



Article Info/Makale Bilgisi

✓Received/Geliş:01.04.2022 ✓Accepted/Kabul:11.07.2022

DOI:10.30794/pausbed.1097352

Research Article/Araştırma Makalesi

Göv, A. ve Kapkara Kaya, S. (2023). "Türkiye Örneğinde Çevresel Kalitenin Belirleyicileri: LASSO Yaklaşımı", *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı 54, Denizli, ss. 25-37.

TÜRKİYE ÖRNEĞİNDE ÇEVRESEL KALİTENİN BELİRLEYİCİLERİ: LASSO YAKLAŞIMI

Abdullah GÖV* , Sevcan KAPKARA KAYA**

Öz

Sürdürülebilir kalkınma, son zamanlarda hem bilim adamları hem de politika yapıcılar tarafından büyük ilgi görmektedir. Sürdürülebilir kalkınmanın önemli bileşenlerinden biri de çevresel kalitedir. Çevresel kalite, insan ihtiyaçlarının ekosistem tarafından sağlıklı bir şekilde karşılanması anlamına gelmektedir. Bu çalışmanın amacı Türkiye’de çevresel kalitenin bozulmasına yol açan faktörleri tespit etmek ve Türkiye’nin çevre kirliliği durumuna dikkat çekmektir. Çalışmada 1998-2019 dönemi verileri kullanılmıştır. Bu veriler En küçük Mutlak Küçültme ve Seçim Operatörü (LASSO) metodu ile analiz edilmiştir. Elde edilen analiz sonuçları, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme, motorlu taşıt sayısı, finansal gelişme, enerji tüketimi, çevre vergisi ve teknoloji ihracatı değişkenlerinin CO₂ emisyonunu etkilediğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Çevresel Kalite, Sürdürülebilirlik, Karbondioksit Emisyonu, LASSO Metodu.

JEL Kodları: L51, Q56, C52

THE DETERMINANTS OF ENVIRONMENTAL QUALITY IN THE CASE OF TURKEY: THE LASSO APPROACH

Abstract

Sustainable development has recently received great attention from both scientists and policymakers. Environmental quality is one of the most important fundamental components of sustainable development. Environmental quality means that human needs are met in a healthy manner by the ecosystem. This study aims to determine the factors that lead to the deterioration of environmental quality in Turkey and to draw attention to the environmental pollution situation in Turkey. In the study, the Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO) method was used by using the 1998-2019 period data. The analysis results obtained in the study showed that foreign direct investment, economic growth, number of motor vehicles, financial development, primary energy consumption, environmental tax, and high-tech exports variables are the determinants of CO₂ emissions in Turkey.

Keywords: Environmental Quality, Sustainability, Carbon Dioxide Emission, LASSO Method.

JEL Codes: L51, Q56, C52

* Dr. Öğr. Üyesi, İstanbul AREL Üniversitesi, İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi, Yönetim Bilişim Sistemleri Bölümü, İSTANBUL.

e-posta: abduallahgov@arel.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0001-9400-6275>)

** Dr. Öğr. Üyesi, Samsun Üniversitesi, İktisadi, İdari ve Sosyal Bilimler Fakültesi, Ekonomi ve Finans Bölümü, SAMSUN.

e-posta: sevcan.kaya@samsun.edu.tr (<https://orcid.org/0000-0002-7864-0505>)

1. Giriş

Dünya, sürekli değişen ve gelişen dinamik bir süreçten geçmektedir. Dünya nüfusunun ve kentleşmenin hızla artması, ekonomik faaliyetlerin ve insanların üretim ve tüketim alışkanlıklarının değişmesi ve çeşitlenmesi, doğal kaynakların ve çevrenin üzerindeki baskıyı arttırmaktadır. Bu baskı sonucunda çevresel kalite bozulmakta ve çevresel kirlilik artmaktadır. Talebin ve tüketimin arttığı dünyada sürdürülebilir çevre ve doğal kaynak yönetimi ile yaşanabilir kentlerin inşası gittikçe önem kazanmaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (SBB), 2019: 170). Birleşmiş Milletler tarafından 1972 yılında düzenlenen “Çevre ve İnsan Konferansı”nda, Morelli tarafından (2011) “ekosistemin sağlıklı bir şekilde insan ihtiyaçlarını karşılaması” şeklinde ifade edilen Çevresel Sürdürülebilirlik kavramı gündeme getirilmiştir. Bu kavram “sınırsız insan ihtiyaçlarının sınırlı kaynaklarla nasıl karşılanacağını araştıran” ekonomi bilimi ile yakından ilişkilidir.

