

Ekolojik Ekonomi Üzerine Üç Makale: AB Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Çevresel Regülasyonlar ve Teknolojik İnovasyon

Elif Koçak



Ekolojik Ekonomi Üzerine
Üç Makale: AB Ülkelerinde
Ekonomik Büyüme,
Çevresel Regülasyonlar ve
Teknolojik İnovasyon

Elif Koçak



Published by

Özgür Yayın-Dağıtım Co. Ltd.

Certificate Number: 45503

📍 15 Temmuz Mah. 148136. Sk. No: 9 Şehitkamil/Gaziantep

☎ +90.850 260 09 97

📞 +90.532 289 82 15

🌐 www.ozgurayinlari.com

✉ info@ozgurayinlari.com

Ekolojik Ekonomi Üzerine Üç Makale: AB Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Çevresel Regülasyonlar ve Teknolojik İnovasyon

Elif Koçak

Language: Turkish

Publication Date: 2024

Cover design by Mehmet Çakır

Cover design and image licensed under CC BY-NC 4.0

Print and digital versions typeset by Çizgi Medya Co. Ltd.

ISBN (PDF): 978-975-447-888-4

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub440>



This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0). To view a copy of this license, visit <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>
This license allows for copying any part of the work for personal use, not commercial use, providing author attribution is clearly stated.

Suggested citation:

Koçak, E. (2024). *Ekolojik Ekonomi Üzerine Üç Makale: AB Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Çevresel Regülasyonlar ve Teknolojik İnovasyon*. Özgür Publications.

DOI: <https://doi.org/10.58830/ozgur.pub440>. License: CC-BY-NC 4.0

The full text of this book has been peer-reviewed to ensure high academic standards. For full review policies, see <https://www.ozgurayinlari.com/>



Bu doktora tezi, canım kızım Asya Nare'ye ithaf edilmiştir...

Önsöz

Bu tez çalışmasının en başından en sonuna kadar bana yol gösteren, engin bilgi ve tecrübeleriyle emeğini ve desteğini esirgemeyen değerli hocam Doç. Dr. Mehmet Akif DESTEK'e sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Üzerimde emeği sonsuz olan ve hakkını asla ödeyemeyeceğim biricik anneme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Rahmetli babamı minnetle yâd ediyorum. Doktora eğitimim boyunca bana gösterdiği sabrı, sevgisi, ilgisi ve desteği için sevgili eşime sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Bu süreçte hayatımıza dahil olan ve varlığıyla beni motive eden canım kızıma sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Ağustos, 2023

Elif KOÇAK

İçindekiler

| | |
|--|-----|
| Önsöz | iii |
| Kısaltmalar | ix |
| Giriş | 1 |
| | |
| 1 Ekonomik Büyüme ve Çevre | 7 |
| Ekonomik Büyüme Kavramı | 7 |
| Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliği İlişkisi | 11 |
| Çevreye Yönelik Uluslararası Çalışmalar | 15 |
| Avrupa Birliği Ülkelerinde Kişi Başına Düşen GSYH ve CO2 Emisyonu İlişkisi | 19 |
| Ekonomik Büyüme ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması | 22 |
| Model, Veri ve Yöntem | 27 |
| Ampirik Bulgular | 31 |
| Tartışma | 33 |
| | |
| 2 Regülasyonların Çevre Üzerindeki Etkinliği | 35 |
| Çevre ve Çevre Kirliliği | 35 |
| Dışsallık Teorisi | 40 |
| Dışsallıkların Ortadan Kaldırılması için Uygulanan Politikalar | 43 |
| Avrupa Birliği Ülkelerinde Çevre Vergileri ve CO2 Emisyonu İlişkisi | 50 |
| Regülasyon ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması | 54 |
| Model, Veri ve Yöntem | 58 |
| Ampirik Bulgular | 59 |
| Tartışma | 61 |
| | |
| 3 Teknolojik İnovasyon ve Çevre | 63 |
| İktisat Kuramlarına Göre Teknoloji ve Teknolojik İnovasyon | 63 |
| Teknolojik İnovasyon ve Çevre İlişkisi | 67 |

| | |
|---|----|
| Enerji ve Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması | 68 |
| Avrupa Birliği Ülkelerinde Yeşil Teknoloji ve CO2 Emisyonu İlişkisi | 73 |
| Teknolojik İnovasyon ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması | 77 |
| Model, Veri ve Yöntem | 82 |
| Ampirik Bulgular | 83 |
| Tartışma | 86 |
| | |
| Sonuç ve Politika Önerileri | 89 |
| Kaynaklar | 97 |

Kısaltmalar

2SLS: Two Stage Least Squares

AB: Avrupa Birliği

ABD: Amerika Birleşik Devletleri

ARDL: Autoregressive Distributed Lag

AR-GE: Araştırma Geliştirme

BEM: Big Emerging Markets

BİT: Bilgi ve İletişim Teknolojileri

BRICS: Brazil, Russia, India, China and South Africa

CCE-MG: Common Correlated Effects Mean Group Estimator

ÇKE: Çevresel Kuznets Eğrisi

ÇR: Çevresel Regülasyonlar

DOLS: Dynamic Ordinary Least Squares

DYY: Doğrudan Yabancı Yatırımlar

EKC: Environmental Kuznets Curve

EU: The European Union

FMOLS: Fully Modified Ordinary Least Squares

GDP: Gross Domestic Product

GLS: Generalized Least Square

GMM: Generalized Method Of Moments

GSYH: Gayri Safi Yurtiçi Hasıla

LMDI: Logarithmic Mean Divisia Index

OECD: The Organization for Economic Cooperation and Development

OLS: Ordinary Least Squares

PHH: Pollution Haven Hypothesis

SAARC: South Asian Association for Regional Cooperation

SITRPAT: Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology

GİRİŞ

A. Araştırmanın Konusu ve Problemi

Dünya için var olan tehditler listesinde küresel ısınma giderek üst sıralara doğru tırmanmaktadır. Küresel ısınmanın bu denli büyük bir tehdede dönüşmesindeki nedenlere bakıldığında nitroz oksit (N_2O), karbon dioksit (CO_2), metan gazı (CH_4) ve ozon gazı (O_3) gibi gazları bünyesinde barındıran sera gazlarının başı çektiği görülmektedir (Türkeş vd., 2000: 3). Ayrıca bu gazların yanı sıra karbon monoksit (CO), sülfür dioksit (SO_2), azot monoksit (NO), hidroflorür karbonlar (HFCs), sülfürhekza florid (SF_6) gibi gazlarında sera gazlarının içerisinde yer aldığı bilinmektedir. Dünya nüfusunun giderek artmasıyla doğru orantılı olarak tüketim ihtiyaçları da beraberinde artış göstermiştir. Artan tüketim ihtiyaçları ise sanayi devrimiyle beraber kitlesel üretimlerin hızlanması neticesinde karşılanmaya başlanmıştır. Elbette ki daha fazla üretim yapılabilmesi için daha fazla enerji tüketimine ihtiyaç duyulmuştur. Ortaya çıkan enerji ihtiyaçları ise fosil yakıtlarla karşılanmaya çalışılmış olup, CO_2 emisyonunun salınmasına neden olarak çevre kirliliğini artırmıştır (Bozkurt ve Okumuş, 2015: 24). CO_2 emisyonunun artması neticesinde baş gösteren küresel ısınma ve çevresel felaketler, ülkeleri çevre politikaları konusunda önlem almaya teşvik etmiş ve ülkeler çevre kirliliğinin önüne geçebilmek adına yeni politikalar uygulamaya başlamıştır. Bunun için ekonomik büyüme hedefi en yüksek olan ülkelerin birçoğu sürdürülebilir kalkınmayı amaç edinmişlerdir. Buradaki maksat üretim esnasında açığa çıkan sera gazları salınımını azaltmak ve/veya tamamen önlemektir. Çevre kirliliğine neden olan sera gazları sanayi üretimleri esnasında ortaya çıktığı için çevre kirliliği ekonomik büyüme ile ilişkilendirilmiştir (Destek, 2018: 269). Çevre kirliliğinin önüne geçilemediği takdirde ise başta iklimlerde görülen sapmalar olmak üzere birçok çevresel felaketle karşı karşıya kalınabilecektir.

İklimlerde meydana gelen sapmalar birçok alanı etkilemektedir. Örneğin; söz konusu bu sapmalar biyolojik çeşitlilik kaybına neden olabildiği gibi aynı zamanda fırtına, sel, kuraklık vb. gibi çeşitli doğal afetlere de yol açabilmektedir. Ayrıca iklim değişiklikleri bazı sektörler üzerinde de etkili

olarak ekonomik büyümeye zarar verebilmektedir. İklim değişikliğinin sektörel etkilerinin ise en çok tarım, turizm ve enerji sektörleri üzerinde kendisini göstermesi beklenmektedir. Örneğin, tarım sektöründeki en önemli etkilerinden biri deniz suyu seviyesinin yükselmesidir. Söz konusu bu durum sahile yakın konumda bulunan tarım alanlarını deniz seviyesi yükselişine bağlı olarak sel baskınlarına maruz bırakabilmektedir. Dolayısıyla sel baskınlarına maruz kalan tarım alanlarında verimlilik azalmakta ve tarıma uygun alanlarda artan fırtına ve sel nedeniyle meydana gelen erozyonlar neticesinde zarar görmektedir. Ayrıca tüm bu durumlar yer altı su kaynaklarını da olumsuz etkileyebilmektedir (Reti, 2008). İklim değişikliğinin etkilediği bir diğer sektör ise turizm sektörüdür. Özellikle kış turizmi için uygun olan ülke ve bölgeleri küresel ısınma nedeniyle önemli ölçüde etkileyerek çarpan etkisiyle ciddi bir gelir kaybına neden olabilmektedir (Scott vd., 2006). Enerji üzerindeki etkilerine bakıldığında ise deniz suyu seviyesinin yükselmesi sahil şeridinde bulunan enerji tesisleri için tehlike arz etmektedir. Aynı zamanda rüzgâr enerjisi, güneş enerjisi ve biyoenerji gibi yenilenebilir enerji kaynakları doğrudan veya dolaylı olarak iklimle alakalı oldukları için, iklimlerde görülen sapmalar söz konusu bu enerji kaynaklarını olumsuz olarak etkileyebilmektedir (Ebinger, 2011). Sayılan tüm bu etkiler ciddi ekonomik kayıplara yol açmakta ve sermayenin yıpranmasına neden olmaktadır. Dolayısıyla mevsimlerdeki sapmalar ülkelerin ekonomik büyümelerini doğrudan ve dolaylı bir şekilde etkileyebilmektedir. Tüm bu nedenlerden ötürü küresel ısınma ve iklim değişikliğine neden olan faktörler tespit edilip, söz konusu bu faktörlere karşı gerekli önlemlerin alınması hayati önem arz etmektedir.

B. Araştırmanın Amacı ve Önemi

Bu tezin amacı üç farklı etmenin çevre kirliliği ile ilişkisini üç farklı boyutta incelemektir. Ekonomik büyüme, çevresel regülasyonlar ve teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri konusunda literatürde heterojen sonuçların elde edildiği görülmektedir. Sözü edilen üç farklı etmen, Çevresel Kuznets Eğrisi bağlamında birbirinden bağımsız modeller ile üç temel soruya cevap vermektedir. Bu doğrultuda öncelikle ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında bir ilişkinin gerçekte var olup olmadığı tespit edilmektedir. Daha sonrasında ekonomik büyümenin çevreye verdiği zararı azaltmak ve/veya önlemek için devletlerin çevre kirliliğini azaltmadaki etkin rolünün olup olmadığı araştırılmaktadır. Son olarak ise çevre kirliliğinin azaltılmasında ve/veya önlenmesinde teknolojiden fayda sağlanıp sağlanmadığı incelenmektedir. Bunun için üç farklı literatür taraması yapılmış olup; en güvenilir sonuçlar için üç farklı ampirik model oluşturularak yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil ekonometrik yöntemler ile analizler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmanın literatüre muhtemel katkıları şu şekildedir:

- i) ÇKE'nin incelendiği çalışmalarda ele alınan ülke grubunun genellikle dönüm noktasına ulaşmış olmadığıyla ilgilenilmemektedir. Bu tez çalışmasında literatürden farklı olarak, ülkelerin dönüm noktasına ulaşmış olmadığı kontrol edilmekte ve dönüm noktasına ulaşmamış ülkeler için politika önerilerinde bulunmaktadır.
- ii) Çevresel regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkilerine dair çok az sayıda çalışma mevcuttur. Söz konusu çalışmalarda çevresel regülasyonların doğrudan etkilerine odaklanılmakta, dolaylı etkileri ise göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada çevresel regülasyonların hem doğrudan hem de dolaylı etkilerinin incelenmesi suretiyle literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.
- iii) Teknolojik inovasyonun çevre üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda teknolojik inovasyonun dolaylı etkileri genellikle göz ardı edilmektedir. Bu çalışmada teknolojik inovasyonun hem doğrudan hem de dolaylı etkilerinin incelenmesi suretiyle literatüre katkı sağlaması beklenmektedir.

C. Araştırmanın Yöntemi

Bu çalışmada 17 AB ülkesi için (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) ekonomik büyüme, çevresel regülasyonlar ve teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri üç ayrı bölümde üç ayrı model olarak araştırılmıştır. Birinci bölümde ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Bunun için öncelikle ekonomik büyümeye neden olan etmenler anlatılmıştır. Burada ekonomik büyüme ve ekonomik büyümeye neden olan etmenlerin anlaşılması açısından bilgi verilmiştir. Ardından ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisi irdelenmiştir. Böylece Çevresel Kuznets Eğrisi bağlamında ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri açıklanmıştır. Bunun yanı sıra çevreye yönelik uluslararası anlaşmalardan bahsedilmiştir. Burada ülkelerin küresel ısınmaya karşı almış oldukları önlemler anlatılmıştır. Ayrıca bazı AB ülkelerinin ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkisi grafik üzerinden yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu noktada, ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkileri seçilen ülkelerin verileri ışığında değerlendirilmiştir. Son olarak ise, seçilen AB ülkelerinde 1993-2018 yılları arası baz alınarak ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişki yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel veri analizleriyle yorumlanmaya çalışılmıştır.

İkinci bölümde çevresel regülasyonların çevre kirliliğine olan etkileri araştırılmıştır. Bunun için öncelikle çevre, çevre kirliliğine neden olan etmenler ve çevre kirliliğinin çeşitleri anlatılmıştır. Böylece çevre kalitesi ve ekolojik dengeyi bozan faktörlere dair bilgi verilmiştir. Daha sonra çevre kirliliğinin meydana getirmiş olduğu dışsallıklar, dışsallıkların ortadan kaldırılmasında kamusal politikalar ve piyasa çözümlenmeleri anlatılmıştır. Bu noktada çevre kirliliğinin önlenmesi adına uygulanan politikalara yer verilmiş ve kirliliğin ortadan kaldırılabilmesi için gerekli olan unsurlar açıklanmaya çalışılmıştır. Bunun yanı sıra bazı AB ülkelerinde çevresel regülasyonlar ile çevre kirliliği ilişkisi grafik yardımıyla yorumlanmaya çalışılmıştır. Burada çevresel regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkileri seçilen ülkelerin verileri ışığında değerlendirilmiştir. Son olarak, seçilen AB ülkelerinde 1995-2018 yılları arası baz alınarak çevresel regülasyonlar ve çevre kirliliği arasındaki ilişki yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel veri analizleriyle yorumlanmaya çalışılmıştır.

Üçüncü bölümde ise teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Burada öncelikle iktisat kuramlarına göre teknoloji ve teknolojik inovasyon açıklanmıştır. Böylece teknolojinin teorik olarak hangi temellere dayandığına dair bilgi verilmiştir. Daha sonra teknolojik inovasyon ve çevre ilişkisi anlatılmış olup, enerji ve enerji kaynaklarının sınıflandırılması konularına değinilmiştir. Bu noktada ekonomik büyümenin sağlanması için olmazsa olmaz bir unsur olan teknolojinin çevre kirliliğine neden olan ve/veya çevre kirliliğini ortadan kaldıran tarafları açıklanmış ve bunun yanı sıra teknoloji sayesinde kullanılabilir hale gelen ve üretimlerin artırabilmesi adına büyük önem arz eden enerji kaynakları genel hatlarıyla anlatılmıştır. Ayrıca bazı AB ülkelerinde teknolojik inovasyon ve çevre ilişkisi grafik yardımıyla yorumlanmaya çalışılmıştır. Bu noktada, teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri seçilen ülkelerin verileri ışığında değerlendirilmiştir. Son olarak, seçilen AB ülkelerinde 1995-2018 yılları arası baz alınmış ve teknolojik inovasyon ile çevre kirliliği arasındaki ilişki yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel veri analizleriyle yorumlanmaya çalışılmıştır.

Ekonomik büyümenin, çevresel regülasyonların ve teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri ilk olarak yatay kesit bağımlılığı (CD) testi ile araştırılmış ve yatay kesit bağımlılığının var olması durumunda ikinci nesil panel veri tekniklerinden faydalanılmıştır. Durağanlık incelemesi için CIPS birim kök testi kullanılmıştır. Eşbütünleşme ilişkisi, Westerlund hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi ile incelenmiştir. Uzun dönem katsayı tahmincisi için ise CCE-MG testi kullanılmıştır.

D. Hipotezler

Çalışmada ekonomik büyüme, çevresel regülasyonlar ve teknolojik ilerleme üzerine kurulan hipotezler şu şekildedir:

H_1 = Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde ilişki mevcuttur.

H_2 = Çevresel regülasyonlar etkindir.

H_3 = Kirlilik sığmağı hipotezi geçerlidir.

H_4 = Teknolojik ilerlemeler çevresel kaliteye katkı sağlamaktadır.

E. Sınırlılıklar

Çalışma üç ana bölümden oluşmaktadır. Birinci bölümde ekonomik büyümenin çevre üzerindeki etkileri açıklanmıştır. İkinci bölümde regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkinliği anlatılmıştır. Üçüncü bölümde ise teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkilerinden bahsedilmiştir. Ülke grubu olarak özellikle ekonomik büyüme hedeflerini gerçekleştirerek gelişmiş ülke kategorisine giren, çevresel regülasyonların ve çevresel inovasyonların en fazla uygulandığı ülkeler arasından 17 AB üye ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) seçilmiştir. Bu çalışmanın temel sınırlılığı oluşturulan veri setleridir. Her üç bölüm içinde ilerleyen yıllarda veri setlerinin genişlemesiyle birlikte daha kapsamlı analizler yapılabilir ve oluşturulan ampirik modeller için daha iyi göstergeler ortaya çıkabilir. Bununla birlikte söz konusu bu çalışma için aşağıda sınırlılıklar detaylı olarak anlatılmıştır.

Birinci bölümde 1993-2018 dönemi baz alınarak yıllık veri seti kullanılmıştır. Analize konu olan değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla ve 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın karesi olarak belirlenmiştir.

İkinci bölümde 1995-2018 dönemi baz alınarak yıllık veri seti kullanılmıştır. Analize konu olan değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, doğrudan yabancı yatırım-net girişlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, ticari faaliyetlerin gayri safi yurt içi hasıla yüzdesi ve çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi ile ticari faaliyetlerin gayri safi yurt içi hasıla yüzdesinin çarpımı olarak belirlenmiştir.

Üçüncü bölümde 1995-2018 dönemi baz alınarak yıllık veri seti kullanılmıştır. Analize dahil edilen değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji, milyar kWh cinsinden yenilenemeyen enerji, finansal gelişme endeksi, çevresel teknolojiler ve çevresel teknolojiler ile finansal gelişim endeksinin çarpımı olarak belirlenmiştir.

Ekonomik Büyüme ve Çevre

Çalışmanın bu bölümünde öncelikle ekonomik büyüme kavramı, ekonomik büyümeyi etkileyen faktörler ve çevreye yönelik uluslararası anlaşmalardan bahsedilecektir. Daha sonra ekonomik büyüme ve çevre kirliliği ilişkisi anlatılacak olup, bazı AB ülkeleri açısından ekonomik büyümenin karbon emisyonu üzerindeki etkisi grafik yardımıyla değerlendirilecektir. Son olarak ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkileri ekonometrik yöntemler yardımıyla analiz edilecektir.

1.1. Ekonomik Büyüme Kavramı

İnsanoğlunun tarih sahnesine çıkmasıyla birlikte belirli periyotlar halinde bireylerin ihtiyaçları ve yaşam standartları sürekli olarak değişim göstererek her dönemde farklı bir yenedünya düzeni oluşmuştur (Öztürk, 2002: 48). Bilindiği üzere çağın değişmesiyle beraber insan ihtiyaçları da değişim göstermektedir. Bu değişimin getirdiği ihtiyaçlar ise ekonomik büyüme faaliyetleri sayesinde giderilebilmektedir. Bu nedenle ekonomik büyüme iktisat literatüründe sıkça karşımıza çıkan bir araştırma konusudur. Peterson (1994: 480)'e göre ekonomik büyüme mal ve hizmet ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla üretim kapasitesinin artırılmasıdır. Ekonomik büyüme ifade edilirken birçok farklı tanımla karşılaşılrsa da, en genel tanımı kişi başına düşen reel gayri safi yurt içi hasılanın sürekli olarak artması ve ülkenin üretim kapasitesinin zaman içerisinde sürekli olarak genişlemesi şeklinde yapılabilmektedir (Ünsal, 2017: 14).

Mal ve hizmetlerdeki artış ile ülkenin üretim kapasitesindeki artış üretim imkânları eğrisini gündeme getirmektedir. Üretim imkânları eğrisi kıt kaynakların optimum düzeyde üretim sürecine dahil edilerek elde

edilebilecek en yüksek çıktı miktarını gösteren bir eğridir (Boyes ve Melvin, 2013: 17). Üretim imkânları eğrisi bu tanım üzerinden değerlendirildiğinde ekonomik büyümenin bir göstergesi olduğu ortaya çıkmaktadır. Üretim imkânları eğrisinin sağa kayması ekonomide tam istihdam düzeyinin sağlanmasıyla birlikte üretim kapasitesinin artırılarak çıktı miktarının arttığını göstermektedir. Hem üretilen mal ve hizmetlerin artması hem de üretim kapasitesinin artması ekonomik büyümenin tanımı gereği, ekonomik büyümenin gerçekleştiğini göstermektedir (Ülgen, 2007: 351). Bu durum ise bireylerin yaşam standartlarının artarak toplumda genel anlamda bir refah seviyesinde yükseliş görülmesi anlamını taşımaktadır.

Ekonomik büyüme birçok faktörden etkilenmektedir. Aşağıdaki başlıkta ekonomik büyümeyi etkileyen bu faktörler kısaca açıklanmaya çalışılacaktır.

1.1.2 Ekonomik Büyümeyi Belirleyen Etmenler

Ekonomik büyüme yukarıda belirtildiği gibi kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılanın ve ülkelerin üretim kapasitelerinin artmasıyla meydana gelmektedir. Ekonomik büyümeyi etkileyen birden fazla etmen vardır. Bu etmenlerin ekonomik büyümeyi etkileme dereceleri ise ülkeden ülkeye değişiklik göstermektedir. Ekonomik büyümeye katkı sunan en önemli üretim faktörlerinden biri emektir. Zira çıktı esnekliğine bağlı olarak ekonomik büyümeyi artırdığı ortaya konulmuştur (Vergil ve Abasız, 2008: 171). İktisat biliminin ilgilendiği emek bireylerin beden gücünü kullanarak enerji tükettiği emek değil, üretim süreçlerine dahil olan ve üretimi artıracak çaba sarfettiği emektir. Kaynakların doğa tarafından insanlara adil dağıtılmaması medeniyetlerin gelişmesini sağlamıştır. Böylece bireyler yaratıcı düşünerek ve düşüncelerini eylemlere yani emeğe dökerek ortaya yeni bir uğraş çıkarmıştır. Her çağda üretimin artması bireylerin belirli bir emek ortaya koymalarıyla meydana gelmiştir (Doğruyol ve Aydın, 2015: 263). Tabii ki üretimin artması tek bir faktörle meydana gelecek bir durum değildir. Mutlaka üretim faktörlerinin birlikte üretim sürecine dahil edilmesiyle ortaya çıkmaktadır (Bocutoğlu, 2012: 149).

Ekonomik büyümeye etki eden bir diğer faktör ise sermayedir. Sermaye birikimi bireylerin elinde bulundurduğu servet anlamında olmayıp, üretimi artıracak olan gerekli makine, bina, fabrika vs. gibi teçhizatları ifade etmektedir (Ison ve Wall, 2006: 100). Sermaye birikimi öncelikle gelişmekte olan ülkeler için büyük önem arz etmektedir. Ekonomik büyümenin ve ülkelerin kalkınmasının en temel faktörü sermaye olarak kabul edilmektedir. Sermaye birikimi gerek ölçek ekonomilerinin gerekse artan getirinin ilk basamağıdır. Bu durumun yanı sıra sermaye ne kadar fazla ise o kadar fazla Ar-

Ge çalışmalarını desteklenerek teknolojik gelişmeler ortaya çıkarılabilmektedir. Sermaye birikimi aynı zamanda konforlu çalışma alanları sunarak, emek üreticilerin daha verimli ve adaptif çalışmasını sağlayarak üretimi artırmaya yardımcı olmaktadır. Bir diğer etkisi ise firmaları yatırım yapmaya teşvik etmektedir. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında sermayenin ekonomik büyüme üzerindeki etkisinin büyük olduğu anlaşılmaktadır (Karataş ve Çankaya, 2010: 35-36).

Ar-Ge faaliyetleri ve teknoloji de ekonomik büyümeye etki eden faktörler arasında yer almaktadır. Buna göre teknolojik inovasyon denildiğinde yeni bir ürün tasarımından, üretim tekniklerine kadar birçok yeniliği bünyesinde barındıran bir sistem akla gelmektedir. Aynı zamanda Ar-Ge süreçleri yeni üretim teknikleri için olabileceği gibi, aynı zamanda yaparak öğrenme ya da öğrenerek öğrenme gibi faktörleri içerebilmekte ve bu sayede de teknolojik inovasyon gerçekleştirilebilmektedir (Taymaz, 1993: 551). Teknolojik ilerleme ekonomik büyümenin en önemli dinamiklerinden birisidir. Teknoloji insan ihtiyaçlarına en kısa yoldan en hızlı şekilde cevap verebilecek güce sahip olmakla birlikte ürünlerin daha az maliyetle maksimum olarak üretilmesine olanak tanımaktadır. İnsan gücünün yerini makinelerin almasıyla hem üretim miktarının artması hem de üretim kapasitesinin genişlemesi sayesinde ülkeler hızlı bir şekilde ekonomik büyümelerini gerçekleştirebilmektedir (Eren, 1981: 8). Kısacası ülkelerin hızlı bir şekilde büyümeleri yeni icatlar ve akabinde gelişen teknolojik inovasyonlar sayesinde mümkün olabilmektedir (Solow, 1956: 65). Ülkelerin ekonomik büyüme farklılıklarına bakıldığında kendi bünyesinde barındırdığı doğal kaynakların da önemli bir unsur olduğu karşımıza çıkmaktadır (Parasız, 1997:4). Ülkelerin kalkınması tarım ekonomisinden sanayi ekonomisine doğru evrilmiştir. Bakıldığında genel olarak bu sıralamayla endüstrilerin geliştiği görülmektedir. İlk olarak demir madeni ile ilgili endüstrileşme meydana geldikten sonra kömür endüstrisi ve makine gibi mühendislik gerektiren endüstriler ve petrol gibi kimya endüstrileri gelişmiştir. Bu durum dikkate alındığında ülkenin sahip olduğu doğal kaynaklar önem arz etmektedir (Özsabuncuoğlu, 1999: 268).

Modern kalkınma literatürüne bakıldığında beşeri sermaye ile ekonomik büyüme arasındaki tartışmanın önemli bir yer tuttuğu gözlemlenmektedir. Beşeri sermaye bireylerin bilgi birikimleri ve becerileriyle ekonomik faaliyetlere katkı sağlaması şeklinde tanımlanabilir. İnsana verilen değerlerin artmasıyla birlikte beşeri sermayenin niteliği de artmakta ve üretim sürecinin olmazsa olmazı haline gelmektedir. Kalkınma politikaları oluşturulurken beşeri sermaye ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki göz önüne alınmaktadır. Beşeri sermaye kavramının ortaya çıkışı iktisat biliminin doğuşuyla birlikte olmuştur. Ancak bu kavramın teorik olarak bir bütünlük kazanması II. Dünya Savaşı'ndan

sonraki döneme tekabül etmektedir (Kiker, 1971: 51-53). Beşeri sermaye özellikle eğitim ve sağlık gibi unsurlar sayesinde zenginleşebilmektedir. Eğitim ve sağlık beşeri sermaye için olmazsa olmaz unsurların başında yer almaktadır. Söz konusu bu iki unsur dışında ise iş gücü transferi de beşeri sermayenin zenginleşebilmesi için önemli bir dinamiktir (Karagül, 2002: 77). Teknolojinin icadı ve geliştirilmesi beşeri sermaye sayesinde mümkün olabilmektedir. Aynı zamanda teknoloji ile iş gücünün birleştirilmesi yine beşeri sermayenin katkıları sayesinde gerçekleşebilmektedir (Lombardini, 1996: 85). Bireylerin bir sermaye unsuru olmasından dolayı bireyler nitelikli ya da nitelsiz olarak ekonomik sürece dahil olmaktadır (Tunç, 1998: 84). Tüm bu durumlar pozitif dışsallıkların meydana gelmesini sağlayarak beşeri sermayenin daha verimli olmasına olanak tanımakta ve sonuç olarak ekonomide daha fazla bilgi stoğuna sahip olmaktadır (Psacharopoulos, 1995: 2).

Dış ticaret iktisadi büyümenin temel unsurlarından birisi olmakla birlikte dış ticaret ve ekonomik büyüme arasındaki ilişki uluslararası iktisat biliminin ortaya çıktığı zamana kadar uzanmaktadır. Dış ticaret ithalat ve ihracat işlemlerinden oluşmakla beraber ithalat ve ihracat gibi döviz giriş-çıkışını sağlayan faaliyetler farklı ülkelerin birbirleriyle ekonomik ilişkide bulunabilmesi açısından önemli bir gerekliliktir. Ekonomik büyüme ve kalkınma dış ticaretin en temel amaçlarından biridir. Tarım, sanayi ve hizmet sektörleri dış ticaret işlem hacminin en büyük kısmını oluşturmaktadır. Ayrıca sanayinin gelişmesi dış ticaret işlemlerini büyük oranda artırarak ekonomik büyümeye ciddi katkılar sağlayabilmektedir (Şerefli, 2016: 137). Gelişmekte olan ülkeler üretimlerini artırmak suretiyle ekonomik büyüme gerçekleştirerek gelişmiş ülke konumuna yükselmeyi amaçlamaktadırlar. Bunun için ise gelişmekte olan ülkelerin karşısında finansman ihtiyacı sorunu ortaya çıkmaktadır. Finansman ihtiyaçlarını ise söz konusu bu ülkeler gerek ülke içi gerekse ülke dışından karşılamaya çalışmaktadırlar (Çeştepe vd., 2013: 2). Ülkelerin temel hedefleri arasında ithalat hacmini azaltırken ihracat hacmini artırmak yer almaktadır. Dış ticaret politikası ise bu hedefleri gerçekleştirmek doğrultusunda alınan kararlardan oluşmaktadır. Nüfusun artmasına paralel olarak insan ihtiyaçlarının da sürekli artış göstermesi ülkeleri dış ticarete yönlendirmiştir (Kesgingöz ve Karamelikli, 2015:7-8). Bu durumun yanı sıra dışa açıklık dış ticaret işlem hacmine göre tayin edilmektedir. Buna göre bir ülkenin ithalat ve ihracat hacmi ne denli fazla olursa söz konusu ülke o denli dünyaya açılabilenkte yani ticaret ağlarını genişletip daha büyük bir pazar payına sahip olabilmektedir. Tüm bu süreçler üretimin artmasına katkıda bulunurken aynı zamanda yine süreç içerisinde

meydana gelen rekabet, üretim maliyetlerini düşürebilmek adına teknolojik inovasyonu da tetiklemektedir (Chang vd., 2009: 33).

Doğrudan yabancı yatırımlar ekonomik büyümeye etki eden unsurlar arasında yer almaktadır. Doğrudan yabancı yatırımlar bir ülkede bir firmanın satın alınması, satın alınan firmaya finansal destek sağlanması ya da firmanın sermayesini artırmak şeklinde yapılan yatırımlardır. Bu sayede, yatırım yapılan firmaların kontrol yetkisine de sahip olunmasını sağlamaktadır (Karluk, 2002: 466). Ayrıca doğrudan yabancı yatırımlar sadece sermaye değil, aynı zamanda teknolojik inovasyon ve istihdam kaynağıdır (Ekinci, 2011:72). Kısacası doğrudan yabancı yatırımlar çok uluslu şirketlerin başka bir ülkedeki şirketlere mal varlıklarını kontrol etmek amacıyla yatırım yapmasıdır (Moosa, 2002: 1). Bir ülkenin iktisadi olarak büyümesinde ve kalkınmasında yatırımlar büyük rol oynamaktadır. Öyle ki görece sermayesi yetersiz olan ülkelerin yatırımlarının az olması o ülkelerin rekabet gücünü azaltırken aynı zamanda toplum refahında da düşüş meydana getirmektedir. Yerli sermaye gerek yatırım için gerekse rekabet ve ülke refahında artış olabilmesi için önem arz etmektedir. Aksi takdirde sermaye ihtiyacı ya borçlanılarak ya da doğrudan yabancı yatırımlarla karşılanabilmektedir. Gelişmekte olan ülkeler için özellikle doğrudan yabancı yatırımlar büyük faydalar sağlayabilmektedir (Zhang, 2006: 4). Ekonomik büyümeye etki eden etmenlerden bir diğeri ise finansal gelişmişliktir. Finans sistemi sayesinde bireyler tasarruflarını yatırıma dönüştürebilmekte ve riskleri paylaşarak risk düzeyini en aza indirebilmektedir. Ayrıca son yıllarda BIT'in gelişmesiyle birlikte bilginin yayılma hızı artmıştır. Söz konusu bu artıştan finans sistemi olumlu olarak etkilenmekte ve böylece ekonomik büyümeye katkı sağlamaktadır (Ulucak, 2015: 19).

Ekonomik büyüme ülkelerin kalkınması için olmazsa olmaz bir unsurdur. Ancak ekonomik büyüme ülkelerin kalkınmasını sağlarken, diğer yandan da çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Aşağıdaki başlıklarda bu konu üzerinde durulacaktır.

1.2. Ekonomik Büyüme ve Çevre Kirliliği İlişkisi

Sanayi devriminin gerçekleşmesiyle birlikte sosyal, kültürel, çevresel ve teknolojik alanlarda birçok değişiklik meydana gelmiştir (Akova, 2008: 8). Endüstriyel devrimle beraber insan gücünün yerini makinelerin alması üretimdeki artışı hızlandırmış ve böylece ülkeler de ekonomik büyümelerini daha hızlı bir şekilde gerçekleştirmeye başlamıştır. Nüfusun artmasıyla birlikte bireylerin ihtiyaçlarında meydana gelen artışlar yeni icatlara ve teknolojik ilerlemeye de zemin hazırlamıştır. Böylece ihtiyaçlar ne kadar artmış olursa

olsun üretimin hızlı olmasıyla birlikte ihtiyaçlara da hızlı bir biçimde cevap verilebilmiştir. Sonuç olarak makinelerle seri bir şekilde üretim yapılabilmesi gelir düzeylerini artırmış ve buna bağlı olarak da tüketim artmıştır. Artan tüketim ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına üretimin artması da daha fazla enerji kullanımına yol açmıştır. Dolayısıyla bireylerin yaşam standartlarının artması ile üretim artışı ve enerji ihtiyaçları doğru orantılı bir şekilde artış göstermektedir (Sarısoy ve Yıldız, 2013: 1). Özellikle endüstriyel fabrikaların büyük oranda yer kapladığı gelişmiş ülkelerde yoğun miktarlarda fosil yakıt kullanılması bazı zararlı gazlarla birlikte özellikle karbon emisyonunun salınımını artırarak ozon tabakasına zarar verilmesine neden olmuştur (Gülmez, 2015: 18). Tüm bunların sonucunda fabrikalar daha düşük maliyetlerle daha fazla üretim yapabilmek için fosil enerji kaynaklarının kullanımını artırmak suretiyle çevreye geri dönüşü olmayan büyük zararlar vermiştir (Veziroğlu ve Şahin, 2008: 1822).

Üretim artışları neticesinde çevrenin zarar görmesi ekonomik büyüme ile çevre kirliliği ilişkisini gündeme getirmektedir. Aşağıdaki başlıklarda ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişkinin dayandığı temeller anlatılacaktır.

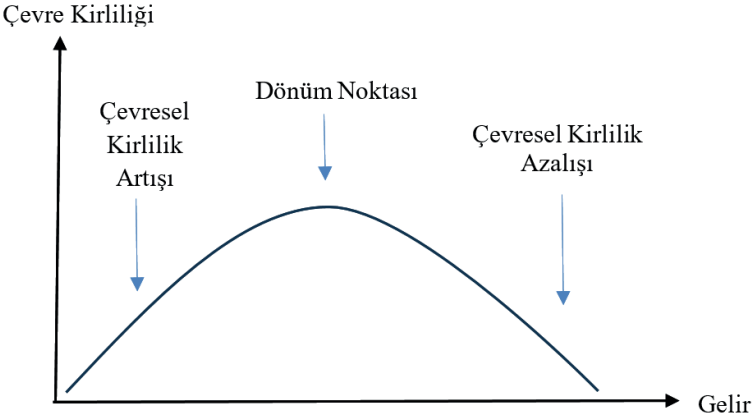
1.2.1 Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi

Çevre kalitesinin gittikçe azalması ve bu durumun dünya geneline yayılması çevre kalitesinin ülkelerin gündem başlıkları arasında yer almasına neden olmuştur. Çevre kalitesine ilginin artması toplumların bilinçlenmesi neticesinde çevre kalitesini bozan etmenleri anlama ve bu duruma önlem almak istemeleri sayesinde olmuştur. Ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasındaki ilişki, iktisat literatüründe Kuznets (1955)'in çalışmasına dayalı olarak geliştirilen hipotezler ile açıklanmaktadır. Kuznets Eğrisi hipotezine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında gelir eşitsizliği önce artmakta ancak kişi başına düşen gelir arttıkça gelir eşitsizliği azalmaktadır. Bu durumun neticesinde ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki ortaya çıkmaktadır. Kuznets Eğrisi hipotezinin ekolojik uzantısı olarak kabul edilen Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi (ÇKE) ise kişi başına düşen gelir düzeyi ile çevre koşullarının bozulması arasındaki hipotetik ilişkiyi açıklamaktadır (Dinda, 2004: 432). Yani kişi başına düşen gelir ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğu ileri sürülmektedir.

ÇKE hipotezinin ampirik olarak çalışılmaya başlanması 42 ülke için yatay kesit analizinin yapıldığı çalışmayla kişi başına düşen gelir ile çevresel bozulmanın belirleyicileri arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğu sonucuna ulaşan Grossman ve Krueger (1991) tarafından yapılmıştır.

Panayotou (1993) ise bu ilişkiyi “Çevresel Kuznets Eğrisi” hipotezi olarak adlandırmıştır. ÇKE hipotezi sanayileşme öncesinde ekonomilerde ekonomik faaliyetlerin çoğunluğu tarıma dayandığı için çevre kalitesi bu durumdan olumsuz olarak etkilenmemiştir. Sanayileşmenin başlamasıyla birlikte ise gerek doğal kaynakların daha fazla kullanılmaya başlanması, gerekse eski tip kirletici teknolojilerin kullanılması ve tüm bunların sonucunda atıkların geri dönüştürülmeden doğaya bırakılması ve de kirletici birtakım gazların havaya karışmasıyla birlikte çevre kalitesi ciddi anlamda azalmıştır. İktisadi büyümenin ilerleyen aşamalarında ise toplumların çevre konusunda bilinçlenmesi sonucunda temiz hava, temiz toprak ve temiz su kaynaklarına artan taleple birlikte yaşam kalitelerini artırabilmek adına gelirlerini daha bilinçli bir şekilde harcayarak çevreye daha duyarlı davranmakta ve çevre kalitesi gittikçe artmaktadır. Ayrıca sanayileşme sonrasında yeşil teknolojilerin kullanılmasının yanı sıra bilgi ve hizmet sektörüne geçişle birlikte hava kirliliğinde azalma meydana gelmektedir (Yandle vd., 2002:3-4).

