcı istatistikler incelendiğinde, ülkelerin gelişmişlik düzeyi arttıkça buna paralel olarak ortalama CO₂ emisyon salımının da arttığı gözlemlenmiştir. Bu durum, ÇKE hipotezinde belirtilen gelir ile çevresel kirlenme arasındaki ters-U şeklinde ilişki olduğunu belirten yaklaşım ile tutarlılık göstermektedir. ÇKE hipotezine göre, ülkeler kişi başına gelirin düşük olduğu dönemlerde çevreyi daha az kirletmektedir. Ardından, gelirin artmasıyla birlikte çevresel kirlenme de artmaktadır. Bunlara ek olarak bu hipotez, gelirin belli bir eşik seviyesini aşmasıyla birlikte çevresel kirlenmenin de azalacağını ifade etmektedir. Bu durum bu çalışmada önerilen histeri hipoteziyle tutarlılık göstermektedir. Çünkü pozitif histerinin geçerli olmasını beklediğimiz ülkeler sanayileşmeye yeni başlayan az gelişmiş ülkeler ile gelişmekte olan ülkelerdir. Bunlara ek olarak, ticari faaliyetlerindeki azalmalardan endişe duyan ekonomik olarak gelişmiş ülkelerde de pozitif histeri görülebilir. Negatif karbon histerisinin geçerli olduğunu beklediğimiz ülkeler ise, gelişmemiş ve henüz sanayileşme faaliyetleri başlamamış ülkeler ile gelişmiş ve temiz teknolojiler kullanan ülkelerdir. Daha açık bir ifadeyle, negatif histeri beklediğimiz gelişmemiş ülkeler ÇKE eğrisinde ters parabolün başlangıç noktasının ucundaki ülkeleri göstermektedir. Gelişmiş ve üstün teknolojilere sahip olan ülkelerin ÇKE eğrisindeki yeri ise ters parabolün tepe noktasını aştığı yerdeki negatif eğime sahip olan ülkeleri göstermektedir. Pozitif histeri beklediğimiz ülkeler ise, ters parabolün pozitif eğimli olduğu yerlerde bulunan ülkelerdir. Bu durum Şekil 1'de ayrıntılı olarak açıklanmaktadır.

Ampirik analiz aşaması beş aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle, bu çalışmada kullanılan ve Bahmani-Oskooee vd., (2014) tarafından geliştirilen fourier PKPSS testinin veri setine uygunluğu araştırılmıştır. Çünkü FPKPSS testi birimler arası korelasyon olması durumunda kullanılabilen bir yaklaşımdır. Bunun için dört ülke grubu için öncelikle birimler arası yatay kesit bağımlılığı olup olmadığı Breusch ve Pagan (1980) tarafından geliştirilen LM testi, Pesaran (2004) tarafından literatüre sunulan CD ve CD_{lm} testleri ve son olarak Pesaran vd., (2008) tarafından önerilen LM_{adj} testleri ile araştırılmaktadır. İkinci olarak, ilgili ülke grubunda panelin geneli için homojen ve heterojen uzun dönem varyans varsayımı altında birim kök araştırılması yapılmaktadır. Üçüncüsü, CO₂ emisyonunun modellenmesinde kullanılan fourier terimlerinin ülkeler bazında anlamlı olup olmadığı araştırılmaktadır. Elde

edilen sonuçlar bir ülke için tahmin edilen modelde trigonometrik terimlerin anlamsız olması durumunu gösterirse, o ülke için standart PKPSS testi sonuçları dikkate alınmaktadır. Dördüncüsü, bireysel olarak ülkelerin durağan olup olmadıkları belirlenmektedir. Son olarak, her bir ülkenin keskin yada ani kırılma nokta/ları incelenmektedir. Sonuç olarak, ampirik analizde hem panelin geneli hem de ülke gruplarına göre histeri hipotezinin geçerliliği sınanmaktadır. Analizden elde edilen bilgiler ışığında dört farklı ülke grubu için şu sonuçlara ulaşılmaktadır:

Analizin birinci aşaması olan yatay kesit bağımlılığının ülke grupları için araştırılmasından sonra bütün ülke sınıfları için birimler arası korelasyonun olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Bu durum bir ülkede CO₂ emisyonlarına rassal bir şok geldiğinde o ülke grubundaki diğer ülkelerin bu şoktan etkilendiğini göstermektedir. Dolayısıyla, FPKPSS testi bütün ülke gruplarının birim kök araştırmasında kullanılabilir.

Uzun dönem varyansın hem homojen hem de heterojen olduğu varsayımları altında düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülke panellerinin bütünü için CO₂ emisyon serisinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Yani bu ülke gruplarında bir patika bağımlılığı ya da histeri etkisi bulunmamaktadır. Sonuç olarak karbon histerisinin dört ülke sınıfında da geçerli olmadığı sonucuna ulaşılmıştır. Böylece bu ülke sınıflarında yürütülecek ortak çevreci politikaların uzun dönemde CO₂ emisyonlarına herhangi bir etkisi olmayacaktır. Çünkü bütün ülke gruplarında CO₂ emisyon serileri ortalamaya dönme eğilimindedir. Örneğin panellerin geneli için emisyon azaltıcı vergi uygulamaları, ülke durumlarına göre doğrudan yabancı yatırım kısıtlamaları, temiz enerji teknolojileri için teşviklerin artırılması gibi korumacı politikalar panelin geneli için karbon emisyonlarında geçici etki yaratacaktır. Çünkü CO₂ emisyon serisi durağandır ve şoklardan geçici olarak etkilenmektedir. Ülke gruplarının geneline ortak politika uygulamak yerine bireysel olarak ülke bazında politikalar yürütülmelidir.

Bireysel olarak ülke gruplarında bulunan ülkeler incelendiğinde, düşük gelirli 23 ülkeden 12'sinde (Burkina-Faso, Orta Afrika Cumhuriyeti, Çad, Gambia, Gine-Bissau, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti, Mali, Nijer, Somali, Togo Cumhuriyeti, Uganda, Yemen); düşük-orta gelirli 35 ülkenin 8'inde (Benin, Bolivya, Cibuti, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe, Solomon Adaları); üst-orta gelirli 39 ülkenin 21'inde (Arnavutluk, Bulgaristan, Çin, Dominik Cumhuriyeti, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Paraguay, Rusya, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Surinam, Tayland ve Türkiye) ve son olarak yüksek gelirli 53

ülkenin 29'unda (Aruba, Avustralya, Bahamalar, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Danimarka, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, Macaristan, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Lüksemburg, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, Polonya, Romanya, İspanya, Kitts ve Nevis, İsviçre, Amerika Birleşik Devletleri) karbon histerisi hipotezinin geçerli olduğu bulunmuştur.

Düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkelerin bireysel olarak birim kök test sonuçları dikkate alındığında ülke panelinin sırasıyla 0.52, 0.23, 0.54, 0.55 oranında histeri etkisinde bulunduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla en çok patika bağımlılığı bulunan ülke sınıfı yüksek gelirli ülkeler iken, en az patika bağımlılığı bulunan ülke grubu ise 0.16'lık bir oranla düşük-orta gelirli ülkelerdir.