Ekonomik kalkınma, yüksek bir yaşam standardı vaat eden ancak aynı zamanda çevresel bozulmaya neden olan uzun bir süreçtir (Shahbaz vd., 2016: 353). Çevre ve ekonomik kalkınma arasındaki ilişki çoğunlukla “ekonomik kalkınma ve çevresel bozulma arasındaki ilişkiyi inceleyen Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi (EKC)” başta olmak üzere geliştirilen bazı teoriler ve hipotezler temel alınarak incelenmektedir. Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi, ekonomik gelişme ve çevresel bozulma arasında pozitif bir ilişki olduğunu ortaya koymaktadır. Ekonomik kalkınmanın ilk aşamasında, gelirin küçük bir kısmı tipik olarak çevre sorunlarına tahsis edilmektedir. Bu nedenle, bu aşamada sanayileşme sürecine çevre sorunlarının eşlik etmesi muhtemeldir. Kişi başına düşen gayrisafi yurt içi hasıla (GSYİH) arttığında ve belirli bir eşiği aştığında, kirlilik seviyesi tipik olarak azalmaktadır. Bu birleşik etki, kişi başına düşen GSYİH ile kirlilik seviyesi arasında ters U şeklinde bir ilişki ile sonuçlanmaktadır. Kişi başına düşen GSYİH ile çeşitli kirlilik göstergeleri arasındaki bu ters U biçimindeki ilişki, Kuznets (1955) tarafından ortaya konan Çevresel Kuznets Eğrisi olarak adlandırılmaktadır. İki değişken arasında U şeklinde veya ters U şeklinde bir ilişki öneren bu hipotez, doğrusal olmayan bir ilişkiyi ima etmektedir (Choi vd., 2010: 2). Uluslar geliştikçe ve yaşam standartlarını yükseltmek için çabaladıkça çevreye zarar vermekte ve toplumda istenmeyen etkilere neden olmaktadır. Bu nedenle ülkelerin gelişimi, kirlilik, ormansızlaşma ve daha pek çok yan çevresel etkiyle birlikte ilerlemektedir (Diallo ve Masih, 2017: 2). Ekonomik kalkınmanın ilk aşamalarında artan kirlilik, ekonomik büyümenin olağan bir yan etkisi olarak kabul edilmektedir. Bununla birlikte, bir ülkedeki insanlar yeterince yüksek bir yaşam standardına ulaştığında, bu insanların çevresel olanaklara daha fazla önem vermesi beklenmektedir (Arrow vd., 1995: 520).

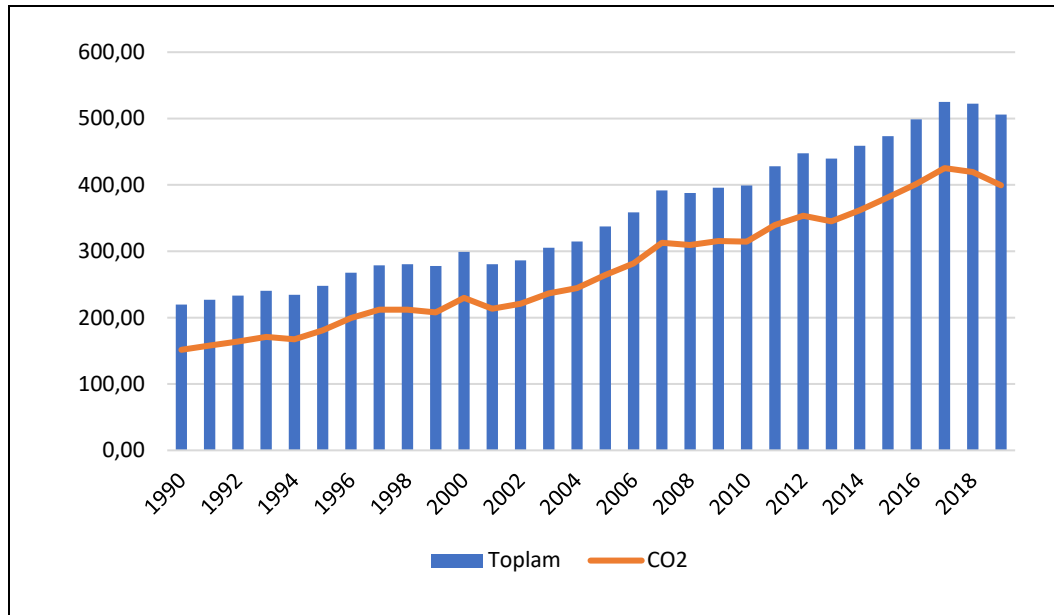
Çevre kalitesi, modern dünya ekonomisinin önemli sorunlar arasında yer almaktadır (Aller vd., 2021: 1). Çevresel kaliteyi veya çevre kirliliğini ölçmek için literatürde çeşitli değişkenler kullanılmaktadır. Çevre ve ekonomik büyüme ilişkisini inceleyen çalışmalarda çevre kirliliği göstergeleri olarak kullanılan değişkenler “CO₂ (karbondioksit), NO₂ (nitrojen dioksit), SO₂ (kükürt dioksit), NO (nitrojen oksit), ve PM10 (partiküler madde) emisyonu, sudaki ağır metaller, patojenler ve oksijen oranı, ekolojik ayak izi, ormansızlaşma, temiz su miktarı, katı atıklar ve trafik yoğunluğu” şeklindedir (Artan vd., 2015:310). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi literatüründe karbondioksit (CO₂) emisyonları değişkeni yaygın olarak kullanılmaktadır (Baek, 2015: 13).