Kişi başına düşen gelirden enerji sübvansiyonlarındaki politika bozuklukları ya da mülkiyet haklarının tam olarak korunma altına alınmaması vs. gibi piyasa aksaklıkları durumlarında azalış gözlemlenmektedir. Dolayısıyla ÇKE'nin dış büyüklük derecesi uygulanan politikalar ve piyasaların etkisiyle belirlenmektedir. Görüldüğü üzere piyasalarda aksaklık olmaması ve uygulanan doğru politikalar ekonomik büyümenin çevresel fiyatını belirlemektedir. Çevreye zarar veren sübvansiyonların kaldırılması, dışsallıkların içselleştirilmesi ve mülkiyet haklarının mutlak bir şekilde koruma altına alınması gibi politikaların uygulanması Çevresel Kuznets Eğrisi'nde daha erken dönüm noktasının elde edilmesine yardımcı olacaktır (Panayotou, 1997:467-468).



Şekil 1.1: Çevresel Kuznets Eğrisi (Kaynak: Yandle, 2002: 3)

ÇKE'nin önce pozitif bir seyir izleyip daha sonra negatif bir seyir izlemesi yani ters U şeklinde olması ölçek etkisi, kompozisyon etkisi ve teknik etki olmak üzere bu üç faktör ile açıklanmaktadır. Ölçek etkisi ÇKE'nin pozitif eğimli olan kısmını açıklarken, kompozisyon etkisi ve teknik etki bu eğrinin negatif eğimli olan kısmını açıklamaktadır (Grossman ve Krueger, 1991). ÇKE'nin ters U şeklinde olması iktisadi büyümenin ilk aşamalarında üretim ölçeğinin artmasıyla daha fazla fosil yakıt kullanılması ve daha fazla çevresel atık meydana gelmesiyle birlikte çevre kirliliği artmakta ve çevresel kalitede bozulmalar meydana gelmektedir. İktisadi büyümenin ilerleyen aşamalarında ise yapısal dönüşümle ve de zenginleşen ülkelerin Ar-Ge çalışmalarına yönelerek çevre kirliliğini azaltacak bir takım makine-teçhizat geliştirmesi yani yeşil teknolojilerin kullanılmaya başlanması çevre kirliliğinin azaltılmasında rol oynamaktadır (Dinda, 2004: 435-436).

ÇKE'nin şeklinin belirlenmesinde etkili olan söz konusu faktörler aşağıdaki başlıklarda kısaca açıklanacaktır.

1.2.1.1 Ölçek Etkisi

Ölçek etkisi ekonomik büyümenin ilk aşamalarında üretimde meydana gelen artışı ifade etmektedir. Artan nüfusla birlikte ihtiyaçlarında artması daha fazla üretim yapılmasına neden olmaktadır. Daha fazla üretim ise daha fazla hammadde ve fosil yakıt tüketimine neden olarak çevrenin kirlenmesine yol açmaktadır (Grossmann ve Krueger: 1991: 3). Ayrıca üretim ölçeği artırılırken eski tip kirletici teknolojilerin kullanılması ve filtreleme yapmadan ya da geri dönüşüme gönderilmeden atıkların direkt

olarak çevreye bırakılması çevre kirliliğine neden olarak ekolojik sisteme geri döndürülemez hasarlar verebilmektedir.

1.2.1.2 Kompozisyon Etkisi

Yapısal etki olarak da bilinen kompozisyon etkisi gelir artışının çevre üzerindeki pozitif etkilerini temsil etmektedir. Ekonomik büyüme arttıkça ekonominin yapısı da değişerek tarımdan sanayiye, sanayiden de hizmet ve bilgi sektörüne doğru bir evrimle söz konusu olmuştur. Dolayısıyla yapısal etki ekonomik faaliyetlerdeki yapısal değişim ve kaymalar şeklindeki dönüşümlerdir. Öncelikle ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliğinde artış yaşandığı görülmektedir. Zira tarımdan sanayiye geçiş gerek fabrika atıklarından gerekse üretim esnasında çevreye yayılan zehirli gazlardan ötürü çevre kirliliğine neden olmaktadır (Panayotou, 1993: 1). Ancak daha sonraları ekonomik büyüme arttıkça ekonomide yapısal dönüşüm eğilimi artar ve daha temiz üretim faaliyetleri bu doğrultuda artmaya başlamaktadır. Yapısal etki nedeniyle hizmet sektörü büyürken, sanayi sektöründe küçülme gözlenmektedir. Hizmet sektörü sanayi sektörü gibi kirlletici olmadığından çevre kalitesi artmaya başlamaktadır (Borghesi, 1996: 6).

1.2.1.3 Teknolojik Etki

Teknolojik etki, kompozisyon etkisinde olduğu gibi ÇKE'nin negatif eğimli kısmını temsil etmektedir. Ekonomik büyüme arttıkça ülkeler Ar-Ge çalışmalarına daha fazla bütçe ayırarak yatırım yapmaktadırlar. Bu sayede eski tip kirli teknolojilerin yerine çevre dostu yeşil teknolojiler geliştirilebilmekte ve bunun sonucunda ise çevre kalitesinin artması sağlanabilmektedir (Borghesi, 1999: 6–7). Ölçek etkisi ekonomik büyüme kaynaklı olarak ÇKE'nin ilk aşaması olan yukarıya doğru eğimli kısmı temsil etmektedir. Ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında kompozisyon etkisi ve teknolojik etki sayesinde ÇKE'nin ikinci aşaması olan aşağı doğru eğimli kısmı temsil etmektedir. Böylece ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasındaki ilişki ters U şeklinde meydana gelmektedir.

Çevre kirliliğinin küresel çapta bir sorun olduğunun anlaşılmasıyla birlikte, çevre kirliliğinin önüne geçebilmek amacıyla bazı anlaşmalar yapılmıştır. Aşağıdaki başlıklarda bu anlaşmalara değinilecektir.

1.3. Çevreye Yönelik Uluslararası Çalışmalar

Çevre kirliliğinin küresel çapta bir boyuta ulaşmasıyla beraber ülkeler çevre kirliliğini azaltmak ve küresel ısınmanın önüne geçebilmek amaçlı bazı uluslararası çalışmalarda bulunmuşlardır. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu bu çalışmalardan bahsedilecektir.

1.3.1 Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı

Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı Brezilya'nın Rio de Janeiro kentinde 3-14 Haziran 1992 tarihlerinde düzenlenmiştir. Bu konferansa 6 hükümet başkanı, 64 devlet başkanı, 8 başkan yardımcısı ve çok sayıda konu ile ilgili delege katılmıştır. Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansı'nın temelini ise beş konu oluşturmuştur (Gupta, 2014:46):

- “Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi”
- “Rio Deklarasyonu”
- “Gündem 21”
- “Orman ve Çölleşmeye İlişkin Metinler”
- “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”

“Gündem 21” kapsamında, çevre ve kalkınma konuları küresel bir ortaklık içinde birlikte ele alınmalıdır. “Gündem 21”in ve çevresel yükümlülüklerin uygulanmasından öncelikli olarak hükümetler sorumludur: “Kirliliği ortadan kaldırmak için 2000 yılına kadar entegre programlar geliştirilmesi, kirliliği kontrol etmek için istatistiksel bilgi toplanması, ormanla ilgili ulusal kurumların güçlendirilmesi, sürdürülebilir tarım için programlar geliştirilmesi, yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının sağlanması, şehirlerde kişi başı günlük 40 litre içme suyuna ulaşılabilmesi, nicel ve nitel atık ölçümü için standartlar geliştirilmesi, şehirlerdeki katı atıkların güvenli bir şekilde toplanması ve de bu atıkların bertaraf edilmesi, atıkların verimli bir şekilde geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanımı için ulusal programlar yapılması (gelişmekte olan ülkelerde 2010'a kadar), atık su ve katı atığın %50'sinin uygun arıtma tekniğiyle arıtılması (sanayileşmiş ülkelerde 1995'e kadar), tüm atık su ve katı atıkları 2025 yılına kadar uygun şekilde arıtmayı ve kentsel nüfusa uygun atık bertaraf hizmetleri sunmayı amaçlamaktadır. Konferansın diğer başlıkları arasında ise “İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi”, “Biyolojik Çeşitlilik Sözleşmesi” ve “Orman Prensipleri Demeci” bulunmaktadır (Çamur ve Vaizoglu, 2007: 299-300).

1.3.2 Kyoto Protokolü

Kyoto Protokolü, Japonya'nın Kyoto ilinde 1997 yılında düzenlenmiş olan bir çevre konferansıdır. Söz konusu bu konferansta iklimlerde sapmaya ve küresel ısınmaya neden olan sera gazı emisyonlarını geliştirmiş 39 ülke için 1990 yılına oranla, 2008-2012 yılları arasında en az yüzde beş oranında azaltılmasına dair bir protokol imzalanmıştır. İmzalanan bu protokolün ise yürürlüğe girme şartı 1990 yılında salınan toplam karbon emisyonu

oranının en az yüzde 55'ini açıklayan sanayileşmiş ülkelerle beraber en az 55 ülkenin parlamentoları tarafından onaylanmasıdır. Bu nedenle 1997 yılında imzalanmasına rağmen, 2005 yılında Rusya'nın katılımıyla şartlar sağlanmış ve protokol yürürlüğe girebilmiştir. Kyoto protokolünün yürürlüğe geçirmesinde en büyük etmen ABD'nin imzalamamış olmasıdır. 2009 yılı ağustos ayı itibarıyla ise 184 ülke taraf olmuştur (Koçak, 2012: 76). Gelişmiş ülke olarak ABD ve Avustralya, gelişmekte olan ülkelerden biri olan Türkiye ise bu protokolü imzalamayan ülkeler arasında yer almıştır. Ancak Türkiye 2009 yılında bu protokole dahil olmuştur. Ayrıca gelişmekte olan ülkeler arasında yer alan Çin ve Hindistan hızlı bir ekonomik büyüme göstermelerine rağmen, gelişmiş ülke kategorisinde yer almadıkları için emisyon oranlarını düşürme zorunluluğu yoktur (Okumuş, 2017: 20).

Kyoto protokolünün sağlayacağı durumlar (Türkes, 2006: 9):

1) “Gelişmekte olan ülkelerin iklim değişikliğinin etkilerine uyum sağlamalarına, temiz teknolojiye sahip olmalarına ve emisyon artışlarını sınırlandırmalarına yardımcı olmak amacıyla “IDFC” bünyesinde “Özel İklim Değişikliği Fonu” ve en az gelişmiş ülkelerin ihtiyaçlarını karşılamak üzere “En Az Gelişmiş Ülkeler Fonu” kurulacaktır. “Özel İklim Değişikliği Fonu”ndan yararlanabilmek için iklim değişikliğinin olumsuz etkilerini ortadan kaldırmaya yönelik uyum faaliyetlerine öncelik verilecektir. Teknoloji transferi ve ilgili kapasite geliştirme faaliyetleri söz konusu fondan yararlanılacak temel alanlardır. Hastalık sürveyansı ve etkilenen vektörler iklim değişikliği ve ilgili erken uyarı ve tahmin sistemlerini iyileştirmek, güçlendirmek ve gerektiğinde ulusal ve bölgesel bilgi ağlarını ve bilgi merkezlerini kurmak ve aşırı hava olaylarına hızlı müdahale için ağları mümkün olduğunca bilgi teknolojisini kullanarak uyum faaliyetlerinin temel unsurlarını oluşturması beklenmektedir. Tüm bunlara ek olarak belirli uyum proje ve programlarına yardımcı olmak için bir “Kyoto Protokolü Uyum Fonu” kurulacaktır.”

2) “Temiz Kalkınma Düzenegi” (TKD) kuralları kapsamında, gelişmiş ülkeler gelişmekte olan ülkelerdeki iklim dostu projelere yatırım yapabilecek ve bu sayede önledikleri emisyonlar için kredi alabileceklerdir. TKD kuralları, enerji verimliliğini, yenilenebilir enerji kaynaklarını, sera gazlarını doğrudan veya dolaylı olarak azaltan diğer projeleri ve yutak (ormancılık ve ağaçlandırma) projeleri belirtmektedir. Buna karşılık, gelişmiş ülkeler yükümlülüklerini yerine getirmek için TKD’deki “nükleer faaliyetlerden” kaynaklanan emisyon azaltma birimlerini kullanmayacaklardır.”

3) “Bazı ülkelerin birbirleriyle (öncelikle AB/OECD ülkeleri ve geçiş ekonomisine sahip ülkeler arasında) emisyon kredisi alıp satmasına olanak

sağlayan “Uluslararası Salım Ticareti” ve gelişmiş ülkelerin ekonomileri geçiş sürecinde olan ülkelerdeki projelere yatırım yapabilmelerine olanak sağlayan “Ortak Yürütme” düzeneklerinin uygulamaya koyma imkânı ortaya çıkacaktır.”

1.3.3 Paris Konferansı

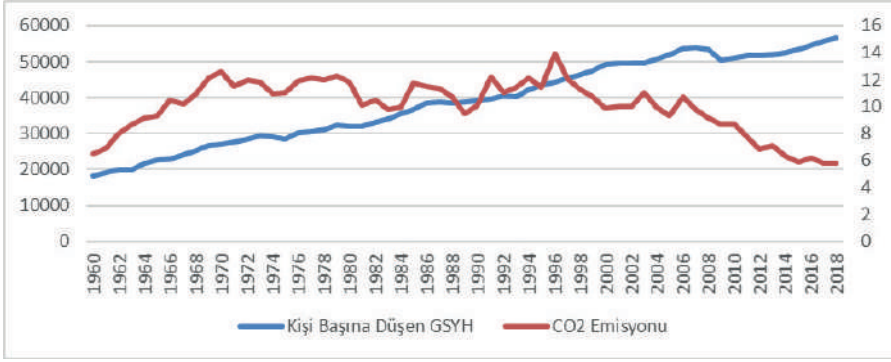
2015 yılının Aralık ayında Paris’te düzenlenen “21. Taraflar Konferansı”nda, 2020 yılında yürürlüğe girmiş olan yeni anlaşmayla ilgili müzakerelere başlanmış ve nihayet “Paris Anlaşması” ortaya çıkmıştır. 21. Taraflar Konferansı’ndan öne çıkanlar ve anlaşmanın sonucu şu şekilde sıralanabilir (Sayman, 2015: 2):

1. “Kyoto Protokolü versiyonlarından kaynaklanan emisyonları azaltmayı amaçlamakla birlikte, küresel sıcaklık hedefi Paris iklim anlaşmasında yer almaktadır. Bu nedenle gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler küresel sıcaklık artışını 2°C’nin altında, mümkün olduğu kadar 1,5 °C’de tutma kararı alınmıştır.”
2. “İmza atan tüm ülkelerin salınımların azaltılmasını bir yükümlülük olarak kabul etmesi beklenmektedir. Bu sorumlulukta, gelişmiş ülkeler için “daha fazla azalım taahhüdü alması ve mutlak azalım yapması” ilkesi ortaya konmuş, aynı zamanda gelişmekte olan ülkelerin “ortak fakat farklılaştırılmış sorumluluk” ilkesine göre mevcut kapasitelerine göre salınımları azaltmalarını zorunlu kılmaktadır.”
3. “Hedef, gelişmiş ülkelerin 2050 yılına kadar sürdürülebilir sıfır atık ülkesi haline gelmesidir.”
4. “Paris Sözleşmesi ile gelişmiş ülkelerin iklim değişikliği ile mücadelede kullanmak üzere mali destek sağlamaları zorunludur. “Yeşil İklim Fonu” olarak adlandırılan mali destek, 2020 yılından itibaren gelişmekte olan ülkelere yıllık 100 milyar \$’lık bütçe sağlamayı hedeflemektedir.”
5. “Paris İklim Anlaşması’na üye devletlerin izlediği politikaların şeffaf ve adil bir şekilde takip edilebileceği bir sistem oluşturmayı amaçlamaktadır.”

Ekonomik büyüme faaliyetleri esnasında havaya salınan ve sera gazları içerisinde yer alan CO2 emisyonu havayı ciddi anlamda kirletmektedir. Aşağıdaki başlıkta kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla ile CO2 emisyonu arasındaki ilişki grafik yardımıyla değerlendirilecektir.

1.4. Avrupa Birliği Ülkelerinde Kişi Başına Düşen GSYH ve CO2 Emisyonu İlişkisi

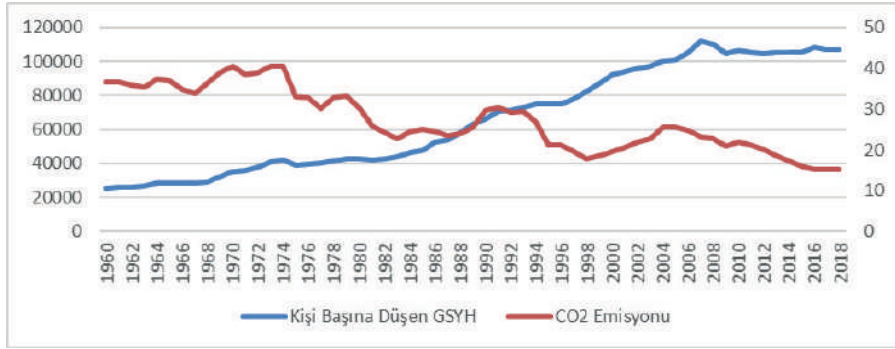
Çevre kirliliği, ekolojik dengeye zarar vererek küresel ısınmaya yol açtığından ülkelerin güncel sorunları arasında yer almaktadır. Bu doğrultuda çevre kirliliğine neden olan etmenler araştırılmakta olup, bu etmenlere karşı önlem alınmaya çalışılmaktadır. Çevre kirliliğine neden olan etmenlerin başında ise CO2 emisyonu yer almaktadır. CO2 emisyonunun salınmasını sağlayan en önemli faktör ise ekonomik büyüme faaliyetleridir. Bu durumu daha net açıklayabilmek adına grafik üzerinden anlatmak önem arz etmektedir. AB ülkelerinde ekonomik büyüme ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki Danimarka, Lüksemburg, Malta, Portekiz ve Romanya ülkeleri açısından karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



Şekil 1.2: Danimarka İçin Kişi Başı GSYH-CO2 Emisyonu İlişkisi

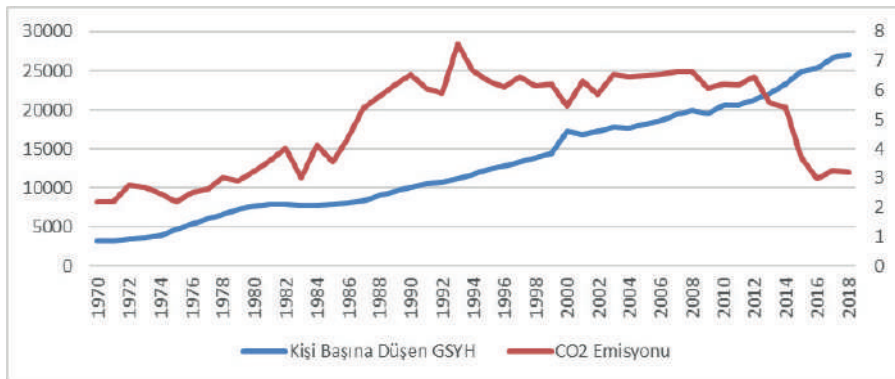
Danimarka için 1960 yılından 2018 yılına kadar genel olarak kişi başına düşen GSYH'nin arttığı görülmektedir. 1970 yılına kadar GSYH ile kişi başına düşen CO2 emisyonu birbirine paralel bir seyir izlerken, 1970 yılından itibaren CO2 emisyonunda bir miktar azalış meydana gelmiştir. Daha sonraki yıllarda kişi başına düşen GSYH'de önemli bir düşüş izlenmezken, CO2 emisyon oranında inişli çıkışlı bir seyir hali mevcuttur. 1989 yılında ise CO2 emisyonunun, kişi başına düşen GSYH'nin altına indiği görülmektedir. 1991 yılı itibarıyla yeniden CO2 emisyonu kişi başına düşen GSYH'nin üzerinde seyretmiş ancak, 1996 yılı itibarıyla ekonomik büyüme arttıkça CO2 emisyon oranında azalış meydana gelmiştir. 1960-2018 aralığını kapsayan dönemde kişi başına düşen GSYH 1960 yılında 18107.3 dolar iken, 2018 yılında yüzde 212.37 artış göstererek 56563.4 dolara yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1960 yılında 6.50 metrik ton iken, 2018

yılında yüzde 11 azalış göstererek 5.76 metrik tona inmiştir. Bu durumun ÇKE hipotezini doğrular nitelikte olduğu söylenilebilir.



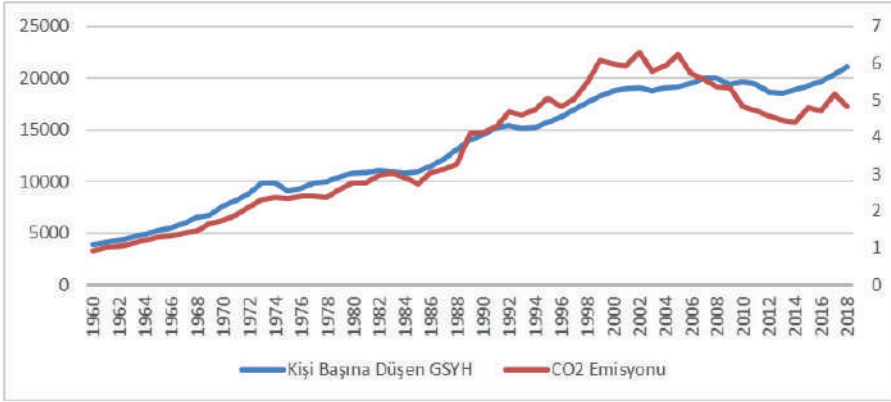
Şekil 1.3: Lüksemburg İçin Kişi Başı GSYH-CO2 Emisyonu İlişkisi

Lüksemburg için 1960-2018 yıllarını kapsayan dönem aralığında kişi başına düşen GSYH ile kişi başına düşen CO2 emisyonunun genel olarak birbirine zıt şekillerde hareket ettiği görülmektedir. Ekonomik büyümede 1960 yılından 2018 yılına kadar artış meydana gelmiştir. Ancak CO2 emisyonunun genel olarak azalma eğiliminde olup, zaman zaman arttığı görülmektedir. 1994 yılı itibariyle de CO2 emisyonu, kişi başına düşen GSYH'nin altına inmiştir. Kişi başına düşen GSYH 1960 yılında 25509.9 dolar iken, 2018 yılında yüzde 320.06 artış göstererek 107158.7 dolara yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1960 yılında 36.68 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 58.21 azalış göstererek 15.33 metrik tona düşmüştür. Bu durumda ÇKE hipotezine zıt düşmemektedir.



Şekil 1.4: Malta İçin Kişi Başı GSYH-CO2 Emisyonu İlişkisi

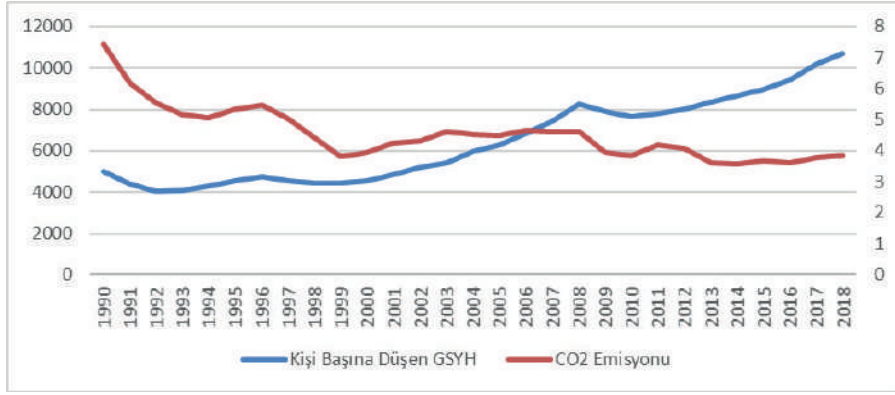
Malta için 1970-2018 yılları arasını kapsayan dönemde 2013 yılına kadar kişi başına düşen CO2 emisyonunun ekonomik büyüme hızının üzerinde artış gösterdiği görülmektedir. Kişi başına düşen GSYH 1970 yılında 3135.2 dolar iken, 2018 yılında yüzde 764.069 oranında artarak 27090.9 dolara yükselmiştir. CO2 emisyonu ekonomik büyüme artarken 1993 yılında, 1970 yılına oranla yüzde 245.08 artış göstererek en yüksek seviyesine ulaştığı görülmektedir. Daha sonraki yıllarda ise genel olarak azalış eğilimine girmiş olup 2013 yılı itibarıyla kişi başına düşen GSYH'nin altında bir seyir izlediği gözlemlenmektedir. 1970 yılında kişi başına CO2 emisyonu 2.19 metrik ton iken 2018 yılında yüzde 45.83 oranında artarak 3.19 metrik tona yükselmiştir. CO2 emisyonu 2013 yılı itibarıyla her ne kadar ekonomik büyümenin altında seyir bir izlese de, kişi başına düşen CO2 emisyonu miktarında oransal olarak azalışın meydana gelmediği söylenebilir.



Şekil 1.5: Portekiz İçin Kişi Başı GSYH-CO2 Emisyonu İlişkisi

Portekiz için 1960-2018 yılları arasını kapsayan dönemde genel olarak kişi başına düşen GSYH ile kişi başına düşen CO2 emisyonu arasında doğru orantılı bir hareket izlenmektedir. Ekonomik büyüme oranı artarken CO2 emisyonunun da artış gösterdiği, bunun yanı sıra ekonomik büyüme oranı azalırken CO2 emisyon oranının da azaldığı söylenebilir. Portekiz için 1960 yılında kişi başına düşen GSYH 3933.3 dolar iken, 2018 yılında yaklaşık yüzde 435.14 oranında artarak 21049.1 dolara yükselmiştir. CO2 emisyonu ise 1960 yılında 0.92 metrik ton iken, 2018 yılında yaklaşık olarak yüzde 426 artarak 4.84 metrik tona yükselmiştir. Ayrıca 1992-2006 yılları arasında kişi başına düşen CO2 emisyon artış hızının, kişi başına düşen GSYH artış hızından fazla olduğu görülmektedir. 2008 ve 2016 yıllarında ise kişi başına düşen GSYH oranında azalış olduğu görülmekte ve kişi başına düşen CO2

emisyona oranı da bununla birlikte azalış meydana gelmiştir. Ancak kişi başına düşen CO2 emisyon oranındaki azalış hızı, kişi başına düşen GSYH oranındaki azalış hızından daha fazla olmuştur.



Şekil 1.6: Romanya İçin Kişi Başı GSYH-CO2 Emisyonu İlişkisi

Romanya için 1990- 2018 yılları arasını kapsayan dönemde kişi başına düşen GSYH'nin genel olarak bu yıllar arasında artış eğiliminde olduğu, kişi başına düşen CO2 emisyon oranının ise genel olarak azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 1992 yılına kadar ekonomik büyüme oranında azalış görülürken, CO2 emisyon oranında buna paralel olarak azaldığı görülmektedir. 1992 yılı sonrası kişi başına düşen GSYH'de artış görülürken, CO2 emisyonu 1994 yılına kadar azalış görülmektedir. Akabinde kişi başına düşen CO2 emisyonunda zaman zaman artış gözlemlense de 2006 yılı itibariyle ekonomik büyüme oranlarının altında bir seyir izlemiştir. 1990 yılında kişi başına düşen GSYH 4996.687828 dolar iken, 2018 yılında yüzde 114.42 oranında artış göstererek 10714.01536 dolara yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1990 yılında 7.44 metrik tondan yüzde 48.38 oranında azalarak 3.84 metrik tona düşmüştür. Sonuç olarak ekonomik büyüme gerçekleşirken CO2 emisyon oranı azalmıştır. Bu durum da ÇKE hipoteziyle uyumlu görünmektedir.

1.5. Ekonomik Büyüme ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması

Çevre ekonomisi literatüründe yer alan ÇKE hipotezine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliği artmaktayken, ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında çevre kirliliğinin azalacağı ileri sürülmektedir. Bu hipotez ilk olarak Grossman ve Krueger (1991)

tarafından ileri sürülmüştür. Ancak söz konusu bu hipotezin temeli Kuznets (1955)'e dayanmaktadır. Kuznets (1955) kişi başına düşen reel GSYH'nin artmasının gelir adaletsizliğini önce artıracığını ancak ekonomik büyüme arttıkça bu büyümeyle meydana gelen gelir adaletsizliğinin azalacağını yani ekonomik büyüme ile gelir adaletsizliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. Bu görüş daha sonraları Grossman ve Krueger (1991) tarafından ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğu şeklinde evrilmiştir (Badeeb vd., 2020). Çevre ekonomisi literatürüne bakıldığında kişi başına düşen enerji tüketimi ve kişi başına düşen reel GSYH değişkenleri arasındaki ilişki büyük çoğunlukla panel veri teknikleri ve zaman serileri ile analiz edilmiştir. Çalışmaların bir kısmı bu iki değişken arasında ÇKE hipotezinin geçerliliğini doğrularken bir kısmı ise ÇKE hipotezinin geçersiz olduğunu ortaya koymuştur. Bazı çalışmalarda ise ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasında N şeklinde ya da U şeklinde bir ilişki olduğu öne sürülmüştür. Ekonomik büyüme ve çevre kalitesi arasındaki ilişki hem çevreciler için hem de ekonomistler için önemli bir tartışma konusudur. Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu öne süren bazı öncü çalışmalar ise Grossman ve Krueger (1991), Grossman ve Krueger (1995), Şafık ve Bandhopadhyay (1992), Panayotou (1993) ve Dinda vd., (2004)'tür.

Tablo 1.1: Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Literatür Taraması

| | | | | |
|-----------------------------------|---------------------|------------|--------------------------------------|-------------------|
| Esteve ve Tamarit (2012) | İspanya | 1857-2007 | Yapısal Kırılmalı Eşbütünleşme Testi | ÇKE Geçerli Değil |
| Akbostancı vd., (2009) | Türkiye | 1968-2003 | Eşbütünleşme Testi | N şeklinde |
| Wang vd., (2017) | Çin'in 30 İli | 2000-2013 | Panel Regresyonu | ÇKE Geçerli |
| Lorente ve Álvarez-Herranz (2016) | 17 OECD Ülkesi | 1990-2012 | Sabit Etki 2SLS PLS | N şeklinde |
| Shahbaz vd., (2016) | N-11 Ülkeleri | 1972- 2013 | OLS | ÇKE Geçerli |
| Sinha vd., (2017) | N-11 Ülkeleri | 1990- 2014 | GMM | N şeklinde |
| Magnani (2001) | 152 Ülke | 1970- 1990 | Panel Regresyonu | ÇKE Geçerli Değil |
| Kasman ve Duman (2015) | 15 AB Üye Ülkeleri | 1992- 2010 | FMOLS | ÇKE Geçerli |
| Ozturk ve Al-Mulali (2015) | Kamboçya | 1996- 2012 | 2SLS GMM | U şeklinde |
| Omisakin (2009) | Nijerya | 1970-2005 | OLS | U şeklinde |
| Bilgili vd., (2016) | 17 OECD Ülkesi | 1977-2010 | FMOLS-DOLS | ÇKE Geçerli |
| Javid ve Sharif (2016) | Pakistan | 1972-2013 | ARDL | ÇKE Geçerli |
| Öztürk ve Acaravcı (2010) | Türkiye | 1968-2005 | ARDL | ÇKE Geçerli değil |
| Rehman ve Rashid (2017) | SAARC ülkeleri | 1960-2015 | FMOLS-DOLS | ÇKE Geçerli Değil |
| Saboori vd., (2012) | Endonezya | 1971- 2007 | ARDL Sınır Testi | U şeklinde |
| Hao ve Liu (2016) | Çin'in 17 ili | 2013 | SLM – SEM | ÇKE Geçerli |
| Pal ve Mitra (2017) | Hindistan ve Çin | 1971-2012 | ARDL Sınır Testi | ÇKE Geçerli Değil |
| Nasreen vd., (2017) | 5 Güney Asya ülkesi | 1980- 2012 | ARDL Sınır Testi | ÇKE Geçerli |
| Wang vd., (2011) | Çin'in 28 İli | 1995-2007 | Panel Eşbütünleşme Testi | U şeklinde |

| | | | | |
|-------------------------------|----------------|-----------|---------------------------|-------------------|
| Soytaş ve Sarı (2009) | Türkiye | 1960-2000 | Granger Nedensellik Testi | ÇKE Geçerli değil |
| Shahbaz ve Lean (2012) | Pakistan | 1971-2009 | ARDL | ÇKE Geçerli |
| Balaguer ve Cantavella (2016) | İspanya | 1874-2011 | ARDL | ÇKE Geçerli |
| Balsalobre vd., (2015) | 28 OECD Ülkesi | 1994-2010 | Panel EGLS | N şeklinde |
| Charfeddine ve Khediri (2016) | BAE | 1975-2011 | Engle-Granger Metodu | ÇKE Geçerli |
| Lindmark (2002) | İsviçre | 1870-1997 | Kalman Filter | ÇKE Geçerli Değil |
| Jebli ve Youssef (2015) | Tunus | 1980-2009 | ARDL Sınır Testi | U şeklinde |

Not: *2SLS*: Two Stage Least Square; *ARDL*: *Autoregressive Distributed Lag*; *BAE*: *Birleşik Arap Emirlikleri*; *DOLS*: *Dynamic Ordinary Least Squares*; *FMOLS*: *Full Modified Ordinary Least Square*; *GMM*: *Generalized Method Of Moments*; *OLS*: *Ordinary Least Squares*. *SAARC*: South Asian Association for Regional Cooperation.

Ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkilerini araştıran ampirik çalışmalar incelendiğinde heterojen bulgulara ulaşıldığı görülmektedir. Örneğin; Nasreen vd., (2017), 5 Güney Asya ülkesi için 1980-2012 dönemini baz aldığı çalışmada ekonomik büyümenin çevre kirliliğini önce artırdığı daha sonrasında ise azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Charfeddine ve Khediri (2016)'de BAE için, 1975-2011 dönem aralığını kapsayan çalışmada ÇKE hipotezinin geçerli olduğunu ortaya koymuştur. Yine bu çalışmalara paralel olarak Hao ve Liu (2016), 2013 yılında 73 Çin şehrinin PM 2.5 konsantrasyonları ve hava kalitesi indeksi verilerine dayanan çalışmada GSYH ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu doğrulamıştır. ÇKE hipotezini doğrulayan bir diğer çalışma ise Wang vd., (2017)'dir. Söz konusu bu çalışmada 2000-2013 aralığını kapsayan dönemde Çin'in 30 İli için ÇKE hipotezi doğrulanmıştır. Kasman ve Duman (2015), FMOLS yöntemini kullanarak gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmada 15 AB üye ülkesi için kişi başına düşen gelirin artmasıyla çevre kalitesi arasındaki ilişkinin ters U şeklinde olduğu bulgusuna ulaşırken; Shahbaz vd., (2016)'de System GMM metodunu kullanarak N-11 ülkeleri için benzer bulgulara ulaşmıştır. ÇKE hipotezini doğrulayan diğer bazı çalışmalar ise Pakistan için Javid ve Sharif (2016) ve Shahbaz vd.,

(2012); 17 OECD ülkesi için Bilgili vd., (2016) ve İspanya için Balaguer ve Cantavella (2016)'dır.

Yukarıdaki çalışmalara karşın ÇKE hipotezinin geçerli olmadığını öne süren ampirik çalışmalar da mevcuttur. Örneğin; Lindmark (2002), 1870-1997 dönem aralığını kapsayan ampirik çalışmasında İspanya için ÇKE hipotezinin geçerli olmadığını öne sürmüştür. Benzer şekilde Öztürk ve Acaravcı (2010), 1968-2005 dönem aralığında Türkiye için; Pal ve Mitra (2017), 1971-2012 dönem aralığında Hindistan ve Çin için GSYH ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin saptanmadığı sonucuna ulaşmışlardır. Bu çalışmalara paralel olarak Esteve ve Tamarit (2012), İspanya için 1857-2007 dönemini baz alarak gerçekleştirdiği ampirik çalışmasında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığı bulgusuna ulaşmıştır. ÇKE hipotezinin geçersiz olduğunu öne süren diğer bir çalışma ise Magnani (2001)'dir. Magnani (2001), panel regresyon metodunu kullanarak gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmasında 152 ülke için 1970-1990 dönem aralığını baz almış ve ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasında ters U şeklinde bir ilişkinin mevcut olmadığını belirtmiştir. Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ÇKE hipotezinin geçerli olmadığını öne süren diğer bazı çalışmalar ise 1960-2000 dönem aralığında Türkiye için Soytaş ve Sarı (2009); 1960-2015 dönem aralığında SAARC ülkeleri için Rehman ve Rashid (2017)'dir.

Mevcut literatürde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında bazı çalışmalar U şeklinde ilişki olduğunu öne sürmüştür. Örneğin; Ozturk ve Al-Mulali (2015), Kamboçya için 1996- 2012 aralığını baz aldığı dönemde GSYH ile çevre kirliliği arasında U şeklinde ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Omisakin (2009)'da OLS metodunu kullanarak gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmasında 1970-2005 dönem aralığında Nijerya için benzer sonuca ulaşmıştır. Bu çalışmalara paralel olarak Saboori vd., (2012), 1971-2007 dönem aralığında Endonezya için; Wang vd., (2011), 1995-2007 dönem aralığında Çin'in 28 ili için ve Jebli ve Youssef (2015), 1980-2009 dönem aralığında Tunus için ekonomik büyüme ile çevre kalitesi arasında U şeklinde ilişki olduğu bulgularına ulaşmışlardır. Bu çalışmaların aksine bazı çalışmalar ise ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde ilişki olduğunu öne sürmüştür. Örneğin; Akbostancı vd., (2009), 1968-2003 dönemini baz aldığı ampirik çalışmasında Türkiye için ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu saptamıştır. Benzer şekilde Lorente ve Álvarez-Herranz (2016), 17 OECD Ülkesi için 1990-2012 dönem aralığında GSYH ile çevre kalitesi arasında N şeklinde bir ilişkinin olduğu bulgusuna ulaşmıştır. Bu çalışmalara paralel olarak Sinha vd., (2017), 1990- 2014 dönem aralığında N-11 ülkeleri için kişi başına düşen gelir artışı ile çevre kirliliği arasında N şeklinde ilişki olduğu

bulgusuna ulaşırken; Balsalobre vd., (2015), 1994-2010 dönem aralığında 28 OECD ülkesi için benzer sonuçlara ulaşmıştır.

Literatür incelendiğinde çalışmalarda genellikle ele alınan ülke grubunun ÇKE bağlamında dönüm noktasına ulaşip ulaşmadığıyla ilgilenilmediği görülmektedir. Tezin bu bölümünde gerçekleştirilen çalışmada literatürden farklı olarak, ülkelerin dönüm noktasına ulaşip ulaşmadığı dikkate alınmaktadır.