Histeri hipotezinin geçerli olduğu ülkelerde histerisinin yönünün belirlenmesi de çalışmanın odak noktalarındandır. Histeri etkisindeki ülkeler incelendiğinde, düşük gelirli ülkelerde, Burkina-Faso, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Mali, Nijer, Togo Cumhuriyeti, Yemen ve Uganda'da pozitif karbon histerisi ve Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali'de ise negatif karbon histerisi; düşük-orta gelirli ülkelerde, Benin, Bolivya, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe ve Solomon Adaların'da pozitif karbon histerisi, Cibuti'de ise negatif karbon histerisi; üst-orta gelirli ülkelerde Arnavutluk, Dominik Cumhuriyeti, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, Bulgaristan, Rusya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Paraguay, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Tayland, Türkiye, Arnavutluk'da pozitif karbon histerisi; Surinam'da ise negatif karbon histerisi ve son olarak yüksek gelirli ülkelerde ise, Avustralya, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, İspanya, Kitts ve Nevis'de pozitif karbon histeri; Aruba, Bahamalar, Danimarka, Macaristan, Lüksemburg, Polonya, Romanya, İsviçre ve Amerika Birleşik Devletleri'nde ise negatif karbon histerinin geçerli olduğu bulunmuştur.

Karbon histerisinin geçerli olduğu ülke sınıfları incelendiğinde, düşük-orta ve üst-orta sınıfı ülkelerde pozitif histeri oranlarının (sırasıyla, %95.5 ve %95.2) ülke sınıflarında en fazla orana sahip olması dikkat çekmektedir. Bu sonuçlar beklentilerimizle tutarlılık göstermektedir. Çünkü bu grupların içinde bulunan ülkelerin çoğu sanayi faaliyetlerine yeni başlamış veya yoğun bir şekilde sanayi faaliyetleri göstermektedir. Bu ülkeler, üstün teknoloji gerektiren ve maliyetli olan yenilenebilir enerjiler yatırımları için yeterli bütçe ayıramamaktadır. Ayrıca temiz enerji teknolojileri ciddi altyapı gereksinimine ihtiyaç

duyduğu için bu ülkelerin çoğu henüz gelişmiş altyapıya sahip değildir. Dolayısıyla bu ülkelerin çoğu hala yoğun bir şekilde fosil yakıtlar kullanmaktadır ve bu ülkelerde pozitif karbon histerisinin geçerli olduğu sonucu beklentilerimizle uyumludur. Diğer taraftan düşük ve yüksek gelirli ülkelerin negatif histeri oranları (sırasıyla, %25 ve %31) diğer ülke gruplarına göre fazladır. Elde edilen bu sonuçlar da beklentilerimizle uyumludur. Çünkü yüksek gelirli ülkelerin çoğunluğunun ekonomileri yeterince gelişmiş ve bu ülkelerin çoğu çevreye önem veren politikalar sürdüren ülkelerdir. Fakat ticari faaliyetlerinin azalmasından endişe eden gelişmiş ülkeler bazı durumlarda çevresel iyileştirme ile ekonomik gelişme arasında kalabilmektedir. Çünkü çevresel iyileşmeler ciddi altyapı gereksinimi ve temiz teknolojik faaliyetlerin desteklenmesini gerektirmektedir. Yüksek gelirli ülkelerin hepsinde negatif histeri bulamamızın önemli bir nedeni az önce bahsedilen ekonomik gelişme ve çevresel iyileşme arasındaki dilamadır. Bu gruptaki pozitif histeriye sahip olan ülkeler de dönüm noktalarına belli bir yıl sonra ulaşacaktır ve bu ülkeler doğru korumacı iklim politikalarla negatif histeriye doğru yol alabilir. Burada istisnai bir durum ise, ada ülkelerinin yenilenebilir enerji yatırımları çok az ya da hiç olmamasına rağmen fosil yakıtları da çok az kullandığı için bu ülkelerde negatif karbon histerisinin geçerli olabileceği beklenebilir. Düşük gelirli ülkeler ise henüz sanayi faaliyetlerine başlamamış veya sanayi faaliyetlerinin ilk aşamasında olduğundan negatif histeri oranının %25 olması şaşırtıcı değildir.

Ampirik analizden elde edilen sonuçlar çerçevesinde Dünya Bankası 2020 sınıflandırmasına göre belirlenen düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler için aşağıdaki politika önerileri sunulmaktadır:

1. Bütün ülke grupları için birimler arası korelasyon bulunmuştur. Yani ülke grubu içinde bir ülkenin CO₂ emisyonlarına rassal bir şok geldiğinde (örneğin, karbon vergilendirmesi, karbon kısıtlayıcı ek önlemler vs.) o ülke grubu içindeki diğer ülkelerde bu şoktan etkilenmektedir. Dolayısıyla ekonomik durumlarına göre sınıflandırılan ülkeler karbon salımları ile ilgili politikalar üretirken bu politikaların diğer ülkeleri de etkileyebileceğini göz önünde bulundurması gereklidir.
2. Düşük, düşük-orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülke gruplarında panel durağanlık testi sonuçlarına göre, bütün ülke seviyelerinde karbon histerisi hipotezi geçerli değildir. Yani bu ülke gruplarında patika bağımlılığı veya histeri etkisi bulunmamaktadır. Dolayısıyla bu ülkeler bir panel olarak değerlendirildiğinde CO₂ emisyon serileri rassal şoklardan etkilenmemektedir. Böylece, grup olarak ülkeler için ortak iklim politikalarının uygulanması geçici olarak CO₂ emisyonlarını etkilemektedir. Sonuç olarak, düşük, düşük-

orta, üst-orta ve yüksek gelirli ülkeler için ortak iklim politikaları geliştirilmemelidir. Bu ülkeler ayrı ayrı incelenerek bireysel çevre politikaları geliştirilmelidir.