Çevresel bozulma ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi EKC hipotezini temel alarak inceleyen ve geliştiren pek çok çalışma vardır. Bu çalışmalardan birçoğu çevresel bozulmayı sadece ekonomik büyümeye bağlı olarak değil başka değişkenlerle de açıklayarak, çevresel bozulmanın nedenlerini ve çevresel kaliteyi arttıran unsurları tespit etmişlerdir. Bu çalışmanın amacı çevresel kalitenin bir göstergesi olarak ele alınan CO₂ emisyonunun belirleyicilerini tespit etmektir. Çalışma kullanılan yöntem, verilerin güncelliği ve çevresel kaliteyi belirleyen değişken seti bakımından literatüre katkı sağlayacak nitelikte bir çalışmadır. Ayrıca çalışma, çevresel sürdürülebilirlik gibi hayati önem taşıyan bir soruna dikkat çekmesi, sorunun başlıca kaynaklarının tespit edilmesi ve bu kaynakları dikkate alarak çözümler üretecek olan politika yapıcılara ve karar alıcılara yol göstermesi bakımından önemlidir. Çalışmada son yıllarda özellikle yabancı literatürde kullanımı yaygınlaşan En küçük Mutlak Küçültme ve Seçim Operatörü (LASSO) metodu kullanılmıştır. Çalışma şu şekilde organize edilmiştir: Birinci bölümde çevre ve çevresel kalite ile ilgili genel bir bilgilendirmenin yapıldığı giriş bölümüne, ikinci bölümde Türkiye’de çevresel kalitenin arttırılmasına yönelik farkındalık gelişimin tarihsel geçmişine ve Türkiye’deki mevcut durum ile ilgili betimsel istatistiklere yer verilmiştir. Çalışmanın üçüncü bölümünde literatür özetleri, dördüncü bölümde veri, yöntem ve bulgular, son bölümde ise çalışmadan elde edilen sonuçlar yer almaktadır.

2. Türkiye’de Çevresel Kalite

Çevre ile ilgili konular Türkiye’nin 1970’li yıllarda ilgi alanına girmiştir. Birinci beş yıllık kalkınma planı (1963-1967) ve ikinci beş yıllık kalkınma planı (1958-1972) çerçevesinde düzenlenen hükümler arasında doğrudan çevreye yönelik hükümlere yer verilmemiş, sadece çevre sağlığı konusundan bahsedilmiştir (Keleş ve Hamamcı, 2002; akt. Özçelik ve Barut, 2017: 6). Türkiye’de çevre politikalarına ilk olarak Üçüncü Beş Yıllık Kalkınma Planı’nda (1973-1977) yer verilmiştir. Bu planda çevre bir sektör olarak ele alınmıştır. Bu plan içerisinde çevre sorunları kalkınma çalışmaları içerisinde ele alınmış olup kalkınmayı yavaşlatmayacak şekilde çevre kirliliğinin engellenmesi üzerine odaklanılmıştır (Demiral ve Evin, 2014: 41). Daha sonra ise 1982 anayasasında çevre ile ilgili düzenleyici maddelere yer verilmiştir. 1991 yılında ise Çevre Bakanlığı kurulmuştur. Rio’da, 1992 yılında düzenlenen “Birleşmiş Milletler Çevre ve Kalkınma Konferansından” sonra Türkiye’de “sürdürülebilir kalkınma” kavramı gündeme alınmıştır. Takip eden süreçte ise bu kavram Türkiye’nin kalkınma planlarına dahil edilmiştir. 2015 yılının Eylül ayında gerçekleştirilmiş olan Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Zirvesi’nde “sürdürülebilir kalkınma için 2030 Gündemi” 193 ülkenin imzalarıyla kabul edilmiştir (SBB, 2019: 14). Bu gelişmelere paralel olarak Türkiye, çevre ve kalkınma konusunda paralel politikalar yürütmeyi hedeflemektedir.