1.6. Model, Veri ve Yöntem

1.6.1 Model ve Veri

Bu bölümde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) için, 1993-2018 dönem aralığı baz alınarak ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin incelenmesi amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla ve 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın karesinin verileri kullanılmıştır. Tüm veriler Dünya Bankası tarafından yayınlanan “World Development Indicators” veri tabanından elde edilmiş olup, ekonomik büyümenin çevre kirliliği üzerindeki muhtemel etkilerini araştırmak amacıyla aşağıdaki model kurulmuştur:

$$CO_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 GDP_{it} + \alpha_2 GDP_{it}^2 + u_{it} \quad (1.1)$$

1.1 no'lu denklemde CO serisi kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonunu, GDP serisi 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılayı, GDP^2 'si ise kişi başına düşen gayri safi yurt içi hasılanın karesini ve u_t hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca tüm değişkenler logaritmik formda kullanılmıştır.

EKC hipotezinin geçerli olup olmadığının test edilmesi amacıyla oluşturulan ampirik model EKC hipotezi kapsamında değerlendirildiğinde, $\alpha_1 > 0$ ve $\alpha_2 < 0$ olması durumunda ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin geçerli olduğu kabul edilmektedir. Hipotezin kabul edilmesi durumunda çevresel bozulmanın ulaştığı en üst seviyeden azalmaya başlayacağı dönüm noktası, $Y^* = -\alpha_1 / 2\alpha_2$ formülü ile hesaplanmaktadır. Ayrıca söz konusu dönüm noktasına karşılık gelen kişi başına düşen reel GDP'nin parasal değeri ise $\exp(Y^*)^3$ formülü ile hesaplanmaktadır (Stern, 2004:1422). Söz konusu dönüm noktası tezin bu bölümünün tartışma kısmında hesaplanacaktır.

1.6.2 Yöntem

1.6.2.1 Yatay Kesit Bağımlılığı ve Birim Kök Testleri

Yatay kesit bağımlılığını göz ardı eden panel veri metodolojileri, dünya çapındaki yüksek entegrasyon nedeniyle güvenilir olmayan sonuçlara yol açabilmektedir. Bu nedenle öncelikle Pesaran'ın (2004) yatay kesit bağımlılığı testini kullanarak, AB ülkeleri arasında yatay kesit bağımlılığının varlığı test edilecektir. CD testi aşağıdaki gibi oluşturulmuştur:

$$CD = \sqrt{\left(\frac{2T}{N(N-1)}\right) \sum_{i=1}^{N-1} \sum_{j=i+1}^N (\hat{\rho}_{ij})} \square N(0,1) \quad (1.2)$$

Burada N ve T sırasıyla enine kesit boyutunu ve zaman periyodunu belirtmektedir. Ek olarak, $\hat{\rho}_{ij}$ artıkların ikili korelasyonunun örnek tahminidir. Uzun dönemli ilişki değişkenlerini incelemek için değişkenlerin durağan özelliklerinin belirlenmesi de önem taşımaktadır. Ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığını değerlendirmek için Pesaran (2007) tarafından geliştirilen ve sıklıkla kullanılan bir birim kök testi kullanılmıştır. Ayrıca CIPS birim kök testi, her biri için CADF istatistiğinin ortalamasından elde edilmekte ve kesitsel ADF (CADF) regresyonunun hesaplanması aşağıdaki gibidir:

$$\Delta y_{it} = a_i + \rho_i y_{it-1} + \beta_i \bar{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^k \gamma_{ij} \Delta \bar{y}_{it-1} + \sum_{j=0}^k \delta_{ij} y_{it-1} + \varepsilon_{it} \quad (1.3)$$

Burada a_i deterministik terim, k gecikme sırası, \bar{y}_t zamanın enine kesit ortalamasıdır. Yukarıdaki denklemin ardından, bireysel ADF istatistiklerinin hesaplanmasıyla t-istatistikleri elde edilmektedir. Ayrıca CIPS, her bir i için CADF istatistiğinin ortalamasından şu şekilde elde edilmektedir;

$$CIPS = \left(\frac{1}{N}\right) \sum_{i=1}^N t_i(N, T) \quad (1.4)$$

CIPS'in farklı deterministik terimler için kritik değerleri Pesaran (2007) tarafından verilmektedir.

1.6.2.2 Panel Eş Bütünleşme Testi

Değişkenler arasındaki uzun dönemli ilişkinin geçerliliğini test etmek için Westerlund (2007) tarafından önerilen hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme yöntemi kullanılmıştır. Westerlund eş bütünleşme testinin en büyük yararı, bu testin önyükleme uygulaması aracılığıyla heterojenliği

ve yatay kesit bağımlılığını barındırabilmesidir. Yapısal dinamiklere dayalı olması nedeniyle ortak faktör kısıtlamasına ihtiyaç duymamaktadır. Ayrıca, test istatistikleri normal dağılmakta ve küçük örneklem özelliklerine sahiptir. Test prosedüründe, eşbütünleşme olmadığı sıfır hipotezini test etmek için dört istatistik (G_t , G_a , P_t , P_a) vardır. G_t ve G_a istatistikleri, birime özgü hata düzeltme parametreleri varsayımıyla oluşturulan ortalama grup istatistikleridir. Son iki istatistik, kesitler boyunca ortak hata düzeltme parametreleri varsayımı altında hesaplanmaktadır. Test, kısıtlı panel hata düzeltme modelinde hata düzeltme teriminin anlamlılığının test edilmesiyle gerçekleştirilebilir. Testin ana hata düzeltme modeli aşağıdaki gibidir:

$$\Delta Y_{it} = \delta'_i d_t + a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) + \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} + \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} + \mu_{it} \quad (1.5)$$

Burada d_t deterministik terimleri ifade etmektedir: $d_t = 0$ (belirleyici terim yok), $d_t = 1$ (sabit terimli) ve $d_t = (1, t)'$ (sabit terimli ve trendli). Ayrıca a_i öngörülemez bir şoktan sonra sistemin dengeye dönme hızını belirlemektedir. Y_{it} değişkeni bağımlı değişken ve $X_{i,t}$ açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür. Ortalama grup istatistikleri (G_t ve G_a) üç adımda hesaplanabilmektedir. İlk adımda, her kesit için denklem (1.5) küçük kareler ile tahmin edilerek γ_{ij} ve μ_{it} elde edilmektedir. İkinci olarak $\hat{u}_{it} = \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} + \mu_{it}$ hesaplanmaktadır. Bu adımdan sonra $\hat{\omega}_{ui}$ ve $\hat{\omega}_{Ei}$ ile kullanılarak hesaplanabilmektedir. \hat{u}_{it} ve ΔY_{it} olağan Newey-West (1994) uzun vadeli varyans tahmin edicileri olan $\hat{a}_i(1) = \hat{\omega}_{ui} / \hat{\omega}_{Ei}$ 'nin formülasyonu hesaplanır. Son olarak, ortalama grup istatistikleri şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$G_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{\hat{a}_i}{SE(\hat{a}_i)}, \quad G_a = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N \frac{T\hat{a}_i}{\hat{a}_i(1)}, \quad (1.6)$$

Burada SE standart hatayı göstermektedir. P_t ve P_a 'nın panel istatistiklerini hesaplamak için önce izdüşüm hataları $\Delta \tilde{Y}_{it}$ ve $\tilde{Y}_{i,t-1}$ aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$\Delta \tilde{Y}_{it} = \Delta Y_{it} - \delta'_i d_t - a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) - \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} \quad (1.7)$$

$$\tilde{Y}_{i,t-1} = Y_{i,t-1} - \delta'_i d_t - a_i(Y_{i,t-1} - \lambda'_i X_{i,t-1}) - \sum_{j=1}^{p_i} a_{ij} \Delta Y_{i,t-j} - \sum_{j=-q_i}^{p_i} \gamma_{ij} \Delta X_{i,t-1} \quad (1.8)$$

Bir sonraki adımda, ortak hata düzeltme parametresi ve standart hatası şu şekilde elde edilmektedir:

$$\hat{a} = \left(\sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \hat{Y}_{i,t-1}^2 \right) \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\hat{a}_i(1)} \tilde{Y}_{i,t-1} \Delta \tilde{Y}_{it} \quad (1.9)$$

$$SE(\hat{a}) = \left(\left(\hat{S}_N^2 \right) \sum_{i=1}^N \sum_{t=2}^T \frac{1}{\hat{a}_i(1)} \tilde{Y}_{i,t-1}^2 \right)^{-1/2} \quad (1.10)$$

Burada $\hat{S}_N^2 = 1/N \sum_{i=1}^N \hat{\sigma}_i / \hat{a}_i$ ve $\hat{\sigma}_i$ denklem (1.5)'in regresyonunun standart hatasıdır. Son olarak, $P_t P_t = \hat{a} / SE(\hat{a})$ üçüncü istatistik P_a elde edilmekte ve dördüncü $P_a = T\hat{a}$ olarak hesaplanmaktadır.

1.6.2.3 Uzun Dönem Katsayı Tahmini

Pesaran (2006), yatay kesit bağımlılığını hesaba katan yeni bir tahmin edici geliştirmiştir. Bu testin formülü aşağıdaki gibidir:

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 X_{it} + e_{it} \quad (1.11)$$

Burada Y_{it} bağımlı değişkendir, $X_{i,t}$ açıklayıcı değişkenlerin vektörüdür ve artık terim (e_{it}) çok faktörlü bir artık terimdir. Çok faktörlü artık terimler şu şekilde oluşturulmaktadır:

$$e_{it} = \lambda_i' U F_t + u_{it} \quad (1.12)$$

Burada $U F_t$ gözlemlenmemiş ortak faktörlerin $m \times 1$ vektörüdür. Ek olarak, Pesaran (2006) yatay kesit ortalamaları, $\bar{Y}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N Y_{it}$ ve $\bar{X}_t = \frac{1}{N} \sum_{i=1}^N X_{it}$ ortak faktörler için gözlemlenebilir temsilciler olarak yatay kesit bağımlılığını ele almak için yatay kesit ortalamalarından yararlanmaktadır. Bir sonraki adımda, eğim katsayıları ve bunların kesit ortalamaları aşağıdaki gibi tutarlı bir şekilde geri çekilmektedir:

$$Y_{it} = \delta_0 + \delta_1 X_{it} + a \bar{Y}_t + c \bar{X}_t + \varepsilon_{it} \quad (1.13)$$

Pesaran (2006), bireysel eğim katsayıları $\hat{B}_{i,CCE}$ 'nin hesaplanan OLS tahmincisi $B_i = (\delta_1, \dots, \delta_n)$ 'yi "Ortak Faktör Korelasyon Etkisi" tahmincisi olarak ifade etmektedir:

$$\hat{B}_{i,CCE} = \left(Z_i' \bar{D} Z_i \right) Z_i' \hat{D} Y_i, \quad (1.14)$$

Burada $Z_i = (z_{i1}, z_{i2}, \dots, z_{iT})'$, $z_{it} = (X_{it})'$, $Y_i = (Y_{i1}, Y_{i2}, \dots, Y_{iT})'$, $\bar{D} = I_T - \bar{H} (\bar{H}' \bar{H})^{-1} \bar{H}$, $\bar{H} = (h_1, h_2, \dots, h_T)'$, $h_t = (1, \bar{Y}_t, \bar{X}_t)$ CCE tahmin edicileri olarak, CCE-Ortalama Grup tahmincisi bireysel CCE tahmincilerinin ortalamasıyla aşağıdaki formül elde edilmektedir:

$$\hat{B}_{CCEMG} = \sum_{i=1}^N \hat{B}_{i,CCE} \quad (1.15)$$

1.7. Ampirik Bulgular

Ekonomik büyüme-çevre modeli için yatay kesit bağımlılık (CD) testi sonuçları Tablo 1.2'de sunulmaktadır. Tablo 1.2 incelendiğinde hem karbondioksit emisyonu (CO) hem de gayrisafı yurtiçi hasıla (GDP) değişkeninde, ele alınan ülkeler için yatay kesit bağımlılığının olmadığına işaret eden boş hipotezin güçlü biçimde reddedildiği sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durum, söz konusu model için AB ülkelerinin birinde meydana gelen herhangi bir şokun diğer AB ülkelerine de yansıdığı sonucunu ortaya koymaktadır. Bu bulguya dayalı olarak sonraki aşamalarda yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel veri tekniklerinden faydalanılması gerekliliği ortaya çıkmaktadır.

Tablo 1.2: Ekonomik Büyüme-Çevre Modeli İçin Yatay Kesit Bağımlılık (CD) Testi Sonuçları

| Değişkenler | CD testi | Olasılık |
|-------------|-----------|----------|
| CO | 34.880*** | 0.000 |
| GDP | 39.000*** | 0.000 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 1.3: Ekonomik Büyüme-Çevre Modelindeki Değişkenlere Ait CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

| Değişkenler | Düzyey | Birinci Fark |
|-------------|--------|--------------|
| CO | -2.558 | -4.861*** |
| GDP | -2.022 | -2.961*** |

*Not: Kritik değerler; %1: -2.96, %5: -2.76, %10: -2.66. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

AB üyesi ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının geçerli olması, serilerin durağanlık süreçleri incelenirken yatay kesit bağımlılığına izin veren birim kök testinden faydalanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu doğrultuda uygulanan CIPS birim kök testi sonuçları Tablo 1.3'te sunulmaktadır. Elde edilen bulgulara göre, hem CO hem de GDP değişkeni için, değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök işaret eden boş hipotez reddedilememektedir. Buna karşın, değişkenlerin birinci fark formlarında her iki seri de durağan

hale gelmekte ve boş hipotez reddedilmektedir. Bu bulgu, iki değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduklarını göstermektedir.

Tablo 1.4: Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Westerlund Eşbütünleşme Testi Sonuçları

| İstatistik | t-istatistiği | Olasılık |
|------------|---------------|----------|
| Gt | -2.784* | 0.080 |
| Ga | -7.458 | 0.300 |
| Pt | -10.087** | 0.030 |
| Pa | -7.327* | 0.060 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları, bu değişkenler arasında muhtemel bir eşbütünleşme ilişkisinin bir başka deyişle uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerliliği Westerlund hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi aracılığıyla incelenmiş ve bulgular Tablo 1.4'te aktarılmıştır. Bulgular incelendiğinde değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin geçerli olmadığını ifade eden boş hipotezin Gt, Pt ve Pa istatistikleri tarafından reddedildiği görülmektedir. Bu bulgu, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 1.5: Ekonomik Büyümenin Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair CCE-MG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | Olasılık |
|------------------|----------|---------------|----------|
| GDP | 13.951** | 5.577 | 0.012 |
| GDP ² | -0.645** | 0.245 | 0.016 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

CO ve GDP değişkenleri arasında uzun dönemli ilişkinin varlığı, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkisinin araştırılmasına olanak tanımaktadır. Bu amaç doğrultusunda uygulanan CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçları Tablo 1.5'te görülmektedir.

CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre kişi başına düşen milli gelir pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Kişi başına düşen milli gelirin karesi ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

1.8. Tartışma

Bu bölümde 17 AB ülkesinin 1993-2018 dönem aralığı verileri baz alınmış olup, ekonomik büyümenin CO2 emisyonu üzerindeki etkisi ikinci nesil panel veri yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulama modeline kişi başına düşen metrik ton cinsinden CO2 emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla ve kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılanın karesi dahil edilmiştir. Kurulan modelde yatay kesit bağımlılığı saptanmıştır. CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, öncelikle GDP değişkeninin katsayısının pozitif ve istatistiki olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Ayrıca ekonomik büyüme ve karbon emisyonu arasındaki muhtemel bir parabolik ilişkinin de gözlemlenmesi amacıyla ampirik modele dahil edilen ve ekonomik büyümenin karesinin katsayısının ise negatif işaretli ve istatistiki olarak anlamlı olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bulgu, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters U-şeklinde bir ilişkinin AB ülkeleri için geçerli olduğunun kanıtıdır. Bir diğer deyişle, AB ülkeleri için Çevresel Kuznets Eğrisi'nin geçerli olduğu görülmektedir. Bu sonuç, AB ülkelerinde ekonomik büyüme ile birlikte çevresel bozulmanın hızlandığını, belirli bir optimum ekonomik büyüme düzeyine kadar bu bozulmanın devam ettiğini ve belirli düzeyden sonra milli gelirdeki artışın çevre kalitesine olumlu etkilerinin başladığını göstermektedir. Bu bulgu, Wang vd., (2017) ve Shahbaz ve Lean (2012)'in çalışmalarıyla uyumludur.

1.8.1 AB Ülkelerinin Çevresel Kuznets Eğrisi Konumları

Seçilen AB ülkeleri için Çevresel Kuznets Eğrisi dönümünün başladığı nokta 34406 dolar olarak hesaplanmıştır. Buna göre dönüm noktası değerine ulaşabilen ve ulaşamayan ülkeler aşağıdaki tabloda belirtilmiştir:

Tablo 1.6: Optimum Değer Hesaplama Tablosu

| | |
|-------------|---|
| Almanya | ✓ |
| İrlanda | ✓ |
| Belçika | ✓ |
| Bulgaristan | ✓ |
| Çekya | × |
| Danimarka | ✓ |
| Finlandiya | ✓ |
| İtalya | × |
| Avusturya | ✓ |
| İspanya | × |
| Fransa | ✓ |
| Lüksemburg | ✓ |
| Malta | × |
| Portekiz | × |
| Romanya | × |
| Yunanistan | × |
| Hollanda | ✓ |

Not: Optimum değer: 34406 US Dollar

Regülasyonların Çevre Üzerindeki Etkinliği

Bu bölümde öncelikle çevre, çevre kirliliğinin nedenleri ve çevre kirliliği türlerinden bahsedilecektir. Daha sonra çevre sorunlarının ekonomik niteliği ve çevre sorunlarının çözülmesinde uygulanan politikalar anlatılacaktır. Ayrıca çevre vergilerinin AB ülkeleri açısından etkileri grafik yardımıyla yorumlanacaktır. Son olarak çevre vergilerinin çevre kirliliği üzerindeki etkileri ekonometrik yöntemler yardımıyla analiz edilecektir.

2.1. Çevre ve Çevre Kirliliği

Çevre, oldukça geniş kapsamlı bir kavram olmakla birlikte içerisinde canlı-cansız tüm organizmaları barındıran ve bunlara ev sahipliği yapan ortak bir yaşam alanıdır. Gerek kara parçası olarak gerekse su alanları olarak canlıların bu alanların üstünde ya da içerisinde hayatlarını sürdürdüğü bir ortamdır (Alagöz ve Yılmaz, 2001: 147). Aynı zamanda çevre kavramı biyolojik, fiziksel, sosyal, ekonomik ve kültürel bir ortam olmakla birlikte atmosfer, hidrosfer, litosfer ve ekosferden oluşmaktadır (Sürücü, 1995: 168). Çevre tüm bu hassas unsurları bünyesinde barındırdığı için çevre kalitesinin bozulması, ekosisteme zarar vererek canlı türlerinin yok olmasına ve devam eden canlılık üzerinde de çeşitli olumsuzluklara neden olabileceği söylenilebilir.

Çevre kirliliğindeki artışlar bilhassa sanayi devrimiyle birlikte üretimin artması neticesinde daha fazla fosil yakıt kullanımı ve endüstriyel atıkların meydana gelmesiyle artış göstermiştir (Albayrak ve Gökçe, 2015: 280). Çarpık kentleşme, gelişigüzel bir şekilde fabrikaların inşa edilmesi ve bu fabrikaların toksik atıklarının akarsulara, göllere, denizlere, havaya ve toprağa karışması ekosisteme geri dönüşü olmayan zararlar vermektedir (Deniz, 2010: 98).

Bunun yanında fosil yakıtların kullanımı sera gazları denilen zehirli gazları atmosfere salarak yine çevre kirliliğine neden olmaktadır. Aynı zamanda petrol, kömür ve doğalgaz gibi fosil yakıtlar yenilenemeyen enerji kaynakları olduğu için rezervleri bittiğinde yeniden kullanımları mümkün olmayacaktır. Elbette ki fosil yakıtların kullanımının ana nedeni maliyetlerinin daha düşük olmasıdır (Apergis ve Danuletiu, 2014: 578). Gelişmekte olan ülkelerde maliyet avantajından dolayı özellikle yenilenemeyen enerji kaynaklarını tercih etmektedirler (Artan vd., 2015: 309). Çevre kirliliğinin önlenmesi amacıyla yenilenemeyen enerji kaynaklarının yerini yenilenebilen enerji kaynakları almalıdır. Böylece hava kirliliği en aza inecek ve ozon tabakası daha az zarar görecektir (Evrendilek ve Ertekin, 2003: 2306). Sera gazlarının çok büyük bir bölümünü karbon emisyonu oluşturmaktadır. Bazı akademik çalışmalar karbon emisyonunun yaklaşık olarak yarısının atmosferde diğer yarısının ise denizlerin yüzeysel tabakaları tarafından emildiğini göstermiştir. Tüm bu unsurlar ekolojik sisteme zarar verirken, aynı zamanda ekonomik anlamda da bazı sektörleri zarara uğratarak bütçelerine ayrıca yük binmektedir (Meadows vd., 1990: 77-78).

Çevre kirliliğinin önlenmesi için, öncelikle çevre kirliliğine neden olan etmenlerin bilinmesi gerekmektedir. Bu nedenle çevre kirliliğine neden olan etmenlerden bazıları aşağıdaki başlıklarda anlatılacaktır.

2.1.1 Çevre Kirliliğinin Nedenleri

Çevre kirliliğine neden olan birçok faktör bulunmaktadır. Söz konusu faktörler aşağıdaki başlıklarda detaylı olarak anlatılacaktır.

2.1.1.1 Nüfus Artışı

Nüfus artışı, çevre ekonomisi literatüründe çevre kirliliği parametrelerinden birisi olarak karşımıza çıkmaktadır (Alam vd., 2007: 825). Nüfus artışı doğrudan olmasa da dolaylı bir şekilde çevre kalitesinin bozulmasına yol açmaktadır. Yaşayan insan sayısının artması sonucu bu sayıya paralel olarak ihtiyaçlar da artmaktadır. Bu ihtiyaçları karşılayabilmek adına üretim ölçekleri artırılmaktadır. Daha fazla üretim daha fazla fosil yakıt anlamına gelmekte ve daha fazla fabrika atıklarının doğaya karışmasına neden olmaktadır. Bunun sonucunda ise ekolojik sistem zarar görmektedir (Tanyeri, 1998: 41). Kısacası çevre kalitesinin bozulmasında aslında insan sayısının artması değil, bu sayıyla birlikte artan ihtiyaçlar doğrultusunda üretimin de artırılması neticesinde fabrika atıklarının ortaya çıkmasıdır. Ayrıca bireylerin ısınma ihtiyaçlarını karşılamak adına yenilenemeyen enerji kaynaklarını kullanması yine nüfus artışına paralel bir şekilde çevre kirliliğine sebebiyet vermektedir. Özellikle gelişmekte olan ülkeler hızlı nüfus artışı karşısında temiz toprak,

temiz su, temiz hava ve sağlık hizmetleri gibi konularda ihtiyaçlara yeterince cevap verememe sorunlarıyla karşı karşıya kalabilmektedirler (Baykal ve Baykal, 2008: 3-7).

2.1.1.2 Kentleşme

Kentleşmenin yoğun olduğu bölgelerde araç trafiği, enerji kullanımı ve çeşitli kirlilik türlerinde artış meydana gelmektedir. Araçların egzozlarından çıkan zehirli gazlar hava kirliliğini yoğun bir şekilde artırmaktadır (Alam vd., 2007: 825). Bunun yanı sıra gecekondular gibi kaçak konutların geliştiği güzel inşaa edilmesi, yetersiz altyapı nedenleriyle kanalizasyon sularının içme sularına karışması, halka açık tuvaletlerin ve yıkanma yerlerinin kapasitelerinin üzerinde kullanılması ve tüm bu sağlıksız koşullarla insanların teması sonucu birçok bulaşıcı hastalık gibi sağlık sorunları ortaya çıkabilmektedir. Kontrolsüz kentleşmenin yoğun olduğu küçük şehirlerde tek bir fabrikanın bile atıklarını arıtmadan akarsulara ya da toprağa bırakmasıyla ciddi anlamda çevre kirliliği meydana gelebilmektedir. Bu durum ise özellikle içme sularının ve ekilebilir arazilerin zarar görmesine yol açmaktadır (Özdemir, 2006: 23).

2.1.1.3 Sanayileşme

Sanayi devrimiyle birlikte çevre kirliliğinde ciddi bir artış yaşanmaya başlamıştır. Zira kitlesel üretimlerin artması daha fazla fosil yakıt kullanımını tetiklemiş bunun yanı sıra daha fazla fabrika atıklarının ortaya çıkmasına sebep olmuştur (Uslu, 2000: 64). Hava kirliliğinin en büyük sebebi fosil yakıtların kullanımı sonucu ortaya çıkan sera gazlarıdır. Dolayısıyla sanayileşmenin başlamasıyla birlikte hava kalitesinde ciddi bozulmalar meydana gelmiştir. Yine suların kirlenmesinde de kuşkusuz en büyük pay sanayileşmeye aittir. Zira fabrikaların atıklarını arıtmadan direkt olarak suya bırakması su kalitesinde ciddi anlamda bozulmalara neden olmuştur. Benzer şekilde toprak kirliliği de sanayileşmenin bir sonucu olarak karşımıza çıkmaktadır. Özellikle kurşun, toprak kirliliğinin en yaygın sebeplerinden biri olmakla birlikte diğer ağır metaller ve toksik kimyasallar fabrikaların negatif dışsallıkları dolayısıyla zehirlenmektedir (Taghiyeva, 2020: 19).

2.1.1.4 Diğer Çevre Kirliliği Nedenleri

Çevre kirliliğine yukarıda sayılan unsurlar dışında da birçok unsur neden olabilmektedir. Bu unsurlardan bir tanesi de ekonomik büyümedir. Ekonomik büyümenin çevre kirliliğine neden olan etmenlerden biri olması "Kuznets Eğrisi" hipotezine dayandırılmaktadır. Kuznets (1955) kişi başına düşen gelir ile gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğunu öne sürmüştür. Daha sonraları bu hipotez Grossman ve Krueger (1991) tarafından

çevreye uyarlanarak “Çevresel Kuzntes Eğrisi” hipotezi adını almıştır. Buna göre kişi başına düşen gelir miktarı arttıkça çevre kirliliği artmakta ve bu duruma bağlı olarak yaşam kalitesi başlangıçta bozulmakta ancak ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında daha sonra iyileşmektedir. Yani ÇKE’ye göre, ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında ters-U şeklinde ilişki olup, çevre kirliliği önce artmakta daha sonra azalmaktadır. Dolayısıyla da ekonomik büyüme çevre kirliliğinin nedenleri arasında yer almaktadır.

Çevre kirliliğinin diğer unsurlarından bir tanesi de eğitimsizliktir. Eğitimin yetersiz olması ve çevreye karşı duyarlı olunması gibi durumlar çevreyi korumak adına tedbir alınmamasına yol açabilmektedir. Çevre bilincinin oluşturulabilmesi adına eğitim hayati önem taşımaktadır. Aksi takdirde ciddi anlamda hava, su ve toprak kirletilebilmektedir. Çevre kirliliğine neden olan diğer unsurlar ise yüksek enerji tüketimi, yoksulluk, turizm, dış ticaret, doğal afetler (deprem, erozyon, sel vs.), denetim mekanizmasının yetersiz işleyişi ve savaşlar olarak sıralanabilir (Akyıldız,2008:20)

2.1.2 Çevre Kirliliğinin Türleri

Çevre kirliliği türleri arasında hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği vb. kirlilik türleri yer almaktadır. Söz konusu bu türler aşağıdaki başlıklarda detaylı olarak anlatılacaktır.

2.1.2.1 Hava Kirliliği

Hava kirliliğinin başlangıcı sanayi devriminin başlamasına tekabül etmektedir. Özellikle 21. yüzyılda nüfusun belirgin olarak artması ve akabinde üretim miktarının artmasıyla birlikte hava kirliliği çok daha fazla hissedilir hale gelmiştir. Artan tüketim ihtiyaçlarının karşılanabilmesi amacıyla fosil yakıtların kullanılması hava kirliliğine neden olan en önemli etkenlerden biri olarak karşımıza çıkmaktadır (Çakır, 2021: 21-22). Sanayileşmeye bağlı ortaya çıkan hava kirliliğinin iki temel nedeni vardır. Bunlardan ilki sanayileşme için yanlış yerin seçilmiş olması, ikincisi ise ortaya çıkan zehirli gazların herhangi bir filtreye tabii tutulmadan doğrudan havaya salınmasıdır (Keleş ve Hamamcı, 1993: 87). Hava kirliliğine neden olan bir diğer etmen ise hızlı ve çarpık kentleşmenin meydana gelmesidir. Çarpık kentleşme sonucunda trafik kirliliğinin artması, çöplerin geliş güzel atılması, yanlış parselasyon ve meteorolojik şartlara göre yerleşim yapılmaması hava kirliliğine neden olmaktadır (Altuğ, 1990: 28). Hava kirliliği herhangi bir formda havada bulunan yabancı maddelerin canlı hayatına ve ekolojik dengeye zarar verecek şekilde atmosferde bulunması şeklinde tanımlanmaktadır. Karbonmonoksit (CO), azotdioksit (NO₂), hidrojen sülfür (H₂S), azotmonoksit (NO), karbondioksit (CO₂), sülfirik

asit (H₂SO₄), kükürtdioksit (SO₃), ozon (O₃), ketonlar, kurşun, aldehit, peroksil nitratlar ve partiküller ise hava kirliliğine neden olan zehirli gazlardan bazılarıdır (İraz, 2018: 6). Hava kirliliği sadece solunulan havayı değil aynı zamanda yer altı kaynaklarına ve yeryüzüne de ciddi zararlar verebilmektedir (Lovett vd., 2009: 99). Hava kirliliği solunum hastalıkları başta olmak üzere birçok hastalığa yol açabilmektedir. Ayrıca küresel ısınmaya neden olarak fotosentez faaliyetlerinin azalmasına, biyolojik çeşitlilik kaybına ve çeşitli iklim olaylarına neden olarak ekolojik dengenin bozulmasına yol açmaktadır (Kocataş, 1997: 425-434).

2.1.2.2 Su Kirliliği

Su, tüm canlılığın neredeyse yüzde 75'ini oluşturmakta olup; dünyanın da dörtte üçünü kaplamaktadır. Sadece bu iki durum dahi göz önünde bulundurulduğunda suyun önemi anlaşılmaktadır (Sağlam ve Bellitürk, 2003: 46). Bu nedenle canlı yaşamının her alanında vazgeçilmez bir unsur olan suyun korunması hayati önem arz etmektedir. Yaşamsal faaliyetlerin devam edebilmesi adına suyun her türlü zararlı kimyasal ve zararlı mikroorganizmalardan uzak tutulması gerekmektedir (Güler ve Çobanoğlu, 1994: 11). Su kaynaklarının kirlenmesine neden olan faktörlerden bazıları sanayileşmenin artması, erozyon vb. gibi bazı çevresel faktörler, evsel atıkların ve fabrika atıklarının, hayvansal atıkların ve tarım ilaçlarının da doğrudan su kaynaklarına karışmasıdır (Yılmaz ve Yanarateş, 2020, :1503). Su kaynakları için en tehlikeli atıklardan bir diğeri ise nükleer santrallerden sızan radyoaktif atıklardır. Söz konusu bu atıklar hem canlı sağlığı hem de biyolojik çeşitlilik için büyük tehlike arz etmektedir (Murray vd., 1996: 23)

2.1.2.3 Toprak Kirliliği

Toprak, tıpkı hava ve su gibi canlı yaşamı için olmazsa olmaz bir unsurdur. Canlıların besin ihtiyacını karşılamalarında toprak hayati önem arz etmektedir. Toprağın bir gramında bile milyonlarca faydalı mikroorganizma barınmaktadır (Özdemir, 2006: 21). Toprak kirliliği toprağın yüksek oranda kirletici faktörlere maruz kalarak hassas dengesinin bozulması ve ekolojik dengeye zarar verecek hale gelmesi şeklinde tanımlanabilir. Toprağı en fazla kirleten etmenler ise radyoaktif atıklar, sanayi atıkları ve yanlış tarım uygulamalarıdır (Özcan, 2020: 8). Ayrıca yanlış sulama rejimleri, teknoloji-yoğun tekniklerin kullanılması, toprak erozyonu, zirai ilaçlar, suni gübre kullanılması gibi faktörler de toprağın hem doğal dengesinin bozulmasında hem de verimsizleşmesinde aktif rol oynamaktadır (Akyıldız, 2008: 30).

2.1.2.4 Diğer Çevre Kirliliği Türleri

Hava kirliliği, su kirliliği ve toprak kirliliği dışında da bazı çevre kirliliği türleri mevcuttur. Diğer çevre kirliliği türleri arasında radyoaktif kirlilik, gürültü kirliliği, asit yağmurlarının meydana getirdiği kirlilik, ormanların tahrip edilmesi suretiyle meydana gelen kirlilik gibi kirlilik çeşitlerinin de olduğu bilinmektedir.

Yukarıda sayılan çevre kirlilikleri ekonomik büyüme faaliyetleri neticesinde ortaya çıkmakta ve ekolojik dengenin bozulmasına neden olmaktadır. Üretim esnasında ortaya çıkan kirlilikler negatif dışsallıklar arasında yer almaktadır. Aşağıdaki başlıklarda dışsallıklar detaylı olarak anlatılacaktır.

2.2. Dışsallık Teorisi

Dışsallık, bir ekonomik birimin üretimi veya tüketimi esnasında başka bir ekonomik birimi olumlu ya da olumsuz etkilemesidir. Dışsallıklar neoklasik iktisatta piyasa başarısızlıkları olarak adlandırılmıştır. Bunun yanı sıra hem ekonomi hem de maliye bilim alanları tarafından incelenmektedir (Muter vd. 2008: 20). Tanımı gereği dışsallıklarda iki birim arasında karşılıklı bağımlılık söz konusudur. Ancak bu ilişki piyasayla ilgili değil, piyasa dışı ortaya çıkan durumla ilgili meydana gelmektedir. Ayrıca dışsallıktan söz edilebilmesi için kâr ya da zarar durumlarını olumlu ya da olumsuz etkilemesi gerekmektedir. Ancak bu etkileme ekonominin bütünü için değil sadece etkilenen ekonomik birim için geçerlidir. Dolayısıyla da dışsallık bir başka deyişle özel fayda ile toplumsal maliyet arasındaki bir sapmadır (Nadaroğlu, 1998:62). Dışsallık terimini ise bazı iktisatçılar, “Ulusların Zenginliği” adlı eserde özel yarardan daha yüksek sosyal yarar sağlayan faaliyetlerden bahsetmesinden ötürü ilk kez Adam Smith’in ortaya koyduğunu iddia etmişlerdir. Ancak bu konu tartışmaya açık bir konudur. Buna karşın dışsallık terimini ilk kez Alfred Marshall’ın kullanmasıyla beraber, dışsallıkla ilgili ilk teoriyi ortaya koyduğu genel kabul görmektedir. Pigoue ise dışsallık konusunu başka bir boyutta ele alarak refah ekonomisi ile ilişkilendirmiştir. Kısacası Pigou, dışsallık kavramını Marshall’ın teorisinden farklı olarak refah ekonomisiyle dışsal ekonomi arasında bir ilişki kurarak açıklamıştır. Buna karşın Coase, Buchanan ve Stubblebine dışsallık konusunun matematiksel olarak açıklamasını yapan ilk iktisatçılar olmuştur (Sönmez, 1987:123-124). Aynı zamanda Marshall dışsallıkları küçük işletmelerin bir araya gelmesi ya da yerel endüstrilerin büyümesi sonucunda ortaya çıkan kazançlar olarak ifade etmiştir (Marshall,1961: 266). Dışsallıkları açıklama konusunda Marshall ile Marshall’dan sonraki iktisatçıların temel farkı ise Marshall’ın dışsallığı kısmi denge analizi çerçevesinde açıklarken, diğer iktisatçıların statik denge analizi

çerçevesinde açıklamaları olmuştur (Çolakoğlu,1989: 12-13). Dışsallık faktörü nedeniyle üretim yapan fabrikalar özellikle bir araya toplanma eğilimindedirler. Ayrıca kentleşmenin altında yatan nedenin dışsallıklar olduğu düşünülmektedir. Zira aynı endüstri sektörü olsun veya olmasın kuruluş yerleri açısından birbirleriyle benzer kararlar alarak aynı kentsel alanlarda toplanmaya neden olmaktadır (Ildırar, 2004: 89). Dışsallıkların ortaya çıkmasının asıl nedeni ise mülkiyet haklarının tam olarak tesis edilememesidir (Rosen, 1995: 91).

2.2.1 Dışsallık Türleri

Dışsallık türleri pozitif-negatif dışsallıklar, üretim- tüketim dışsallıkları, marjinal- inframarjinal dışsallıklar ve parasal teknolojik dışsallıklar olarak sınıflandırılmaktadır. Alt başlıklarda bu dışsallık türleri detaylı olarak açıklanacaktır.

2.2.1.1 Pozitif-Negatif Dışsallıklar

Ekonomik faaliyetler sonucunda ortaya çıkan dışsallıklar pozitif ya da negatif olabilmektedir. Pozitif dışsallıklar topluma fayda sağlarken negatif dışsallıkların ortaya çıkardığı zararları, bu zararı ortaya çıkaran birimlerin zararı karşılamayıp topluma yüklediğinde söz konusu olmaktadır (Koutsoyiannis, 1987: 594). Kısacası bir ekonomik birimin üretimi veya tüketimi sırasında başka bir ekonomik birim bu durumdan olumlu etkilendiyse buna pozitif dışsallık, olumsuz etkilendiyse negatif dışsallık denilmektedir (Devrim, 1995: 37). Bir ekonomik birimin faaliyetleri sonucu başka ekonomik birimler zarar görüyorsa negatif dışsallık söz konusu olmakta ve bu durumda buna sebep olan kurumlar genellikle maliyetlendirilmektedir (Aggeri, 1999: 699). Bunun yanı sıra marjinal sosyal faydanın marjinal özel faydadan büyük olduğu durumlarda pozitif dışsallık söz konusuyken, marjinal sosyal maliyetin marjinal özel maliyetten büyük olduğu durumlarda ise negatif dışsallık söz konusudur (Kargı ve Yüksel, 2010: 187).

Pozitif dışsallıklar beklenmeyen bir şekilde ortaya çıkan dışsallıklardır (Hyman, 1987: 88). Pozitif dışsallıklara eğitim hizmetleri ise en yaygın örneklerden biridir. Eğitim hizmetlerinin sonucunda suç oranında azalışlar meydana gelirken daha bilinçli toplumlar inşa edilir ki bu da bir toplumun huzur içerisinde yaşayabilmesinin en önemli dinamiklerinden birisidir (Şener, 1998: 70). Pozitif dışsallıklara aşı üzerinden de örnek verilebilir. Bireyler aşı olduğunda salgın hastalıklara karşı kendilerini koruma altına almış olmakla birlikte, hastalığın yayılmasını engelleyerek aşı olmayan bireylerinde bulaşıcı hastalığa yakalanma riskini azaltmaktadır (Özbilgi, 2020: 74). Negatif dışsallıklara örnek olarak ise üretim yapan bir fabrikanın atıklarını akarsulara

ya da toprağa bırakmasıyla ortaya çıkan çevre kirliliği verilebilir. Yine sanayi tesislerinin fosil yakıt kullanarak havayı kirletmesi negatif dışsallıklara bir örnektir. Tüm bunların neticesinde üretim elde edilen kârdan bu fabrika sahipleri faydalanırken negatif dışsallıkların maliyeti topluma yüklenmektedir (Güneş, 2000: 26).