3. Ülke performansları tek tek incelendiğinde, düşük gelirli ülkelerden Afganistan, Kongo Demokratik Cumhuriyeti, Etiyopya, Gine, Haiti, Liberya, Madagaskar, Mozambik, Ruanda, Sierra Leone, Suriye Arap Cumhuriyeti için; düşük-orta gelirli ülkelerden Angola, Cezayir, Bangladeş, Cabo Verde, Kamboçya, Kamerun, Komorlar, Kongo Cumhuriyeti, Fildişi Sahili, Mısır Arap Cumhuriyeti, El Salvador, Gana, Hindistan, Kenya, Moritanya, Moğolistan, Fas, Myanmar, Nepal, Nijerya, Pakistan, Papau Yeni Gine, Filipinler, Sri Lanka, Tanzania ve Vietnam için; üst-orta gelirli ülkelerden Arjantin, Belize, Brezilya, Küba, Ekvator Ginesi, Ekvator, Guatemala, Guyana, Irak, Jamaika, Ürdün, Lübnan, Libya, Meksika, Peru, Samoa, Tonga, ve Venezuela için ve son olarak yüksek gelirli ülkelerden Antigua ve Barbuda, Avusturya, Bahreyn, Belçika, Bermuda, Şili, Kıbrıs, Fransız Polinezyası, Cebelitarık, Grönland, İzlanda, Yeni Kaledonya, Yeni Zelanda, Palau, Panama, Portekiz, Katar, Suudi Arabistan, Singapur, İsveç, Trinidad ve Tobago, Birleşik Arap Emirlikleri, İngiltere ve Uruguay için geliştirilen politikalar o ülkedeki CO₂ emisyonlarında geçici etki gösterecektir. Yani bu ülkelerde korumacı iklim politikaları herhangi bir etki göstermeyecektir. Çünkü CO₂ emisyonları ortalamaya dönme eğilimindedir. Herhangi bir şok karşısında emisyonlar bir süre sonra eski denge seviyesine geri dönecektir.
4. İklim politikalarının etkisini gösterebileceği ülkeler histeri hipotezinin geçerli olduğu ülkelerdir. Bu ülkelerde karbon emisyonları ortalamaya dönme eğilimde değildir. Yani uygulanan çevre politikaları doğrudan emisyonları etkilemesi beklenmektedir. Düşük gelirli ülkelerde, Burkina-Faso, Çad, Gambiya, Gine-Bissau, Mali, Nijer, Togo Cumhuriyeti, Yemen ve Uganda'da; düşük-orta gelirli ülkelerde, Benin, Bolivya, Honduras, Lao PDR, Nikaragua, Sao Tome ve Principe ve Solomon Adaları'nda; üst-orta gelirli ülkelerde Arnavutluk, Dominik Cumhuriyeti, Çin, Kolombiya, Kosta Rika, Dominika, Fiji, Gabon, Grenada, Endonezya, Bulgaristan, Rusya, İran İslam Cumhuriyeti, Malezya, Paraguay, Güney Afrika, Saint Lucia, Saint Vincent, Tayland, Türkiye, Arnavutluk'da ve son olarak yüksek gelirli ülkelerde ise, Avustralya, Barbados, Brunei, Kanada, Cayman Adaları, Faroe Adaları, Finlandiya, Yunanistan, Hong Kong SAR- Çin, İrlanda, İsrail, Japonya, Kore Cumhuriyeti, Makao SAR- Çin, Malta, Mauritius, Hollanda, Norveç, İspanya, Kitts ve Nevis'de pozitif karbon histerisi geçerli olduğundan bu ülkelerde korumacı iklim politikaları geliştirilmelidir. Örneğin bu ülkelerde faaliyet gösteren iş kolları yenilenebilir enerji kullanımına teşvik edilmelidir. Ayrıca belli bir CO₂ emisyon sınırını

aşan şirketler için yüksek miktarlarda para cezası verilebilir. Dahası karbon salımları için vergiler üretilerek caydırıcı politikalar yürütülmelidir. Doğrudan yabancı yatırımlar için ciddi denetimler getirilmelidir. Çok uluslu şirketlere temiz enerji transferini gerçekleştirecek olanaklar sunulmalıdır. Temiz enerji tüketen şirketler teşviklerle desteklenmeli ve fosil kaynaklı enerji kullanan şirketlere ise ciddi yaptırımlar uygulanmalıdır. Tüm bunlar ülkeler tarafından yasalarla güvence altına alınarak negatif histeri patikasına doğru bir dönüşüm gerçekleştirilmelidir. Aksine, düşük gelirli ülkelerden Orta Afrika Cumhuriyeti, Kore Demokratik Halk Cumhuriyeti ve Somali’de; düşük-orta gelirli ülkelerden Cibuti’de; üst-orta gelirli ülkelere Surinam’da ve son olarak yüksek gelirli ülkelere Aruba, Bahamalar, Danimarka, Macaristan, Lüksemburg, Polonya, Romanya, İsviçre ve Amerika Birleşik Devletleri’nde ise negatif karbon histeri geçerli olduğundan ülkelerin uyguladıkları iklim politikalarına devam etmeleri önerilmektedir. Ayrıca bu ülkelerin olası iklim politikalarında değişimler meydana gelmesi durumunda ÇKE yaklaşımda belirtilen emisyonların “N” şekline geçebileceği unutulmamalıdır.

KAYNAKÇA

- Adebayo, T. S. (2021). “Testing the EKC Hypothesis in Indonesia: Empirical Evidence from the ARDL-based Bounds and Wavelet Coherence Approaches”. *Applied Economics*, 28(1), 1-23.
- Agras, J. ve Chapman, D. (1999). “A Dynamic Approach to the Environmental Kuznets Curve Hypothesis”. *Ecological Economics*, 28(2), 267–277. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(98\)00040-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(98)00040-8)
- Ahmad, M., Jabeen, G., ve Wu, Y. (2021). “Heterogeneity of Pollution Haven/Halo Hypothesis and Environmental Kuznets Curve Hypothesis across Development Levels of Chinese Provinces”. *Journal of Cleaner Production*, 285, 124898. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124898>
- Ahmed, M., Maqbool, A., Bibi, S. ve Zakaria, M. (2017). “Convergence of Per Capita CO2 Emissions Across the Globe: Insights via Wavelet Analysis”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 75, 86–97. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.10.053>
- Ahmed, Z., Zhang, B., ve Cary, M. (2021). “Linking Economic Globalization, Economic Growth, Financial Development, and Ecological Footprint: Evidence from Symmetric and Asymmetric ARDL”. *Ecological Indicators*, 121, 107060. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.107060>
- Aldy, J. E. (2006). “Per Capita Carbon Dioxide Emissions : Convergence or Divergence”? *Environmental and Resource Economics*, 33(4), 533–555. <https://doi.org/10.1007/s10640-005-6160-x>
- Altinoz, B., ve Dogan, E. (2021). “How Renewable Energy Consumption and Natural Resource Abundance Impact Environmental Degradation? New Findings and Policy Implications from Quantile Approach”. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 1-12. <https://doi.org/10.1080/15567249.2021.1885527>
- Ali, W., Abdullah, A. ve Azam, M. (2017). “Re-visiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Malaysia: Fresh Evidence from ARDL Bounds Testing Approach”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 77, 990–1000. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.236>
- Al-Mulali, U. ve Ozturk, I. (2016). “The Investigation of Environmental Kuznets Curve Hypothesis in the Advanced Economies: The Role of Energy Prices”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1622–1631. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.131>

- Al-Mulali, U., Saboori, B. ve Ozturk, I. (2015). "Investigating the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Vietnam". *Energy Policy*, 76, 123–131. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.11.019>
- Ang, J. B. (2007). "CO2 Emissions, Energy Consumption, and Output in France". *Energy Policy*, 35(10), 4772–4778. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2007.03.032>
- Arouri, M. E. H., Ben Youssef, A., M'henni, H. ve Rault, C. (2012). "Energy Consumption, Economic Growth and CO2 Emissions in Middle East and North African Countries". *Energy Policy*, 45, 342–349. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2012.02.042>
- Bahmani-Oskooee, M., Chang, T. ve Wu, T. (2014). "Revisiting Purchasing Power Parity in African Countries: Panel Stationary Test with Sharp and Smooth Breaks". *Applied Financial Economics*, 24(22), 1429–1438. <https://doi.org/10.1080/09603107.2014.925068>
- Bai, J. ve Perron, P. (1998). "Estimating and Testing Linear Models with Multiple Structural Changes". *Econometrica*, 66, 47–78. doi: <https://doi.org/10.2307/2998540>
- Bai, J., ve Ng, S. (2010). "Panel Unit Root Tests with Cross-Section Dependence: A Further Investigation". *Econometric Theory*, 26(4), 1088–1114. doi: <https://doi.org/10.1017/S0266466609990478>
- Barassi, M. R., Cole, M. A., ve Elliott, R. J. R. (2008). "Stochastic Divergence or Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions : Re-examining the Evidence". *Environmental and Resource Economics*, 40(1), 121–137. <https://doi.org/10.1007/s10640-007-9144-1>
- Barro, R. (1988) "The Natural Rate Theory Reconsidered: The Persistence of Unemployment". *American Economic Review*, 78(2): 32-37.
- Barro, R. J. ve Sala-i Martin, X. (1992), "Convergence", *Journal of Political Economy*, 100:223–51. doi:<https://doi.org/10.1086/261816>
- Baumol, B. W. J. (1986). "Productivity Growth, Convergence and Welfare : What the Long-Run Data Show". *American Economic Review*, 76(5), 1072–1085.
- Becker, R., Enders, W. ve Hurn, S. (2004). "A General Test for Time Dependence in Parameters". *Journal of Applied Econometrics*, 19, 899–906. doi:<https://doi.org/10.1002/jae.751>
- Becker, R., Enders, W. ve Lee, J., (2006). "A Stationarity Test in the Presence of an Unknown Number of Smooth Breaks", *Journal of Time Series Analysis*, 27(3), 381-409. doi: <https://doi.org/10.1111/j.1467-9892.2006.00478.x>