Türkiye’de çevresel bozulma ile ilgili alınan önlemlere rağmen sera gazı emisyonlarının ve özellikle karbondioksit emisyonunun 1990-2018 döneminde artış yönünde eğilim sergilediği görülmektedir. Türkiye’deki durum Şekil 1 ve Tablo 1’de yer alan verilerle daha net bir şekilde anlaşılabilir.



Şekil 1: Sera Gazı Emisyonları (CO₂ Eşdeğeri), 1990-2019

Kaynak: TÜİK

Şekil 1, 1990-2019 dönemindeki sera gazı emisyonlarının toplam büyüklüğü ile CO₂ emisyonunun trendini yansıtmaktadır. Buna göre 1990 yılından 2019 yılına gelindiğinde yaklaşık iki buçuk katlık bir artış yaşandığı görülmektedir. Dolayısı ile dünyanın sadece Türkiye kaynaklı değerlendirildiğinde yaklaşık son 30 yılda iki buçuk kat kirlendiği söylenebilir.

Tablo 1: Sektörlere Göre Toplam Sera Gazı Emisyonları (CO₂ Eşdeğeri)

Yıl	Toplam	1990 yılına göre değişim (%)	Enerji	Endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı	Tarım	Atık
1990	219,6		139,6	22,8	46,1	11,1
1995	248,0	12,9	166,3	25,2	44,1	12,3
2000	299,0	36,2	216,1	26,2	42,3	14,3
2005	337,3	53,6	244,0	33,6	42,4	17,3
2010	399,1	81,8	287,0	48,1	44,4	19,5
2015	473,3	115,6	340,9	57,2	56,1	19,0
2016	498,9	127,2	359,7	61,4	58,9	19,0
2017	525,0	139,1	379,9	64,0	63,3	17,8
2018	522,5	138,0	373,1	65,9	65,3	18,1
2019	506,1	130,5	364,4	56,4	68,0	17,2

Kaynak: TÜİK

Tablo 1’de yer alan bilgilere bakıldığında toplam sera gazı emisyonlarında 2019 yılında CO₂ eşdeğeri olarak en büyük pay %72 oranı ile enerji kaynaklı emisyonlardan oluşurken, sonrasında ise sırası ile %13,4 ile tarım sektörü, %11,2 ile endüstriyel işlemler ve ürün kullanımı ve %3,4 ile atık sektörü kaynaklı emisyonlardan oluşmaktadır. Tablo 1 incelendiğinde görülmektedir ki emisyonların oluşmasında en etkili sektör enerji sektörüdür.

Tablo 2: Sera Gazı Emisyonları (Farklı Gazlara Göre; Milyon ton) (1990-2019)

Yıl	Toplam	CO ₂	CH ₄	N ₂ O	F-gazları (florlu gazlar)
1990	219,6	151,5	42,5	25,0	0,6
1995	248,0	180,9	42,6	23,9	0,6
2000	299,0	229,8	43,7	24,8	0,7
2005	337,3	264,2	45,2	26,2	1,7
2010	399,1	314,4	51,4	29,8	3,6
2015	473,3	381,3	51,6	35,4	5,0
2016	498,9	401,2	54,5	37,7	5,5
2017	525,0	425,3	54,8	39,1	5,7
2018	522,5	419,4	58,1	39,3	5,7
2019	506,1	399,3	60,3	40,2	6,2

Kaynak: TÜİK

Doğrudan sera gazları olan karbondioksitin (CO₂), metanın (CH₄), diazotmonoksitin (N₂O) ve florlu gazların (F-gazları) 1990-2019 dönemi içerisinde çeşitli yıllarda kaydedilmiş değerleri Tablo 2’de görülmektedir. Buna göre 1990 yılında toplam 219,6 milyon ton sera gazı emisyonu ölçülmüştür. Bu değer içerisinde en yüksek pay CO₂ emisyonlarına aitken sonraki en büyük paya sahip gazlar sırası ile CH₄, N₂O ve F-gazları şeklindedir.