2.2.1.2 Üretim-Tüketim Dışsallıkları

Ekonomik faaliyetler sınıflandırıldığında üretim ve tüketim dışsallıkları karşımıza çıkmaktadır. Bir ekonomik birimin meydana getirdiği üretim veya tüketim faaliyetinin, başka bir ekonomik birimin üretim veya tüketim faaliyetini etkilemesi yani bağımsız değişken olarak dahil olması durumu orada üretim ya da tüketim dışsallığının meydana geldiğini göstermektedir (Buchanan ve Stubblebine, 1962: 372-373). Ekonomik faaliyetler sonucunda çevresel kalitede azalmalar görülmektedir. Bunun asıl nedeni ise üretim ve tüketim esnasında çevre kirliliğine neden olan negatif dışsallıkların dikkate alınmamasıdır (Seymen, 2005: 104). Bu tür dışsallıklar sosyal maliyetler olarak nitelendirilmektedir. Ortaya çıkan bunun gibi sosyal maliyetlerin giderilmesinde ise çevre vergileri söz konusu dışsallıkları içselleştirmektedir (Toprak, 2006: 155). Üretim ve tüketim dışsallıklarında her ne kadar vergiler kirliliği önleyici ya da ortadan kaldırmacı bir vazife görse de, hem üreticilerin hem de tüketicilerin çevreye duyarlılık göstermesi çevre kirliliğini önlemek adına olmazsa olmaz bir unsurdur (Acar, 2006: 223).

2.2.1.3 Marjinal-İnframarjinal Dışsallıklar

Marjinal dışsal ekonomiler, bir üretim veya tüketim faaliyetindeki ilave değişiklikten dolayı ekonomik birimlerin fayda ve maliyet fonksiyonlarındaki olumlu ve olumsuz değişimler olarak ifade edilmekteyken, inframarjinal dışsal ekonomiler ise aynı koşullarda ya hiçbir değişikliğin meydana gelmemesi ya da değişikliğin ihmal edilebilir boyutlarda olmasını ifade etmektedir. Örnek verecek olursak, bir firmanın ya da bireyin davranışı başka bir firmanın ya da bireyin amaç fonksiyonuna etki ediyorsa burada marjinal dışsallık söz konusudur. Bu etki durumu belirli bir noktadan sonra meydana geldiğinde ise artık burada inframarjinal etki söz konusudur. Çevre kirliliği açısından değerlendirecek olursak, çevre kirliliklerinden meydana gelen dışsallıkların önemli bir bölümü inframarjinal dışsallık olarak meydana gelmektedir (Yüksel, 2006: 26).

2.2.1.4 Parasal-Teknolojik Dışsallıklar

Arz ve talep şartlarında yaşanan değişimler sonucu firma ve endüstriler tarafından fiyatlarda meydana gelen değişimler parasal dışsal ekonomi olarak

adlandırılmaktadır. Endüstride ya da firmanın kendisinde meydana gelen değişiklik piyasadaki diğer birimleri de etkilemekte ve bu birimler üzerinde kâr ya da zarar meydana gelmesine neden olmaktadır (Manisalıoğlu, 1971: 8). Bir malın fiyatında meydana gelen azalma o malın tüketicisi açısından pozitif bir yarar sağlamaktadır (Akarçay, 2020: 2474). Parasal dışsallıkların niteliğini ise asıl olarak ölçek ekonomileri belirlemektedir. Buna göre eğer ölçüğe göre azalan getiri söz konusu ise bir malın talebi arttığında o malın fiyatının yükselmesine neden olabilmektedir. Bu durumda ise söz konusu malı tüketen diğer alıcılar için olumsuz bir durum oluşmakta ve dolayısıyla negatif parasal dışsallık meydana gelmektedir. Ölçüğe göre artan getiri söz konusu olduğunda ise bir mala olan talep arttığında o malın fiyatının düşmesine neden olabilmektedir. Böylece söz konusu malı tüketen diğer alıcılar için bu durum avantaj sağlamakta ve dolayısıyla pozitif parasal dışsallık sağlamaktadır (Scitovsky, 1971: 282-284).

Teknolojik dışsallıklar ise piyasa mekanizmasından bağımsız, olumlu ya da olumsuz olarak üretim ya da fayda fonksiyonlarında kaymalara yol açarak reel etkiler meydana getirmektedirler. Örneğin araba egzozundan yayılan zehirli gazlar diğer bireylerin faydasını azaltmaktadır (Güneş, 2000: 34). Teknolojik dışsallıklarda “ödenmeyen üretim faktörleri” ve “atmosfer yaratma” olmak üzere iki şekilde sınıflandırılabilir. Ödenmeyen üretim faktörleri olarak adlandırılan teknolojik dışsallıkta tüm toplum için ölçüğe göre sabit getiri geçerliken bunun tek endüstri için olmamasıdır. Atmosfer yaratma olarak adlandırılan teknolojik dışsallıkta ise tek endüstri için ölçüğe göre sabit getirilerin olması ama tüm toplum için olmamasıdır (Meade, 1952:54-67).

2.3. Dışsallıkların Ortadan Kaldırılması için Uygulanan Politikalar

Çevre kirliliğinin ulaştığı boyutların evrensel nitelikte olduğunun anlaşılmasıyla birlikte 3E (Energy, Economy, Environment) olarak ifade edilen enerji, ekonomi ve çevre birbirleriyle bağlı bir şekilde ele alınmaya başlanmıştır. Çevre ekonomisi bu üç alanı gerek çevre kirliliğini meydana getiren etmenleri saptamak gerekse bu etmenlerin ortadan kaldırılması için kamusal müdahaleler açısından kamu ekonomisiyle etkileşim içerisinde. Şüphesiz, çevre kalitesinin azalmasına yol açarak ekolojik dengenin bozulmasına neden olan en önemli iki faaliyet üretim ve tüketim faaliyetleridir. Ancak uzun bir süre boyunca çevre serbest mal olarak kabul edilerek, sadece üretimin artmasına odaklanılmış ve üretimin artırılmasıyla meydana gelen negatif dışsallıklar göz ardı edilmiştir. Günümüzde ise çevrenin kamusal mal olduğu kabul görmektedir (Kargı ve Yüksel, 2010: 190).

Adam Smith su, hava, toprak gibi unsurları “serbest mal” olarak tanımlamıştır. Jean Baptiste Say ise “Doğal kaynaklar tükenmezdirler. Ne çoğaltılabilirler ne de tükenirler, bu yüzden ekonomi biliminin dışındadırlar” biçiminde ifade etmiştir (Başkaya, 1994:203). Ancak doğal kaynakların da sınırsız olmadığı ve tükenebilir olduğu anlaşıldıktan sonra bazı araştırmacılar çevre sorunlarına neden olan asıl etmenin ekonomik etkinlikler olduğunu öne sürmüşlerdir. Kaynakların tükenmesiyle birlikte ekonomik büyüme de duracaktır. Bu durum sıfır büyüme olarak adlandırılmıştır ve çevre kirliliğinin önüne geçebilmek adına ekonomik büyümenin durdurulması gerektiği görüşü öne sürülmüştür (Karaman, 1998:34). Çevre kirliliğinin önlenmesi için çevre politikalarının toplumların refahını artıracak şekilde oluşturulması büyük önem arz etmektedir. Ayrıca doğal kaynakların verimli bir biçimde kullanılması ve gerek hukuki gerekse ekonomik araçların uluslararası mevzuata uygun şekilde uygulanması gerekmektedir (Barde, 1994: 4).

Çevre kirliliği genel olarak enerji tüketimi, üretimi ve değişiminden kaynaklanmaktadır. Ancak çevre kirliliği maliyetlerine enerji fiyatları dahil değildir. Bu durum ise daha çok enerji tüketimine yol açmaktadır. Bu konu ekolojik ekonomi, enerji ekonomisi ve çevre ekonomisi açısından ortak bir konudur. Ekolojik ekonomi parasal değerini çevre üzerindeki etkilerini tayin edebileceğini reddederken, bu durum enerji ekonomisi ve çevre ekonomisi için geçerli değildir. Çevre kirliliğine neden olan en önemli etmen şüphesiz fosil yakıt kullanımınıdır. Fosil yakıtların kullanılmasıyla birlikte ortaya çıkan CO2 emisyonu atmosferde birikerek çeşitli afetlere neden olmaktadır. Bunlardan en önemleri arasında biyolojik çeşitlilik kaybı, deniz ve okyanus seviyelerinde artış, tropikal fırtınalar gibi felaketler yer almaktadır. Tüm bunlar küresel ısınma neticesinde gerçekleşmektedir (Saatçi ve Dumrul, 2011: 66). Dışsallıklar kamu politikalarının oluşturulması ve uygulanmasında göz önüne alınmakta ve buna ilaveten kamusal hizmetler yine bazı dışsallıklara göre planlanmaktadır (Tullock, 2011: 17).

2.3.1 Çevresel Dışsallıkların Çözümünde Kamu Politikaları

Regülasyon kavramı “belli bir faaliyete ilişkin oyunun kurallarının belirlenmesi (düzenlenmesi) ve bu kurallara ilişkin yönlendirme/denetimin sağlanması” olarak tanımlanmaktadır. Başka bir deyişle regülasyon “hükümetlerin, bireylerin ve firmaların iktisadi ve sosyal açıdan istenmeyen davranışlarını engellemek ve değiştirmek amacıyla oluşturduğu uygun müeyyidelerle desteklenmiş kurallardır.” Regülasyonlar devletler tarafından yapılabildiği gibi ulusal ve uluslararası kuruluşlar tarafından da kendi üyelerine yönelik yasa ve uluslararası anlaşmaların kendilerine vermiş olduğu

birtakım yetkilerle yapılabilmektedir (Türkkân, 2001: 109-111). Çevre kirliliğini önlemek ya da azaltmak amacıyla kamu vergilendirme, harç ya da sübvansiyon gibi uygulamalarla kirlilikle mücadele etmektedir (Akarçay, 2020: 2475).

Temiz bir çevrenin tüketilmesi konusunda bireyler arasında rekabet sözü konusu olmamaktadır. Yani bir bireyin temiz çevreden faydalanması diğer bireyin faydasını azaltmamaktadır. Temiz çevre için maliyetlere katılanların temiz çevreden faydalanması durumunda bu maliyetlere katılmayanlar da temiz çevreden aynı oranda fayda sağlamaktadır (Tan, 2004: 117). Temiz çevrenin korunması konusu da kamusal mal özelliği göstermektedir (Gillis, 1992: 542). Hava, su gibi doğal kaynakların mülkiyet haklarının gereğince belirlenmemesi ve bu kaynakların kamusal mal niteliği taşıması itibarıyla bozulmalarının önlenmesi piyasanın kendi işleyişi içerisinde mümkün olmamaktadır. Ayrıca çevresel kaynaklarda meydana gelen bozulmaların tek yönlü olmaması sebebiyle özel anlaşma yöntemleri de yeterli gelmemektedir. Dolayısıyla doğal kaynakların korunması, çevresel kalitenin artması ve ekolojik sistemin zarar görmemesi adına devlet müdahalesi kaçınılmazdır. Çevre kalitesinin artırılmasına yönelik çalışmalar çevreyi kirletenin sorumluluğu ve kirletmemesi adına alınması gereken önlemleri teşvik edecek şekilde politikalar düzenlenmektedir (Ertürk, 1996: 121).

Üretim esnasında meydana gelen negatif dışsallıkların azaltılması, zararların tazmin edilmesi ve/veya negatif dışsallıkların tamamen önlenmesi amacıyla devlet müdahalesinin iki farklı şekilde yapılması gerektiği öne sürülmektedir. İlk yöntem devletin piyasa şartlarına göre dolaylı olarak müdahale etmesidir. Buna göre kamu otoritesi tarafından uygulanan politikalarla yani piyasaya dayalı araçlarla ekonomiye müdahale edilmelidir. Bu araçlar ise vergiler, harçlar, sübvansiyonlar ve kirlilik hakları gibi araçlardır. İkinci yöntem ise doğrudan kontroller (standartlar) ile devletin doğrudan müdahale ettiği yöntemdir (Stiglitz, 1994: 94). Bu sayede dışsallıkların içselleştirilmesinin ve bunun yanında dışsal maliyetlerin önlenmesinin amaçlanmakta olduğu söylenebilir.

2.3.1.1 Vergiler

Vergi uygulamaları çevre kirliliğinin neden olduğu iklim değişikliğiyle mücadelede en etkin araçlardan birisidir. Çevre vergileri yeşil vergi olarak da adlandırılmaktadır. Ancak çevreyle ilgili alınan her vergi yeşil vergi olmayabilir. Bu nedenle çevre vergilerinin çerçevesi belirlenmiş ve kabul görmüş ortak bir tanımlamasının yapılması gerekmektedir (Öner, 2014: 154). Üretim sürecinde meydana gelen negatif dışsallıkların önlenmesi

amacıyla vergi uygulaması önem arz etmektedir. Ancak vergileme ürünün kendisine değil, atıkların neden olduğu kirlilik üzerinden başka bir deyişle atık emisyonlarına yapılmaktadır. Firmanın kârları üzerinden alınan bir vergi, atık emisyonları üzerinden alınan vergiden farklıdır. Bir diğer konu ise atık üzerinden alınan verginin oranıdır. Bu durum çevresel maliyetlerle birlikte kamu gelirleriyle ilgili unsurlar barındırmaktadır. Dolayısıyla çevre vergilerinin belirlenmesi mali yöneticiler ve çevresel düzenlemecilerle birlikte yapılması gerekmektedir. Ayrıca belirlenen bir vergi oranı çevreci kesim tarafından yetersiz bulunabilirken, öte yandan kamu ekonomisi tarafından etkinlik kaybı açısından fazla bulunabilmektedir (Oates, 1995: 919). Vergilemeler Pigou tipi vergi, ürün veya atık üzerinden alınan vergiler ve farklı diferansiyel vergileme gibi farklı şekillerde uygulanabilmektedir.

Negatif dışsallıkların ortaya çıkmasına neden olan mallara vergi konulması fikri ilk defa A. C. Pigou tarafından öne sürmüştür. Bu nedenle bu tür vergiler “Pigou Tipi Vergiler” olarak adlandırılmaktadır. Negatif dışsallık meydana geldiğinde, optimalite durumunun negatif dışsallığa neden olan mallara vergi konulması gerekliliğini ortaya koymuştur (Özbay ve Özbek, 2017: 83). Pigou, dışsallıkların içselleştirilmesini vergileme yöntemiyle olması gerektiğini öne sürmüştür (Pigou, 1952: 223-225). Pigouvian vergiler kirlilik ya da birim başına emisyon üzerinden alınan vergilerdir. Ayrıca Pigouvian vergiler kirliliğin fiyatını artırarak, kirleticiyi özel ve sosyal maliyetle yüzleştirme ve de maliyet etkisi sayesinde çevre politikası maliyetlerini azaltabilme gibi avantajları bünyesinde barındırmaktadır (McMorran ve Nellor, 1994: 2-3).

Negatif dışsallıkların önlenmesi ya da ortadan kaldırılabilmesi adına uygulanabilecek bir diğer vergileme yöntemi ise çevre kirliliğine neden olan ürün veya atıkların üzerinden vergi alınmasıdır (Plott, 1966: 84-87)’a göre vergiler salınan emisyon gazları üzerinden ya da emisyon gazlarına neden olan üretim faktörleri üzerinden alınmalıdır. Kirlenme harçları olarak da ifade edilebilen bu vergiler hava kirliliği, su kirliliği, toprak kirliliği ve gürültü kirliliğine neden olan faktörler üzerinden alınmaktadır (Nadaroğlu, 1998: 193). Kuzey Avrupa ülkelerinde karbondioksit vergisi veya enerji vergileri bu tür vergilere örnek olarak gösterilebilir. Karbon vergilerinin çevre kirliliğinin önüne geçebilmesi için çevreye salınan karbon emisyonlarının her birimi üzerinden alınması gerekmektedir. Ancak emisyonların ölçümü ve takibi oldukça maliyetli olduğundan, karbon emisyonu salınımına neden olan ürünlerin üzerinden bir vergileme yapılması daha az maliyetlidir ve yine emisyon azaltmada uygun bir seçim olmaktadır (Cuervo ve Gandhi, 1998: 17). Ayrıca atıkların çevreye zarar vermesini engelleyecek atık pazarları da kurulmuştur. Bu atık pazarlarındaki atıklar başka bir üretim

faaliyeti için gerekli hammadde ya da yakıt olarak talep edilebilmektedir (Güneş, 2000: 38).

Farklı diferansiyel vergileme ise ortaya yeni vergiler çıkarmak şeklinde değil, zaten mevcut olan vergilerin çevre kalitesini artırmak üzerine düzenlenmesidir. Çevre kirliliğine neden olan ürünlere vergi farklılaştırılmasıyla birlikte cezalandırarak fiyatlarını değiştirmektedir (Barde, 1994: 11). Farklı diferansiyel vergilemelere örnek olarak motorlu taşıtlar vergisi verilebilir. Bu vergi yöntemi doğrudan olmasa da dolaylı bir şekilde çevre sorunlarını çözmeye etkilidir (Ercan, 2015: 217).

2.3.1.2 Sübvansiyonlar

Sübvansiyonlar genel olarak devletin kişi ve kurumlara karşılıksız olarak yaptığı yardımlar olup bu yardımlar para, mal ya da hizmet şeklinde yapabilmektedir. Aynı zamanda özendirici tedbirleri ve düşük faizli kredileri de içermektedir. Çevresel sübvansiyonlar ise çevre kirliliğini önlemek ya da kontrol altına alabilmek amacıyla uygulanan sübvansiyonlardır. Karbon emisyonlarını azaltacak önlemlerin maliyetlerini daha aşağıya çekmek amaçlı bünyesinde vergi indirimlerini de barındırmaktadır (Öner, 2014: 137). Sübvansiyonlar genel olarak iki temel amaca hizmet etmektedir. Bu amaçlardan ilki gelir dağılımının düzenlenmesi, ikincisi ise piyasa aksaklıklarının giderilmesi amaçlı kullanılmasıdır. Sübvansiyonların gelir dağılımının düzenlenmesi için uygulanan sübvansiyon programları ekonomi üzerindeki etkisinin anlaşılabilmesinde önem arz etmektedir (Güneş, 2000 :41). Piyasa aksaklıklarıyla ilgili uygulanan sübvansiyon programları ise meydana gelen negatif dışsallıklardan zarar görenlere ödeme yapılmasıdır. Meydana gelen negatif dışsallığı azaltacak malların, negatif dışsallıktan zarar görenler tarafından tüketiminin artırılmasını sağlayan yardımlardır. Bu duruma örnek olarak havaalanlarının yakınında bulunan yerleşim yerlerine ses yalıtımı yapılmasının garantisini veren sübvansiyonlar gösterilebilir. Ancak bu durumda pareto optimalin etkinlik kriterini engelleyeceği ve bu nedenle fiyat sistemine ek çarpıklıklar getirebileceği endişesiyle pareto optimal tahsisin sağlanması olanaksızdır. Fakat sübvansiyonlar toplum refahını artırıcı politikalar içerdiğinden dağılımsal adaleti bu yöntemin kabul görmesi için yeterlidir (Holtermann, 1976: 9).

2.3.1.3 Harçlar

Negatif dışsallıkların önüne geçilmesinde bir diğer kamu politikası harç uygulamalarıdır. “Kirlüten öder” ilkesine dayanan harç uygulamaları çevreyi kirlütenlerden alınması gereken parasal karşılıklardır. Bu uygulamadaki amaç çevreye verilen zararın tazmin edilmesi ve tekrarının önlenmek istenmesidir.

Harçları vergilerden ayıran en temel özelliği bir karşılığa dayanıyor oluşudur. Bu karşılık çevre kirliliğinin önlenmesi adına yapılan kamu faaliyetlerinin karşılığıdır (Kargı ve Yüksel, 2010: 196). Başka bir deyişle hem üretici hem de tüketici açısından çevre kirliliğine neden olan davranışların ve alışkanlıkların, çevreyi kirletmeyecek şekilde değiştirilmesini sağlayacak nitelikte uygulamalardır. Ayrıca bu kişileri çevre kirliliğini azaltan yeni yöntemler bulmaya teşvik edecektir (Sezer ve Dökmen, 2018: 166). OECD'nin yaptığı sınıflandırmaya göre harçlar dörde ayrılmaktadır. Söz konusu bu harçlar atık harçları, hizmet harçları, üretim harçları ve yönetim harçlarıdır. Atık harçları, çevreye doğrudan bırakılan atıklarla ilgili olan harçlardır. Ancak bu harçların uygulanması ve hesaplanmasının karmaşık olması nedeniyle kısıtlı bir etkisi mevcuttur. Hizmet harçları, çevreye bırakılan atıkların temizlenmesi ya da birtakım işlemlerden geçirilmesiyle ilgili hizmetlerin karşılığı yapılan ödemelerdir. Üretimle ilgili harçlar, çevre kirliliğine neden olan ürünlerin üretim ya da kullanım esnasında uygulanan harç çeşididir. Söz konusu bu harcın temel amacı aynı olmayan ürünlerin fiyatlarını değiştirmek ve işleme istemlerini finanse etmektir. Yönetimle ilgili harçlar, öncelikle lisans verme ve lisans alanların izlenmesi gibi işlevlerin kısmen veya tamamen finanse edilmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Özdemir, 2006: 83).

2.3.1.4 Kirlilik İzni

Kirlilik izni kabarcık teoremi ile açıklanmaktadır. Söz konusu bu teoreme göre “bir yerleşim yerini çevreleyen atmosfer tek bir hava kabarcığı” olarak kabul edilmektedir. Bu hava kabarcığı içindeki hava kirliliği ölçülmekte ve herhangi bir tehdit unsuruna rastlanmazsa, kirletici firmalara belli bir oranda emisyon yayma sınırı getirilmekte ve bu sınırın aşılması yasaklanmaktadır. Mevcut hava kalitesini korumak için ise bu noktadan sonra başka bir işletmeye yeni bir izin belgesi verilmemektedir. Bu yöntem kirlilik izni olarak adlandırılmaktadır (Armağan, 2003: 15). Devlet firmalar için her bölgeye belli bir kirletme sınırı getirmektedir. Bu haklar ya açık artırma ile satılmakta ya da tahsis edilmektedir (Gottinger, 1994: 9). Ayrıca emisyonlarını azaltan bir firma kendi yayacağı emisyon hakkını başka bir firmaya satabilmektedir. Bu sistemin asıl amacı devletin firmalara belli oranda kirlilik yayma hakkı vererek çevre kirliliğinin önüne geçmektir (Stiglitz, 1994: 229). Bunun yanı sıra emisyon yayma sınırının tavanına ulaştığı takdirde, söz konusu firma ancak ek kirlilik emisyonu sıfır ise faaliyetlerine devam edebilmektedir. Ancak böyle bir durumun olması hem ekonomik olarak hem de teknik olarak imkânsız olduğu için, emisyonlarını azaltmak isteyen diğer firmalardan aynı kontrol alanında bulunan diğer şirketlerden yeni faaliyetin yayacağı ilave kirlilik miktarı kadar kirlilik hakkı satın almak zorundadır (Barde, 1994: 11).

2.3.1.5 Doğrudan Kontroller

Doğrudan kontroller (standartlar) negatif dışsallıkların çözümünde kullanılan bir kamu aracıdır. Çevre kirliliğini önlemek adına bazı limitler ve yasaklar getirebilmektedir (Kargı ve Yüksel, 2010: 197). Dolayısıyla da söz konusu bu aracın başarısı meydana gelen kirliliği kontrol edebilme standartlarının doğru bir şekilde belirlenmesine bağlıdır (Ertürk, 1996: 123). Öncelikle herhangi bir kirlenme durumunda kirliliğin azaltılması adına firmaların hangi teknolojiyi kullanmaları gerektiğine dair belli kurallar koyulmaktadır. Firmalar bu kurallar çerçevesinde kirlilik kontrol ekipmanı kurmalı ve emisyonlarını tamamen temizlemelidir. Doğrudan kontrollerde firmalar kendi tercihlerine göre teknoloji seçemezler ve devletin kurallarına göre hareket etmek zorundadırlar (Ekelund ve Tollison, 1991: 515).

2.3.2 Çevresel Dışsallıkların Düzenlenmesinde Piyasa Çözümleri

2.3.2.1 Coase Yaklaşımı

Coase yaklaşımı dışsallık oluştuğunda tarafların dışsallığı içselleştirmek için birtakım düzenlemeler yapılması konusundaki önermedir (Stiglitz, 1994: 267). Coase, Pigou'nun görüşlerinin üç nedenden dolayı yanlış olduğunu öne sürmüştür. Bunlardan ilki her dışsallık etkinsiz sonuçlara yol açmamasıdır. İkinci neden Pigovian çözümün her daim etkin sonuca ulaştırmamasıdır. Pigovian vergilerin yanlış olduğunu gösteren üçüncü neden ise işlem maliyetlerinin varlığıdır (Baştürk, 2014: 145). Söz konusu bu teoreme göre dışsallık oluştuğunda ilgili tarafların bir araya gelerek bu dışsallığı içselleştirmek adına öneri sunulmalıdırlar. Aynı zamanda faydanın taraflar arasında adaletsiz dağılımı söz konusu olmuşsa, bu konuda pazarlık yapılarak etkinliğin sağlanması amaçlanmaktadır. Burada bir diğer önemli nokta ise devlet müdahalesine gerek kalmadan dışsallık sorununun çözülebilmesi için taraf sayısının az olması, dışsallığın tarafların mülkiyetinde olan alanla sınırlı olması ve pazarlık maliyetinin çok düşük olması gerekmektedir (İnan, 2018: 93-94). Coase, bir firmanın üretim esnasında yol açtığı negatif dışsallıklar için, bu dışsallıklardan etkilenenlerin doğrudan firma sahiplerine kirliliği azaltması adına para teklifinde bulunabileceğini belirtmektedir. Böylece bu atıklar firma sahipleri için ek gelir sağlayacak bir varlığa dönüşmektedir. Bu da firma sahiplerini kirliliği azaltmaya teşvik etmektedir (Wolf, 1998: 21).

2.3.2.2 Hicks Kaldor Ölçütü

Tazmin İlkesi olarak da bilinen "Hicks Kaldor Teoremi" üretim faaliyetleri esnasında ortaya çıkan negatif dışsallıklar için, negatif dışsallığa neden olan

işletmelerin zarar gören taraflara bu zararın tazmini için üretim faaliyetlerinden elde ettiği dışsal yararı karşılık olarak ödemesidir (Şataf, 2014 :109). Tazmin ilkesi tarihte ilk defa “Welfare Propositions of Economics and Interpersonal Comparisons of Utility” adlı makalede Nicholas Kaldor (1939) tarafından ortaya konulmuştu. Kaldor’un bu görüşü ise “Foundations of Welfare Economics” adlı makalede J. R. Hicks tarafından desteklenmiştir (İşler ve Karayılmazlar, 2019: 74). Söz konusu bu yaklaşıma göre bazı taraflar kazanç elde ederken, zarar gören taraflar ise bu zararı aldıkları tazminat sonucu telafi etmektedirler. Örneğin bir projenin üretim maliyeti, proje kazancının altında kaldığı ve zarara uğrayanların zararı telafi edildikten sonra hala kazanç elde edildiği takdirde proje uygulamaya konulmaktadır (Parlakay ve Yavuz, 2016: 213). Sonuçlar fayda-maliyet analizi açısından özellikle daha fazla önem arz etmektedir. Yani herhangi bir projenin parasal getirisi maliyetinden fazlaysa ve kazançlı çıkanlar zarara uğrayanların zararını tazmin ettikten sonra hala kazançlı durumdadır ise bu projenin uygulamaya konulması durumu gündeme gelmektedir (Sönmez, 1987: 86; Kesbiç vd., 2010: 130). Kısacası Kaldor-Hicks yaklaşımı negatif dışsallığa sebep olanların, bu dışsallıktan elde ettiği kazançla negatif dışsallıktan zarar görenlere ödediği tazminattır.

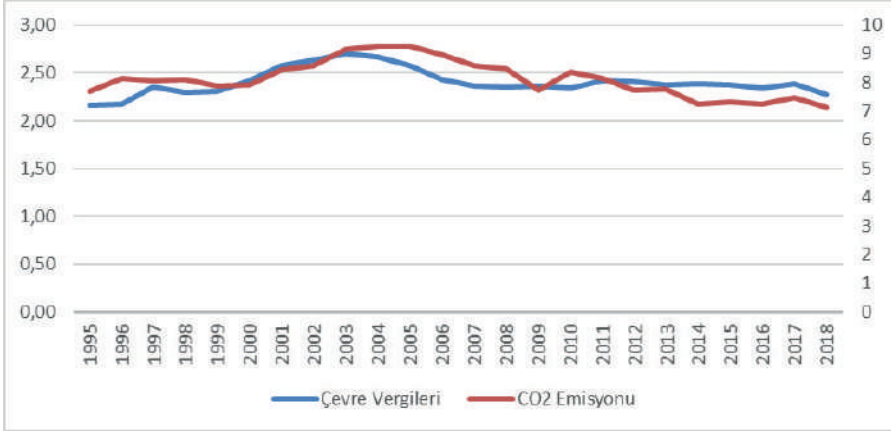
2.3.2.3 Scitovsky Yaklaşımı

Scitovsky, Hicks ve Kaldor’un yaklaşımlarını inceleyerek negatif dışsallıkların meydana getirdiği maliyetleri ortadan kaldırmak amacıyla her iki yaklaşımın da beraber kullanılması gerektiğini ifade etmiştir. Aynı zamanda tazmin ve telafinin parasal değeri üzerinde durmuş ve hem kazanan hem de kaybeden taraf için paranın marjinal değerinin aynı olduğunu varsaymıştır (Karakas, 2015: 269). Üretimden kaynaklanan negatif dışsallıklara çözüm olarak pazarlık yöntemini önermesinden dolayı bu yaklaşım “Scitovsky Yaklaşımı” olarak adlandırılmaktadır. Scitovsky yaklaşımına göre üretim ya da tüketim esnasında bir negatif dışsallık meydana gelmişse, bu negatif dışsallıktan zarar gören tarafın zararının giderilmesi için her iki tarafın pazarlık yapması en uygun olan durumdur (İnan, 2018: 95). Ancak gerek Coase yaklaşımı gerek Kaldor-Hicks yaklaşımı gerekse Scitovsky yaklaşımı günümüzde dışsallıkların ortaya çıkardığı zararı önlemede yetersiz kalmışlardır. Bu nedenle negatif dışsallıkların çözümünde kamu müdahalesi daha etkili olmaktadır (Yıldırım 1992: 22).

2.4. Avrupa Birliği Ülkelerinde Çevre Vergileri ve CO2 Emisyonu İlişkisi

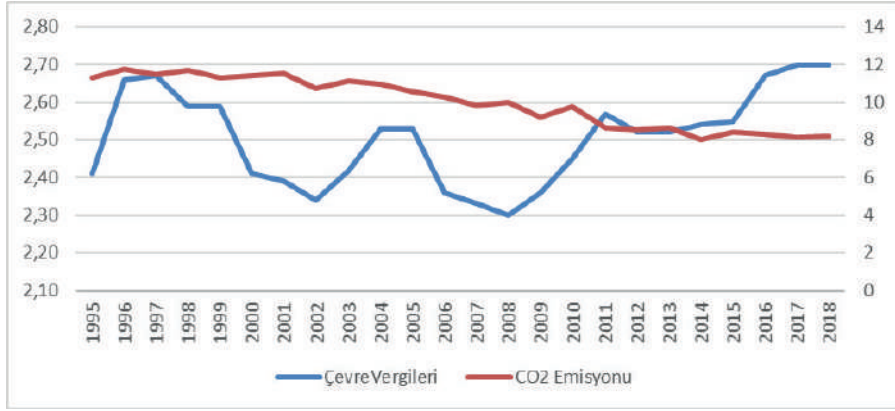
Küresel ısınmanın ekolojik dengeyi tehdit etmesinden ötürü küresel ısınmaya yol açan faktörler ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır. Çevre

kirliliğinin önüne geçebilmek adına en etkili kamu araçlarından birinin ise vergilendirme olduğu düşünülmektedir. Bu durumu daha net açıklayabilmek adına grafik üzerinden anlatmak önem arz etmektedir. AB ülkelerinde çevre vergileri ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki Avusturya, Belçika, Bulgaristan, Çekya ve Finlandiya ülkeleri açısından karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



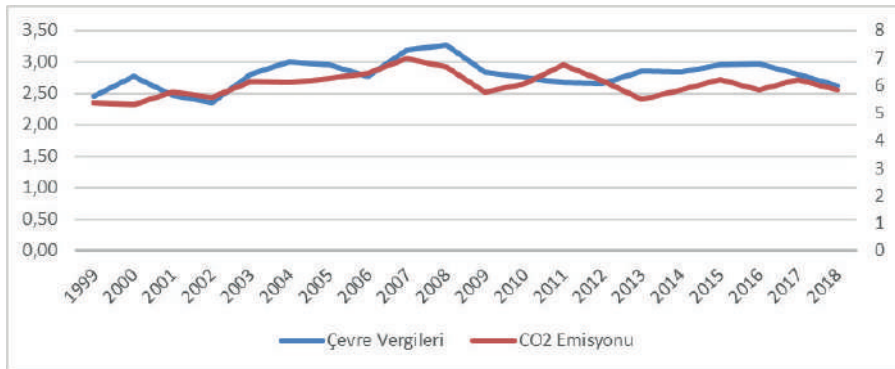
Şekil 2.1: Avusturya İçin Çevre Vergilerinin Kişi Başı GSYH Yüzdesi-CO2 Emisyonu İlişkisi

Avusturya için toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi ile kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarının genel olarak birbirlerine paralel bir şekilde hareket ettiği söylenilebilir. Ancak 2012 yılı itibariyle çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesindeki artışla beraber kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarının azalış eğilime girdiği görülmektedir. 1995-2018 yılları arasını kapsayan bu dönemde toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi 1995 yılında yüzde 2.16 iken, 2018 yılında yüzde 5.55 oranında artış göstererek bu oranının yüzde 2.28'e çıktığı görülmektedir. 1995 yılındaki kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 7.69 metrik ton iken 2018 yılında bu oran yüzde 7.15 azalarak 7.14 metrik tona düştüğü görülmektedir. Bu durum çevre vergilerinin Avusturya için etkili olduğunu göstermektedir.



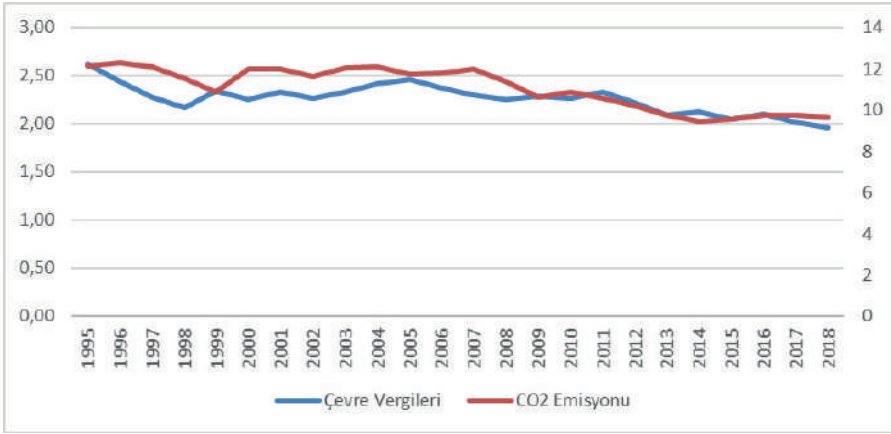
Şekil 2.2: Belçika İçin Çevre Vergilerinin Kişi Başı GYSH Yüzdesi-CO2 Emisyonu İlişkisi

Belçika için 1995-2018 yılları arasını kapsayan dönemde, 2015 yılı itibariyle toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesinin artış eğilimine girmesiyle birlikte, CO2 emisyon miktarının azalış eğilimini devam ettirdiği gözlemlenmektedir. Toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi 1995 yılında 2.41 iken, bu oranın 2018 yılında yüzde 12.03 artış göstererek yüzde 2.7'ye yükseldiği görülmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyon miktarının ise 1995 yılında 11.30 metrik tondan 2018 yılında yüzde 27.69 azalarak 8.17 metrik tona düştüğü görülmektedir. Bu durumda Belçika için çevresel vergilerin çevre kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin olduğu söylenilebilir.



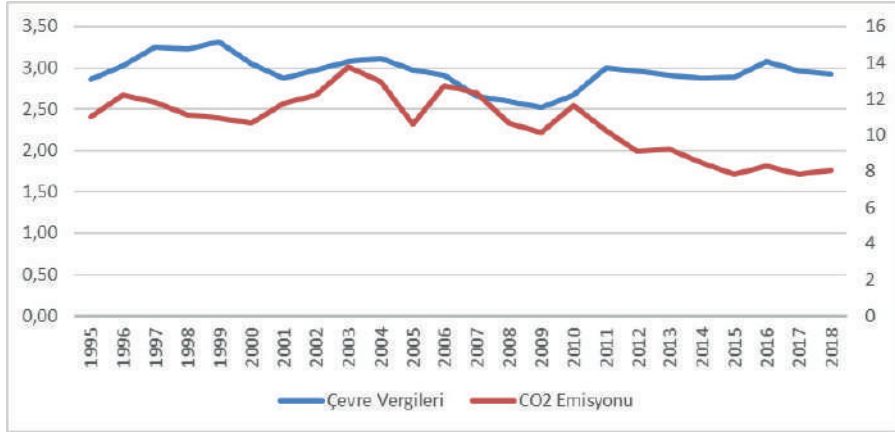
Şekil 2.3: Bulgaristan İçin Çevre Vergilerinin Kişi Başı GYSH Yüzdesi-CO2 Emisyonu İlişkisi

Bulgaristan için 1995-2018 yılları arasını kapsayan bu dönemde toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi ile kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarının dönem dönem doğru orantılı bir şekilde hareket ettiği gözlemlense de, birbirinden bağımsız bir şekilde hareket ettiği de izlenmektedir. Örneğin; 2000 yılında toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesinin arttığı görülürken, kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarında düşüş görülmektedir. Ancak 2003 yılında toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi artarken, kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarında da artış izlenmektedir. 1995 yılında toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi 2.46 iken, bu oranın 2018 yılında yüzde 6.50 artarak 2.62'ye yükseldiği görülmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyon miktarının ise 1995 yılında 5.39 metrik tondan, 2018 yılında yüzde 8.53 artarak 5.85 metrik tona yükseldiği görülmektedir. Bu durum Bulgaristan için çevre vergilerinin çevre kirliliğini azaltmada yetersiz olduğunu göstermektedir.



Şekil 2.4: Çekya İçin Çevre Vergilerinin Kişi Başı GYSH Yüzdesi-CO2 Emisyonu İlişkisi

Çekya için 1995-2018 yılları arasını kapsayan bu dönemde hem toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi hem de kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarının dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. 1995 yılında toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi 2.62 iken, 2018 yılında bu oran yüzde 25.18 azalarak 1.96'ya gerilemiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarı ise 1995 yılında 12.12 metrik ton iken yüzde 20.46 azalarak 9.64 metrik tona gerilemiştir. Yani kişi başına düşen gelir azalırken aynı zamanda çevre kirliliği de azalmıştır.



Şekil 2.5: Finlandiya İçin Çevre Vergilerinin Kişi Başı GSYH Yüzdesi-CO2 Emisyonu İlişkisi

Finlandiya için 1995-2018 yılları arasını kapsayan bu dönemde toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi ile kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarının zaman zaman birlikte hareket ettiği görülse de genel olarak birbirine zıt bir şekilde hareket ettiği söylenilebilir. 1995 yılında toplam çevre vergilerinin kişi başına düşen GSYH yüzdesi 2.86 iken, 2018 yılında yüzde 2.44 oranında artarak yüzde 2.93'e yükseldiği görülmektedir. 1995 yılında kişi başına düşen CO2 emisyon salınım miktarı 10.98 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 26.77 azalarak 8.04 metrik tona gerilemiştir. Bu durumda Finlandiya için uygulanan çevre vergilerinin çevre kalitesi üzerinde olumlu etkilerinin olduğunu söylemek mümkündür.