- Ben Jebli, M., ve Ben Youssef, S. (2015). "The Environmental Kuznets Curve, Economic Growth, Renewable and Non-Renewable Energy, and Trade in Tunisia". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173–185. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.02.049>
- Bernauer, T., ve Koubi, V. (2009). "Effects of Political Institutions on Air Quality". *Ecological Economics*, 68(5), 1355–1365. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.09.003>
- Bilgili, F., Koçak, E., ve Bulut, Ü. (2016). "The Dynamic Impact of Renewable Energy Consumption on CO2 Emissions: A Revisited Environmental Kuznets Curve Approach". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 838–845. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.10.080>
- Blanchard, O. J. ve Summers, L. H. (1986) "Hysteresis and the European Unemployment Problem." *NBER Macro Economics Annual*, 15–78.
- Blanchard, O. ve Summers, L. (1987) "Hysteresis in Unemployment." *European Economic Review*, 31(1): 288-95.
- Boden, T.A., Marland, G. ve Andres, R.J., (2017). "Global, Regional, and National Fossil-Fuel CO2 Emissions". Carbon Dioxide Information Analysis Center, Oak Ridge National Laboratory, U.S. Department of Energy, Oak Ridge, Tenn., U.S.A. doi: 10.3334/CDIAC/00001_V2017.
- Bokpin, G. A. (2017). "Foreign Direct Investment and Environmental Sustainability in Africa: The Role of Institutions and Governance". *Research in International Business and Finance*, 39, 239–247. <https://doi.org/10.1016/j.ribaf.2016.07.038>
- Brannlund, R., Lundgren, T. ve Söderholm, P. (2015). "Convergence of Carbon Dioxide Performance Across Swedish Industrial Sectors : An Environmental Index Approach". *Energy Economics*, 51, 227–235. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2015.07.004>
- Breusch, T. ve Pagan, A. (1980). "The Lagrange Multiplier Test and its Application to Model Specification in Econometrics". *The Review of Economic Studies*, 47, 239–253.
- Buitenzorgy, M., ve Mol, A. P. J. (2011). "Does Democracy Lead to a Better Environment? Deforestation and the Democratic Transition Peak". *Environmental and Resource Economics*, 48(1), 59–70. <https://doi.org/10.1007/s10640-010-9397-y>
- Bulte, E., List, J. A. ve Strazicich, M. C. (2007). "Regulatory Federalism and the Distribution of Air Pollutant Emmissions". *Journal of Regional Science*, 47(1), 155–178. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9787.2007.00504.x>

- Burnett, J. W. (2016). "Club convergence and clustering of U.S. energy-related CO₂ emissions". *Resource and Energy Economics*, 46, 62–84. <https://doi.org/10.1016/j.reseneeco.2016.09.001>
- Caglar, A. E. (2020). "The Importance of Renewable Energy Consumption and FDI Inflows in Reducing Environmental Degradation: Bootstrap ARDL Bound Test in Selected 9 Countries". *Journal of Cleaner Production*, 121663. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121663>
- Caglar, A. E., Mert, M. ve Boluk, G. (2021b). "Testing the role of information and communication technologies and renewable energy consumption in ecological footprint quality: Evidence from world top 10 pollutant footprint countries". *Journal of Cleaner Production*, 126784. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.126784>
- Caglar, A. E., Yavuz, E., Mert, M., ve Kilic, E. (2021a). "The ecological footprint facing asymmetric natural resources challenges: evidence from the USA". *Environmental Science and Pollution Research*, 1-14. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-16406-9>
- Cai, Y., Chang, T. ve Inglesi-lotz, R. (2018). "Asymmetric Persistence in Convergence for Carbon Dioxide Emissions Based on Quantile Unit Root Test With Fourier Function". *Energy*, 161, 470–481. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2018.07.125>
- Camarero, M., Mendoza, Y. ve Ordonez, J. (2011). "Re-examining Emissions: Is Assessing Convergence Meaningless"? *Working Papers in Applied Economics* 2011:04. University of Valencia: Spain.
- Camarero, M., Picazo-tadeo, A. J. ve Tamarit, C. (2013). "Are the Determinants of CO₂ Emissions Converging Among OECD Countries"? *Economics Letters*, 118(1), 159–162. <https://doi.org/10.1016/j.econlet.2012.10.009>
- Carlino, G. A. ve Mills, L. O. (1993). "Are US Regional Incomes Converging?: A Time Series Analysis". *Journal of Monetary Economics*, 32(2), 335-346.
- Carrion-i-Silvestre, J.L., del Barrio-Castro, T. ve López-Bazo, E. (2005). "Breaking the Panels: An Application to the GDP Per Capita". *The Econometrics Journal*, 8(2): 159–175.
- Caviglia-Harris, J. L., Chambers, D. ve Kahn, J. R. (2009). "Taking the "U" out of Kuznets; A Comprehensive Analysis of the EKC and Environmental Degradation". *Ecological Economics*, 68(4), 1149–1159. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2008.08.006>
- Charfeddine, L. ve Ben Khediri, K. (2016). "Financial Development and Environmental Quality in UAE: Cointegration with Structural Breaks". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322–1335. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.059>

- Chen, Y., Wang, Z. ve Zhong, Z. (2019). “CO₂ emissions, Economic Growth, Renewable and Non-Renewable Energy Production and Foreign Trade in China”. *Renewable Energy*, 131, 208–216. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.07.047>
- Choi, I. (2001). “Unit Root Tests for Panel Data”. *Journal of International Money and Finance*, 20(2), 249-272.
- Chu, L. K. (2021). “Economic structure and environmental Kuznets curve hypothesis: new evidence from economic complexity”. *Applied Economics Letters*, 28(7), 612-616. <https://doi.org/10.1080/13504851.2020.1767280>
- Cole, M. A. (2004). “Trade, the Pollution Haven Hypothesis and the Environmental Kuznets Curve: Examining the Linkages”. *Ecological Economics*, 48(1), 71–81. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2003.09.007>
- Criado, C. O. ve Grether, J. M. (2011). “Convergence in Per Capita CO₂ Emissions: A Robust Distributional Approach”. *Resource and Energy Economics*, 33(3), 637-665.
- Cross, R. B. (1987). “Hysteresis and Instability in the Natural Rate of Unemployment”. *The Scandinavian Journal of Economics*, 71-89.
- Çağlar, A. E. ve Mert, M. (2017). “Türkiye’de Çevresel Kuznets Hipotezi ve Yenilenebilir Enerji Tüketiminin Karbon Salımı Üzerine Etkisi: Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Yaklaşımı”. *Yönetim ve Ekonomi: Celal Bayar Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(1), 21-38.
- Danish, Zhang, B., Wang, B., ve Wang, Z. (2017). “Role of Renewable Energy and Non-Renewable Energy Consumption on EKC: Evidence from Pakistan”. *Journal of Cleaner Production*, 156, 855–864. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.03.203>
- De Vita, G., Katircioglu, S., Altinay, L., Fethi, S. ve Mercan, M. (2015). “Revisiting the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in a Tourism Development Context”. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(21), 16652–16663. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-4861-4>
- Destek, M. A., Balli, E. ve Manga, M. (2016). “The Relationship between CO₂ Emission, Energy Consumption, Urbanization and Trade Openness for Selected CEECs”. *Research in World Economy*, 7(1). <https://doi.org/10.5430/rwe.v7n1p52>
- Destek, M. A. ve Sarkodie, S. A. (2019). “Investigation of Environmental Kuznets Curve for Ecological Footprint: the Role of Energy and Financial Development”. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.