Tablo 3: Toplam ve Kişi Başı Sera Gazı Emisyonu (Ton CO₂ Eşd./Kişi)

	1990	2005	2018	2019
Toplam sera gazı emisyonu (Mt CO ₂ eşd.)	220	337	522	506
Kişi başı sera gazı emisyonu (Ton CO ₂ eşd./kişi)	4,0	4,9	6,4	6,1

Kaynak: TÜİK

TÜİK tarafından kişi başı emisyon (CO₂ eşdeğeri/kişi) toplam sera gazı emisyonunun (arazi kullanımı, arazi kullanım değişikliği ve ormancılık sektörü hariç) yıl ortası nüfus büyüklüğüne bölünerek hesaplanmıştır. Bu hesaplamalar sonucunda elde edilen sonuçlar Tablo 3’te gösterildiği gibidir. Kişi başı toplam sera gazı emisyonu

1990 yılında 4 ton CO₂ eşdeğeri, 2018 yılında 6,4 ton CO₂ eşdeğeri ve 2019 yılında 6,1 ton CO₂ eşdeğeri şeklinde hesaplanmıştır. Bu sonuçlardan açıkça görüldüğü üzere Türkiye’de kişi başı emisyon oranı giderek artmaktadır.

3. Literatür Taraması

Son yıllarda, çevresel bozulmanın belirleyicileri hakkında çok sayıda literatür incelenmiştir. Çevresel bozulmayı konu alan çalışmalarda çevresel kalite göstergesi olarak karbondioksit emisyonu sıklıkla kullanılmaktadır. Bu çalışmalar, çevresel bozulmanın belirleyicileri olarak seçilen değişkenler, örneklem grubu ve/veya kullanılan yöntemler bakımından farklılaşmaktadır. Bazı çalışmalar panel veri analiz yöntemleri ile bir grup ülke üzerinde inceleme yaparken bazı çalışmalar bir veya birkaç ülke için inceleme yapmıştır. Konu ile ilgili yerli çalışmalar arasında LASSO metodunu kullanan bir çalışmaya rastlanmamış iken yabancı literatürde az sayıda örneği görülmüştür.

Uygun alt-model seçiminde kullanılan bir yöntem olan LASSO, özellikle son yıllarda sıklıkla kullanılmaya başlanmıştır. Ancak çevresel kalitenin araştırılmasını konu alan literatürde, örnekleri sınırlı sayıdadır. 92 ülke örneğinde ve 1995-2014 dönemine ait verilerle Kümelenmiş (Cluster) LASSO yöntemini kullanarak CO₂ emisyonunun belirleyicilerini araştıran Aller vd. (2021)’ne ait çalışma örnek çalışmalardan biridir. Çalışmanın sonuçları kişi başına düşen GSYİH, enerji tüketiminde fosil yakıtların payı, kentleşme, sanayileşme, demokratikleşme, ticaretin dolaylı etkileri (ağ etkileri) ve siyasi kutuplaşmanın kişi başına CO₂ emisyonlarının güçlü belirleyicileri olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca, CO₂’nin belirleyicilerinin ülkelerin gelir düzeyine bağlı olduğu, düşük gelirli ekonomilerde DYY’nin ve yüksek gelirli ekonomilerde turist varışlarının çevresel bozulmayı tetiklediği sonucuna ulaşılmıştır. LASSO yöntemini kullanan bir diğer çalışma ise Li vd. (2021)’ne ait çalışmadır. Çalışmada 1992-2020 döneminde Çin’deki 14 endüstri için emisyon eğilimleri incelenmiştir. Çalışmada elde edilen sonuçlar kentleşme, teknoloji ve gayri safi yurtiçi hasıla (GSYİH) faktörlerinin Çin’in ihracat emisyonlarını oluşturmada önde gelen üç faktör olduğunu; kadın parlamenterlerin oranında yaşanan artışların ise emisyonun azaltılmasına katkıda bulunduğu yönündedir. Karbon emisyonunu etkileyen faktörleri LASSO yöntemini kullanarak araştıran bir diğer çalışma da Shum vd. (2021)’ne ait çalışmadır. Bu çalışmada Çin’in 284 şehrine ait 2002-2014 dönemini kapsayan veriler kullanılmıştır. Çalışmada elde edilen sonuçlar şu şekildedir: 1) Karbon emisyonları temel olarak ekonomik büyüme ve enerji tüketiminden, ardından ise nüfus büyüklüğü ve sanayileşmeden kaynaklanmaktadır; 2) Gelir artışı, incelenen dönemde karbon emisyonlarını yavaşlatmakta olup, diğer faktörler ile kıyaslandığında en düşük öneme sahiptir.