2.5. Regülasyon ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması

Çevresel regülasyonlar ile çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi araştıran çalışmalar henüz yeterli sayıya ulaşmış değildir. Bununla birlikte yapılan çalışmalarda heterojen sonuçların elde edildiği görülmektedir. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde çevresel regülasyonların çevre kirliliğini azalttığına dair kanıt sunan çalışmalar mevcuttur. Örneğin; Cheng vd., (2017), 1997-2014 dönemini baz alarak gerçekleştirmiş oldukları ampirik çalışmada, Dynamic spatial panel yöntemini kullanmış ve Çin'de çevresel regülasyonların çevre kirliliğini azalttığını öne sürmüştür. Benzer şekilde Hashmi ve Alam (2019), GMM metodunu kullanarak ve 1999-2014 dönem aralığını baz alarak OECD ülkeleri için; Chen vd., (2018), 1998-2012 dönem aralığını baz alarak Çin'in 30 ili için çevresel regülasyonların çevre kirliliğini azalttığına dair sonuçlara ulaşmışlardır. Bu çalışmalara paralel

olarak Pei vd., (2019), 2005–2015 aralığını kapsayan dönemi baz alarak Çin için gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmada çevresel regülasyonların çevre kalitesini artırdığı bulgusuna ulaşmıştır. Lee vd., (2018), 2005 yılında Güney Kore’de uygulamaya konulan “Temiz Hava Yasası”nın hava kirliliğini etkileyip etkilemediğini araştırmış ve bulgulara göre 2003-2006 dönemini kapsayan çalışmasında PM10 seviyesinin yüzde 9 oranında düşürüldüğü görülerek “Temiz Hava Yasası”nın hava kirliliğini azalttığı saptanmıştır. Çevresel regülasyonların hava kirliliğini azalttığına dair kanıtlar sunan diğer bazı çalışmalar ise 2000-2014 dönem aralığı baz alınarak gerçekleştirilen ampirik çalışmada Çin’in Orta-Doğu ve Batı bölgeleri için Wang ve Liu (2019); 2006-2016 dönem aralığını baz alarak Çin’in 30 ili için Zhang (2020); 2002-2010 dönem aralığında Çin’in 277 şehri için Zhou vd., (2019); 1961-2006 dönem aralığı için Japonya için Cole vd., (2013); 1990-1998 dönem aralığında Birleşik Krallık İmalat Endüstrisi için Cole vd., (2005); 2003-2016 arası kapsayan dönemde Çin’in 30 ili için Zhang vd.,(2019)’dır. Bu çalışmaların aksine Hao vd., (2018), 2003–2010 aralığını kapsayan dönemi baz alarak gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmada Çin’in 283 şehri için çevresel regülasyonların çevre kirliliğini azaltmadığını vurgulamıştır.

Çevresel regülasyonlar ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğuna dair bazı çalışmalar da mevcuttur. Örneğin; Yin vd., (2015), 1999-2011 dönemini baz aldığı ve GLS metodunu kullandığı ampirik çalışmasına göre Çin’in 29 ili için çevresel regülasyonlar ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğuna dair kanıt sunduğu görülmektedir. Benzer şekilde GMM metodunu kullanan Wang ve Zhang (2022), 2003-2016 dönem aralığını baz alarak Çin’in 282 şehri için ve Wenbo ve Yan (2018), 2004–2015 dönem aralığını baz alarak Çin için çevresel regülasyonlar ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğuna dair kanıt sunmuştur. Ouyang vd., (2019) ise 1998–2015 dönem aralığını baz alarak OECD ülkeleri için heterojen sonuçlara ulaşmıştır. Jiang vd., (2019), 1985–2017 dönem aralığını baz alarak ABD için gerçekleştirmiş olduğu çalışmada ekonomi politikalarındaki belirsizliklerin tüm sektörlerde CO2 emisyonlarını etkilediğini bildirmiştir. Albuлесcu vd., (2019), AB ülkeleri için gerçekleştirmiş olduğu çalışmanın sonuçlarına göre 1990-2017 dönem aralığı için CO2 emisyonlarının azaltılmasında çevre düzenlemesi belirsizdir. Çin için Yang vd., (2018), 2006–2010 dönemini baz almış ve farklı önlemlerin kirlilik cenneti hipotezi üzerinde heterojen bir etkiye yol açtığını saptamıştır. Yine Çin için gerçekleştirilmiş olan başka bir çalışma olan K. Wang vd., (2019)’a göre çeşitli çevre politikaları kirleticileri farklı şekilde etkilerken; Li ve Ramanathan (2018), Çin için komuta ve kontrol düzenlemesinin ve

piyasa temelli düzenlemenin çevresel performans üzerindeki etkisi doğrusal olmadığını doğrusal olmadığını ancak olumlu olduğunu ve bunun yanında resmi olmayan düzenlemelerin rolünün etkisiz olduğunu vurgulamıştır.

Mevcut literatür incelendiğinde bazı çalışmaların ise çevresel regülasyonlarla ekonomik büyüme arasındaki ilişkinin araştırıldığı görülmektedir. Örneğin; 1997–2009 dönem aralığında 17 Avrupa ülkesi için Rubashkina vd., (2015) ve 2000–2011 dönem aralığı için Çin için Liu ve Ran (2014) çevresel regülasyonların ekonomik büyümeyi artırdığını bildirmiştir. Bu çalışmaların aksine Wang ve Feng (2014), 2003–2010 dönemini baz alarak gerçekleştirdiği ampirik çalışmasında Çin için çevresel regülasyonların ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Tablo 2.1: Regülasyonların Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Literatür Taraması

| | | | | |
|-----------------------|-------------------------------------|-----------|----------------------------------|---|
| Pei vd., (2019) | Çin | 2005–2015 | Panel OLS | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Ouyang vd., (2019) | OECD | 1998–2015 | Panel Eşliği | Heterojen etkiler mevcuttur. |
| Cheng vd., (2017) | Çin'in 30 ili | 1997–2014 | Dinamik Uzamsal Panel | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Cole vd., (2005) | Birleşik Krallık İmalat Endüstrisi | 1990-1998 | Sabit Etki Testi | ÇR, (resmi-gayriresmi) kirlilik yoğunluğunu azaltmaktadır. |
| Wang ve Zhang (2022) | Çin'in 282 İli | 2003-2016 | GMM | Ters U şeklinde ilişki vardır. |
| Wang ve Liu (2019) | Çin'in Orta, Doğu ve Batı bölgeleri | 2000-2014 | PCSE | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Lee vd., (2018) | Güney Kore | 2003-2006 | Sabit Etki Testi | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Hao vd., (2018) | Çin'in 283 şehri | 2003–2010 | GMM | ÇR, çevre kirliliğini azaltmamaktadır. |
| Jiang vd., (2019) | ABD | 1985–2017 | Granger Nedensellik Testi | Ekonomi politikalarındaki belirsizlik tüm sektörlerde CO2 emisyonlarını etkilemektedir. |
| Albulescu vd., (2019) | AB ülkeleri | 1990-2017 | Dinamik ve Statik GMM Tahmincisi | CO2 emisyonlarının azaltılmasında çevre düzenlemesi belirsizdir. |

| | | | | |
|-------------------------|------------------|-----------|----------------------------------|--|
| Yang vd., (2018) | Çin | 2006–2010 | Koşullu Logit Modeli | Farklı önlemler kirlilik cenneti hipotezi üzerinde heterojen bir etkiye yol açmaktadır. |
| Wang ve Feng (2014) | Çin | 2003–2010 | TFEE | ÇR'nin ekonomik büyüme üzerinde olumsuz etkisi mevcuttur. |
| Yin vd., (2015) | Çin'in 29 ili | 1999-2011 | GLS | Ters U şeklinde ilişki vardır. |
| Hashmi ve Alam (2019) | OECD | 1999–2014 | GMM | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Tablo 2.1 devamı: | | | | |
| Wenbo ve Yan (2018) | Çin | 2004–2015 | GMM | Ters U şeklinde ilişki vardır. |
| K. Wang vd., (2019) | Çin | 2006–2014 | Difference-in-differences | Farklı çevre politikaları kirleticileri farklı şekilde etkilemektedir. |
| Zhang vd., (2019) | Çin'in 30 ili | 2003-2016 | Bayesian Arka Olasılık Yaklaşımı | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Cole vd., (2013) | Japonya | 1961-2006 | OLS | ÇR, kirlilik kontrolü sağlamaktadır. |
| Liu ve Ran (2014) | Çin | 2000–2011 | Panel-Data GMM Tahmincisi | ÇR, ile ekonomik büyüme arasında ilişki yoktur. |
| Rubashkina vd., (2015) | 17 Avrupa Ülkesi | 1997–2009 | Rekabet Edebilirlik Göstergeleri | ÇR, ekonomik büyümeyi olumlu olarak desteklemektedir. |
| Zhou vd., (2019) | Çin'in 277 şehri | 2002-2010 | SDM ve 2SLS | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Zhang vd., (2020) | Çin'in 30 ili | 2006-2016 | Uzamsal Panel | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |
| Li ve Ramanathan (2018) | Çin | 2004–2014 | Panel OLS | Komuta ve kontrol düzenlemesinin ve piyasa temelli düzenlemenin çevresel performans üzerindeki etkisi doğrusal değildir ancak olumludur. Ayrıca resmi olmayan düzenlemeler etkisizdir. |
| Chen vd., (2018) | Çin'in 30 ili | 1998–2012 | GMM | ÇR, çevre kirliliğini azaltmaktadır. |

Not: 2SLS: Two Stage Least Square; ÇR: Çevresel Regülasyonlar; GMM: Generalized Method Of Moments; OLS: Ordinary Least Squares; PCSE: Panel Correction Standards Error.

Literatür incelendiğinde çevresel regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkilerine dair çok az sayıda çalışma olduğu görülmekle birlikte söz konusu bu çalışmalarda çevresel regülasyonların doğrudan etkilerine odaklanılmakta, dolaylı etkileri ise göz ardı edilmektedir. Tezin bu bölümünde gerçekleştirilmiş olan çalışmada çevresel regülasyonların hem doğrudan hem de dolaylı etkileri incelenmektedir.

2.6. Model, Veri ve Yöntem

2.6.1 Model ve Veri

Bu bölümde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) için, 1995-2018 dönem aralığı baz alınarak çevresel regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, doğrudan yabancı yatırım-net girişlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, ticari faaliyetlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi ve çevre vergileri artırıldığında ticari faaliyetlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi verileri kullanılmıştır. Elde edilen verilerden CO2 emisyonu, GDP, ticari faaliyetler ve doğrudan yabancı yatırımlar “Dünya Bankası” tarafından yayınlanan “World Development Indicators” veri tabanından, çevre vergilerinin verileri ise “stats.oecd.org”dan elde edilmiş olup, aşağıdaki model kurulmuştur:

$$CO_{it} = \beta_0 + \beta_1 GDP_{it} + \beta_2 FDI_{it} + \beta_3 TAX_{it} + \beta_4 TRA_{it} + \beta_5 TAX*TRA_{it} + u_{2it} \quad (2.1)$$

2.1 no’lu denklemde CO serisi kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonunu, GDP serisi 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılayı, FDI serisi doğrudan yabancı yatırım-net girişlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesini, TRA serisi ticaretin gayri safi yurt içi hasıladaki yüzdesini, TAX serisi çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesini, TAX*TRA serisi çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi ile ticari faaliyetlerin gayri safi yurt içi hasıladaki yüzdesinin çarpımını ve u_{it} hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca tüm değişkenler logaritmik formda kullanılmıştır.

2.6.2 Yöntem

Bu bölümde kullanılmış olan yatay kesit bağımlılık (CD) Testi, birim kök (CIPS) testi, Westerlund eşbütünleşme testi ve CCE-MG tahmincisi

yöntemleri bu çalışmanın birinci bölümünde “Yöntem” kısmında anlatılmıştır.

2.7. Ampirik Bulgular

Regülasyon-çevre modeli için ilk olarak ülkeler arasındaki yatay kesit bağımlılığı araştırılmıştır. Bu doğrultuda Tablo 2.2’de yer alan CD testi sonuçlarına göre, yatay kesit bağımlılığının olmadığına dair boş hipotezin güçlü bir şekilde reddedildiği görülmektedir. Bu sonuç, AB ülkelerinden birinde meydana gelen bir şokun diğer AB ülkelerine de yayılabileceği anlamını taşımaktadır. Panel veri analizlerinde yatay kesit bağımlılığı sonraki aşamalarda uygulanacak birim kök ve eşbütünleşme testlerine karar vermede önem taşımaktadır. Bu nedenle diğer aşamalar için ikinci nesil panel birim kök testi ve panel eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

Tablo 2.2: Regülasyon-Çevre Modeli İçin Yatay Kesit Bağımlılık (CD) Testi Sonuçları

| Değişkenler | CD testi | Olasılık |
|-------------|-----------|----------|
| CO | 34.880*** | 0.000 |
| GDP | 39.000*** | 0.000 |
| FDI | 9.020*** | 0.000 |
| TAX | 5.370*** | 0.000 |
| TRA | 41.960*** | 0.000 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 2.3: Regülasyon-Çevre Modelindeki Değişkenlere Ait CIPS Birim Kök Testi Sonuçları

| Değişkenler | Düzyey | Birinci Fark |
|-------------|--------|--------------|
| CO | -2.558 | -4.861*** |
| GDP | -2.022 | -2.961*** |
| FDI | -2.360 | -5.674*** |
| TAX | -2.156 | -4.915*** |
| TRA | -1.888 | -4.710*** |

*Not: Kritik değerler, %1: -2.96, %5: -2.76, %10: -2.66. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 2.3'te yer alan CIPS birim kök testi sonuçlarına göre, serilerin birim kök içerdiğine dair sıfır hipotezinin tüm değişkenler için düzeyde reddedilemediği görülmektedir. Ancak serilerin birinci farklarında sıfır hipotezinin reddedildiği ve tüm serilerin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bulgular doğrultusunda beş değişkenin de birinci dereceden bütünlük olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu sonuç doğrultusunda da beş değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

Tablo 2.4: Regülasyonların Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Westerlund Eşbütünlük Testi Sonuçları

| İstatistik | t-istatistiği | Olasılık |
|------------|---------------|----------|
| Gt | -2.602* | 0.094 |
| Ga | -3.847 | 0.300 |
| Pt | -9.571*** | 0.000 |
| Pa | -4.262* | 0.088 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerliliği Westerlund eşbütünlük testi ile araştırılmıştır. Tablo 2.4'te yer alan sonuçlara göre; değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin geçerli olmadığını ifade eden boş hipotezin Gt, Pt ve Pa istatistikleri tarafından reddedildiği görülmektedir. Bu bulgu, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 2.5: Regülasyonların Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair CCE-MG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | Olasılık |
|-------------|-----------|---------------|----------|
| GDP | 0.468** | 0.181 | 0.010 |
| FDI | -0.001 | 0.001 | 0.372 |
| TAX | -0.609*** | 0.296 | 0.007 |
| TRA | 0.557* | 0.324 | 0.085 |
| TAX*TRA | -0.149*** | 0.039 | 0.000 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Eşbütünleşme ilişkisinin saptanmasının ardından bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkileri CCE-MG yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tablo 2.5'te yer alan CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, GDP serisinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. FDI serisinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır. TAX serisinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. TRA serisinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. TAX*TRA serisinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır.

2.8. Tartışma

Bu bölümde 17 AB ülkesinin (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) 1995-2018 dönem verileri baz alınarak çevresel regülasyonların çevre kirliliği üzerindeki etkileri, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel veri yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulama modeline kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, doğrudan yabancı yatırımların GSYH'deki yüzdelik payı, ticaretin GSYH'deki yüzdelik payı, çevre vergilerinin GSYH yüzdesi ve çevre vergilerinin GSYH'deki yüzdesi ile ticari faaliyetlerin GSYH'deki yüzdelik payının çarpımı dahil edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre, kurulan model yatay kesit bağımlıdır. CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, GSYH'deki artış ile CO2 emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Söz konusu sonuca göre, ekonomik büyüme faaliyetlerinin çevre kirliliğini artırıcı etkisi olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Esteve ve Tamarit (2012)'in çalışmasıyla uyumludur. Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki mevcuttur. DYY girişindeki aşırı artışlar genellikle çok uluslu şirketler için ucuz iş gücü ve doğal kaynaklara ulaşımın kolaylığı ile açıklanmıştır. Ancak son zamanlardaki tartışmalardan biri olan kirlilik sığınağı hipotezi (PHH), gelişmekte olan ülkelerin DYY açısından cazibesini, bu ülkelerin gelişmiş ülkelere kıyasla daha düşük çevre standartları ile ilişkilendirmektedir. PHH'ye göre daha düşük çevre standartları sonucunda gelişmekte olan ülkeler rekabet avantajı elde etmiş ve gelişmiş ülkelerin kirli sanayileri üretim maliyetlerini düşürmek için gelişmekte olan ülkelere göç etmiştir. Gelişmekte olan ülkeler sermaye ihtiyaçlarından dolayı henüz kirliliği vergilendirmemektedir. Bu durum da gelişmekte olan ülkeleri kirlilik sığınağı haline getirmektedir. Kısacası gelişmiş ülkedeki yatırımcılar ağır çevre standartlarından kaçmak için gelişmekte olan ülkelere yatırım yapmaktadırlar. Dolayısıyla DYY arttıkça gelişmekte olan

ülkelerde de kirlilik artmaktadır. Öte yandan, kirlilik halesi hipotezi olarak adlandırılan zıt hipotez, bu çok uluslu şirketlerin üretim yapısının genellikle temiz teknolojiye dayandığını savunmaktadır. Bu nedenle söz konusu yatırımların artması, kendi modern teknolojisini geliştirmekte olan ülkelere yaymakta ve geliştirmekte olan ülkelerdeki kirlilik seviyesini azaltmaktadır. Bununla birlikte, her iki hipotezde DYY ile çevresel bozulma arasında artan veya azalan doğrusal bir ilişki olduğunu varsaymaktadır. Aslında, söz konusu değişkenler arasındaki olası bir doğrusal olmayan ilişki genellikle göz ardı edilmektedir (Destek ve Okumuş, 2019). Elde edilen bulguya göre, AB ülkeleri en ağır çevre standartlarını uygulayan ülkeler oldukları için bu ülkelerde DYY girişinin yok denecek kadar az olması ve hatta DYY veren ülkeler kendileri oldukları için beklenildiği üzere DYY girişi çevre kirliliğini olumlu ya da olumsuz etkilememektedir. Söz konusu sonuç, Yılcı vd., (2019)'un çalışmasıyla uyumludur. Çevre vergileri ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Buna göre, çevre vergilerinin çevre kirliliğini azaltmada başarılı olduğu görülmektedir. AB ülkeleri çevre standartlarını en yüksek seviyede tutan ülkeler arasında yer almaktadır. Negatif dışsallıkların içselleştirilmesi adına kirlilik üzerinden alınan vergi uygulamaları yapılmaktadır. Bu uygulama ise çevre kirliliğini azaltmada önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Söz konusu sonuç, Ulucak vd., (2020) ve Wolde vd., (2023) çalışmalarıyla uyumludur. Ticari faaliyetlerin GSYH'deki yüzdelik payı ile CO2 emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. AB ülkelerinin ticari olarak genişlemesi çevre kirliliğini artırmaktadır. AB ülkeleri kendi içerisindeki ticari ağ için belli bir standardı korurken, AB dışı ülkelerle yapılan ticari faaliyetlerdeki artış AB ülkelerindeki emisyon artırıcı endüstrilerin gelişimine katkı sağlamaktadır. Elde edilen bulguya göre, ticari faaliyetlerin de çevre kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, Karasoy ve Akçay (2019)'ın çalışmasıyla uyumludur. Vergiler artırıldığında ticari faaliyetlerin genişlemesinin katsayısı negatif olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, AB ülkelerinin birbirleriyle ya da AB dışı ülkelerle yaptıkları ticari faaliyetlerin kirlilik azaltıcı vergilere tabii tutulmasının çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir.

Teknolojik İnovasyon ve Çevre

Bu bölümde ilk olarak iktisat kuramlarına göre teknoloji ve teknolojik inovasyon anlatılacaktır. Daha sonra teknolojik inovasyon ve çevre ilişkisinden bahsedilecek olup, enerji ve enerji kaynaklarının sınıflandırılmasına değinilecektir. Ayrıca bazı AB ülkeleri açısından teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerine olan etkileri grafik yardımıyla yorumlanacaktır. Son olarak teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri ekonometrik yöntemler yardımıyla analiz edilecektir.

3.1. İktisat Kuramlarına Göre Teknoloji ve Teknolojik İnovasyon

Teknoloji ortaya çıktığında insanoğlunun hayatında adeta devrim niteliğinde olmuş ve birçok yeniliği beraberinde getirmiştir. Özellikle sanayi devrimiyle birlikte teknolojiye büyük atılımlar yaşanmıştır. Ekonomik hayatta da teknoloji sayesinde kitlesel üretimlerin artmasıyla birlikte ülkeler ekonomik büyümede önemli ölçüde yol katetmiştir. Bu nedenle teknoloji iktisat biliminin de dikkatini çekmiş ve teknolojiyle ilgili çeşitli kuramlar ortaya atılmıştır. Bu kuramlardan bazıları neoklasik kuram, evrimci kuram ve Marksist kuramlardır. Aşağıdaki başlıklarda bu kuramlar detaylı olarak anlatılacaktır.

3.1.1 Neoklasik Kurama Göre Teknoloji

Teknoloji, neoklasik kuramda üretim teknikleri dizini olarak kabul edilmektedir. Teknik, emek ve sermayenin bir araya gelmesiyle birlikte ihtiyaçlar doğrultusunda evrilerek daha kompleks bir hal alarak teknolojiye dönüşmektedir (Gomulka, 1990: 4-5). Teknoloji, başka bir deyişle istenilen zamanda üretimi gerçekleştirebilmek adına emek ve sermaye cinsinden ifade

edilen üretim teknikleridir (Jenkins, 2013: 65). Teknolojinin veri olarak kabul edilmesinden ötürü firmalar kendilerine en uygun olan girdi ve tekniği seçerek bunlar üzerinde herhangi bir değişikliğe gitmezler ve aynı üretim fonksiyonu üzerinde hareket ederler (Ansal, 2004: 39). Ayrıca teknoloji dışsallığa dayandığı için, dışsallık yoluyla sermayede görülen marjinal verimliliğindeki azalmayı ortadan kaldıracak görüşü kabul edilmiştir. Bir diğer nokta yakınlaşma hipotezi olarak bilinen gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde teknolojinin veri olduğu kabul edilerek uzun dönemde bu ülkelerin büyüme oranlarının birbirini yakalayacağı durumdur (Kibritçioğlu, 1998: 8). Bir diğer deyişle neoklasik kurama göre teknoloji ekonomiye egzozendir ve veri olarak kabul edilmektedir. Zamanla üretim faktörlerinin ve üretimin artması nedeniyle sistemde büyüme gerçekleşmekte ve arzdaki artışın üretim faktörlerindeki artışa atfedilen kısmından sonra kalan kısım teknolojik gelişme olarak kabul edilmiş ve kuram bu şekilde korunmuştur (Nelson ve Winter, 1974: 886-2035).

Neoklasik kuram teknolojik gelişmeyi içerilmemiş teknolojik gelişme ve içerilmiş teknolojik gelişme olarak iki farklı biçimde modelleştirmiştir. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu bu iki model kısaca açıklanacaktır.

3.1.1.1 İçerilmemiş Teknolojik Gelişme

İçerilmemiş teknolojik gelişme, aynı girdi bileşimlerinden elde edilen çıktı miktarındaki sürekli artışı ifade etmektedir (Akyüz, 1980: 433). Solow, (1956: 85)'a göre gelişen teknoloji, üretimi devasa boyutlara ulaştırarak ekonomik büyümeyi tetikleyeceğini ve bu büyüme de tasarruf ve yatırımları tetikleyerek daha fazla büyümeye neden olabileceğini ifade etmiştir. Ayrıca Solow, teknolojiyi cennetten düşen bir meyve olarak betimlemiş ve teknoloji ne kadar ilerlerse işgücünün de o kadar verimli olacağını belirtmiştir (Jones, 2001: 33). İçerilmemiş teknolojik gelişmeye göre sermaye homojendir. Üretim fonksiyonunun zaman içerisinde sürekli kayması ve bu kaymanın ne şekilde olduğu teknolojik gelişmenin türünü belirlemektedir. Buna göre teknolojik gelişme sermaye kullanımlı, işgücü kullanımlı ve nötr olmak üzere üç şekilde sınıflandırılabilir (Hahn ve Matthews, 1970: 779). Solow' a göre ölçüğe göre sabit getiri ve nötr teknolojik gelişme teorileri kapsamında $Q = f(K, L, t)$ olarak formüle edilen üretim fonksiyonu $Q = A(t)$ ve $f(K, L)$ şeklinde parçalanabilmektedir. Burada teknolojik gelişme ile teknolojik inovasyonu etkileyen unsurlar birbirinden ayrılmıştır. Ayrıca üretim faktörlerindeki artış firmaların üretim fonksiyonu üzerinde yapmış oldukları hareketin büyümeye atfedilen kısmı çıktıktan sonra kalan kısım -residual- teknolojik gelişme olarak yorumlanmaktadır. (Soyak, 1995: 95). “Solow Artığı” ekonomik büyümenin sermaye artışı ve işgücü dışında

kalan açıklanamayan kısımdır. Solow, bu açıklanamayan kısmın teknolojik gelişmelerden kaynaklı olduğunu ifade etmiştir (Erdoğan ve Canbay, 2016: 30). İçerilmemiş teknolojik gelişme kullanılan makine ve emeğin güncellenmemesi yani devamlı olarak aynı faktörlerin değiştirilmeden kullanıldığı izlemine verdiği için eleştirilmiştir. Bu eleştiriler doğrultusunda “İçerilmiş Teknoloji” yaklaşımını ortaya çıkarmıştır.

3.1.1.2 İçerilmiş Teknolojik Gelişme

Solow’un geliştirdiği “İçerilmemiş Teknolojik Gelişme” modelinde “Vintage” modeli üzerinde yoğunlaştığı görülmektedir. Yani geliştirilen her yeni makine teknolojinin son ürünü olup, ancak daha sonraki teknolojik yeniliklerin yansıtılmadığı bir modeldir (Harper, 1998: 5). “İçerilmiş Teknolojik Gelişme Yaklaşımı”nda ise teknolojik ilerlemeler, üretim sürecine dahil olmaktadır. Bunun yanı sıra beşeri sermaye, fiziksel sermaye ve nitelikli işgücü gibi unsurlar içerilmiş teknolojik gelişmelere dahil olan unsurlardır. Kısacası bu yaklaşıma göre yatırımlar teknolojik ilerlemenin olmazsa olmazıdır (Tunalı ve Erbelet, 2017: 5). Sonuç olarak yatırım yapıldığı sürece teknolojik ilerleme üretim sürecine dahil olabilmektedir. Teknolojik inovasyon bu yaklaşıma göre hem egzojen hem de kamusal bir nitelik taşımaktadır (Soyak, 1995: 95-96).

3.1.2 Evrimci Kurama Göre Teknoloji

Evrimci kuramı literatüre kazandıranların başında Thorstein Veblen (1857-1929) gelmektedir. Söz konusu bu kuram, neoklasik kuramın açıklamada yetersiz kaldığı teknolojik açıklık sorununu ele almıştır. Veblen, makinelerin insan yaşamının her alanına girmesini devrim olarak nitelendirerek, mevcut dönemin ekonomisinin en gerekli yapıtaşlarından biri olarak görmüştür (Heilbroner, 2013: 214). Teknolojik yeniliklerin en önemli özelliği belirsizlik içermesidir (Fransman, 1985: 575). Evrimci kurama göre teknolojik inovasyonların belirsizlik içermesi, Ar-Ge faaliyetlerinin birden fazla belirleyenin olması, bazı sektörlerde yaparak öğrenmenin Ar-Ge faaliyetlerinin önüne geçebilmesi gerçeği ve Ar-Ge faaliyetlerinde rekabet söz konusu olduğunda bazı durumlarda bu faaliyetlerin gidişatını değiştirebileceği gibi faktörler neoklasik iktisat tarafından ihmal edilmiştir (Soyak, 1995: 101). Diğer yandan teknolojik inovasyonun belirsizlik içermesi nedeniyle Ar-Ge faaliyetlerinin nasıl bir sonuç vereceği öngörülebilir bir durum değildir. Dolayısıyla söz konusu bu faaliyetlere yapılan yatırımların başarılı olup olmayacağı da belirsizdir. Ayrıca ekonomide teknolojik değişim dışsal olarak kabul edilmemektedir. Teknolojik yenilikler, Ar-Ge faaliyetlerine yapılan yatırımlarla ve firmaların gösterdiği çabalar doğrultusunda ortaya

çıkılmaktadır. Ancak teknolojik yeniliklerin uygulandığı makineleri her firma tam kapasite olarak kullanamaz. Dolayısıyla firmalar farklı kararlar verip, aynı üretim fonksiyonu eğrisi üzerinde hareket etmezler. Yaparak öğrenme ise bazı sektörlerde Ar-Ge faaliyetlerinin yerine geçebilir (Ansal, 2004: 42).

3.1.3 Marksist Kurama Göre Teknoloji

Karl Marx, “Das Kapital” adlı eserinde teknolojinin üretkenliği artırdığına ve burjuvazinin üretim araçlarında devrim yapmadığı sürece devamlılığı sağlanamayacağına dair görüşleri mevcuttur. Marx, kapitalist sistemin teknolojiye katettiği yolu ve söz konusu bu sistemin teknolojik ilerlemelerde de başarılı olduğunu kabul etmiştir. Aynı zamanda teknolojik icatların sisteme baş kaldıran işçileri durdurmak için kasıtlı olarak yapıldığına da inanmaktaydı. Daha hızlı ve daha az maliyetle üretim gerçekleştirmenin yolu olarak emeğin daha yüksek verimliliği olan sınai ilerlemeyi işaret eden Marx, daha önceleri çok zor ve yavaş yapılabilen bazı işlerin, daha sonraları teknolojik ilerlemelerle birlikte daha düşük maliyetle daha az zahmetle yapılabildiğini de ifade etmiştir. Bu ifadesinde teknolojik gelişmelerin maliyetleri düşürmesiyle birlikte ülkelerin kendi ekonomik büyümelerini artırabileceğini savunmuştur. Ekonomik büyümenin yolunun mutlak suretle Ar-Ge çalışmaları ve teknolojik inovasyonla mümkün olabileceğine işaret etmiştir. Zira yeni makinelerin icadı maliyetleri düşürecek, tasarrufları artıracak ve böylece ekonomik büyüme gerçekleşecektir. Tabi ki tüm bu teknolojik yeniliklerin arka planında zihinsel becerilerin olduğunu da ifade etmiştir (Erdoğan ve Canbay, 2016: 32-33).

Marksist kuramda teknolojik ilerleme ve bunun ekonomiye etkileri sınıfsal olarak ele alınmıştır. Ayrıca emeğe önem veren Marx, emeğin insanla doğa arasındaki bir ilişki olduğunu ifade etmiştir. İnsanlar üretim yaparlarken kendi ihtiyaçlarına yönelik olarak doğayla bir ilişki kurar ve yönetir. Ayrıca bir malın kullanım değerini, üreticinin malını üretmeden önce nasıl üreteceğini önceden planlaması, daha sonra tüm imkân ve yeteneklerini kullanarak ortaya çıkarması belirlemektedir. Tüm bu süreç içerisinde birtakım aletlerin kullanılması üretim imkânlarının gelişme derecesine göre belirlenen bir hale gelmektedir. Emek süreci için, insan eyleminin bir amaca yönelik olması, işin nesnesi ve üretim araç gereçleri gibi üç temel öge mevcuttur (Ansal, 2004: 43-44).

Teknolojik ilerlemeler sayesinde kitlesel üretimler artmış ve artan tüketim ihtiyaçlarına daha hızlı cevap verilebilir hale gelmiştir. Ancak bir yandan üretim artırılırken diğer yandan da enerji tüketimi artırıldığında bu durum çevre kirliliğine de yol açabilmektedir. Aynı zamanda çıktı miktarındaki

artışlarla doğru orantılı olarak artan fabrika atıkları da toprak, akarsular, deniz ve havaya karışabilmekte ve çevreye ciddi oranlarda zarar verilebilmektedir. Bu nedenle aşağıdaki başlıkta teknolojik ilerlemenin çevre ve iklim üzerindeki etkileri anlatılacaktır.

3.2. Teknolojik İnovasyon ve Çevre İlişkisi

Sanayi devriminin gerçekleşmesinden itibaren çevre kirliliği devamlı olarak artış göstermiş ve bunun sonucunda dünyanın ekolojik dengesinde bozulmalar görülmeye başlanmıştır. Sanayileşme faktörünün yanı sıra sanayi merkezlerine yakın olmak istemenin etkisiyle kentsel nüfuslar artmış, nüfusun barınabilmesi için çarpık kentleşme meydana gelmiştir. Fabrikalardan çıkan zehirli atıklar ise toprağa, göllere, akarsulara, havaya ve denize karışmıştır. Tüm bu süreçler sonunda çevrede ciddi oranlarda kirlilik meydana gelmiştir (Canpolat ve Fendoğlu 2018: 310). Çevresel teknolojiler ise üretim esnasında meydana gelen tüm bu süreçleri en aza indirebilecek ya da tamamen yok edebilecek nitelikte meydana getirilmektedir. Örneğin; çevre teknolojileri özellikle temiz üretim teknolojileri ve boru sonu teknolojileri olarak karşımıza çıkmaktadır. Temiz üretim teknolojileri, hammadde temininden direkt olarak üretim esnasına kadar olan tüm üretim faaliyetlerini kapsamaktadır. Boru sonu teknolojileri ise üretim sürecinin sonunda oluşan atıkları belli bir oranda ya da tamamen absorbe etmek üzere tasarlanan teknolojilerdir (Rennings vd., 2003: 47).

İnsanoğlunun var oluşundan beri iklimde zaman zaman değişimler yaşanmıştır. Ancak iklimdeki asıl tehlikeli değişim sanayi devriminden bu yana salınan sera gazlarından kaynaklı yaşanmakta olan değişimlerdir (Öztürk, 2002: 47). İklimde yaşanan değişiklikler canlı yaşamını tehdit etmesinin yanı sıra aynı zamanda sosyal ve ekonomik maliyetlerin artmasına da neden olmaktadır. İklim değişikliğinden en fazla etkilenen ülkeler ise az gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerdir. Söz konusu bu ülkelerde alt yapı gibi çeşitli aksaklıklardan dolayı ekonomilerine daha fazla maliyet yükü eklenmektedir (Alper ve Anbar, 2007: 30). Teknolojinin gelişmesi ise bu gibi negatif dışsallıkları absorbe edebilmektedir. Özellikle akıllı teknolojilerin kullanılması enerji verimliliği sağlayarak temiz bir çevre için katkıda bulunmaktadır. Bunun yanı sıra elektrikli araçların kullanılması fosil yakıt kullanan araçlara göre karbon emisyonunu önemli ölçüde azaltmaktadır. Ayrıca bilgi ve iletişim teknolojilerinin (BİT) kullanılmasıyla online toplantıların yapılması trafik yoğunluğunun önüne geçerek karbon emisyonunun salınımını azaltmaktadır. Yine kâğıt fatura vb. şeylerin mail olarak atılması ağaç kesilmesini önlemekte ve çevre temizliğine yardımcı olmaktadır. Bir başka çevre kirliliğini azaltan teknoloji “Doğrudan Hava Yakalama” (DAC) olarak adlandırılan

teknolojidir. Bu teknoloji karbon emisyonunu atmosferden uzaklaştırarak iklim değışikliklerinin önüne geçilmesine yardımcı olduğu bilinmektedir. BİT'in ise olumlu özellikleri mevcutken, çevreye zarar verebilecek etkileri de mevcuttur. Örneğin BİT, enerji kullanımını artırmakta ve e-atıklarda artış meydana gelmektedir. Kullanılan tüm teknolojik bilgisayar aletleri, internet sağlayıcıları vs. çalışabilmesi için elektrik tüketimini artırmaktadır. Dolayısıyla daha fazla elektrik üretimine neden olarak, elektrik üretimi esnasında özellikle azot oksit, karbon dioksit ve kükürt dioksit gibi birçok kirleticinin havaya salınmasına neden olmaktadır (Poniatowski, 2010: 23).

Günümüzde birçok ülke çevre teknolojilerine önem vermeye başlamıştır. Örneğin, ABD'de CO2 emisyonu yayılmasına neden olan fosil yakıtlar yerine şeker, mısır ve diğer bitki türlerinden üretilen bio-yakıtları kullanmaya başlanmıştır. Ayrıca fosil yakıtlarla çalışan otomobiller yerine hibrid otomobil teknolojilerine yönelinmiştir. Dünyanın karşı karşıya kaldığı iklim sorunundan dolayı, ekonomik büyüme ve bireyler üzerindeki etkisinden çok küresel ısınmayı engellemeye yönelik eylemler gerçekleştirilmeye başlandığı görülmektedir. Ancak Ar-Ge çalışmalarıyla ortaya çıkan yeni teknolojiler ve üretim teknikleri daha az enerji tüketim imkânı sağlayabilmekte ve bu nedenle hem çevre daha az kirlenmekte hem de ekonomik büyüme imkânı verebilmektedir. Temiz enerji kaynaklarının kullanılmasının yanında bir başka önemli konu ise ürünlerin geri dönüştürülerek tekrar kullanılmasıdır. Böylece daha az atık ortaya çıkacak ve daha temiz çevre imkânı sağlanmış olacaktır (Kayaer, 2013:140-145).

Teknolojinin çevre kirliliğine neden olan etmenleri arasında enerji kaynaklarının kullanımı ve enerji kaynaklarının çeşidi de yer almaktadır. Aynı zamanda çevre kirliliğinin önüne geçen temiz enerji kaynaklarının kullanımı da yine gelişen teknoloji sayesinde mümkün olabilmektedir. Bu nedenle çevre kirliliğine neden olan ya da çevre kalitesinin artmasına yardımcı olan enerji türleri ve enerji kaynakları detaylı olarak açıklanacaktır.

3.3. Enerji ve Enerji Kaynaklarının Sınıflandırılması

Enerji, günümüz koşullarında insanların en büyük gereksinimleri arasında yer almaktadır. Isınmadan ulaşıma kadar birçok alanda kullanılarak günlük yaşamı kolaylaştırabilmektedir. Ancak kullanılan enerji türü insan hayatına doğrudan ya da dolaylı olarak zarar da verebilmektedir. Özellikle fosil yakıt kullanımının artması küresel ısınmaya neden olarak tüm biyolojik türlere zarar verebilme ihtimalini bünyesinde barındırmaktadır. Bu enerji kaynakları yenilenebilir enerji kaynakları ve yenilenemeyen enerji kaynakları olarak iki sınıfa ayrılmaktadır. Aşağıdaki başlıklarda söz konusu enerji kaynakları anlatılacaktır.

3.3.1 Yenilenemeyen Enerji kaynakları

Fosil yakıtlar birtakım canlı organizmaların yaşamının sona ermesiyle birlikte milyonlarca yıl oksijensiz bir ortamda çözünmesiyle ortaya çıkmıştır (İnan, 2018: 14). Yenilenemeyen (stok) enerji kaynakları fosil yakıtlar ve nükleer enerjiden oluşan kaynaklardır. Fosil yakıtlardan meydana gelen yenilenemeyen enerji kaynakları kömür, petrol ve doğalgaz gibi yakıtlar iken çekirdek kaynaklı meydana gelen fosil yakıtlar uranyum ve toryumdur (Koç ve Kaya, 2015: 37). Yenilenemeyen enerji kaynakları doğada belli bir oranda bulunmaktadır. Bu stok kaynaklar sürdürülebilir olmadığı için belli bir ömre sahiptirler. Dolayısıyla tükendikleri takdirde bir daha asla elde edilemeyecek ve kullanılamayacaktır (Özabuncuoğlu ve Uğur, 2005: 103). Yenilenemeyen enerji kaynakları aşağıdaki başlıklarda detaylandırılacaktır.