- Diao, X. D., Zeng, S. X., Tam, C. M. ve Tam, V. W. Y. (2009). "EKC Analysis for Studying Economic Growth and Environmental Quality: A Case Study in China". *Journal of Cleaner Production*, 17(5), 541–548. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2008.09.007>
- Dickey, D. A. ve Fuller, W. A. (1979). "Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root". *Journal of the American Statistical Association*, 74(366a), 427-431. <https://doi.org/10.1080/01621459.1979.10482531>
- Dinda, S. (2004). "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey". *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Dogan, E. ve Inglesi-Lotz, R. (2017). "Analyzing the Effects of Real Income and Biomass Energy Consumption on Carbon Dioxide (CO₂) Emissions: Empirical Evidence from the Panel of Biomass-Consuming Countries". *Energy*, 138, 721–727. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.07.136>
- Dogan, E. ve Turkekul, B. (2016). "CO₂ Emissions, Real Output, Energy Consumption, Trade, Urbanization and Financial Development: Testing the EKC Hypothesis for the USA". *Environmental Science and Pollution Research*, 23(2), 1203–1213. <https://doi.org/10.1007/s11356-015-5323-8>
- Dong, K., Sun, R., Li, H. ve Liao, H. (2018). "Does Natural Gas Consumption Mitigate CO₂ Emissions: Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for 14 Asia-Pacific Countries". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 94, 419–429. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.06.026>
- Dünya Bankası Göstergeleri. (2020) "World development indicators database". World Bank, Washington, D.C. [Ulaşım tarihi: 05.10.2021].
- Eğilmez, M. (2013). "İşsizlik Histeresisi", <http://www.mahfiegilmez.com/2013/12/issizlik-histeresisi.html>, (Erişim tarihi: 01.09.2020)
- Enders, W. ve Lee, J. (2012). "The Flexible Fourier Form and Dickey-Fuller Type Unit Root Tests". *Economics Letters*, 117, 196-199.
- 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*, 24758–24771.
- Ezcurra, R. (2007). "Is There Cross-Country Convergence in Carbon Dioxide Emissions"? *Energy Policy*, 35(2), 1363–1372. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2006.04.006>
- Farhani, S. ve Ozturk, I. (2015). "Causal Relationship Between CO₂ Emissions, Real GDP, Energy Consumption, Financial Development, Trade Openness, and Urbanization in

- Tunisia". *Environmental Science and Pollution Research*, 22(20), 15663–15676.
<https://doi.org/10.1007/s11356-015-4767-1>
- Farzanegan, M. R. ve Markwardt, G. (2012). "Pollution, Economic Development and Democracy: Evidence from the MENA Countries". *Joint Discussion Paper Series in Economics*, 27, 1-25.
- Farzin, Y. H. ve Bond, C. A. (2006). "Democracy and Environmental Quality". *Journal of Development Economics*, 81(1), 213–235.
<https://doi.org/10.1016/j.jdeveco.2005.04.003>
- Friedman, M. (1968). "The Role of Monetary Policy". *American Economic Review*, 58: 1-17.
- Gallant, R. (1981). "On the Bias in Flexible Functional Forms and an Essentially Unbiased form". *Journal of Econometrics*, 15, 211–45. doi:10.1016/0304-4076(81)90115-9
- Gill, A. R., Viswanathan, K. K. ve Hassan, S. (2018). "A Test of Environmental Kuznets Curve (EKC) for Carbon Emission And Potential of Renewable Energy to Reduce Green House Gases (GHG) In Malaysia". *Environment, Development And Sustainability*, 20(3), 1103–1114. <https://doi.org/10.1007/S10668-017-9929-5>
- Grantham Research Institute. (2018). "Global Trends in Climate Change Legislation and Litigation: 2018 Snapshot". [Erişim tarihi: 05.09.2020].
<https://www.lse.ac.uk/granthaminstitute/wp-content/uploads/2018/04/Global-trends-in-climate-change-legislation-and-litigation-2018-snapshot-3.pdf>
- Grossman, G. M. ve Krueger, A. B. (1991). "Environmental Impacts of a North American Free Trade Agreement". (3914). <https://doi.org/10.3386/w3914>
- Gyamfi, B. A., Adedoyin, F. F., Bein, M. A., ve Bekun, F. V. (2021). "Environmental implications of N-shaped environmental Kuznets curve for E7 countries". *Environmental Science and Pollution Research*, 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12967-x>
- Hadri, K. ve Kurozumi, E. (2012). "A Simple Panel Stationarity Test in the Presence of Serial Correlation and a Common Factor". *Economics Letters*, 115, 31–34.
<https://doi.org/10.1016/j.econlet.2011.11.036>
- Hakimi, A. ve Hamdi, H. (2016). "Trade Liberalization, FDI Inflows, Environmental Quality and Economic Growth: A Comparative Analysis Between Tunisia and Morocco". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 58, 1445–1456.
<https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.12.280>

- Herrerias, M. J. (2013). "The Environmental Convergence Hypothesis: Carbon Dioxide Emissions According to the Source of Energy". *Energy Policy*, 61, 1140–1150. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.06.120>
- Hitam, M. Bin ve Borhan, H. B. (2012). "FDI, Growth and the Environment: Impact on Quality of Life in Malaysia". *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 50, 333–342. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.08.038>
- Hossain, S. (2012). "An Econometric Analysis for CO2 Emissions, Energy Consumption, Economic Growth, Foreign Trade and Urbanization of Japan". *Low Carbon Economy*, 3(3A), 92–105. <https://doi.org/10.4236/lce.2012.323013>
- Im, K.S., Pesaran, M.H. ve Shin, Y. (2003). "Testing for Unit Roots in Heterogeneous Panels" . *Journal of Econometrics*, 115, 53–74. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(03\)00092-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(03)00092-7)
- International Energy Agency. (2018). "Global Energy ve CO2 Status Report". 1–28. https://webstore.iea.org/download/direct/2461?fileName=Global_Energy_and_CO2_Status_Report_2018.pdf [Erişim tarihi: 15.09.2020]
- IPCC. (2014). Summary for Policymakers In: *Climate Change 2014: Mitigation of Climate Change. Contribution of Working Group III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, United Kingdom and New York, NY, USA.
- Isik, C., Ongan, S., Ozdemir, D., Ahmad, M., Irfan, M., Alvarado, R., ve Ongan, A. (2021). "The Increases and Decreases of the Environment Kuznets Curve (EKC) for 8 OECD Countries". *Environmental Science and Pollution Research*, 1-9. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-12637-y>
- İklim ve Enerji Çözümleri Merkezi. (2020). "Renewable Energy". <https://www.c2es.org/content/renewable-energy/> [Ulaşım tarihi: 10.05.2021].
- Jalil, A. ve Feridun, M. (2011). "The İmpact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis". *Energy Economics*, 33(2), 284–291. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>
- Jalil, A. ve Mahmud, S. F. (2009). "Environment Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Cointegration Analysis for China". *Energy Policy*, 37(12), 5167–5172. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.07.044>
- Kahia, M., Ben Jebli, M. ve Belloumi, M. (2019). "Analysis of the Impact of Renewable Energy Consumption and Economic Growth on Carbon Dioxide Emissions in 12