Çevresel kaliteyi konu alan literatür incelendiğinde bu alanda yayınlanmış çalışmaların bazılarının Çevresel Kuznet Eğrisinin geçerliliğini araştırdığı görülmektedir. LASSO dışındaki analiz teknikleri kullanılarak hazırlanan bu çalışmalara örnek olarak CO₂ ile ekonomik büyüme arasındaki ilişkiyi ortaya koyan Friedl ve Getzner (2003)’e ait çalışma örnek gösterilebilir. Bu çalışmada 1960-1999 dönemine ait veriler ve zaman serisi tahmin yöntemi kullanılmıştır. Çalışma Avusturya’da CO₂ durumunu analiz ederken petrol krizini bir kırılma tarihi olarak almış ve kırılma öncesi ve sonrası olarak karşılaştırma yapmıştır. Elde edilen sonuçlara göre petrol fiyatı şoku öncesi dönemde CO₂ emisyonundaki artış ekonomik büyümede yaşanan artış ile orantılı bir şekilde eğilim göstermiştir. Ancak 1975’ten 1999’a kadar olan dönemde ekonomik büyümede yaşanan artışlar ile kıyaslandığında CO₂’de yaşanan artışların önemli düzeyde daha düşük seyrettiği gözlenmiştir. Elde edilen eşbütünleşme testi sonuçları ise CO₂ ve GSYİH arasında eşbütünleşik bir ilişkinin varlığını destekler niteliktedir. Bir diğer örnek çalışma ise Baek (2015)’e aittir. Baek çalışmasında, 1960-2010 döneminde 7 Kuzey Kutup ülkesi örneğinde EKC hipotezini, zaman serileri yöntemlerinden biri olan ARDL yaklaşımını kullanarak CO₂ emisyonunun kişi başına düşen gelir (doğrusal, ikinci dereceden ve kübik) ve enerji tüketimi ile ilişkisi üzerinden analiz etmiştir. Elde edilen sonuçlar, birçok ülkede enerji tüketiminin CO₂ üzerinde olumsuz etki yaptığını, ekonomik büyümenin CO₂ emisyonlarını yalnızca bazı Kuzey Kutbu ülkelerinde azalttığını ve seçilmiş ülkelerde EKC hipotezinin geçerli olduğu yönünde güçlü kanıtlar olmadığını göstermektedir. Çevresel Kuznet Eğrisinin geçerliliğini ele alan bir diğer çalışma ise Şeker ve Çetin (2015)’e aittir. Yazarlar bu çalışmada Türkiye örneğinde ve 1961-2010 dönemi verileri ile karbondioksit salınımının belirleyicilerini (kişi başına reel geliri, kişi başına reel gelirin karesini, kişi başına enerji tüketimi, nüfus artışı) araştırmışlardır. Johansen-Juselius ve ARDL sınır testi eşbütünleşme yaklaşımları ile VECM Granger nedensellik testi kullanılan çalışmada elde edilen sonuçlar seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin var olduğu ve ayrıca çevresel Kuznets eğrisi hipotezinin Türkiye ekonomisi için geçerli olduğu yönündedir. Ayrıca

sonuçlar, seçilen değişkenlerden karbondioksit salınımına doğru uzun dönemde nedenselliğin olduğunu ortaya koymaktadır. Bir diğer çalışma ise Hanif vd. (2019)'ne aittir. Yazarlar çalışmasında 15 gelişmekte olan Asya ülkesi örneğinde 1990-2013 dönemi verileri ve Panel Otoregresif Dağılım Gecikmesi (PARDL) tahmin yöntemini kullanarak fosil yakıt tüketimi, doğrudan yabancı yatırım ve ekonomik büyümenin karbon emisyonları üzerindeki uzun ve kısa vadeli etkilerini incelemişlerdir. Elde edilen sonuçlar ekonomik büyümeyi artırma çabalarının, fosil yakıt tüketiminin ve DYY'nin CO₂ emisyonlarının oluşumunu desteklediğini göstermiştir. Ayrıca sonuçlar çalışmaya dahil edilen ülkelerde Kirlilik Limanı hipotezinin geçerli olduğunu ve Çevresel Kuznets Eğrisinin varlığını doğrular niteliktedir. Son olarak ise Zmami ve Ben-Salha (2020)'ya ait çalışma örnek gösterilebilir. Bu çalışmada yazarlar 1980-2017 dönemine ait verilerle Körfez Ülkeleri örneğinde çevresel bozulmanın belirleyicilerini araştırmışlardır. Bu doğrultuda çalışmada kişi başına GSYH, enerji tüketimi, şehirleşme, uluslararası ticaret ve doğrudan yabancı yatırımların CO₂ emisyonları üzerindeki etkileri araştırılmıştır. Elde edilen sonuçlar, bu ülkelerde Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin geçerli olduğunu enerji tüketiminin ve DYY'nin uzun dönemde çevresel bozulmaya yol açtığını ancak kentleşmenin çevre üzerinde pozitif bir etkisi olduğunu göstermektedir. Kısa dönemde sonuçları ise Kirlilik Halo Hipotezinin geçerli olduğu, çevreyi etkileyen en önemli faktörün enerji tüketimi olduğu ve uluslararası ticaret ve DYY'nin etkisinin net olmadığı ancak kentleşmenin önemli bir etkisinin olmadığı yönündedir.