3.3.1.1 Kömür

Kömür özellikle sanayi devriminde büyük rol oynamakla birlikte günümüzde dahi hala yaygın olarak kullanılan bir fosil yakıt türüdür. Diğer enerji kaynaklarının aksine tüm dünyada rezervleri bol olarak bulunmaktadır. Kömürün ömrü diğer bir fosil yakıt çeşidi olan petrolden daha fazla olması nedeniyle, petrol tükendiği takdirde tekrardan sanayi devriminde olduğu gibi kömür yaygın olarak kullanılmaya başlanılacaktır. Kömür kullanımı sera gazlarına neden olarak çevreyi kirletmektedir. Ancak buna rağmen hem kolay ulaşılan bir enerji kaynağı olması hem de maliyetinin diğer enerji kaynaklarına göre daha düşük olmasından ötürü üreticiler tarafından tercih edilmektedir (Gezer, 2013: 8). Ayrıca artan nüfusla birlikte, tüketim ihtiyaçlarının karşılanabilmesi için üretimlerin devamlı olarak artırılmasıyla yaşanan enerji talebi açığının hızla kömürle telafi edilmeye çalışılması atmosfere ciddi oranda karbon emisyonu salınmasına neden olarak, ekolojik dengeye zarar vermektedir (Steckel vd., 2015: 1).

3.3.1.2 Doğalgaz

Doğalgaz bitkisel ve hayvansal atıkların okyanusların dibinde hidrokarbonlara dönüşerek meydana gelen ve fosil yakıt kaynaklı bir çeşit yanıcı gaz karışımıdır. Doğalgazın büyük bir kısmını metan gazı (CH₄) oluştururken, etan gazı (C₂H₆), butan (C₄H₁₀), propan (C₃H₈) ve daha ağır hidrokarbonlar ile azot (N), karbondioksit (CO₂) ve hidrojen sülfür (H₂S) gibi gazların bileşiminden meydana gelmektedir (Pirinç, 2019: 8). Konvansiyonel olması nedeniyle tıpkı petrol gibi bilinen yöntemlerle yeraltından çıkarılmaktadır. Ancak doğalgazın kaynağından çıkarıldığı gibi kullanılamaması nedeniyle önce birkaç kimyasal işlem sürecinden geçirilmektedir. Doğalgazın konvansiyonel olmayan çeşitleri arasında deniz

tabanında bulunan metan hidrat olan kum gazı, shale gazı olarak da bilinen kaya gazı ve kömür yatağı gazı mevcuttur (Bayraç, 2018: 14). Diğer fosil yakıt türlerine kıyasla nispeten daha az zehirli sayılabilecek olan doğalgaz havadan daha hafif bir formdadır. Diğer fosil yakıtlara göre sağladığı başka bir avantaj ise tam yanmayla birlikte maksimum enerji sağlamaktadır. Ayrıca ulaşımı kolay ve maliyeti düşüktür (Armaroli ve Balzani, 2011: 69-71).

3.3.1.3 Petrol

Petrol, Latince'de taş anlamına gelen "petra" ile yağ anlamına gelen "oleum" kelimelerinden meydana gelmektedir. Ayrıca petrol ana bileşen olarak naften, parafin ve aromatik hidrokarbonlardan meydana gelmektedir. Bu bileşenlerin haricinde oksijen (O), azot (N), fosfor (P), demir (Fe), magnezyum (Mg), kalsiyum (Ca), kükürt (S) ve çinko (Zn) gibi elementler bulunmaktadır. Yapı olarak daha az akışkan olup, siyah ve koyu sarı renkindedir. Petrolün kaynağından çıkarılması sondajlama yöntemi kullanılarak yapılabilmektedir (Öztürk, 2013: 6). Sanayi devriminde petrolün kullanılmasıyla birlikte yeni bir çıkış açılmış ve ekonomik büyüme ve kalkınma konusunda stratejik bir öneme sahip olmuştur. Özellikle petrol hava, kara ve deniz taşıtlarında kullanılarak ulaşım ve taşıma çok hızlı bir şekilde gerçekleştirilmiştir (Miller ve Mann, 2011: 11). Ekonomik büyüme açısından birçok avantaj sağlayan petrol çevre kirliliği açısından bir tehdit unsuru olmaktadır. Zira bir fosil yakıt çeşidi olan enerji üretimi için petrol kullanıldığında atmosfere salınan sera gazları havayı kirletmekte ve bu durum ekolojik dengeye çok ciddi oranda zarar vermektedir (Uğurlu, 2006: 130-131).

3.3.1.4 Nükleer Enerji

Nükleer enerji kullanımı yeni olmakla birlikte hızlı teknolojik ilerleme yaşanan bir enerji türüdür. Nükleer enerji özellikle elektrik üretimi için kullanılmaktadır. Kullanıldığı diğer başlıca alanlar ise tıp, endüstri ve silah sanayiidir. Nükleer enerji elde edilirken sıcaklık, uranyum bileşikleri, uranyum olmayan reaktör maddeleri, radyasyon, parçalanma ürünleri ve çeşitli atıklar gibi birçok madde açığa çıkmaktadır (Temurçin ve Aliagaoglu, 2003: 26-27). Nükleer enerji bazı avantajları bulunmasına rağmen bünyesinde bazı dezavantajları da barındırmaktadır. En büyük dezavantajı ise radyoaktif bir madde olmasıdır. Bu nedenle de olası bir nükleer sızıntının gerçekleşmesi tam bir çevre felaketine sebep olabilmektedir. Tüm canlılara ve ekosisteme zarar vererek, geri döndürülemez ya da geri döndürülmesi çok uzun yıllar gerektiren kalıcı hasarlar meydana getirebilmektedir. (Şendoğan, 2019: 8).

3.3.2 Yenilenebilir Enerji Kaynakları

Yenilenebilir enerji diğer bir deyişle sürdürülebilir enerji herhangi bir kaynağa ihtiyaç duymadan kendi kendine yenilenebilen ve tükenmeyen bir enerji çeşididir. Ülkelerin enerji konusunda dışa bağımlılığını azaltmada avantaj sağlamaktadır (Karagöl ve Kavaz, 2017: 8). Yenilenebilir enerji kaynakları arasında güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi, hidroelektrik enerji, jeotermal enerji, biyokütle enerji gibi enerji kaynakları yer almaktadır. Aşağıda söz konusu bu enerji kaynaklarıyla ilgili bilgi verilecektir.

3.3.2.1 Güneş Enerjisi

Güneş enerjisinin asıl kaynağı güneşten gelen ışımalarıdır. Bu ışımalar güneşin çekirdeğinde meydana gelen füzyon süreciyle (hidrojen gazının helyuma dönüşmesiyle) birlikte ortaya çıkan enerjidir. Güneş enerjisinin çok az bir miktarı bile tüm dünyada üretilen enerjiden kat kat fazladır. Bu nedenle güneş enerjisi çok kuvvetli bir enerji olup, insanlığın enerji ihtiyacını karşılamada çok büyük önem arz etmektedir (Kavcıoğlu, 2019 :216). Güneş enerjisinin en önemli özelliği enerji üretimi esnasında zehirli atıklar meydana getirmemesi ve çevreyi kirletmemesidir (Koçak, 2012: 16). Söz konusu bu enerjiden faydalanabilmek için öncelikle güneşten gelen enerjinin emiliminin sağlanması gerekmektedir. Bu süreç ısı ve elektriksel (fotovoltaik) olmak üzere iki şekilde yapılabilmektedir. Isıl yöntemler maliyetlerinin daha az olması nedeniyle daha fazla tercih edilmektedir. Ancak fotovoltaik yöntemlerde de geliştirilen yeniliklerle birlikte maliyetlerinin azalması sağlanarak daha tercih edilebilir bir yöntem haline getirilmiştir. Isıl işlemler üç farklı standartta (düşük, orta ve yüksek) kullanılırken, fotovoltaikler ışık enerjisinin fotonlarını foto-elektriksel olarak elektrik enerjisine çevirmektedir (Varınca ve Varank, 2005: 4).

3.3.2.2 Rüzgâr Enerjisi

Rüzgâr enerjisi havanın kendi bünyesinde barındırdığı kinetik enerjinin rüzgâr tribünleri aracılığıyla elektrik enerjisine dönüştürülmesidir (Kavcıoğlu 2019: 219). Rüzgâr enerjisi en önemli yenilenebilir enerji kaynaklarından biri olmakla beraber, 1970'li yıllardan beri yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu enerji türü tüm dünya genelinde temiz enerji üretimi için büyük bir kaynak niteliğindedir (Bahgat, 2013: 20). Rüzgâr enerjisinin en önemli özelliği ise enerji ürettiği esnada atmosfere zehirli gazlar salmaması ve çevre dostu bir enerji kaynağı olmasıdır. Bazı dezavantajları ise yatırım maliyetinin yüksek olması, radyo ve televizyon alıcılarında parazite neden olması, gürültü kirliliğine neden olması ve estetik açıdan görüntü kirliliğine neden olmasıdır (Uğurlu, 2006: 156). Ancak bu dezavantajları bünyesinde

barındırmasına rağmen fazla arazi alanı kaplamaması, sera gazlarına neden olmaması ve yenilenebilir yani sürdürülebilir olması rüzgâr enerjisini oldukça cazip kılmaktadır. Ayrıca rüzgâr enerjisinin diğer enerji kaynaklarıyla kıyaslandığında yatırım maliyetinin yüksek olmasına rağmen, totalde daha az maliyetli olması ve daha çevreci olması nedeniyle fosil enerji kaynaklarının en önemli alternatiflerinden biri haline getirmektedir (Süngü, 2020: 13).

3.3.2.3 Hidroelektrik Enerji

Hidroelektrik enerji, akan sudan elektrik üreten bir enerji türüdür. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları arasında yer almasından ötürü atmosfere zehirli gazlar salmamakta ve bu nedenle çevre temizliği açısından önem arz etmektedir. Aynı zamanda, hammadde tüketmediği için de fosil yakıt kullanan termik santrallere göre de işletme maliyetleri oldukça düşüktür. Hidroelektrik enerji dünyada yaygın olarak kullanılan bir elektrik üretim enerjisidir (Oral vd., 2017: 30). Çeşitli coğrafi alanlarda eriyen karların ya da yağın yağmurların denizlere ve okyanuslara akarak oluşturduğu nehirlerdeki suyun enerjisi, söz konusu bu enerjinin üretilebilmesi için büyük önem arz etmektedir (Bahgat, 2013: 17). Zira akan su kaynağındaki enerjinin kuvveti açısından suyun hareket hızı belirleyici olmaktadır. Örneğin, çok yüksek bir noktadan nehre akan suyun hareket hızı fazla olacağı için bünyesinde oldukça yüksek bir enerji barındıracaktır. Dolayısıyla kanal ya da borular vasıtasıyla tribünlere iletilen su, söz konusu bu tribünlerin dönmesini sağlayarak oluşturulan mekanik enerji elektrik enerjisine dönüştürülmektedir (Ataman, 2007: 142).

3.3.2.4 Jeotermal Enerji

Jeotermal enerjinin birçok avantajı bulunmaktadır. Fosil yakıtlar sürdürülebilir enerji kaynakları olmadıkları için belirli bir ömre sahiptirler. Oysa fosil yakıtların aksine jeotermal enerji kaynakları sürdürülebilir oldukları için tükenen enerji kaynakları arasında yer almamaktadırlar. Jeotermal enerji kaynakları, enerji üretimi sağlanırken çevre kirliliğine yol açmamakta ve ayrıca görüntü kirliliği ya da gürültü kirliliği gibi negatif dışsallıklara neden olmamaktadır (Auer, 2010: 3). Yeraltı sularının yeryüzüne hem yüksek bir basınçla hem de yüksek bir sıcaklıkla ulaşması gerekmektedir. Jeotermal kaynaklarının sıcaklık ve basınç düzeyinin yüksek olması önem arz etmektedir. Jeotermal enerji kullanılarak elektrik üretimi yapılırken çevre kirliliğine engel olmak adına re-enjeksiyon işlemi yapılmaktadır. Söz konusu bu işlem, hem su hem de buhar vasıtasıyla çözünen minerallerden geçen iyon ve gazların çevreyi kirletmemesi için bu sular ısı eşanjöründen geçirilmekte ve aynı zamanda içerisinde barındırdıkları kükürt dioksit, hidrojen sülfür, karbon

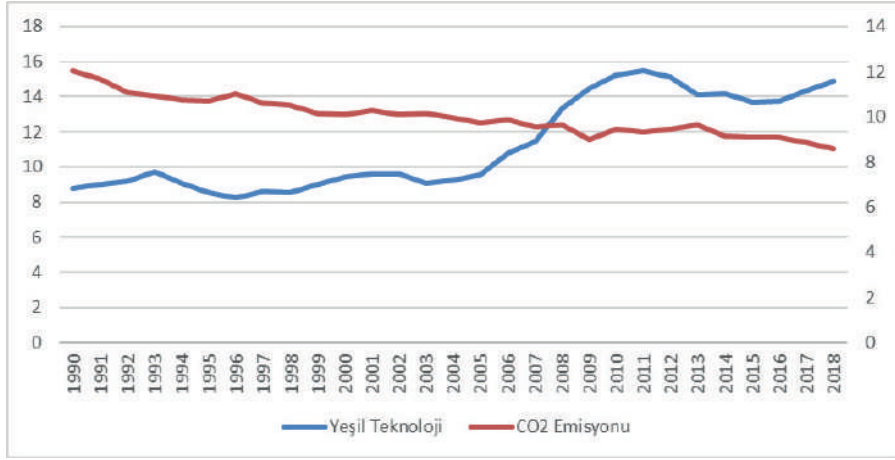
dioksit ve azot oksitleri enerjisinden faydalanılan atık su ile tekrar yeraltına gönderilmektedir (Gürsoy, 2004: 132). Jeotermal enerji kaynaklarının kullanımı çevre açısından birçok avantajı bünyesinde barındırmasına rağmen, bazı dezavantajları da bulunmaktadır. Örneğin, yalnızca volkanik aktiviteye sahip bölgelerde kullanılabilmesi daha az ülkenin bu enerji türünden faydalanabileceği anlamına gelmektedir. Ayrıca maliyetlerini azaltmak ve güvenliği sağlayabilmek adına ileri derecede uzmanlık ve ileri derecede teknoloji gerektirmektedir. Bir başka dezavantajı ise keşif riskinin olması ve projelerinin çok uzun zaman almasıdır (Yurtkuran, 2019: 48).

3.3.2.5 *Biyokütle Enerji*

Biyokütle enerjisi “fosil olmayan organik maddelerden elde edilen, yıldan daha kısa bir sürede yenilenebilen bir enerji” olarak tanımlanabilir. Biyokütle enerjisinin temel kaynakları arasında orman ve ağaç endüstrisi atıkları, bitkisel kaynaklar, hayvan dışkıları, tarımsal atıklar, kentsel atıklar ve endüstriyel atıklar yer almaktadır. Biyokütle enerjisinin kullanımı esnasında sülfür dioksit (SO₂), karbon dioksit (CO₂) ve azot oksit (NO_x) gibi gazlar meydana gelse de, söz konusu bu gazların oranı fosil enerji kaynakları kullanılırken ortaya çıkan SO₂, CO₂ ve NO_x gibi gazların oranından çok daha az oranda salınmaktadır. Dolayısıyla bu durum biyokütle enerji kaynaklarını çevre dostu enerji kaynağı haline getirmektedir (Koçak, 2012: 21). Ayrıca biyokütle enerji kaynaklarının temel bileşeni karbonhidrat olmakla birlikte karbon, oksijen, hidrojen, azot, alkali toprak ve metal atomları gibi bazı diğer bileşenleri de bünyesinde barındırmaktadır. Çeşitli metotların kullanılmasıyla birlikte katı, sıvı ve gaz formlarında biyoenerjiye dönüştürülmektedir (Korkmaz ve Deniz, 2019, s.142-143).

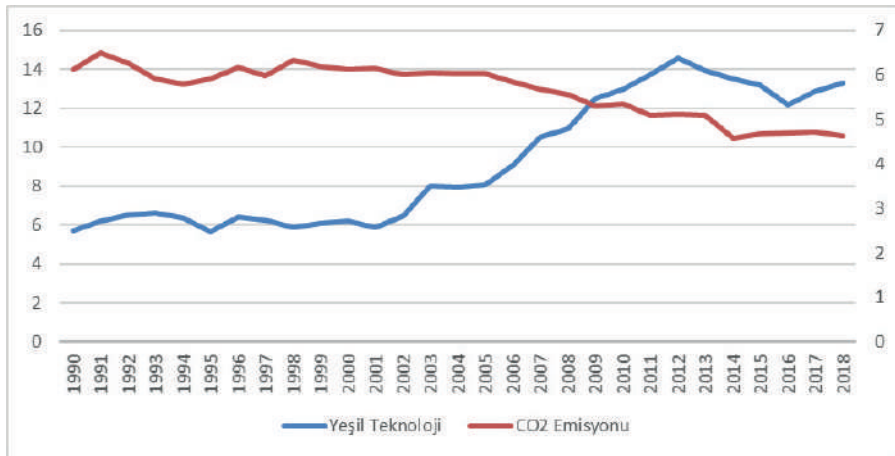
3.4. **Avrupa Birliği Ülkelerinde Yeşil Teknoloji ve CO₂ Emisyonu İlişkisi**

Eski tip teknolojilerin kullanılması çevre kirliliğine neden olabilmektedir. Bu tip teknolojilerin yerine çevre dostu olarak nitelendirilebileceğimiz yeşil teknolojilerin kullanılması çevre kirliliğinin önüne geçebilmektedir. Bu durumu daha net açıklayabilmek adına grafik üzerinden anlatmak önem arz etmektedir. AB ülkelerinde yeşil teknoloji ve CO₂ emisyonu ilişkisi Almanya, Fransa, Hollanda, İrlanda, İspanya ve İtalya ülkeleri açısından karşılaştırılmış ve aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:



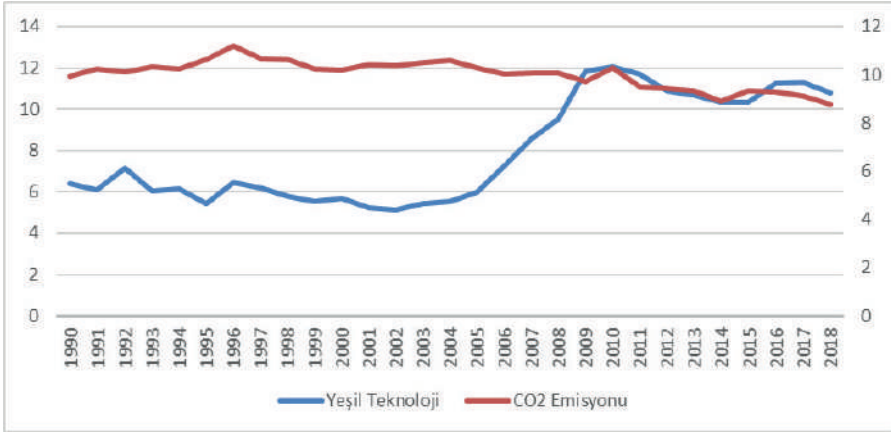
Şekil 3.1: Almanya İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

Almanya için 1990-2018 yılları arasında kapsayan dönemde yeşil teknoloji geliştirilmesinin dalgalı bir seyir izlemekle birlikte artış eğiliminde olduğu, kişi başına düşen CO2 emisyonunun ise azalış eğiliminde olduğu görülmektedir. 1990 yılında geliştirilen yeşil teknoloji yüzdesi 8.8 iken, bu oran 2018 yılında yüzde 69.43 artış göstererek 14.91'e yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1960 yılında 12.02 metrik ton iken, bu oran 2018 yılında yüzde 28.86 oranında azalış göstererek 8.55 metrik tona gerilemiştir. Bu durumda Almanya için çevre ile ilgili teknolojik inovasyonun çevre kirliliğini azaltma konusunda başarılı olduğu söylenilebilir.



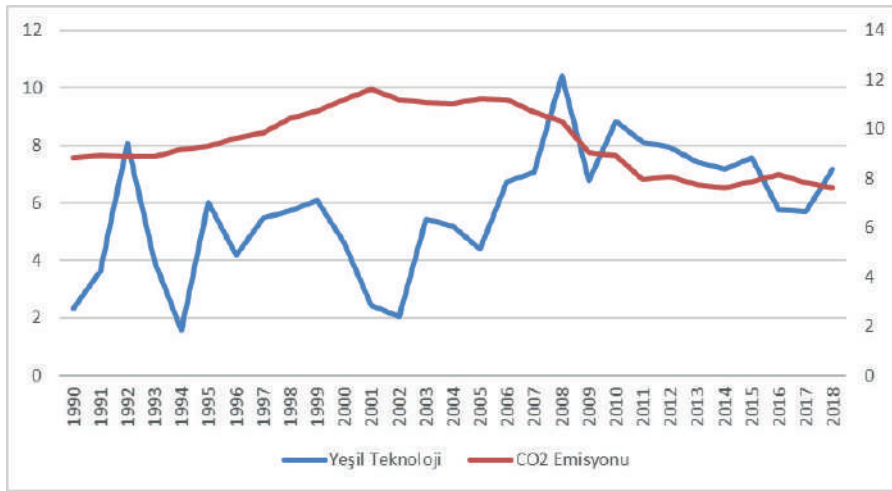
Şekil 3.2: Fransa İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

Fransa için 1990-2018 yılları arasını kapsayan dönemde yeşil teknoloji geliştirilmesinin genel olarak artış eğiliminde olduğu söylenilebilir. 2012 yılından 2016 yılına kadar yeşil teknoloji geliştirilmesinde azalma eğilimi izlense de, 2016 yılı itibariyle tekrar yukarı yönlü hareket izlenmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyon miktarının ise genel olarak azalış eğiliminde olduğu ancak özellikle 2005 yılı itibariyle azalış hızının arttığı söylenilebilir. 1990 yılında yeşil teknoloji geliştirilme yüzdesi 5.71 iken, 2018 yılında bu oran yüzde 133.09 artarak 13.31' e yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyon miktarı ise 1990 yılında 6.12 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 24.67 azalarak 4.61 metrik tona düşmüştür. Bu durumda Fransa için çevre ile ilgili teknolojik inovasyonun çevre kalitesine olumlu olarak katkıda bulunduğu söylenebilir.



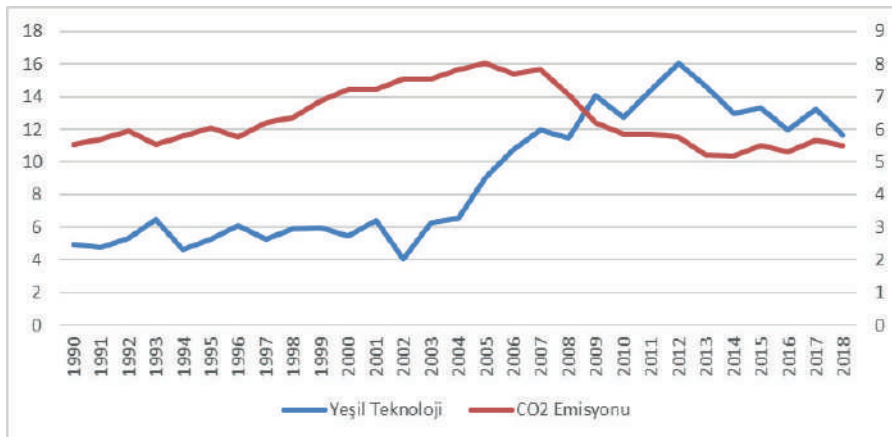
Şekil 3.3: Hollanda İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

Hollanda için 1990-2018 yılları arasını kapsayan dönemde yeşil teknoloji geliştirilmesinin genel olarak artış eğiliminde olduğu söylenilebilir. Ancak 2010 yılı itibariyle artış hızının azaldığı gözlemlenmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 2010 yılı itibariyle daha belirgin bir şekilde azalma eğilimine girdiği görülmektedir. Yeşil teknolojik inovasyonun yüzdesi 1990 yılında 6.41 iken, 2018 yılında bu oran yüzde 68.01 artarak 10.77'ye yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1990 yılında 9.92 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 11.59 azalarak 8.77 metrik tona düşmüştür. Bu durumda Hollanda için çevre ile ilgili teknolojilerin geliştirilmesinin çevre kirliliğini azaltmada etkili olduğu söylenilebilir.



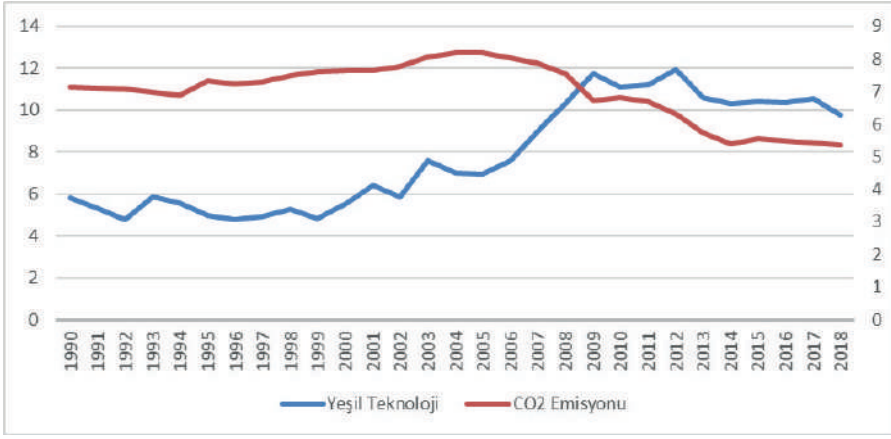
Şekil 3.4: İrlanda İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

İrlanda için 1990-2018 yıllarını kapsayan dönemde yeşil teknolojik inovasyonun dalgalı bir seyir izlediği görülmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 2006 yılı itibariyle azalış eğilimine girdiği gözlemlenmektedir. Yeşil teknolojik inovasyon yüzdesi 1990 yılında 2.34 iken, 2018 yılında yüzde 206.83 oranında artarak 7.18'e yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1990 yılında 8.82 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 13.60 oranında azalarak 7.62 metrik tona düşmüştür. Bu durumda İrlanda için çevre ile ilgili gerçekleştirilen teknolojik inovasyonun çevre kirliliğini azalttığı söylenilebilir.



Şekil 3.5: İspanya İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

İspanya için 1990-2018 yıllarını kapsayan dönemde yeşil teknolojik inovasyonun 2002-2012 yılları arasında genel olarak artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyonunun ise 2007 yılı itibariyle azalış eğilimine girdiği görülmektedir. 1990 yılında yeşil teknolojik inovasyon yüzdesi 4.98 iken, bu oran 2018 yılında 11.65'e yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1990 yılında 5.53 metrik ton iken, 2018 yılında 5.52 metrik tona düşmüştür. Teknolojik inovasyon yüzde 133.93 artarken, CO2 emisyonu yalnızca yüzde 0.18 azalmıştır. Bu durumda İspanya için çevre ile ilgili geliştirilen teknolojilerin çevre kirliliğini azaltmada başarılı olmadığı söylenilebilir.



Şekil 3.6: İtalya İçin Yeşil Teknoloji-CO2 Emisyonu İlişkisi

İtalya için 1990-2018 yılları dönem aralığında yeşil teknolojik inovasyonun 2009 yılına kadar genel olarak artış eğiliminde olduğu gözlemlenmektedir. Kişi başına düşen CO2 emisyonunun ise 2005 yılı itibariyle genel olarak azalma eğiliminde olduğu görülmektedir. Yeşil teknolojik inovasyon yüzdesi 1990 yılında 5.8 iken, 2018 yılında yüzde 68.10 oranında artarak 9.75'e yükselmiştir. Kişi başına düşen CO2 emisyonu ise 1990 yılında 7.14 metrik ton iken, 2018 yılında yüzde 24.78 oranında azalarak 5.37 metrik tona düşmüştür. Bu durumda İtalya için çevre ile ilgili geliştirilen teknolojilerin çevre kirliliğini azaltmada etkili olduğu söylenilebilir.

3.5. Teknolojik İnovasyon ve Çevre İlişkisine Yönelik Literatür Taraması

Teknolojik inovasyonun çevre üzerindeki etkilerinin kullanılan metodolojiye, gözlemlenen ülke ya da ülke grubuna ve baz alınan dönem

aralığına göre heterojen sonuçlara sahip olduğu görülmektedir. Buna rağmen ampirik çalışmaların sonuçları beklenildiği üzere çoğunlukla teknolojik inovasyonun çevre kalitesini artırdığı yönündedir. Örneğin; Lantz ve Fang (2006), Kanada için 1970-2000 dönem aralığını kapsayan OLS metoduyla yapmış olduğu çalışmada gelir ve nüfus CO₂ emisyonunu artırırken, teknolojik inovasyonun CO₂ emisyonunu azalttığını ortaya koymuştur. Benzer şekilde Destek ve Manga (2021), BEM için yapmış oldukları ampirik çalışmada teknolojik inovasyonun CO₂ emisyonunu azalttığına dair kanıt sunmuştur. Mensah (2019) ise, teknolojik yeniliğin yeşil büyüme üzerindeki etkisinin OECD ülkelerinin çeşitli bölgelerinde heterojen olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Chen ve Lei (2018), teknolojik yeniliğin nispeten daha yüksek CO₂ emisyonlarına sahip ülkeleri büyük ölçüde etkilediğini vurgulamıştır. Bu nedenle de enerji verimliliğini artırmanın yanı sıra daha düşük maliyetlerle yenilenebilir enerji üretmek için teknolojik yenilikleri finansal olarak desteklenmesini ve uygulanmasını önermiştir. Bu çalışmaların aksine Wang vd., (2019); teknolojideki ilerlemelerin enerji verimliliğinin artırılmasına katkısına rağmen, ağır sanayi ve hafif sanayide de karbon salınımını artırmakta olduğuna dair bir sonuca ulaşmıştır. Benzer şekilde Khattak vd., (2020), teknolojik inovasyon karbon emisyonunu azaltmada başarısız olduğunu bulmuştur. Zhou vd., (2017) ise, teknolojik ilerlemenin SO₂ emisyonu üzerinde azaltıcı etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Mensah vd., (2018), 28 OECD ülkesi için enerji inovasyonunun CO₂ emisyonu üzerinde azaltıcı etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır. Khan vd., (2020), 1990-2017 yılları arasında kapsayan dönemde Çin için yapmış olduğu araştırmaya göre dış ticaret, çevresel teknolojik buluşlar, yenilenebilir enerji seçenekleri ve gelişmiş ülkelerde tüketime bağlı emisyon artışıyla ters orantılıdır. Bu çalışmalara paralel olarak Santra (2017)'de çevresel teknolojilerin CO₂ emisyonlarını azaltmada başarılı olduğunu belirtmiştir. Ulucak (2020) ise, teknolojik inovasyonun yeşil büyümeyi olumlu olarak etkilediği sonucunu bildirmiştir.

Bazı çalışmaların teknolojik inovasyon ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkiyi Ar-Ge faaliyetleri üzerinden incelediği görülmektedir. Örneğin; Balsalobre vd., (2015), Fixed Effect ve GLS metotlarını kullanarak yapmış olduğu ampirik çalışmada Ar-Ge harcamalarının CO₂ emisyonunu azalttığına dair kanıt sunmuştur. Benzer şekilde Kahouli (2018), Orta Doğu Ülkeleri için GMM yöntemini kullanarak yaptığı çalışmada Ar-Ge harcamalarının CO₂ emisyonunu azalttığı bulgusuna ulaşmıştır. Fernandez vd., (2018), Amerika Birleşik Devletleri, Avrupa Birliği ve Çin için yine benzer sonuçlara ulaşmıştır. Ampirik bulgular, toplam Ar-Ge harcamalarının AB ve ABD'de CO₂ emisyonları üzerinde azaltıcı bir etkiye sahip olduğunu, ancak Çin'de

artan bir etkiye sahip olduğunu göstermektedir. Çalışmanın bulguları ayrıca ülkelerin gelişmişlik düzeyi, teknolojik gelişmeler ve çevre arasında bir ilişki olduğunu göstermektedir. Bu çalışmalara paralel olarak Koçak vd., (2019), 19 OECD ülkesi için SITRPAT, OLS, GMM yöntemlerini kullanarak ampirik çalışma yapmıştır. Söz konusu çalışmanın bulgularına göre Ar-Ge harcamaları CO2 emisyonunu azaltmaktadır. Ganda (2019), OECD ülkeleri için yenilenebilir enerji tüketimi ve Ar-Ge harcamalarının CO2 emisyonlarını azaltmakta olduğu sonucuna ulaşmıştır. Ar-Ge harcamalarının CO2 emisyonunu azalttığına dair kanıtlar sunan diğer bazı çalışmalar ise Jin vd., (2017) ve Lee ve Min (2015)'dir.

Enerji inovasyonunun çevre kalitesini artırdığına dair bazı kanıtlar ise Álvarez-Herránz vd., (2017a) ve Álvarez-Herránz vd., (2017b) tarafından ortaya konulmuştur. Álvarez-Herránz vd., (2017a), 17 OECD ülkesi için 1990-2012 dönemi için PLS ve 2SLS metodlarını kullanarak gerçekleştirmiş olduğu ampirik çalışmada enerji inovasyonunun çevre kalitesini artırdığı sonucuna ulaşmıştır. Benzer şekilde Álvarez-Herránz vd., (2017b), 28 OECD ülkesi için 1990-2014 dönem aralığında GLS yöntemini kullanarak yapmış olduğu araştırmada enerji inovasyonunun çevre kalitesini artırdığı ortaya konulmuştur. Ancak enerji inovasyon önlemlerinin tam etkilerine ulaşması için belli bir zaman gerektirdiğini, yani çevresel düzeltme önlemlerine uygulanan inovasyonun tam etkisine hemen ulaşmadığını, bunun yerine belirli bir süre geçmesini gerektirdiği vurgulanmış ve çevrenin iyileştirilmesi için inovasyon politikaları önerilmiştir.

Çevre ve teknoloji patentleri ve CO2 emisyonu arasındaki ilişki de bazı çalışmalarla incelenmiş ve heterojen sonuçlara ulaşılmıştır. Örneğin; Wang vd., (2012), fosil yakıt teknolojileri için yerli patentler karbon emisyonlarını azaltmazken, karbonsuz teknolojilerle ilgili yerli patentler doğu Çin'de karbon emisyonunun azaltılmasında önemli bir rol oynamakta olduğunu ancak orta, batı Çin ve ulusal düzeyde bu rolü üstlenmediği vurgulanmıştır. Benzer şekilde Sun vd., (2008) Çin için 1968-2005 dönem aralığını kapsayan çalışmada teknoloji patentlerinin CO2 emisyonunu azalttığını bulmuştur. Cheng (2019) ise BRICS ülkeleri için yapmış olduğu ampirik çalışmada çevreyle ilgili patentin karbon emisyonları üzerinde heterojen bir etkisi olduğunu ortaya koymuştur. Su & Moaniba (2017) ise, çevreyle ilgili patentlerin iklim değişikliğini önlenmesine yardımcı olduğunu ve Hashmi & Alam (2019)'da yine vergi ve patentler çevre kirliliğini azalttığı sonucuna ulaşmıştır. Bu çalışmalara paralel olarak Chen vd., (2020)'de Çin'in 30 ili için heterojen sonuçların olduğunu bildirmiştir. Toebelmann ve Wendler (2020), 1992-2014 dönemini baz aldığı ampirik çalışmada 27 Avrupa Ülkesi için çevresel inovasyonun CO2 emisyonlarının azaltılmasına katkıda

bulduğunu ancak genel yenilikçi faaliyetlerin emisyonlarda herhangi bir azalmaya neden olmadığı bulgularına ulaşmıştır. Benzer şekilde İbrahiem (2020)'de Mısır için teknolojik inovasyonun çevre kirliliğini azalttığını belirtmiştir.

Tablo 3.1: Teknolojik İnovasyonun Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Literatür Taraması

| | | | | |
|------------------------------|----------------|-----------|---|---|
| Cheng (2019) | BRICS | 2000–2013 | Panel OLS Yöntemleri ve Panel Kantil Regresyon Yöntemi | Çevreyle ilgili patentlerin karbon emisyonları üzerindeki etkisi heterojendir. |
| Destek ve Manga (2021) | BEM | 1995-2016 | İkinci Nesil Panel Veri Yöntemleri | Teknolojik inovasyon karbon emisyonunu azaltmaktadır. |
| Santra (2017) | BRICS | 2005–2012 | LSDV | Çevre teknolojisi, firmaların CO2 emisyonlarını azaltmalarına yardımcı olmaktadır. |
| Sun vd., (2008) | Çin | 1986-2005 | ArcView-GIS | Teknoloji patentleri CO2 emisyonunu azaltmaktadır. |
| Ulucak (2020) | BRICS Ülkeleri | 1992-2014 | Cup-FM ve Cup-BC | Teknolojik inovasyon BRICS ülkelerinde yeşil büyümeyi olumlu yönde etkilemektedir. |
| Toebelmann ve Wendler (2020) | EU-27 | 1992-2014 | GMM | Çevresel inovasyon CO2 emisyonlarının azaltılmasına katkıda bulunmakta ancak genel yenilikçi faaliyetler emisyonlarda azalmaya neden olmamaktadır. |
| Khan vd., (2020) | Çin | 1990-2017 | CS ARDL, CCE-MG, AMG ve Panel Granger Nedensellik Testi | Dış ticaret, çevresel, teknolojik buluşlar, yenilenebilir enerji seçenekleri, gelişmiş ülkelerde tüketime bağlı emisyon artışıyla ters orantılıdır. |
| Fernandez vd., (2018) | ABD, AB ve Çin | 1994-2013 | OLS | Ar-Ge harcamaları AB ve ABD'de CO2 emisyonunu azaltmaktayken, Çin'de artırmaktadır. |

| | | | | |
|------------------------------|----------------|-----------|--|---|
| Chen vd., (2020) | Çin'in 30 İli | 2005-2015 | LMDI | Heterojen sonuçlara sahiptir. |
| Jin vd., (2017) | Çin | 1995-2012 | OLS | Ar-Ge harcamalarının CO2 emisyonunu azaltıcı etkisi vardır. |
| Alvarez-Herranz vd., (2017a) | 17 OECD Ülkesi | 1990-2012 | PLS TSLS | Enerji inovasyonu çevre kalitesini artırmaktadır. |
| Alvarez-Herranz vd., (2017b) | 28 OECD Ülkesi | 1990-2014 | GLS | Enerji inovasyonu, emisyonların azaltılmasını kolaylaştırmaktadır. |
| Lantz ve Feng (2006) | Kanada | 1970-2000 | OLS | Teknoloji CO2 emisyonunu azaltmaktadır. |
| Su ve Moaniba (2017) | 70 Ülke | 1976-2014 | Sabit Etkiler İkili Lojistik Regresyon; Negatif İki Terimli Sabit Etki ve ARDL | Çevreyle ilgili patentler iklim değişikliğinin önlenmesine yardımcı olmaktadır. |
| Mensah (2019) | OECD | 2000-2014 | Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli | Teknolojik yeniliğin yeşil büyüme üzerindeki etkisi OECD ülkelerinin çeşitli bölgelerinde heterojendir. |
| Ibrahiem (2020) | Mısır | 1971-2014 | ARDL DOLS FMOLS | Teknolojik yenilik çevre kalitesini artırmaktadır. |
| Ganda (2019) | OECD | 2000-2014 | GMM | Yenilenebilir enerji tüketimi ve Ar-Ge harcamaları CO2 emisyonlarını azaltmaktadır. |
| Balsalobre vd., (2015) | 28 OECD Ülkesi | 1994-2010 | GLS | İnovasyon, sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyeline sahiptir. |
| Koçak ve Ulucak (2019) | 19 OECD | 2003-2015 | SITRPAT, OLS, GMM | Ar-Ge harcamaları CO2 emisyonunu azaltmaktadır. |
| Hashmi ve Alam (2019) | OECD | 1999-2014 | Sabit ve Rastgele Etki Modeli GMM Modeli; DK Regresyonu | Vergi ve patentler çevre kirliliğini azaltmaktadır. |

| | | | | |
|--------------------|----------------------|-----------|----------------------------|---|
| Chen ve Lei (2018) | 30 Ülke | 1980-2014 | Panel Kantil Regresyonu | Teknolojik yenilik, yüksek emisyonlu ülkelerde karbon emisyonlarını önemli ölçüde etkilemektedir. |
| Zhou vd., (2017) | Çin | 2000-2014 | Uzamsal Panel Veri Analizi | Teknolojik ilerlemenin SO2 emisyonu üzerinde azaltıcı etkisi vardır. |
| Wang vd., (2012) | Çin | 1997-2008 | GMM | Fosil yakıt teknolojileri için yerli patentler karbon emisyonlarını azaltmazken, karbonsuz teknolojilerle ilgili yerli patentler Doğu Çin'de karbon emisyonunun azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Ancak Orta, Batı Çin ve ulusal düzeyde bu durum geçerli değildir. |
| Kahouli (2018) | Ortadoğu Ekonomileri | 1990-2016 | GMM | Ar-Ge harcamaları CO2 emisyonunu azaltmaktadır. |

Not: ARDL: Autoregressive Distributed Lag; BEM: Big Emerging Markets; CCE-MG: Common Correlated Effects Mean Group Estimator; DOLS: Dynamic Ordinary Least Squares; GLS: Generalized Least Square; LMDI: Logarithmic mean Divisia Index; GMM: Generalized Method Of Moments; OLS: Ordinary Least Squares.; PLS: Panel Least Squaring; STRPAT: Stochastic Impacts by Regression on Population, Affluence and Technology; TSLS: Two Stage Least Squares)

Literatür incelendiğinde teknolojik inovasyonun çevre üzerindeki etkilerini inceleyen çalışmalarda teknolojik inovasyonun doğrudan etkilerine odaklanılmakta, dolaylı etkilerinin ise genellikle göz ardı edildiği görülmektedir. Tezin bu bölümündeki çalışmada ise teknolojik inovasyonun hem doğrudan hem de dolaylı etkilerini incelenmektedir.