- MENA Countries". *Clean Technologies and Environmental Policy*, 21(4), 871–885.
<https://doi.org/10.1007/s10098-019-01676-2>
- Kasman, A. ve Duman, Y. S. (2015). "CO2 Emissions, Economic Growth, Energy Consumption, Trade and Urbanization in New EU Member and Candidate Countries: A Panel Data Analysis". *Economic Modelling*, 44, 97–103.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.10.022>
- Katircioglu, S. T. (2014b). "International Tourism, Energy Consumption, and Environmental Pollution: The Case Of Turkey". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 36, 180–187. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2014.04.058>
- Katircioglu, S. T. (2014a). "Testing The Tourism-Induced EKC Hypothesis: The Case of Singapore". *Economic Modelling*, 41, 383–391.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.05.028>
- Kim, S., Baek, J. ve Heo, E. (2019). "A New Look at the Democracy-Environment Nexus: Evidence from Panel Data for High- and Low-Income Countries". *Sustainability*, 11(8). <https://doi.org/10.3390/su11082353>
- Komen, M. H., Gerking, S. ve Folmer, H. (1997). "Income and Environmental R&D: Empirical Evidence from OECD Countries". *Environment and Development Economics*, 2(4), 505–515.
- Kuznets, S. (1955). "Economic Growth and Income Inequality". *The American Economic Review*, 45(1), 1–28.
- Lau, L. S., Choong, C. K. ve Eng, Y. K. (2014). "Investigation of the Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Malaysia: Do Foreign Direct Investment and Trade Matter"? *Energy Policy*, 68, 490–497. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2014.01.002>
- Layard, R., Nickell, S. ve Jackman, R. (1991). "Unemployment, Macroeconomic Performance and the Labour Market". Oxford University Press, Oxford.
- Lee, C. ve Chang, C. (2009). "Stochastic Convergence of Per Capita Carbon Dioxide Emissions and Multiple Structural Breaks in OECD Countries". *Economic Modelling*, 26(6), 1375–1381. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2009.07.003>
- Lee, C., Chang, C., Chen, P., Lee, C., Chang, C. ve Chen, P. (2008). "Do CO2 Emission Levels Converge among 21 OECD Countries? New Evidence from Unit Root Structural Break Tests". *Applied Economics Letters*, 15(7), 551–556.
<https://doi.org/10.1080/13504850500426236>

- Lee, C., Wu, J.-L. ve Yang, L. (2015). "A Simple Panel Unit-Root Test with Smooth Breaks in the Presence of a Multifactor Error Structure". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*. 78 (3), 365–393. <https://doi.org/10.1111/obes.12109>
- Lee, J. W. ve Brahmasrene, T. (2013). "Investigating the Influence of Tourism on Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from Panel Analysis of the European Union". *Tourism Management*, 38, 69–76. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2013.02.016>
- Levin, A. ve Lin, C.-F. (1992). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties", Working Paper, UC San Diego, 92-23.
- Levin, A., Lin, C.F. ve Chu, C. (2002). "Unit Root Tests in Panel Data: Asymptotic and Finite-Sample Properties". *Journal of Econometrics*, 108, 1–24. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(01\)00098-7](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(01)00098-7)
- Li, Q. ve Reuveny, R. (2006). "Democracy and Environmental Degradation". *International Studies Quarterly*, 50(4), 935-956. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2478.2006.00432.x>
- Li, Xiao-lin, Tang, D. P. ve Chang, T. (2014). "CO2 Emissions Converge in the 50 US States Sequential Panel Selection Method". *Economic Modelling*, 40, 320–333. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2014.04.003>
- Li, Xuehui, ve Lin, B. (2013). "Global Convergence in Per Capita CO2 Emissions". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 24, 357–363. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.048>
- Liu, J., Wu, S. ve Zidek, J. V. (1997). "On Segmented Multivariate Regression". *Statistica Sinica*, 7, 497–525.
- Maddala, G.S. ve Wu, S. A. (1999). "Comparative Study of Unit Root Tests with Panel Data and a New Simple Test". *Oxford Bulletin Economics and Statistics*, 61, 631–652. <https://doi.org/10.1111/1468-0084.0610s1631>
- Martinez-Zarzoso, I. ve Maruotti, A. (2011). "The Impact of Urbanization on CO2 Emissions: Evidence from Developing Countries". *Ecological Economics*, 70(7), 1344–1353. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2011.02.009>
- Mert, M., Bolük, G. ve Çağlar, A.E. (2019). "Interrelationships among Foreign Direct Investments, Renewable Energy, and CO2 Emissions for Different European Country Groups : A Panel ARDL Approach". *Environmental Science and Pollution Research*, 26(21), 21495–21510. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-05415-4>

- Mert, M., ve Caglar, A. E. (2020). "Testing pollution haven and pollution halo hypotheses for Turkey: a new perspective". *Environmental Science and Pollution Research*, 27, 32933–32943 1-11. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-09469-7>
- Moghadam, H. E. ve Dehbashi, V. (2018). "The Impact of Financial Development and Trade on Environmental Quality in Iran". *Empirical Economics*, 54(4), 1777–1799. <https://doi.org/10.1007/s00181-017-1266-x>
- Morales-Lage, R., Bengochea-Morancho, A., Camarero, M. ve Martínez-Zarzoso, I. (2017). "Stochastic and Club Convergence of Sectoral CO2 Emissions in the European Union". *Energy Policy*, 135, 111019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.111019>
- Narayan, P. K. ve Popp, S. (2010). "A New Unit Root Test with Two Structural Breaks in Level and Slope at Unknown Time". *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438. <https://doi.org/10.1080/02664760903039883>
- Nasir, M. A., Canh, N. P., ve Le, T. N. L. (2021). "Environmental Degradation & Role of Financialisation, Economic Development, Industrialisation and Trade Liberalisation". *Journal of Environmental Management*, 277, 111471. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111471>
- Nazlioglu, S., ve Karul, C. (2017). "A panel stationarity test with gradual structural shifts: Re-investigate the international commodity price shocks". *Economic Modelling*, 61, 181-192. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.12.003>
- Neagu, O. (2019). "The Link Between Economic Complexity and Carbon Emissions in the European Union Countries: A Model Based on the Environmental Kuznets Curve (EKC) Approach". *Sustainability*, 11(17), 1–27. <https://doi.org/10.3390/su11174753>
- OECD. (2000). "The Potential for Using Tax Instruments to Address Non CO2 Greenhouse Gases: CH4, N2O, HFCs, PFCs and SF6". [Erişim tarihi: 25.08.2020] [http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=com/env/epoc/daffe/cfa\(99\)110/final](http://www.oecd.org/officialdocuments/publicdisplaydocumentpdf/?doclanguage=en&cote=com/env/epoc/daffe/cfa(99)110/final)
- Ongan, S., Isik, C., ve Ozdemir, D. (2021). "Economic growth and environmental degradation: evidence from the US case environmental Kuznets curve hypothesis with application of decomposition". *Journal of Environmental Economics and Policy*, 10(1), 14-21. <https://doi.org/10.1080/21606544.2020.1756419>
- Ozatac, N., Gokmenoglu, K. K. ve Taspinar, N. (2017). "Testing the EKC Hypothesis by Considering Trade Openness, Urbanization, and Financial Development: The Case of Turkey". *Environmental Science and Pollution Research*, 24(20), 16690–16701. <https://doi.org/10.1007/s11356-017-9317-6>