Literatür incelendiğinde; çevresel kalite göstergesi olarak sıklıkla çalışmalara dahil edilen CO₂ emisyonlarının belirleyicilerini (CO₂ emisyonlarını etkileyen faktörler) araştıran çalışmalardır. Bu çalışmalara örnek olarak Lee ve Brahmarsene (2013)'a ait 27 Avrupa ülkesi örneğinde 1988-2009 dönemi verileri ile turizmin ekonomik büyüme ve CO₂ emisyonları üzerindeki etkisini araştıran çalışmadır. Panel eşbütünleşme teknikleri ve sabit etki modellerinden elde edilen sonuçlar, bu değişkenler arasında uzun dönemli bir denge ilişkisinin var olduğunu göstermektedir. Elde edilen sonuçlar ekonomik büyümenin, CO₂ emisyonları üzerinde yüksek düzeyde anlamlı bir pozitif etkiye sahip olduğunu, turizm ve doğrudan yabancı yatırımların (DYY), CO₂ emisyonları üzerinde yüksek düzeyde önemli bir negatif etki yaptığını göstermektedir. Bir diğer çalışma ise Aykırı ve Bulut (2019)'a aittir. Aykırı ve Bulut, Türkiye örneğinde ekonomik küreselleşme, kişi başına gelir ve doğrudan yabancı yatırımlar ile CO₂ arasındaki ilişkiyi FMOLS, DOLS ve CCR yöntemleri yardımıyla test etmiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar; kişi başına gelir, ekonomik küreselleşme, DYY ve CO₂ emisyonu arasında uzun dönemde bir ilişki olduğunu ve kişi başına gelir, ekonomik küreselleşme, DYY değişkenlerinin Türkiye örneğinde CO₂ emisyonunu arttırdığını ve seçilmiş değişkenlerden DYY'nin CO₂ üzerinde en yüksek pozitif etkiye sahip olan değişken olduğunu göstermiştir. Bu kapsamda incelenebilecek çalışmalara Purcel (2019)'e ait çalışmayı da örnek gösterebiliriz. Pursel, 1990-2015 dönemine ait verileri ve Panel vektör hata düzeltme modeli (PVECM), Dinamik Sabit Etkiler (DFE), Havuzlanmış Ortalama Grup (PMG) ve MG tahmincilerini kullanarak düşük ve düşük-orta gelirli ülkelerde siyasi istikrar ve CO₂ emisyonları arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Çalışmadan elde edilen sonuçlar siyasi istikrarın CO₂ kirliliğini azaltmaya katkıda bulunduğunu göstermiştir. Ancak CO₂ emisyonu ile siyasi istikrarın ters U şekilli bir ilişki içinde olduğunu, kişi başına düşen GSYİH'nin ve kentleşmenin CO₂ emisyon yayılımını pozitif ancak yenilenebilir enerji kullanımının CO₂ emisyon yayılımını negatif yönde etkilediği görülmüştür. Muhammad ve Long (2021) tarafından hazırlanan ve CO₂ emisyonlarının belirleyicilerini araştıran çalışmada bir diğer örnektir. Bu çalışmada 65 ülkeye ait 2000-2016 dönemi verileri ve IV-GMM yöntemini kullanılmıştır. Çalışmada CO₂'nin belirleyicileri olarak seçilen değişkenler enerji tüketimini, doğrudan yabancı yatırımı, ticari açıklığı, siyasi istikrarı, yolsuzluk kontrolünü ve hukukun üstünlüğü şeklindedir. Elde edilen sonuçlar siyasi istikrar, yolsuzluk kontrolü ve hukukun üstünlüğü gibi kurumsal faktörlerin karbon emisyonlarını düşürmede ve çevre kalitesini iyileştirmede oldukça önemli olduğunu; GSYİH'nin, enerji tüketiminin DYY'nin, ticari açıklığın CO₂ emisyonlarını attırdığı yönündedir.