3.6. Model, Veri ve Yöntem

3.6.1 Model ve Veri

Bu bölümde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) için, 1995-2018 dönem aralığı baz alınarak çevresel teknolojinin çevre kirliliği üzerindeki

etkilerinin araştırılması amaçlanmıştır. Bu doğrultuda kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji, milyar kWh cinsinden yenilenemeyen enerji, çevresel teknoloji, finansal gelişme endeksi ve çevresel teknoloji artırıldığında finansal gelişme endeksi verileri kullanılmıştır. Elde edilen verilerden kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu ve 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla “Dünya Bankası” tarafından yayınlanan “World Development Indicators” veri tabanından, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji ve milyar kWh cinsinden yenilenemeyen enerji “eia.gov”, finansal gelişme endeksi “data.imf.org” ve çevre ile ilgili teknolojilerin verileri “stats.oecd.org”dan elde edilmiş olup, aşağıdaki model kurulmuştur:

$$CO_{it} = \gamma_0 + \gamma_1 GDP_{it} + \gamma_2 R_{it} + \gamma_3 NR_{it} + \gamma_4 FD_{it} + \gamma_5 TEC_{it} + \gamma_6 TEC_{it} * FD_{it} + u_{3it} \quad (3.1)$$

3.1 no’lu denklemde CO serisi kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonunu, GDP serisi 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasılayı, R serisi milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerjiyi, NR serisi milyar kWh cinsinden yenilenemeyen enerjiyi, FD serisi finansal gelişme endeksini, TEC serisi çevre ile ilgili teknolojileri, TEC*FD serisi çevre ile ilgili teknolojiler ile finansal gelişim endeksinin çarpımını ve u_t hata terimini ifade etmektedir. Ayrıca tüm değişkenler logaritmik formda kullanılmıştır.

3.6.2 Yöntem

Bu bölümde kullanılmış olan yatay kesit bağımlılık (CD) testi, CIPS birim kök testi, Westerlund eşbütünleşme testi ve CCE-MG tahmincisi yöntemleri bu çalışmanın birinci bölümünde “Yöntem” kısmında anlatılmıştır.

3.7. Ampirik Bulgular

Analizde ilk olarak yatay kesit bağımlılığı araştırılmıştır. Bu doğrultuda Tablo 3.2’de yer alan CD testi sonuçlarına göre, yatay kesit bağımsızlığı yokluk hipotezinin güçlü bir şekilde reddedildiği görülmektedir. Söz konusu bu sonuç, AB ülkelerinden birinde meydana gelen bir şokun diğer AB ülkelerini de etkileyebileceğini göstermektedir. Serilerin durağanlık süreçleri incelenirken ve seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olup olmadığı tahmin edilirken yatay kesit bağımlılığını dikkate alan test yöntemlerinin kullanılması gerekmektedir. Bu nedenle diğer aşamalar için yatay kesit bağımlılığına izin veren ikinci nesil panel birim kök testi ve panel eşbütünleşme testleri kullanılmıştır.

Tablo 3.2: Teknolojik İnovasyon-Çevre Modeli İçin Yatay Kesit Bağımlılık (CD) Testi Sonuçları

| Değişkenler | CD testi | Olasılık |
|-------------|-----------|----------|
| CO | 34.880*** | 0.000 |
| GDP | 39.000*** | 0.000 |
| R | 40.950*** | 0.000 |
| NR | 21.770*** | 0.000 |
| FD | 25.250*** | 0.000 |
| TEC | 28.570*** | 0.000 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 3.3: Teknolojik İnovasyon-Çevre Modelindeki Değişkenlere Ait CIPS Birim Kök Test Sonuçları

| Değişkenler | Düzyey | Birinci Fark |
|-------------|--------|--------------|
| CO | -2.558 | -4.861*** |
| GDP | -2.022 | -2.961*** |
| R | -2.474 | -5.340*** |
| NR | -2.282 | -5.161*** |
| FD | -2.625 | -5.538*** |
| TEC | -2.219 | -5.663*** |

*Not: Kritik değerler; %1: -2.96, %5: -2.76, %10: -2.66. *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 3.3'te yer alan CIPS birim kök testi bulgularına göre, serinin birim kök içerdiğine dair sıfır hipotezinin tüm değişkenler için düzeyde reddedilemeyeceği görülmektedir. Ancak serilerin birinci farklarında sıfır hipotezinin reddedildiği ve tüm serilerin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Bu bulgular doğrultusunda altı değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu durumda altı değişken arasında uzun dönemli bir ilişki olup olmadığının araştırılması gerekmektedir.

Tablo 3.4: Teknolojik İnovasyonun Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair Westerlund Eşbütünlük Testi Sonuçları

| İstatistik | t-istatistiği | Olasılık |
|------------|---------------|----------|
| Gt | -4.413 | 0.288 |
| Ga | -0.174 | 0.900 |
| Pt | -6.217*** | 0.000 |
| Pa | -0.418* | 0.080 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Tablo 3.4'te yer alan Westerlund eşbütünlük testi sonuçlarına göre, değişkenler arasında eşbütünlük ilişkisinin geçerli olmadığını ifade eden boş hipotezin Pt ve Pa istatistikleri tarafından reddedildiği görülmektedir. Bu bulgu, değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.5: Teknolojik İnovasyonun Çevre Üzerindeki Etkilerine Dair CCE-MG Uzun Dönem Katsayı Tahmin Sonuçları

| Değişkenler | Katsayı | Standart Hata | Olasılık |
|-------------|----------|---------------|----------|
| GDP | 0.301*** | 0.102 | 0.004 |
| R | -0.023* | 0.014 | 0.098 |
| NR | 0.349*** | 0.036 | 0.000 |
| FD | 0.382* | 0.213 | 0.074 |
| TEC | -0.041 | 0.043 | 0.341 |
| TEC*FD | -0.161* | 0.103 | 0.080 |

*Not: *, ** ve *** sırasıyla %10, %5 ve %1 düzeyinde istatistiki anlamlılığı ifade etmektedir.*

Eşbütünlük ilişkisinin saptanmasının ardından, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkileri CCE-MG yöntemi ile tahmin edilmiştir. Tablo 3.5'te yer alan CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, kişi başına düşen milli gelir ile CO₂ emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki mevcuttur. Yenilenebilir enerji ile CO₂ emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Yenilenemeyen enerji ile CO₂ emisyonu arasında pozitif

ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu saptanmıştır. Finansallaşma ile CO2 emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki mevcuttur. Çevresel teknoloji ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çevresel teknoloji artırıldığında finansallaşma ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu bulgusuna ulaşılmıştır.

3.8. Tartışma

Bu bölümde 17 AB ülkesinin (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) 1995-2018 arası dönem verileri baz alınarak teknolojik inovasyonun çevre kirliliği üzerindeki etkileri, yatay kesit bağımlılığını dikkate alan ikinci nesil panel veri yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Uygulama modeline kişi başına düşen metrik ton cinsinden CO2 emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen GDP, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji, finansal gelişme endeksi, çevre ile ilgili teknolojiler ve çevre ile ilgili teknolojiler ile finansal gelişim endeksinin çarpımı dahil edilmiştir. Kurulan modelde yatay kesit bağımlılığı saptanmıştır. CCE-MG uzun dönem katsayı tahmin sonuçlarına göre, GDP değişkeninin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, ekonomik büyüme faaliyetlerinin çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Söz konusu sonuç, Lindmark (2002)'in çalışmasıyla uyumludur. Yenilenebilir enerjinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve diğer yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının beklenildiği üzere çevre kirliliğini azalttığına dair kanıt sunmaktadır. Söz konusu sonuç, Chen vd., (2022) ve Waheed vd., (2018)'in çalışmalarıyla uyumludur. Yenilenebilir enerjinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, finans sistemi geliştikçe bireylerin krediye erişiminin kolaylaşması sonucunda beyaz eşya gibi daha enerji yoğun ürünleri satın alabilmesi gibi faktörlerden dolayı çevre kirliliğine neden olduğunu göstermektedir. Söz konusu sonuç, Al-Mulali, ve Sab (2012)'in çalışmasıyla uyum göstermektedir. Çevresel teknolojinin ise katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu bulgu, çevresel teknolojilerin çevre kirliliğini henüz azaltacak düzeye ulaşmamış olduğunu göstermektedir. Söz konusu sonuç, Yii ve Geetha (2017)'nin çalışmasıyla

uyumludur. Çevresel teknoloji artarken finansal gelişim endeksinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmektedir. Bu bulgu, çevresel teknolojiler arttığında finansallaşma faaliyetlerinin çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir. Söz konusu sonuç, finans sisteminin gelişmesi sayesinde bireylerin krediye kolay bir şekilde erişebilmesiyle satın alabildiği enerji yoğun ürünlerin yeşil teknoloji sayesinde daha az enerji harcayan ve / veya daha az karbon emisyonu salınımı sağlayan bir hale getirilmesiyle çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir.

Sonuç ve Politika Önerileri

Çevre kalitesi yaşanabilir bir gezegen için hayati önem arz etmektedir. Çevre kalitesinin kötüye gitmesi doğanın ekolojik dengesini bozarak çevresel felaketlere neden olabilmektedir. Söz konusu bu dengenin bozulmasına neden olan birçok faktör mevcuttur. Bu faktörlerden en önemlileri üretim esnasında havaya salınan sera gazları ve yeryüzüne karışan diğer çevresel atıklardır. Bilhassa sanayi devriminden itibaren gözle görülür bir şekilde artış eğilimine giren çevre kirliliği, 1990'lı yılların başından itibaren daha da hissedilir hale gelmiştir. İnsan gücünün yerini makinelerin almasıyla birlikte üretim hızla artmıştır. Böylece artan nüfusun ihtiyaçlarına daha kısa sürede yanıt verilebilme imkânı doğmuştur. Aynı zamanda, üretimin artması ülkeler için ekonomik büyüme anlamına da gelmektedir. Dolayısıyla daha fazla üretim yapabilmek adına daha fazla enerji ihtiyacı ortaya çıkmıştır. Ortaya çıkan bu enerji ihtiyacının ise maliyet avantajından dolayı fosil yakıtlarla karşılanması havayı ciddi anlamda kirletmiştir. Ayrıca fabrikalardan çıkan atıkların hiçbir filtreye tabii tutulmaksızın doğrudan toprağa ve/veya suya karışması çevre kirliliğine sebep olmuştur. Kısacası sanayinin ilerlemesiyle birlikte üretim hız kazanırken, diğer yandan da çevre kirliliği artmıştır.

Sanayi üretimlerinin artmasıyla birlikte atıkların ve sera gazlarının salınımının bu durumla doğru orantılı bir şekilde artış göstermesi nedeniyle ekonomik büyüme ve çevre kirliliği birbiriyle ilişkilendirilmiştir. Bu ilişki, Kuznets (1955)'in ortaya attığı Kuznets Eğrisi hipotezine dayanmaktadır. Söz konusu bu hipotez, daha sonraları Grossman ve Krueger (1991) tarafından çevreye uyarlanarak Çevresel Kuznets Eğrisi (ÇKE) adını almıştır. Kuznets Eğrisi hipotezi ekonomik büyüme ile gelir eşitsizliği arasında ters-U şeklinde bir ilişkinin geçerli olduğu temellerine dayanırken, Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında ters-U şeklinde bir ilişki olduğu görüşüne dayanmaktadır. ÇKE hipotezine göre ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliğinin artacağı ancak ekonomik büyümenin ilerleyen aşamalarında ölçek etkisi, teknolojik etki ve

yapısal etkilerin sayesinde çevre kalitesinde artış olacağı ifade edilmektedir. Çevre kirliliğini azaltan bir diğer faktör çevresel regülasyonlardır. Çevresel regülasyonlar devletlerin çevre kirliliğini azaltmak üzere aldığı birtakım önlemleri ifade etmektedir. Fabrikaların meydana getirdiği zehirli atıkların önüne geçebilmek adına devletler tarafından vergilendirme, harç ve sübvansiyon gibi birtakım uygulamalar ortaya konulmaktadır. Böylece havayı kirleten fosil yakıtların kullanımını ve yeryüzünü kirleten atıkları en aza indirerek çevre kirliliğinin azaltılması ve/veya çevre kirliliğinin önüne geçilmesi hedeflenmektedir. Çevre kirliliğinin önüne geçebilmek adına bir diğer önemli faktör ise eski tip teknolojilerin yerine çevre dostu yeni tip teknolojilerin kullanılmasıdır. Bu sayede çevre kirliliğine neden olmadan ya da çevre kirliliğini en aza indirerek üretim yapılması ve ekonomik büyümenin sağlanması da mümkün hale gelebilmektedir.

Çalışmanın birinci bölümünde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) seçilmiş olup, 1993-2018 yılları arası baz alınmıştır. Modele dahil edilen değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden CO2 emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen GSYH ve 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen GSYH'nin karesidir. Öncelikle AB üyesi ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının geçerliliği araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı (CD) testi sonuçlarına göre, yatay kesit bağımlılığının geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle serilerin durağanlık süreçleri incelenirken yatay kesit bağımlılığına izin veren birim kök testinden faydalanılmış ve CIPS birim kök testi ile araştırılmıştır. CIPS birim kök testi sonuçlarına göre, değişkenlerin birinci fark formlarında her iki seri de durağan hale gelmiş ve serilerin birim kök içerdiğine dair boş hipotez reddedilmiştir. Bu bulgu, iki değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduğunu göstermektedir. Değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerliliği Westerlund hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi aracılığıyla incelenmiş ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkisinin araştırılmasına olanak tanımış ve CCE-MG uzun dönem katsayı tahmincisi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, gayri safi yurtiçi hasılanın katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Gayri safi yurtiçi hasılanın karesinin katsayısı ise negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu durum ekonomik büyümenin ilk aşamalarında çevre kirliliğinin arttığını ancak ekonomik büyümenin

ilerleyen aşamalarında çevre kirliliğinin azaldığını göstermektedir. Söz konusu sonuca göre ÇKE hipotezi doğrulanmaktadır. Bu bulgu, Shahbaz vd., (2016) ve Hao ve Liu (2016)'nın çalışmalarıyla uyumludur. Ayrıca baz alınan ülkelerin dönüm noktası 34406 dolar olarak hesaplanmış ve bu dönüm noktasına ulaşan ülkelerin Almanya, İrlanda, Belçika, Bulgaristan, Danimarka, Finlandiya, Avusturya, Fransa, Lüksemburg ve Hollanda olduğu tespit edilmiştir. Dönüm noktasına ulaşamayan ülkelerin ise Çekya, İtalya, İspanya, Malta, Portekiz, Yunanistan ve Romanya olduğu saptanmıştır. Bu çalışmanın sonuçları doğrultusunda, 17 AB ülkesinin politika yapıcılara ve özellikle ÇKE dönüm noktasına henüz ulaşmamış ülkeler için kirliliği ve kaynak tüketimini sınırlamak adına çevresel standartlar ve düzenlemeler geliştirilmesi önerilmektedir. Ayrıca sürdürülemez uygulamaları caydırmak için çeşitli cezalar uygulanmalıdır. Endüstriler daha temiz üretim yöntemleri ve teknolojilerini benimsemeye teşvik edilmelidir. Çevre dostu teknolojilerin araştırılması ve geliştirilmesi için teşvikler sağlanmalıdır. Yenilenebilir enerji kaynaklarına ve enerji tasarruflu binalara yatırım yapılmalıdır. Güneş enerjisi, rüzgâr enerjisi ve hidroelektrik enerji gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının benimsenmesi için teşvikler ve sübvansiyonlar sağlanmalıdır. Temiz enerji teknolojilerinde araştırma ve geliştirme teşvik edilmelidir. Çevre koruma ve sürdürülebilirliğin önemi hakkında farkındalık yaratmak için eğitim programları geliştirilmelidir. Büyük altyapı projeleri ve endüstriyel faaliyetler için kapsamlı çevresel etki değerlendirmeleri zorunlu kılınmalıdır. Ayrıca üreticilerin ve tüketicilerin çevre kirliliğinin kısa vadede olmasa bile uzun vadede sağlık ve var olan yaşamın devamlılığı için tehlikeli boyutlara ulaşabileceği konusunda insanların bilgilendirilmesi sağlanmalıdır.

Çalışmanın ikinci bölümünde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) seçilmiş olup, 1995-2018 yılları arası baz alınmıştır. Modele dahil edilen değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, doğrudan yabancı yatırım-net girişlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi, ticari faaliyetlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi ve çevre vergilerinin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesi ile ticari faaliyetlerin gayri safi yurtiçi hasıla yüzdesinin çarpımıdır. Öncelikle AB üyesi ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının geçerliliği araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı (CD) testi sonuçlarına göre, yatay kesit bağımlılığının geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu nedenle serilerin durağanlık süreçleri incelenirken, yatay kesit bağımlılığına izin veren birim kök testinden faydalanılmış ve CIPS birim kök testi ile araştırılmıştır. CIPS birim kök

testi sonuçlarına göre, değişkenlerin birinci fark formlarında beş seri de durağan hale gelmiş ve değişkenlerin birim kök içerdiğine dair boş hipotez reddedilmiştir. Bu bulgu, beş değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduğunu göstermektedir. Değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerliliği Westerlund hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi aracılığıyla incelenmiş ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu durum bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkisinin araştırılmasına olanak tanınmış ve CCE-MG uzun dönem katsayı tahmincisi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, GSYH'deki artış ile CO2 emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki mevcuttur. Bu bulgu, ekonomi büyürken aynı zamanda çevrenin kirlendiği anlamına gelmektedir. Söz konusu sonuç, Esteve ve Tamarit (2012)'in çalışmasıyla uyumludur. Doğrudan yabancı yatırımlar (DYY) ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamsız bir ilişki saptanmıştır. Bu bulgu AB ülkeleri en ağır çevre standartlarını uygulayan ülkeler oldukları için, bu ülkelerde DYY girişinin yok denecek kadar az olması ve hatta söz konusu bu ülkelerin DYY veren ülkeler olmalarından ötürü, beklenildiği üzere DYY girişinin çevre kirliliğini olumlu ya da olumsuz etkilemediğini göstermektedir. Söz konusu sonuç, Yılcı vd., (2019)'un çalışmasıyla uyumludur. Ticari faaliyetlerin GSYH'deki yüzdelik payı ile CO2 emisyonu arasında pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur. Buna göre ticari faaliyetlerin de çevre kalitesi üzerinde olumsuz etkileri olduğu saptanmıştır. Bu bulgu, Karasoy ve Akçay (2019)'ın çalışmasıyla uyumludur. AB ülkelerinin ticari olarak genişlemesi çevre kirliliğini artırmaktadır. AB ülkeleri kendi içerisindeki ticari ağ için belli bir standardı korurken; AB dışı ülkelerle yapılan ticari faaliyetlerdeki artış AB ülkelerindeki emisyon artırıcı endüstrilerin gelişimine katkı sağlamaktadır. Vergiler artırıldığında ticari faaliyetlerin genişlemesinin ise katsayısı negatif olup istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, AB ülkelerinin birbirleriyle ya da AB dışı ülkelerle yaptıkları ticari faaliyetlerin kirlilik azaltıcı vergilere tabii tutulmasının çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir. Çevre vergilerinin GSYH yüzdesi ile CO2 emisyonu arasında negatif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki saptanmıştır. Buna göre çevre vergilerinin çevre kirliliğini azaltmada başarılı olduğu görülmektedir. Bu bulgu, Ulucak vd., (2020) ve Wolde vd., (2023)'nin çalışmalarıyla uyumludur. AB ülkeleri çevre standartlarını en yüksek seviyede tutan ülkeler arasında yer almaktadır. Söz konusu bu ülkelerde negatif dışsallıkların içselleştirilmesi adına kirlilik üzerinden alınan vergi uygulamaları yapılmaktadır. Bu durum ise çevre

kirliliğini azaltmada önemli bir faktör olarak karşımıza çıkmaktadır. Elde edilen bulgulardan hareketle, 17 AB ülkesinin politika yapıcılara çevre vergilerinin çevre kirliliğini azaltmadaki başarılı rolü gereği çevre vergilerini artırmaları önerilmektedir. Zira mevcut çevre vergilerinin çevre kirliliğini belli ölçülerde azaltmada başarılı olsa da iklim değişikliğini önleme konusunda henüz yeterli seviyede değildir. Ayrıca çevre standartları ve cezalar konusunda düzenleyici tedbirler oluşturularak “kirleten öder” politikası daha makul şekilde uygulanmalıdır. Bunun yanı sıra gerekli sübvansiyonlar sağlanarak yeşil teknolojiler teşvik edilmelidir. Uluslararası ticarete daha katı çevresel düzenlemelere uyulmasının yanı sıra ticaret sektöründe enerji verimliliğini teşvik eden politikaları uygulaması gerektiği önerilmektedir. Ticari açıklık ekonomik büyümeye ve artan ekonomik aktiviteye yol açarken, aynı zamanda artan karbon emisyonlarıyla da ilişkilidir. Buradaki etkileşim etkisi, çevresel düzenlemelerin ticari açıklıkla ilişkili karbon emisyonlarını dengelemeye yardımcı olabileceğini göstermektedir. Politika yapıcılar, uluslararası ticareti kolaylaştırırken emisyonları azaltan düzenlemeleri yürürlüğe koyarak ticareti teşvik etmek ve çevresel sürdürülebilirliği sürdürmek arasında bir denge kurmaya çalışmalıdır. Uluslararası ticaret müzakereleri ve anlaşmalarında, çevre standartlarını ve taahhütlerini dahil etmeyi düşünmelidirler. Bu, ticaretin serbestleştirilmesinin çevresel kaygıların göz ardı edilmesine yol açmamasını sağlamaya yardımcı olabilir. Farklı sektörler düzenlemelere ve ticari açıklığa farklı tepkiler verebilir. Politika yapıcılar stratejileri sektöre özgü özelliklere dayalı olarak uyarlayabilir. Örneğin; yüksek emisyonlu sektörler daha sıkı düzenlemeler gerektirebilirken, emisyon yoğunluğu daha az olan sektörler ticaretle ilişkili emisyonları azaltmak için hedeflenen teşviklerden yararlanabilir.

Çalışmanın üçüncü bölümünde 17 AB ülkesi (Almanya, Belçika, Avusturya, Danimarka, Bulgaristan, İrlanda, Çekya, Finlandiya, Fransa, İtalya, Lüksemburg, Hollanda, Malta, Portekiz, Romanya, Yunanistan ve İspanya) seçilmiş olup, 1995-2018 yılları arası baz alınmıştır. Modele dahil edilen değişkenler kişi başına düşen metrik ton cinsinden karbon emisyonu, 2015 sabit fiyatları ile dolar cinsinden kişi başına düşen gayri safi yurtiçi hasıla, milyar kWh cinsinden yenilenebilir enerji, milyar kWh cinsinden yenilenemeyen enerji, finansal gelişme endeksi, çevre ile ilgili teknolojiler ve çevresel teknolojiler ile finansal gelişim endeksinin çarpımıdır. Öncelikle AB üyesi ülkeler arasında yatay kesit bağımlılığının geçerliliği araştırılmıştır. Yatay kesit bağımlılığı (CD) testi sonuçlarına göre, yatay kesit bağımlılığının geçerli olduğu saptanmıştır. Bu nedenle serilerin durağanlık süreçleri incelenirken, yatay kesit bağımlılığına izin veren birim kök testinden faydalanılmış ve CIPS birim kök testi ile araştırılmıştır. CIPS birim kök

testi sonuçlarına göre, değişkenlerin birinci fark formlarında altı seri de durağan hale gelmiş ve değişkenlerin birim kök içerdiğine dair boş hipotez reddedilmiştir. Bu bulgu, altı değişkenin de birinci dereceden bütünleşik olduğunu göstermektedir. Değişkenlerin birinci dereceden bütünleşik olmaları, söz konusu değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğuna işaret etmektedir. Bu nedenle, değişkenler arasında uzun dönemli ilişkinin geçerliliği Westerland hata düzeltmeye dayalı eşbütünleşme testi aracılığıyla incelenmiş ve değişkenler arasında uzun dönemli bir ilişkinin geçerli olduğu tespit edilmiştir. Bu durum, bağımsız değişkenlerin bağımlı değişken üzerindeki uzun dönemli etkisinin araştırılmasına olanak tanımış ve CCE-MG uzun dönem katsayı tahmincisi ile araştırılmıştır. Elde edilen bulgulara göre, gayri safi yurtiçi hasılanın katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, ekonomik büyümenin çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Söz konusu sonuç, Lindmark (2002) ve Pal ve Mitra (2017)'nin ve çalışmalarıyla uyumludur. Yenilenebilir enerjinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımının beklenildiği üzere çevre kirliliğini azalttığına dair kanıt sunmaktadır. Söz konusu sonuç, Chen vd., (2022) ve Waheed vd., (2018)'nin çalışmalarıyla uyumludur. Yenilenemeyen enerjinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, fosil yakıtların kullanılmasının çevre kirliliğini artırdığını göstermektedir. Söz konusu sonuç, Dogan ve Seker (2016) ve Inglesi-Lotz ve Dogan (2018)'in çalışmalarıyla uyumludur. Finansal gelişme endeksinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Bu bulgu, finans sistemi geliştikçe bireylerin krediye erişiminin kolaylaşması sonucunda beyaz eşya gibi daha enerji yoğun ürünleri satın almasının çevre kirliliğine neden olduğunu göstermektedir. Kısacası enerji yoğun projelere fon aktarıldığında çevre kirliliği meydana gelmektedir. Söz konusu sonuç, Al-Mulali ve Sab (2012)'in çalışmasıyla uyum göstermektedir. Çevresel teknoloji artırıldığında ise finansal gelişim endeksinin katsayısı pozitif ve istatistiksel olarak anlamlıdır. Çevresel teknolojiler arttığında finansallaşma faaliyetlerinin çevre kirliliğini azalttığı görülmektedir. Bu sonuç, finans sisteminin gelişmesi sayesinde bireylerin krediye kolay bir şekilde erişebilmesiyle satın alabildiği enerji yoğun ürünlerin yeşil teknoloji sayesinde daha az enerji harcayan ve /veya daha az karbon emisyonu salınımı sağlayan bir hale getirilmesiyle çevre kirliliğini azalttığını göstermektedir. Çevresel teknolojinin katsayısı negatif ve istatistiksel olarak anlamsızdır. Bu bulgu, çevresel teknolojilerin çevre kirliliğini henüz azaltacak düzeye ulaşmamış olduğunu göstermektedir. Söz konusu sonuç, Yü ve Geetha (2017)'nin çalışmasıyla uyumludur. Elde edilen bulgulardan hareketle, 17 AB ülkesinin politika yapıcılara çevre dostu projelere yatırım

yapılması önerilmektedir. Bu sayede çevre kirliliğinde azalmalar meydana gelecektir. Ancak burada dikkat edilmesi gereken nokta, yeşil teknolojiler teşvik edilirken diğer yandan yeni teknolojiler enerji talebini artırabilir ve çevre kalitesini bozabilir. Bu nedenle çevre dostu projelere fon aktarılırken aynı zamanda hane halklarının enerji tüketimi daha düşük olan ürünlere erişimlerinin kolaylaştırılması gerekli finans destekleriyle sağlanmalıdır. Bunun yanı sıra yeşil teknolojiler için gerekli olan Ar-Ge ve patent çalışmaları için yeterli finansal desteklerin sağlanması önerilmektedir. Yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımını teşvik edecek adımlar atılmalıdır. İşletmeler ve endüstriler çevre dostu teknolojilerin araştırılmasına, geliştirilmesine ve benimsenmesine yatırım yapmaya teşvik edilmelidir. Temiz teknolojilerin geliştirilmesine ve uygulanmasına öncelik veren şirketler için vergi indirimleri veya sübvansiyonlar gibi teşvikler sağlanmalıdır. Ayrıca yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimli teknolojiler ve sürdürülebilir üretim süreçlerinde araştırma ve yeniliği desteklemek için fon tahsis edilmelidir. Bankaları ve finans kuruluşlarını projeleri finanse ederken, çevresel kriterleri göz önünde bulundurmaya teşvik eden düzenlemeler uygulanmalıdır. Sürdürülebilir projelere yatırım için teşvikler sağlanmalı ve çevreye zararlı faaliyetlerin finansmanı cezalandırılmalıdır. Sürdürülebilir projelere ve teknolojilere yapılan yatırımlara öncelik veren sorumlu kredi verme uygulamaları teşvik edilmelidir. Finans kurumlarının kredi portföylerinin çevresel etkilerini değerlendirmeleri için yönergeler geliştirilmelidir. Yeşil tahviller ve yeşil krediler gibi özellikle çevre dostu projeleri finanse eden finansal ürünler ve mekanizmalar tanıtılmalıdır. Yeşil teknolojilerin benimsenmesini sağlamak için finansal kurumlar, teknoloji şirketleri ve çevre kuruluşları arasındaki ortaklıklar teşvik edilmelidir. Finansmana erişmek için işletmelerin uyması gereken çevresel performans için net ölçütler ve standartlar belirlenmelidir.

Kaynaklar

- Acar, İ. A. (2006). Vergilemede Tahsis İlkesinin Çevre Vergileri Açısından Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 11(1), 215-232.
- Aggeri, F. (1999). Environmental Policies and Innovation A Knowledge-Based Perspective on Cooperative Approaches. *Research Policy*, 28(7), 699-717.
- Akarçay, N. (2020). Negatif Dışsallıkların Önlenmesi ve Sürdürülebilir Kalkınma Anlayışının Önemi. *Journal Of Social And Humanities Sciences Research*, 7(59), 2470-2482.
- Akbostancı, E., Türüt-Aşık, S., & Tunç, G. İ. (2009). The relationship between income and environment in Turkey: is there an environmental Kuznets curve?. *Energy policy*, 37(3), 861-867.
- Akova, İ. (2008). Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım AKOVA, İsmet; (2008), Yenilenebilir Enerji Kaynakları, Ankara: Nobel Yayın Dağıtım
- Akyıldız, B. (2008). *Çevresel Etkinlik Analizi: Kuznets Eğrisi Yaklaşımı*, (Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Akyüz, Y. (1980). Sermaye, Bölüşüm Büyüme, Ankara:Ankara Üniversitesi S.B.F. Yayınları
- Alagöz, A., & Yılmaz, B. (2001). Çevre Muhasebesi ve Çevresel Maliyetler. *Sosyal Ekonomik Araştırmalar Dergisi*, 1(1-2), 147-158.
- Alam, S., Fatima, A., & Butt, M. S. (2007). Sustainable development in Pakistan in the context of energy consumption demand and environmental degradation. *Journal of Asian Economics*, 18(5), 825-837.
- Albayrak, E. N., & Gökçe, A. (2015). Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi: Çevresel Kuznets Eğrisi ve Türkiye Örneği. *Sosyal Bilimler Araştırma Dergisi*, 4(2), 279-301.
- Albulescu, C. T., Artene, A. E., Luminosu, C. T., & Tămășilă, M. (2020). CO2 emissions, renewable energy, and environmental regulations in

- the EU countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(27), 33615-33635.
- Al-Mulali, U., & Sab, C. N. B. C. (2012). The impact of energy consumption and CO2 emission on the economic and financial development in 19 selected countries. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 16(7), 4365-4369.
- Alper, D., & Anbar, A. (2007). Küresel Isınmanın Dünya Ekonomisine ve Türkiye Ekonomisine Etkileri.
- Altuğ, F. (1990). Çevre Sorunları, Uludağ Üniversitesi Basımevi, 1.Baskı, Bursa
- Álvarez-Herránz, A., Balsalobre, D., Cantos, J. M., & Shahbaz, M. (2017b). Energy innovations-GHG emissions nexus: fresh empirical evidence from OECD countries. *Energy Policy*, 101, 90-100.
- Alvarez-Herranz, A., Balsalobre-Lorente, D., Shahbaz, M., & Cantos, J. M. (2017a). Energy innovation and renewable energy consumption in the correction of air pollution levels. *Energy policy*, 105, 386-397.
- Ansal, H. (2004). Geçmiş ve gelecekte ekonomik gelişmede teknolojinin rolü. *TMMOB (derl.) Teknoloji, (Ankara: TMMOB Yayınları)*, 35-58.
- Apergis, N., & Danuletiu, D. C. (2014). Renewable energy and economic growth: Evidence from the sign of panel long-run causality. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 4(4), 578.
- Armağan, R. (2003). Kamu Ekonomisinde Dışsallıklar ve Dışsallıkların İçselleştirilmesi. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (9)
- Armaroli N. & Balzani, V., (2011). *Energy for a Sustainable World, From the Oil Age to a Sun- Powered Future*. Copyright Wiley-Vch Verlagsgmbh & Co. Kga, Weinheim.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye’de Çevre Kirliliği, Dışa Açıklık ve Ekonomik Büyüme İlişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Ataman, A.R. (2007). Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Kamu Yönetimi ve Siyaset Bilimi Anabilim Dalı Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara
- Auer, J. (2010), *Geothermal Energy Construction Industry a Beneficiary of Climate Change and Energy Scarcity*, Deutsche Bank Research, Germany.
- Badeeb, R. A., Lean, H. H., & Shahbaz, M. (2020). Are too many natural resources to blame for the shape of the Environmental Kuznets Curve in resource-based economies?. *Resources Policy*, 68, 101694.
- Bahgat, G. (2013), *Alternative Energy in the Middle East*, Palgrave Macmillan, USA.
- Balaguer, J., & Cantavella, M. (2016). Estimating the environmental Kuznets curve for Spain by considering fuel oil prices (1874–2011). *Ecological Indicators*, 60, 853-859.

- Balsalobre, D., Álvarez, A., & Cantos, J. M. (2015). Public budgets for energy RD&D and the effects on energy intensity and pollution levels. *Environmental Science and Pollution Research*, 22(7), 4881-4892.
- Barde, J. P. (1994). Economic Instruments in Environmental Policy: Lessons From the OECD Experience and Their Relevance to Developing Economies. Paris: OECD Development Centre Working Papers, 1-33.
- Başkaya, F. (1994). Kalkınma iktisadının Yükselişi ve Düşüşü, İmge Yayınları, Ankara
- Baştürk, M. F. (2014). Mülkiyet problemi, dışsallıklar ve coasean çözüm. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 21(1), 143-154.
- Baykal, H., & Baykal, T. (2008). Küreselleşen Dünya'da çevre sorunları/ Environmental problems in a globalized World. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 5(9).
- Bayraç, H. N. (2018). Uluslararası doğalgaz piyasasının ekonomik yapısı ve uygulanan politikalar. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 13(3), 13-36.
- Bilgili, F., Koçak, E., & 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.
- Bocutoğlu, E. (2012). İktisat teorisinde emeğin öyküsü: Değerin kaynağı olan emekten marjinal faydanın türevi olan emeğe yolculuk. *Hak İş Uluslararası Emek ve Toplum Dergisi*, 1(1), 127-150.
- Borghesi, S. (1999). "The Environmental Kuznets Curve: A Survey of the Literature", Fondazione Eni Enrico Mattei (FEEM) Working Paper, 85/99
- Boyes W. Ve Melvin M. (2013). Ekonominin Temelleri, Çev.Editörü Erdiñç Telatar, 5. Basım, Ankara, Nobel Yayıncılık
- Bozkurt, C., & Okumuş, İ. (2015). Türkiye'de Ekonomik Büyüme, Enerji Tüketimi, Ticari Serbestleşme ve Nüfus Yoğunluğunun CO2 Emisyonu Üzerindeki Etkileri: Yapısal Kirilmali Eşbütünleşme Analizi. *Mustafa Kemal Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12(32), 23-35.
- Buchanan, J. M. & Stubblebine, W. C. (1962). Externality. *Economica*, 29(116), 371-384
- Canpolat, E., & Fendoğlu, E. (2018). Hava Kirliliği İle Ekonomik Büyüme Arasındaki İlişkinin Ekonometrik Analizi. *Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi*, 309-324.
- Chang, R., Kaltani, L., & Loayza, N. V. (2009). Openness can be good for growth: The role of policy complementarities. *Journal of development economics*, 90(1), 33-49..

- Charfeddine, L., & Khediri, K. B. (2016). Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 55, 1322-1335.
- Chen, C., Pinar, M., & Stengos, T. (2022). Renewable energy and CO2 emissions: New evidence with the panel threshold model. *Renewable Energy*, 194, 117-128.
- Chen, H., Hao, Y., Li, J., & Song, X. (2018). The impact of environmental regulation, shadow economy, and corruption on environmental quality: Theory and empirical evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 195, 200-214.
- Chen, J., Gao, M., Mangla, S. K., Song, M., & Wen, J. (2020). Effects of technological changes on China's carbon emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 153, 119938.
- Chen, W., & Lei, Y. (2018). The impacts of renewable energy and technological innovation on environment-energy-growth nexus: New evidence from a panel quantile regression. *Renewable energy*, 123, 1-14.
- Cheng, C., Ren, X., Wang, Z., & Yan, C. (2019). Heterogeneous impacts of renewable energy and environmental patents on CO2 emission-Evidence from the BRIICS. *Science of the total environment*, 668, 1328-1338.
- Cheng, Z., Li, L., & Liu, J. (2017). The emissions reduction effect and technical progress effect of environmental regulation policy tools. *Journal of Cleaner Production*, 149, 191-205.
- Cole, M. A., Elliott, R. J., & Shimamoto, K. (2005). Industrial characteristics, environmental regulations and air pollution: an analysis of the UK manufacturing sector. *Journal of environmental economics and management*, 50(1), 121-143.
- Cole, M. A., Elliott, R. J., Okubo, T., & Zhou, Y. (2013). The carbon dioxide emissions of firms: A spatial analysis. *Journal of Environmental Economics and Management*, 65(2), 290-309.
- Cuervo, J. ve Gandhi, V. P. (1998), "Carbon Taxes: Their Macroeconomic Effects and Prospects for Global Adoption-A Survey of the Literature", IMF Working Paper, No: 98/73, 1-39
- Çakır, F.S. (2021). Gelişen Ekonomilerde Sanayileşmenin Çevre Kirliliğine Etkisi. Ömer Halisdemir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Niğde.
- Çamur, D., & Vaizoğlu, S. A. (2007). Çevreye ilişkin önemli toplantı ve belgeler. *TSK Koruyucu Hekimlik Bülteni*, 6(4), 297-306.
- Çeştepe, H., Yıldırım, E., & Bayar, M. (2013). Doğrudan Yabancı Yatırım, Ekonomik Büyüme ve Dış Ticaret: Toda-Yamamoto Yaklaşımıyla Türkiye'den Nedensellik Kanıtlar. *Akdeniz İİBF Dergisi*, 13(27), 1-37.