- Ozturk, I. ve Acaravci, A. (2013). "The Long-Run and Causal Analysis of Energy, Growth, Openness and Financial Development on Carbon Emissions in Turkey". *Energy Economics*, 36, 262–267. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2012.08.025>
- Pal, D. ve Mitra, S. K. (2017). "The Environmental Kuznets Curve for Carbon Dioxide in India and China: Growth and Pollution at Crossroad". *Journal of Policy Modeling*, 39(2), 371–385. <https://doi.org/10.1016/j.jpolmod.2017.03.005>
- Pata, U. K. ve Caglar, A. E. (2021). "Investigating the EKC hypothesis with Renewable Energy Consumption, Human Capital, Globalization and Trade Openness for China: Evidence from Augmented ARDL Approach with a Structural Break". *Energy*, 119220.
- Panayotou, T. (1993). "Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development". World Employment Programme Research, Working Paper, International Labour Organization, Geneva.
- Panwar, N. L., Kaushik, S. C. ve Kothari, S. (2011). "Role of Renewable Energy Sources in Environmental Protection: A Review". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15(3), 1513–1524. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2010.11.037>
- Perron, P. (1989). "The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis", *Econometrica*, 57/6, 1361-1401.
- Pesaran, M. H. (2007). "A Simple Panel Unit Root Test in the Presence of Cross-Section Dependence". *Journal Of Applied Econometrics*, 22(2), 265-312. <https://doi.org/10.1002/jae.951>
- Pesaran, M. H., Ullah, A. ve Yamagata, T. (2008). "A Bias-Adjusted LM Test of Error Cross-Section Independence". *Econometrics Journal*, 11(1), 105–127. <https://doi.org/10.1111/j.1368-423X.2007.00227.x>
- Pesaran, M.H. (2004). "General Diagnostic Tests for Cross Section Dependence in Panels". Cambridge Working Papers in Economics No. 0435; University of Cambridge, Faculty of Economics: Cambridge, UK. <https://www.repository.cam.ac.uk/handle/1810/446> [Erişim Tarihi: 10.09.2020].
- Phelps, E. S. (1999). "Behind This Structural Boom: The Role of Asset Valuations" *American Economic Review*, 89: 63-68.
- Phillips, P. C. ve Sul, D. (2007). "Transition Modeling and Econometric Convergence Tests". *Econometrica*, 75(6), 1771-1855.
- Rashdan, M. O. J., Faisal, F., Tursoy, T., ve Pervaiz, R. (2021). "Investigating the N-shape EKC Using Capture Fisheries as a Biodiversity Indicator: Empirical Evidence from

- Selected 14 Emerging Countries”. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-10. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-13156-6>
- Razzaq, A., Sharif, A., Ahmad, P., ve Jermisittiparsert, K. (2021). “Asymmetric Role of Tourism Development and Technology Innovation on Carbon Dioxide Emission Reduction in the Chinese Economy: Fresh Insights from QARDL Approach”. *Sustainable Development*, 29(1), 176-193. <https://doi.org/10.1002/sd.2139>
- Reese, S. ve Westerlund, J. (2016). “PANICCA: Panic on Cross-Section Averages”. *Journal of Applied Econometrics*, 31(6), 961-981. <https://doi.org/10.1002/jae.2487>
- Rodrigues, P., Taylor, A. M. R., (2012). “The Flexible Fourier Form and Local GLS De-Trending Unit Root Tests”. *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 74(5), 736-759.
- Romero-avila, D. (2008). “Convergence in Carbon Dioxide Emissions among Industrialised Countries Revisited”. *Energy Economics*, 30, 2265–2282. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2007.06.003>
- Saidi, K., ve Mbarek, M. Ben. (2017). “The Impact of Income, Trade, Urbanization, and Financial Development on CO2 Emissions in 19 Emerging Economies”. *Environmental Science and Pollution Research*, 24(14), 12748–12757. <https://doi.org/10.1007/s11356-016-6303-3>
- Sarkodie, S. A. (2018). “The invisible hand and EKC hypothesis: what are the drivers of environmental degradation and pollution in Africa?”. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(22), 21993-22022. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2347-x>
- Sarkodie, S. A. ve Strezov, V. (2019). “A Review on Environmental Kuznets Curve Hypothesis Using Bibliometric and Meta-Analysis”. *Science of the Total Environment*, 649, 128–145. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.08.276>
- Shafik N. ve Bandyopadhyay S. (1992). “Economic Growth and Environmental Quality: Time Series and Cross-Country Evidence”. Background Paper for the World Development Report. The World Bank, Washington DC.
- Shahbaz, M., Lean, H. H. ve Shabbir, M. S. (2012). “Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Pakistan: Cointegration and Granger Causality”. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(5), 2947-2953.
- Shahbaz, M. ve Sinha, A. (2019). “Environmental Kuznets Curve for CO2 Emissions: A Literature Survey”. *Journal of Economic Studies*, 46(1), 106–168. <https://doi.org/10.1108/JES-09-2017-0249>

- Shahbaz, M., Kumar Tiwari, A. ve Nasir, M. (2013b). "The Effects of Financial Development, Economic Growth, Coal Consumption and Trade Openness on CO2 Emissions in South Africa". *Energy Policy*, 61, 1452–1459. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.07.006>
- Shahbaz, M., Mutascu, M. ve Azim, P. (2013a). "Environmental Kuznets Curve in Romania and the Role of Energy Consumption". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 18, 165–173. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.10.012>
- Shahbaz, M., Solarin, S. A., Mahmood, H. ve Arouri, M. (2013c). "Does Financial Development Reduce CO2 Emissions In Malaysian Economy? A Time Series Analysis". *Economic Modelling*, 35, 145–152. <https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.06.037>
- Shakouri, B., Khoshnevis Yazdi, S. ve Ghorchebigi, E. (2017). "Does Tourism Development Promote CO2 Emissions"? *Anatolia*, 28(3), 444–452. <https://doi.org/10.1080/13032917.2017.1335648>
- Sharif, A., Raza, S. A., Ozturk, I. ve Afshan, S. (2019). "The Dynamic Relationship of Renewable and Non-renewable Energy Consumption with Carbon Emission: A Global Study with the Application of Heterogeneous Panel Estimations". *Renewable Energy*, 133, 685–691. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2018.10.052>
- Sharma, S. S. (2011). "Determinants of Carbon Dioxide Emissions: Empirical Evidence from 69 Countries". *Applied Energy*, 88(1), 376–382. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.07.022>
- Solarin, S. A. (2015). "Convergence of CO2 Emission Levels: Evidence from African Countries Convergence of CO2 emission levels: Evidence from African countries". *Journal of Economic Research*, 65–92. <https://doi.org/10.17256/jer.2014.19.1.004>
- Strazicich, M. C. ve List, J. A. (2003). "Are CO2 Emission Levels Converging among Industrial Countries"? *Environmental and Resource Economics*, 24(3), 263–271. <https://doi.org/10.1023/A:1022910701857>
- Sulemana, I., James, H. S. ve Rikoon, J. S. (2017). "Environmental Kuznets Curves for Air Pollution in African and Developed Countries: Exploring Turning Point Incomes and the Role of Democracy". *Journal of Environmental Economics and Policy*, 6(2), 134–152. <https://doi.org/10.1080/21606544.2016.1231635>
- Sung, B., Song, W. Y. ve Park, S. Do. (2018). "How Foreign Direct Investment Affects CO2 Emission Levels in the Chinese Manufacturing Industry: Evidence From Panel Data". *Economic Systems*, 42(2), 320–331. <https://doi.org/10.1016/j.ecosys.2017.06.002>

- Solow, R. M. (1956). "A Contribution to the Theory of Economic Growth". *The Quarterly Journal of Economics*, 70(1), 65-94.
- Tamazian, A. ve Bhaskara Rao, B. (2010). "Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter for Environmental Degradation? Evidence from Transitional Economies". *Energy Economics*, 32(1), 137-145. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.04.004>
- Tenaw, D., ve Beyene, A. D. (2021). "Environmental sustainability and economic development in sub-Saharan Africa: A modified EKC hypothesis". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 143, 110897. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110897>
- Torras, M. ve Boyce, J. K. (1998). "Income, Inequality, and Pollution: A Reassessment of the Environmental Kuznets Curve". *Ecological Economics*, 25(2), 147-160. [https://doi.org/10.1016/S0921-8009\(97\)00177-8](https://doi.org/10.1016/S0921-8009(97)00177-8)
- Unruh G. C. (2000). "Understanding carbon lock-in". *Energy Policy*, 28, 817-830.
- Unruh G. C. (2002). "Escaping carbon lock-in". *Energy Policy*, 30, 317-325.
- Unruh G. C. (2006). "Globalizing carbon lock-in". *Energy Policy*, 34, 1185-1197.
- Usman, O., Iorember, P. T. ve Olanipekun, I. O. (2019). "Revisiting the Environmental Kuznets Curve (EKC) Hypothesis in India: The Effects of Energy Consumption and Democracy". *Environmental Science and Pollution Research*, 26(13), 13390-13400. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04696-z>
- Westerlund, J. (2012). "Testing for Unit Roots in Panel Time-Series Models with Multiple Level Breaks". *The Manchester School*, 80(6), 671-699. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9957.2012.02270.x>
- Westerlund, J. ve Basher, S. A. (2008). "Testing for Convergence in Carbon Dioxide Emissions Using a Century of Panel Data". *Environmental and Resource Economics*, 40(1), 109-120. <https://doi.org/10.1007/s10640-007-9143-2>
- Westerlund, J. ve Hosseinkouchack, M. (2016). "Modified CADF and CIPS Panel Unit Root Statistics with Standard Chi-Squared and Normal Limiting Distributions". *Oxford Bulletin of Economics and Statistics*, 78(3), 347-364. <https://doi.org/10.1111/obes.12127>
- Westerlund, J. ve Larsson, R. (2009). "A Note on the Pooling of Individual PANIC Unit Root Tests". *Econometric Theory*, 25(6), 1851-1868. <https://doi.org/10.1017/S0266466609990351>

- Westerlund, J. ve Sharma, S. S. (2019). "Panel Evidence on the Ability of Oil Returns to Predict Stock Returns in the G7 Area". *Energy Economics*, 77, 3–12. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2018.05.007>
- Wolde-Rufael, Y. (2014). "Electricity Consumption and Economic Growth in Transition Countries: A Revisit Using Bootstrap Panel Granger Causality Analysis". *Energy Economics*, 44, 325–330. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2014.04.019>
- Yazdi, S., K. ve Shakouri, B. (2018). "The Effect of Renewable Energy and Urbanization on CO2 emissions: A Panel Data". *Energy Sources, Part B: Economics, Planning and Policy*, 13(2), 121–127. <https://doi.org/10.1080/15567249.2017.1400607>
- You, W. H., Zhu, H. M., Yu, K. ve Peng, C. (2015). "Democracy, Financial Openness, and Global Carbon Dioxide Emissions: Heterogeneity Across Existing Emission Levels". *World Development*, 66, 189–207. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2014.08.013>
- Zafar, M. W., Mirza, F. M., Zaidi, S. A. H. ve Hou, F. (2019). "The Nexus of Renewable and Nonrenewable Energy Consumption, Trade Openness, and CO2 Emissions in the Framework of EKC: Evidence from Emerging Economies". *Environmental Science and Pollution Research*, 26(15), 15162–15173. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04912-w>
- Zambrano-Monserrate, M. A., Silva-Zambrano, C. A., Davalos-Penafiel, J. L., Zambrano-Monserrate, A. ve Ruano, M. A. (2018). "Testing Environmental Kuznets Curve Hypothesis In Peru: The Role of Renewable Electricity, Petroleum and Dry Natural Gas". *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 82, 4170–4178. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2017.11.005>
- Zeng, K. ve Eastin, J. (2012). "Do Developing Countries Invest Up? The Environmental Effects of Foreign Direct Investment from Less-Developed Countries". *World Development*, 40(11), 2221–2233. <https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2012.03.008>
- Zhang, Y. J. (2011). "The Impact of Financial Development on Carbon Emissions: An Empirical Analysis in China". *Energy Policy*, 39(4), 2197–2203. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2011.02.026>
- Zhao, X., Burnett, J. W. ve Lacombe, D. J. (2013). "Province-level Convergence of China CO2 Emission Intensity: A Spatial Dynamic Panel Data Analysis". VII World Conference of the Spatial Econometrics Association.
- Zhu, H., Duan, L., Guo, Y. ve Yu, K. (2016). The Effects of FDI, Economic Growth and Energy Consumption on Carbon Emissions in ASEAN-5: Evidence from Panel

Quantile Regression. *Economic Modelling*, 58, 237–248.
<https://doi.org/10.1016/j.econmod.2016.05.003>

Zivot, E. ve Andrews, 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

Adı ve SOYADI	Abdullah Emre ÇAĞLAR
Doğum Yeri - Tarihi	Antakya- 1991
EĞİTİM DURUMU	
Mezun Olduğu Lise	Antakya Lisesi, Antakya, 2009.
Lisans Diploması	Pamukkale Üniversitesi İİBF, Ekonometri Bölümü, 2013.
Yüksek Lisans Diploması	Pamukkale Üniversitesi SBE, Ekonometri Anabilim Dalı, 2015.
Yüksek Lisans Tez Konusu	Yapısal Kırılmalı Birim Kök Testlerinin Küçük Örneklem Özelliklerinin Karşılaştırılması
Yabancı Dil	İngilizce
E-Posta	emreacaglar@gmail.com