- Çolakoğlu, M. A. (1989). Dışsal Ekonomiler ve Çevre Kirlenmesi. İstanbul Üniversitesi İktisat Fakültesi Maliye Araştırma Merkezi Yayınlanmamış Doktora Tezi, İstanbul.
- Deniz, M. (2009). Sanayileşme perspektifinde kentleşme ve çevre ilişkisi. *Coğrafya Dergisi*, (19), 95-105.
- Destek, M. A. (2018). Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye için incelenmesi: STIRPAT modelinden bulgular. *Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(2), 268-283.
- Destek, M. A., & Manga, M. (2021). Technological innovation, financialization, and ecological footprint: evidence from BEM economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 21991-22001.
- Destek, M. A., & Okumus, I. (2019). Does pollution haven hypothesis hold in newly industrialized countries? Evidence from ecological footprint. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 23689-23695.
- Devrim, F. (1995). Kamu Maliyesine Giriş, REM Ltd., Ankara
- Dinda, S. (2004). "Environmental Kuznets Curve Hypothesis: A Survey", *Ecological Economics*, 49 (4), pp. 431– 455.
- Dogan, E., & Seker, F. (2016). Determinants of CO2 emissions in the European Union: the role of renewable and non-renewable energy. *Renewable Energy*, 94, 429-439.
- Doğruyol, A., & Aydınlar, K. (2015). Emek üretkenliği ve ücret teorisi. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 24(2), 263-278.
- Ebinger, J. O. (2011). *Climate impacts on energy systems: key issues for energy sector adaptation*. World Bank Publications.
- Ekelund, R. B. and Robert D. Tollison (1991). *Microeconomics*, USA: HarperCollins Publishers Inc.
- Ekinci, A. (2011). Doğrudan yabancı yatırımların ekonomik büyüme ve istihdama etkisi: Türkiye uygulaması (1980-2010). *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 6(2), 71-96.
- Ercan, E. (2015). Türkiye'de Çevre Vergileri mi Çevre Vergisi mi? *TBB Dergisi*, (119), 209-226
- Erdoğan, S., & Canbay, Ş. (2016). İktisadi Büyüme ve Araştırma & Geliştirme (AR-GE) Harcamaları İlişkisi Üzerine Teorik Bir İnceleme, Muş Alparslan Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi, Cilt: 4, Sayı: 2, 29-44.
- Eren E. (1981). İşletmelerde yenilik politikası. İ.Ü. İşletme Fakültesi Yayın No:127, Formül Matbaası, İstanbul.
- Ertürk, H. (1996). Çevre Bilimlerine Giriş, Ceylan Mat., 2. Baskı, Bursa
- Esteve, V., & Tamarit, C. (2012). Is there an environmental Kuznets curve for Spain? Fresh evidence from old data. *Economic Modelling*, 29(6), 2696-2703.

- Evrendilek, F., & Ertekin, C. (2003). Assessing the potential of renewable energy sources in Turkey. *Renewable energy*, 28(15), 2303-2315
- Fernández, Y. F., López, M. F., & Blanco, B. O. (2018). Innovation for sustainability: the impact of R&D spending on CO2 emissions. *Journal of cleaner production*, 172, 3459-3467.
- Fransman, M. (1984). Technological capability in the Third World: an overview and introduction to some of the issues raised in this book. *Technological capability in the Third World*, 3-30.
- Ganda, F. (2019). The impact of innovation and technology investments on carbon emissions in selected organisation for economic Co-operation and development countries. *Journal of cleaner production*, 217, 469-483.
- Gezer, E.H. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları Ve Türkiye. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Gillis, M., Perkins, D. H., Roemer, M., & Snodgrass, D. R. (1992). *Economics of development* (No. Ed. 3). WW Norton & Company, Inc..
- Gomulka, S. (2006). *The theory of technological change and economic growth*. Routledge.
- Gottinger, Hans W. (1994). "Some Policy Issues of Greenhouse Gas Economics", Center for International Climate and Environmental Research - Oslo (CICERO), Policy Note 1994:1.
- Grossman, G. M. & Krueger A.B., (1991). "Environmental Impacts of the North American Free Trade Agreement", NBER Working Paper: 3914, pp. 1-57.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1995). Economic growth and the environment. *The quarterly journal of economics*, 110(2), 353-377.
- Gupta, J. (2014). *The history of global climate governance*. Cambridge University Press.
- Güler, Ç., & Çobanoğlu, Z. (1994). Su kirliliği. *Çevre Sağlığı Temel Kaynak Dizisi*, 12(1).
- Gülmez, A. (2015). OECD ülkelerinde ekonomik büyüme ve hava kirliliği ilişkisi: panel veri analizi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 18-30.
- Güneş, İ. (2000). Dışsallıklar, Kamunun Düzenleyici Rolü: Enerji Sektöründe Bir Uygulama, Yayınlanmamış Doktora Tezi, Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Adana.
- Gürleyen, İ. (2019). *Coase Teoremi bağlamında emisyon ticaret sistemi* (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Gürsoy, U. (2004). Enerjide Toplumsal Maliyet ve Temiz ve Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Ankara: Türk Tabipleri Birliği Yayınları.

- Hahn, F. H., & Matthews, R. C. O. (1964). Growth and technical progress: a survey. *Economic Journal*, 74(3), 779-902.
- Hao, Y. U., Deng, Y., Lu, Z. N., & Chen, H. (2018). Is environmental regulation effective in China? Evidence from city-level panel data. *Journal of Cleaner Production*, 188, 966-976.
- Hao, Y., & Liu, Y. M. (2016). The influential factors of urban PM_{2.5} concentrations in China: a spatial econometric analysis. *Journal of Cleaner production*, 112, 1443-1453.
- Harper, M. J. (1998). Accounting for Aggregate Productivity When Capital is Heterogeneous.
- Hashmi, R., & Alam, K. (2019). Dynamic relationship among environmental regulation, innovation, CO₂ emissions, population, and economic growth in OECD countries: A panel investigation. *Journal of cleaner production*, 231, 1100-1109.
- Heilbroner, R. L. (2013). İktisat Düşünürleri: Büyük İktisat Düşünürlerinin Yaşamları ve Fikirleri. 3. Baskı. Ali Tartanoğlu (çev.), Ankara: Dost Kitapevi.
- Holtermann, S. (1976), "Alternative Tax Systems to Correct for Externalities, and the Efficiency of Paying Compensation", *Economica*, 43(169), 1-16
- Hyman, D.N., (1987). Public Finance, Chicago: The Dryden Press
- Ibrahiem, D. M. (2020). Do technological innovations and financial development improve environmental quality in Egypt?. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(10), 10869-10881.
- Ildırar M. (2004). Bölgesel Kalkınma ve Gelişme Stratejileri, Nobel Yayın Dağıtım, Ankara
- Inglesi-Lotz, R., & Dogan, E. (2018). The role of renewable versus non-renewable energy to the level of CO₂ emissions a panel analysis of sub-Saharan Africa's 10 electricity generators. *Renewable Energy*, 123, 36-43.
- Ison, S. And S. Wall. (2006). Economics, (Fourth Edition), Prentice Hall, EssexEngland.
- İnan, İ., İ. Akbulut, ve E. Aslan. (2018). Enerji Sorununun Çözümünde Yenilenemez ve Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Yeri ve Önemi, Türk Dünyası Araştırmaları, 120-237 .
- İnan, M. (2018). Kamu Ekonomisi ve Dışsallıkların İçselleştirilmesi. *Econharran*, 2(2), 76-107.
- İraz, N. (2018). Çevre Kirliliği Ve Motorlu Taşıtlar Vergisi'nin Çevre Kirliliği Üzerindeki Etkisi. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ.

- İşler, İ., & Karayılmazlar, E. (2019). Kamu Yatırım Projelerinde Fayda Maliyet Analizi. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 65-82.
- Javid, M., & Sharif, F. (2016). Environmental Kuznets curve and financial development in Pakistan. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 406-414.
- Jebli, M. B., & Youssef, S. B. (2015). The environmental Kuznets curve, economic growth, renewable and non-renewable energy, and trade in Tunisia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 47, 173-185.
- Jenkins, R. (2013). *Transnational corporations and uneven development (RLE International Business): The internationalization of capital and the third world*. Routledge.
- Jiang, Y., Zhou, Z., & Liu, C. (2019). Does economic policy uncertainty matter for carbon emission? Evidence from US sector level data. *Environmental Science and Pollution Research*, 26, 24380-24394.
- Jin, L., Duan, K., Shi, C., & Ju, X. (2017). The impact of technological progress in the energy sector on carbon emissions: an empirical analysis from China. *International journal of environmental research and public health*, 14(12), 1505.
- Jones, C. I. (2001). *İktisadi Büyümeğe Giriş*. Sanlı Ateş ve İsmail Tuncer (çev.), İstanbul: Literatür Yayınları.
- Kahouli, B. (2018). The causality link between energy electricity consumption, CO2 emissions, R&D stocks and economic growth in Mediterranean countries (MCs). *Energy*, 145, 388-399.
- Karagöl, E. T. ve İ. Kavaz. (2017). Dünyada ve Türkiye’de Yenilenebilir Enerji, Siyaset, Ekonomi ve Toplum Araştırmaları Vakfı, Sayı 197: 8
- Karagül, M. (2002). *Beşeri sermayenin iktisadi gelişmedeki rolü ve Türkiye boyutu*. Afyon Kocatepe Üniversitesi.
- Karakaş, A. (2015). Genel Denge ve Refah İktisadı. D. Özyakışır ve Mehmet Dikkaya (Editörler) Ekonominin Temelleri I-II içinde (261-283). Ankara, Savaş Yayınevi.
- Karaman, T.K. (1998). Çevre Yönetimi ve Politikası, Anadolu Mat., İzmir
- Karasoy, A., & Akçay, S. (2019). Effects of renewable energy consumption and trade on environmental pollution: The Turkish case. *Management of Environmental Quality: An International Journal*, 30(2), 437-455.
- Karataş, M., & Çankaya, E. (2010). İktisadi kalkınma sürecinde beşeri sermayeye ilişkin bir inceleme. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (3), 29-55.
- Kargı, V., & Yüksel, C. (2010). Çevresel Dışsallıklarda Kamu Ekonomisi Çözümleri. *Maliye Dergisi*, 159, 183-202.

- Karluğ, R. (2002), Uluslararası Ekonomi Teori ve Uygulama, Beta Basım A.Ş., Yayın No: 1249, İstanbul.
- Kasman, A., & 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.
- Kavcıoğlu, Ş. (2019). Yenilenebilir Enerji ve Türkiye, Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 11.21, 216-222.
- Kayaer, M. (2013). Bilim ve teknolojinin çevrenin korunmasına katkısı.
- Keleş, R. ve Hamamcı, C. (1993) . Çevrebilim, İmge Kitabevi, 1. Baskı, Ankara.
- Kesbiç, C. Y., Baldemir, E., & Mustafa, İ. N. C. İ. (2010). Dışsallıkların Ekonomi Üzerindeki Etkileri ve İçselleştirilmesine İlişkin Teorik Yaklaşımlar-Çözüm Önerileri: Yatağan Termik Santrali Analizi. *Yönetim v eEkonomi Araştırmaları Dergisi*, 8(14), 123-138.
- Kesgingöz, H., & Karamelikli, H. (2015). Dış Ticaret-Enerji Tüketimi Ve Ekonomik Büyümenin CO2 Emisyonu Üzerine Etkisi. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 9(3), 7-17.
- Khan, Z., Ali, M., Kirikkaleli, D., Wahab, S., & Jiao, Z. (2020). The impact of technological innovation and public-private partnership investment on sustainable environment in China: Consumption-based carbon emissions analysis. *Sustainable Development*, 28(5), 1317-1330.
- Khattak, S. I., Ahmad, M., Khan, Z. U., & Khan, A. (2020). Exploring the impact of innovation, renewable energy consumption, and income on CO2 emissions: new evidence from the BRICS economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(12), 13866-13881.
- Kibrıtcıoğlu, A. (1998). "İktisadi Büyümenin Belirleyicileri ve Yeni Büyüme Modellerinde Beşeri Sermayenin Yeri", Ankara Üniversitesi Siyasal Bilgiler Fakültesi Dergisi, 53 (1-4), 207-230.
- Kiker, B. F. (1971), "The Historical Roots of the Concept of Human Capital," KIKER, B. F. (eds.), Investment in the Human Capital (Colombia: University of South Carolina Press): 51- 75.
- Kocataş, A. (1997). *Ekoloji ve Çevre Biyolojisi*, Ege Üniversitesi Su Ürünleri Fakültesi Yayınları, İzmir.
- Koç, E & Kaya, K. (2015). Enerji Kaynakları-Yenilenebilir Enerji Durumu. *Mühendis ve Makina*, 56(668), 36-47.
- Koçak, E. (2012). Türkiye'nin Enerji Tüketimi ile Karbondioksit Emisyonu Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı Çerçevesinde Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Erciyes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Kayseri.
- Koçak, E., & Ulucak, Z. Ş. (2019). Theeffect of energy R&D expenditures on CO2 emissionreduction: estimation of the STIRPAT model for

OECD countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(14), 14328-14338.

Korkmaz, A. A. ve M.B. Deniz. (2019). Sürdürülebilir Temiz Enerji Biyokütle: Enerji Üretimindeki Payı ve Ekonomiye Katkıları, II. Uluslararası Battalgazi Multidisipliner Çalışmalar Kongresi Tam Metin Kitabı.

Koutsoyiannis, A. (1987), *Modern Mikro İktisat, Çeviren: Muzaffer Sarımeşeli, Teori Yayınları, Ankara.*

Kuznets, S. (1955) 'Economic Growth and Income Inequality', *The American Economic Review*, Vol. 45, No. 1, pp.1-28.

Kuznets, S. (2019). Economic growth and income inequality. In *The gap between rich and poor* (pp. 25-37). Routledge.

Lantz, V., & Feng, Q. (2006). Assessing income, population, and technology impacts on CO2 emissions in Canada: where's the ÇKE?. *Ecological Economics*, 57(2), 229-238.

Lee, K. H., & Min, B. (2015). Green R&D for eco-innovation and its impact on carbon emissions and firm performance. *Journal of Cleaner Production*, 108, 534-542.

Lee, S., Yoo, H., & Nam, M. (2018). Impact of the clean air act on air pollution and infant health: evidence from South Korea. *Economics Letters*, 168, 98-101.

Li, R., & Ramanathan, R. (2018). Exploring the relationships between different types of environmental regulations and environmental performance: Evidence from China. *Journal of Cleaner Production*, 196, 1329-1340

Lindmark, M. (2002). An ÇKE-pattern in historical perspective: carbon dioxide emissions, technology, fuel prices and growth in Sweden 1870-1997. *Ecological economics*, 42(1-2), 333-347.

Liu, J., & Ran, M. (2014). Effect of the intensity of environmental regulation on production technology progress in 17 industries: evidence from China. *Pol J Environ Stud*, 23(6), 2071-2081.

Lombardini, S. (1996), *Growth and Economic Development* (Great Britain Cheltenham, UK: Edward Elgar Publishing Limited).

Lorente, D. B., & Álvarez-Herranz, A. (2016). Economic growth and energy regulation in the environmental Kuznets curve. *Environmental Science and Pollution Research*, 23(16), 16478-16494.

Lovett, G. M., Tear, T. H., Evers, D. C., Findlay, S. E., Cosby, B. J., Dunscomb, J. K., ... & Weathers, K. C. (2009). Effects of air pollution on ecosystems and biological diversity in the eastern United States. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1162(1), 99-135.

Magnani, E. (2001). The Environmental Kuznets Curve: development path or policy result?. *Environmental Modelling & Software*, 16(2), 157-165.

- Manisaloğlu, Erol (1971), *Dışsal Ekonomiler ve İktisadi Gelişme*, İstanbul: Sermet Matbaası.
- Marshall, A., (1961). *Principles of Economics (Ninth Edition)*, USA: The MacMillan Company.
- McMorran, R. T. ve Nellor, D. C. L. (1994). "Tax Policy and the Environment: Theory and Practice", International Monetary Fund, Working Paper No: 94/106
- Meade, J. E. (1952), "External Economics and Diseconomies in a Competitive Situation", *The Economic Journal*, 62(245), 54-67.
- Meadows, D. H., & Meadows, D. L., & Randers, J., & Behrens, W. W. (1990). *Ekonomik büyümenin sınırları* (Çev.: Prof. Dr. Kemal Tosun vd.). İstanbul: İşletme İktisadi Enstitüsü Yay. No: 112.
- Mensah, C. N., Long, X., Boamah, K. B., Bediako, I. A., Dauda, L., & Salman, M. (2018). The effect of innovation on CO 2 emissions of OCED countries from 1990 to 2014. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 29678-29698.
- Mensah, C. N., Long, X., Dauda, L., Boamah, K. B., Salman, M., Appiah-Twum, F., & Tachie, A. K. (2019). Technological innovation and green growth in the Organization for Economic Cooperation and Development economies. *Journal of Cleaner Production*, 240, 118204.
- Miller, Debra A. ve Mann, Michael E. (2011), *Energy Production and Alternative Energy*, Greenhaven Press, USA.
- Moosa, I.A. (2002), *Foreign Direct Investment Theory, Evidence and Practise*, Antony Rowe Ltd, Chippenham, Wiltshire, 2002.
- Murray, R. K, & Granner, D. K., & Mayes, P. A., & Radwell, V.W. (1996). *Harper'in Biyokimyası*. (Çev: Dikmen, Nurten, Özgünen, Tuncay) 24. Baskı. İstanbul: Barış Kitabevi.
- Muter, N. B., Çelebi, A. K., Sakınç, S., & Maliyesi, K. (2008). *Gözden Geçirilmiş 3. Baskı, Emek Matbaası, Manisa*.
- Nadaroğlu, H. (1998). *Kamu maliyesi teorisi* (10. Baskı). İstanbul: Beta Basım AŞ.
- Nasreen, S., Anwar, S., & Ozturk, I. (2017). Financial stability, energy consumption and environmental quality: Evidence from South Asian economies. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 67, 1105-1122.
- Nelson, R. R., & Winter, S. G. (1974). Neoclassical vs. evolutionary theories of economic growth: critique and prospectus. *The Economic Journal*, 84(336), 886-905.
- Newey, W. K., & West, K. D. (1994). Automatic lag selection in covariance matrix estimation. *The Review of Economic Studies*, 61(4), 631-653.

- Oates, W. E. (1995), “Green Taxes: Can We Protect the Environment and Improve the Tax System at the Same Time”, *Southern Economic Journal*, 61(4), 915- 922.
- Okumuş, İ. (2017). Ekonomik Büyümenin Çevreye Etkilerinin Farklı Gelişmişlik Düzeyindeki Ülkeler İçin İncelenmesi. Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Gaziantep
- Omisakin, D., & Olusegun, A. (2009). Economic growth and environmental quality in Nigeria: does environmental Kuznets curve hypothesis hold?. *Environmental Research Journal*, 3(1), 14-18.
- Oral, F., Behçet, R., & Aykut, K. (2017). Hidroelektrik santral rezervuar verilerinin enerji üretimi amaçlı değerlendirilmesi. *Bitlis Eren Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 6(2), 29-38.
- Ouyang, X., Shao, Q., Zhu, X., He, Q., Xiang, C., & Wei, G. (2019). Environmental regulation, economic growth and air pollution: Panel threshold analysis for OECD countries. *Science of the total environment*, 657, 234-241.
- Ozbay, R. D., & Özbek, A. (2017). Çevresel Etkilerin Ekonomik Maliyeti. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 16(32), 77-88.
- Ozturk, I., & Acaravci, A. (2010). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in Turkey. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 14(9), 3220-3225.
- Ozturk, I., & Al-Mulali, U. (2015). Investigating the validity of the environmental Kuznets curve hypothesis in Cambodia. *Ecological Indicators*, 57, 324-330.
- Öner, C. (2014). Çevre Vergileri Üzerine Kavramsal Bir Deneme: Terminoloji Ve Uyumlaştırma Problemleri. *Ankara Barosu Dergileri*, 72(3), 135-157.
- Özbilgi, F. Piyasa Başarısızlıklarından Dışsallıklar ve Çözüm Yollarına İlişkin Değerlendirmeler. *Anadolu Üniversitesi İktisat Fakültesi Dergisi*, 2(1), 70-90.
- Özcan, S. (2020). Türkiye’de Yenilenebilir Enerjinin Çevre Kirliliği Üzerindeki Rolü: Çevresel Kuznets Eğrisi Bağlamında Ampirik Bir Analiz. *Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Özdemir, E. (2006). Çevre Sorunlarının Ekonomik Niteliği Bağlamında Dışsallıkların Ortadan Kaldırılması (Orman Kaynaklarının Dışsal Faydalarının İçselleştirilmesi). Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Ankara Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara.
- Özşabuncuoğlu, İ. (1999). The Economics of natural resources. University of Gaziantep Press, Gaziantep.
- Özşabuncuoğlu, İ. H. ve Uğur, A. A. (2005). Doğal Kaynaklar Ekonomisi, Yönetim ve Politika, İmaj Yayınevi: Ankara.
- Öztürk, H. H. (2013). Yenilenebilir Enerji Kaynakları. Birsan Yayınevi, İstanbul.

- Öztürk, K. (2002). Küresel İklim Değişikliği ve Türkiye'ye Olası Etkileri. *Gazi Üniversitesi Gazi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 22(1).
- Pal, D., & 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.
- Panayotou, T. (1993). *Empirical tests and policy analysis of environmental degradation at different stages of economic development* (No. 992927783402676). International Labour Organization.
- Panayotou, T. (1997). "Demystifying The Environmental Kuznets Curve: Turning A Black Box Into A Policy Tool", *Environment And Development Economics*, Vol.2, Issue:4, , pp. 465- 484.
- Parasız, İ. (1997). *Modern Büyüme Teorileri*. Bursa: Ezgi Kitabevi.
- Parlakay, O., & Yavuz, A. (2016). Negatif Dışsallıkların Çevreye Olumsuz Etkilerinin Önlenmesinde Kullanılan Çözüm Yolları. *Akademik Bakış Uluslararası Hakemli Sosyal Bilimler Dergisi*, (57), 210-220.
- Pei, Y., Zhu, Y., Liu, S., Wang, X., & Cao, J. (2019). Environmental regulation and carbon emission: The mediation effect of technical efficiency. *Journal of Cleaner Production*, 236, 117599.
- Pesaran, M. H. (2006). Estimation and inference in large heterogeneous panels with a multifactor error structure. *Econometrica*, 74(4), 967-1012.
- 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.
- Pesaran, M.H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels, Cambridge Working Papers in Economics 35 Faculty of Economics, University of Cambridge.
- Peterson, W. C. (1994), *Gelir İstihdam ve Ekonomik Büyüme*, Talat Güllap (Çev.), Atatürk Üniversitesi Yayınları, I.B., Erzurum
- Pigou, A. C. (1952), *The Economics of Welfare*, New Brunswick: Transaction Publishers
- Pirinç, S. (2019). Çevresel kuznets eğrisi bağlamında ekonomik büyüme ve enerji tüketiminin CO2 salınımı üzerindeki etkisi. *Tekirdağ Namık Kemal Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi*.
- Plott, C. R. (1966). Externalities and corrective taxes. *Economica*, 84-87.
- Poniatowski M (2010). *Foundations of Green IT*. 1 st Edition, PearsonEducationInc: USA.
- Psacharopoulos, G. (1995). *Building Human Capital for Better Lives* (Washington D.C.: The World Bank Press).
- Rehman, M. U., & Rashid, M. (2017). Energy consumption to environmental degradation, the growth appetite in SAARC nations. *Renewable energy*, 111, 284-294.

- Rennings, K., Ziegler, A., Ankele, K., & Hoffman, E. (2003). The Influence of the EU Environmental Management and Auditing Scheme on Environmental Innovations and Competitiveness in Germany: An Analysis on the Basis of Case Studies and a Large-Scale Survey.
- Reti, M. J. (2008). *An Assessment of the Impact of Climate Change on Agriculture and Food Security in the Pacific-A Case Study in the Republic of the Marshall Islands*. FAO Sub-Regional Office for the Pacific Islands.
- Rosen, Harvey S. (1995), Public Finance, Richard D. Irwin Inc.,
- Rubashkina, Y., Galeotti, M., & Verdolini, E. (2015). Environmental regulation and competitiveness: Empirical evidence on the Porter Hypothesis from European manufacturing sectors. *Energy Policy*, 83, 288-300.
- Saatçi, M., & Dumrul, Y. (2011). Çevre kirliliği ve ekonomik büyüme ilişkisi: Çevresel kuznets eğrisinin Türk ekonomisi için yapısal kırılmali eş-bütünleşme yöntemiyle tahmini. *Erciyes Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, (37), 65-86.
- Saboori, B., Sulaiman, J. B., & Mohd, S. (2012). An empirical analysis of the environmental Kuznets curve for CO2 emissions in Indonesia: the role of energy consumption and foreign trade. *International Journal of Economics and Finance*, 4(2), 243-251.
- Sağlam, M. T., & Bellitürk, K. (2003). Su kirliliği ve toprak üzerindeki etkisi. *Alatırım*, 2(1), 46-49.
- Santra, S. (2017). The effect of technological innovation on production-based energy and CO2 emission productivity: evidence from BRICS countries. *African Journal of Science, Technology, Innovation and Development*, 9(5), 503-512.
- Sarısoy, S., & Yıldız, F. (2013). Karbondioksit (CO2) emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için panel veri analizi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2013(1), 1-19..
- Sayman, R. Ü. (2015). İklim Değişikliği ile Mücadelede Çarpan Etkisi: Paris Anlaşması. *REC (Bölgesel Çevre Merkezi)*, 1-6.
- Scitovsky, T. (1971), *Welfare and Competition*, USA: Richard D. Irwin, Inc.
- Scott, D., McBoyle, G., Minogue, A., & Mills, B. (2006). Climate change and the sustainability of ski-based tourism in eastern North America: A reassessment. *Journal of sustainable tourism*, 14(4), 376-398.
- Seymen, D. (2005). Dış ticaret-çevre ilişkilerinin dengelenmesi: Sürdürülebilir ticaret, teori ve Türkiye değerlendirmesi.
- Sezer, Ö., & Dökmen, G. (2018). Kirliten Öder İlkesi Çerçevesinde Türkiye’de Çevre Vergileri Ve Negatif Dışsallıklar Sorunu. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (57), 163-181.
- Shafik, N., & Bandyopadhyay, S. (1992). *Economic growth and environmental quality: time-series and cross-country evidence* (Vol. 904). World Bank Publications.

- Shahbaz, M., Lean, H. H., & 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., Mahalik, M. K., Shah, S. H., & Sato, J. R. (2016). Time-varying analysis of CO2 emissions, energy consumption, and economic growth nexus: Statistical experience in next 11 countries. *Energy Policy*, 98, 33-48.
- Sinha, A., Shahbaz, M., & Balsalobre, D. (2017). Exploring the relationship between energy usage segregation and environmental degradation in N-11 countries. *Journal of Cleaner Production*, 168, 1217-1229.
- Solow, R. M. (1956). A contribution to the theory of economic growth. *The quarterly journal of economics*, 70(1), 65-94.
- Soyak, A. (1995). Teknolojik gelişme: Neoklasik ve evrimci kuramlar açısından bir değerlendirme. *Ekonomik Yaklaşım*, 6(15), 93-107.
- Soytas, U., & Sari, R. (2009). Energy consumption, economic growth, and carbon emissions: challenges faced by an EU candidate member. *Ecological economics*, 68(6), 1667-1675.
- Sönmez, S. (1987). Kamu Ekonomisi Teorisi, Teori Yayınları, Ankara
- Steckel, Jan Christoph vd. (2015), "Drivers for the Renaissance of Coal", Proceedings of the National Academy of Sciences, 112(29), 1-7.
- Stern, D. I. (2004). The rise and fall of the environmental Kuznets curve. *World development*, 32(8), 1419-1439
- Stiglitz, J. E., (1994), Kamu Kesimi Ekonomisi, İkinci Baskı Çev: Ömer Faruk Batırel, Marmara Üniversitesi Yayını no:549, İstanbul.
- Su, H. N., & Moaniba, I. M. (2017). Does innovation respond to climate change? Empirical evidence from patents and greenhouse gas emissions. *Technological Forecasting and Social Change*, 122, 49-62.
- Sun, Y., Lu, Y., Wang, T., Ma, H., & He, G. (2008). Pattern of patent-based environmental technology innovation in China. *Technological Forecasting and Social Change*, 75(7), 1032-1042.
- Süngü, M. (2020). Türkiye'nin Yenilenebilir Enerji Kaynakları Politikasının Analizi ve Bir Model Önerisi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ankara Üniversitesi, Ankara.
- Sürtücü, G., 1995, "Çevre Üzerine", Yeni Türkiye Dergisi, Yıl:1, Sayı:5, Sayfa: 168-171
- Şataf, C. (2014). Fayda-Maliyet Analizinde Uygulamada Karşılaşılan Güçlükler: Fayda Ve Maliyetin Belirlenebilme Sorunu. *Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 19(1), 107-123.
- Şendoğan, H. (2019). Türkiye İçin CO2 Emisyonu, İktisadi Büyüme Ve Enerji Talebi Arasındaki İlişkinin Analizi: Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.

- Şener, O. (1998). Kamu Ekonomisi (6.Baskı), İstanbul: Alkım Yayınları.
- Şerefli, M. (2016). Dış Ticaretin Ekonomik Büyüme Üzerine Etkisi: Türkiye Örneği. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(3), 136-143.
- Taghiyeva, A. (2020). Çevresel Kuznets Eğrisi Kapsamında Azerbaycan'ın Ekonomik Büyüme ve Çevresel Kirlilik İlişkisi, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul Üniversitesi, İstanbul.
- Tan, S. S. (2004). Çevre sorunlarına kamu maliyesi çözümleri.
- Tanyeri, İ. (1998). Kalkınma, Nüfus ve Çevre, Çevre Konferansı, T.Ç.S.V Yayını, Ankara.
- Taymaz, E. (1993). Sanayi ve teknoloji politikaları: amaçlar ve araçlar. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 20(4), 549-580.
- Temurçin, K., & Aliagaoglu, A. (2003). Nükleer Enerji Ve Tartışmalar Işığında Türkiye'de Nükleer Enerji Gerçeği. *Coğrafi Bilimler Dergisi*, 1(2), 25-39.
- Toebelmann, D., & Wendler, T. (2020). The impact of environmental innovation on carbon dioxide emissions. *Journal of Cleaner Production*, 244, 118787.
- Toprak, D. (2006). Sürdürülebilir Kalkınma Çerçevesinde Çevre Politikaları ve Mali Araçlar. Süleyman Demirel Üniversitesi SBE Dergisi, 2(4), 146-169.
- Tullock, G. (2011). Kamusal Mallar, Yeniden Dağıtım ve Rant Kollama. Çeviren: Savaş Çevik, Konya: Palet Yayınları.
- Tunalı, H., & Erbelet, E. (2017). Ekonomik Büyüme Ve Sanayileşme İlişkisinde Kaldor Yasasının Türkiye'deki Geçerliliğinin Analizi. *Kırklareli Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 6(1), 1-15.
- Tunç, M. (1998). Kalkınmada insan sermayesi: iç getiri oranı yaklaşımı ve Türkiye uygulaması. *D.E.Ü.İ.İ.B.F. Dergisi*, 13(1), 83-106.
- Türkeş, M. (2006). Küresel iklimin geleceği ve Kyoto Protokolü. *Jeopolitik*, 29, 99-107.
- Türkeş, M., Sümer, U. M., & Çetiner, G. (2000). Küresel İklim Değişikliği Ve Olası Etkileri.
- Türkkan, E., (2001). Rekabet teorisi ve Endüstri İktisadı, Turhan kitabevi, Ankara
- Uğurlu, Ö. (2006). Türkiye' de Çevresel Güvenlik Bağlamında Sürdürülebilir Enerji Politikaları. Ankara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Sosyal Çevre Bilimleri Anabilim Dalı Yayınlanmamış Doktora Tezi. Ankara.
- Ulucak, R. (2015). Ekonomik Büyüme Modellerinde Çevre: Ekolojik Ayak İzini Esas Alan Bir Uygulama. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Erciyes Üniversitesi.
- Ulucak, R. (2020). How do environmental Technologies affect greengrowth? Evidence from BRICS economies. *Science of the Total Environment*, 712, 136504.

- Ulucak, R., Danish, & Kassouri, Y. (2020). An assessment of the environmental sustainability corridor: Investigating the non-linear effects of environmental taxation on CO2 emissions. *Sustainable Development*, 28(4), 1010-1018.
- Uslu, O . (2001) . Su Kirliliği, Türkiye'nin Çevre Sorunları, T.Ç.S.V Yayını, Ankara
- Ülgen, G. (2007). İktisat Bilimine Giriş, Genişletilmiş ve Gözden Geçirilmiş 3. Basım, İstanbul, Der Yayınları
- Ünsal, E. (2017). Makro İktisat. Murat Yayınları.
- Varınca, K. B., & Varank, G. Güneş Kaynaklı Farklı Enerji Üretim Sistemlerinde Çevresel Etkilerin Kıyaslanması Ve Çözüm Önerileri.
- Vergil, H., & Abasız, T. (2008). Toplam faktör verimliliği, hesaplanması ve büyüme ilişkisi: Collins Bosworth varyans ayrıştırması. *Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, (16), 160-188.
- Veziroğlu, T. N., & Şahi, S. (2008). 21st Century's energy: Hydrogen energy system. *Energy conversion and management*, 49(7), 1820-1831.
- Waheed, R., Chang, D., Sarwar, S., & Chen, W. (2018). Forest, agriculture, renewable energy, and CO2 emission. *Journal of Cleaner Production*, 172, 4231-4238.
- Wang, H., & Liu, H. (2019). Foreign direct investment, environmental regulation, and environmental pollution: an empirical study based on threshold effects for different Chinese regions. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(6), 5394-5409.
- Wang, H., & Zhang, R. (2022). Effects of environmental regulation on CO2 emissions: An empirical analysis of 282 cities in China. *Sustainable Production and Consumption*, 29, 259-272.
- Wang, K., Yin, H., & Chen, Y. (2019). The effect of environmental regulation on air quality: A study of new ambient air quality standards in China. *Journal of Cleaner Production*, 215, 268-279.
- Wang, S. S., Zhou, D. Q., Zhou, P., & Wang, Q. W. (2011). CO2 emissions, energy consumption and economic growth in China: A panel data analysis. *Energy policy*, 39(9), 4870-4875.
- Wang, S., Zeng, J., & Liu, X. (2019). Examining the multiple impacts of technological progress on CO2 emissions in China: a panel quantile regression approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 103, 140-150.
- Wang, Y., Zhang, C., Lu, A., Li, L., He, Y., ToJo, J., & Zhu, X. (2017). A disaggregated analysis of the environmental Kuznets curve for industrial CO2 emissions in China. *Applied Energy*, 190, 172-180.

- Wang, Z., & Feng, C. (2014). The impact and economic cost of environmental regulation on energy utilization in China. *Applied economics*, 46(27), 3362-3376.
- Wang, Z., Yang, Z., Zhang, Y., & Yin, J. (2012). Energy technology patents–CO2 emissions nexus: an empirical analysis from China. *Energy Policy*, 42, 248-260.
- Wenbo, G., & Yan, C. (2018). Assessing the efficiency of China’s environmental regulation on carbon emissions based on Tapio decoupling models and GMM models. *Energy Reports*, 4, 713-723.
- Westerlund, J. (2007). Testing for error correction in panel data. *Oxf Bull Econ Stat.*, 69:709–48.
- Wolde-Rufael, Y., & Mulat-Weldemeskel, E. (2023). Effectiveness of environmental taxes and environmental stringent policies on CO2 emissions: the European experience. *Environment, Development and Sustainability*, 25(6), 5211-5239.
- Wolf, Charles Jr. (1998). Piyasa ve Devlet: Mükemmel Olmayan İki Alternatif Arasında Seçim (Çev. Sedef Akgüngör ve Ali Rıza Karacan). İzmir: Ege Üniversitesi İİBF Yayınları No:1
- Yandle, B., Vijayaraghavan, M., & Bhattarai, M. (2002). The environmental Kuznets curve. *A Primer; PERC Research Study*, 2(1), 1-38.
- Yang, J., Guo, H., Liu, B., Shi, R., Zhang, B., & Ye, W. (2018). Environmental regulation and the pollution haven hypothesis: do environmental regulation measures matter?. *Journal of Cleaner Production*, 202, 993-1000.
- Yıldırım, U. (1992). “Çevre Kirliliğinin Önlenmesinde Vergilendirmenin Rolü Türkiye Örneği”, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İzmir.
- Yılmaz, A., & Yanarates, E. (2020). Öğretmen adaylarının “su kirliliği” kavramına yönelik metaforik algılarının veri çeşitlemesi yoluyla belirlenmesi. *Kastamonu Eğitim Dergisi*, 28(3), 1500-1528.
- Yilanci, V., Ozgur, O., & Gorus, M. S. (2019). The asymmetric effects of foreign direct investment on clean energy consumption in BRICS countries: A recently introduced hidden cointegration test. *Journal of Cleaner Production*, 237, 117786.
- Yii, K. J., & Geetha, C. (2017). The nexus between technology innovation and CO2 emissions in Malaysia: evidence from granger causality test. *Energy Procedia*, 105, 3118-3124.
- Yin, J., Zheng, M., & Chen, J. (2015). The effects of environmental regulation and technical progress on CO2 Kuznets curve: An evidence from China. *Energy Policy*, 77, 97-108.

- Yurtkuran, S. (2019). Çevresel Kuznets Eğrisi Ve Dışa Açıklık: Türkiye Örneği. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Karadeniz Teknik Üniversitesi , Sosyal Bilimler Enstitüsü, Trabzon.
- Yüksel, C. (2006). Dışsallıklarda Kamusal Çözümler: Türkiye Uygulaması. Yayınlanmamış Doktora Tezi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Çukurova Üniversitesi, Adana.
- Zhang, K H. (2006), “Foreign Direct Investment and Economic Growth in China: A Panel Data Study for 1992- 2004”, The Conference of WTO, China and Asian Economies, China in June 24-25.
- Zhang, K., Xu, D., & Li, S. (2019). The impact of environmental regulation on environmental pollution in China: an empirical study based on the synergistic effect of industrial agglomeration. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(25), 25775-25788.
- Zhang, M., Sun, X., & Wang, W. (2020). Study on the effect of environmental regulations and industrial structure on haze pollution in China from the dual perspective of independence and linkage. *Journal of Cleaner Production*, 256, 120748.
- Zhou, Q., Zhang, X., Shao, Q., & Wang, X. (2019). The non-linear effect of environmental regulation on haze pollution: Empirical evidence for 277 Chinese cities during 2002–2010. *Journal of Environmental Management*, 248, 109274.
- Zhou, Z., Ye, X., & Ge, X. (2017). The impacts of technical progress on sulfur dioxide Kuznets curve in China: a spatial panel data approach. *Sustainability*, 9(4), 674.

Ekolojik Ekonomi Üzerine Üç Makale: AB Ülkelerinde Ekonomik Büyüme, Çevresel Regülasyonlar ve Teknolojik İnovasyon

Elif Koçak

 ÖZGÜR
YAYINLARI

ISBN 978-975-447-888-4

9 789754 478884