4. Veri Seti, Metodoloji ve Bulgular

4.1. Veri Seti

Türkiye'nin 1998-2019 dönemini kapsayan yıllık verilerden yararlanılarak CO₂ emisyonunun belirleyicilerinin tespit edilmesi amaçlanmıştır. CO₂ emisyonunun olası belirleyici değişkenleri olarak Tablo 4'te yer alan değişkenler seçilmiştir. Değişken seçiminde CO₂ emisyonlarının nedenlerini ve/veya belirleyicilerini araştıran birden fazla çalışmada kullanılan değişken setleri dikkate alınmıştır. Bu çalışmalar Aller vd. (2021) (doğrudan yabancı yatırımlar, gayrisafi yurt içi hasıla, finansal gelişme, kentleşme, turizm, ticari açık), Beser ve Soyyiğit (2019) (yüksek teknoloji ihracatı) ve Kılıç ve Altıparmak (2020) (birincil enerji tüketimi ve çevre vergisi) çalışmalarıdır. Bu çalışmalarda kullanılan değişkenlerin yanı sıra karbondioksit emisyonu üzerinde etki yapması beklenen motorlu taşıt sayısı da açıklayıcı değişken olarak modele dahil edilmiştir. Çalışmaya dahil edilen bu değişkenlerden doğrudan yabancı

yatırımlar, gayrisafi yurt içi hasıla, finansal gelişme, kentleşme, turizm, ticari açık, birincil enerji tüketimi ve motorlu taşıt sayısı değişkenlerinin karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif, çevre vergisi değişkeninin ise negatif etki yapması beklenmektedir. Yüksek teknoloji ihracatı değişkeninin ise karbondioksit emisyonu üzerinde pozitif veya negatif etki yapması beklenmektedir.

Tablo 4: Kullanılan Değişkenlere Ait Bilgiler

Değişken Simgesi	Değişken	Değişken kaynağı	Beklenen İşaret
CO ₂	Karbondioksit emisyonu (kişi başına) (yıllık yüzde değişimi)	Knoema	
LTRS	Turist sayısı değişkeninin logaritması	Dünya Bankası	+
LMTR	Toplam motorlu taşıt sayısının değişkeninin logaritması	Çevre, Şehircilik ve İklim Değişikliği Bakanlığı	+
PENG	Birincil enerji tüketimi (yıllık değişim)	Our World in Data	+
FDI	Doğrudan yabancı yatırımlar, net girişler (GSYİH'nın yüzdesi)	Dünya Bankası	+
LGDP	Kişi başına GSYİH değişkeninin logaritması	Dünya Bankası	+
UPOP	Kentsel nüfus (toplamin yüzdesi)	Dünya Bankası	+
TECH	Yüksek teknoloji ihracatı (üretim ihracatının yüzdesi)	Dünya Bankası	-/+
TRD	Ticari açıklık (ihracat+ithalat) (GSYİH'nın yüzdesi)	Dünya Bankası	+
TENV	Çevre vergisi GSYİH'nın yüzdesi)	Ekonomik Kalkınma ve İşbirliği Örgütü (OECD)	-
M2	Finansal gelişme (M2 para arzı/GSYİH oran) (%)	TCMB'dan alınan verilerle yazarlar tarafından hesaplanmıştır.	+

Çalışmada tahmin edilecek model (1) nolu eşitlikte gösterilmiştir.

$$CO_2 = f(LTRS, LMTR, PENG, FDI, LGDP, UPOP, TECH, TRD, TENV, M2) \quad (1)$$

Denklem 1'deki modelde bağımlı değişken CO₂'dir, diğer değişkenler ise bağımsız değişkenlerdir.

4.2. Metodoloji (LASSO Regresyon Yöntemi)

Bir veya daha fazla açıklayıcı değişkenin bir açıklanan değişken üzerindeki etkisini tahmin etmek ve/veya kestirebilmek amacıyla regresyon tekniklerine başvurulmaktadır. Bu tekniklerden en yaygın kullanılanı En küçük Kareler (EKK) regresyon modelidir. EKK, sapmasız tahminciler arasında yer almaktadır. Doğrusal regresyon modelinin varsayımları sağlandığında EKK tahmincileri, doğrusal en iyi sapmasız tahmin edicidir (Gujarati, 2012:326). Ancak açıklayıcı değişkenler arasında yüksek çoklu doğrusal bağımlılığın bulunduğu durumlarda EKK tahmincilerinin varyansları ve ortak varyansları büyük olmaktadır. Bu durum tahminlerin kesin doğrulukla gerçekleşmesini engellemektedir. Bu nedenle regresyonun anakütle katsayılarına ilişkin temel hipotezler kabul edilme eğilimindedir.

Montgomery ve Peck'e (1992) göre model kurma hatasına yol açan ilgisiz açıklayıcı değişkenlerin modele dahil edilmesi yüksek çoklu doğrusallığa yol açabilmektedir. EKK modeline gereksiz açıklayıcı değişkenlerin dahil edilmesi ise etkinlik kaybına ve öngörü başarısının düşmesine yol açmaktadır (Topal ve Çağlayan-Akay, 2020: 16). Çoklu doğrusal bağımlılık problemini düzeltmek amacıyla faktör analizi, temel bileşenler yöntemi gibi çok değişkenli istatistiksel analiz yöntemleri veya Ridge (Hoerl ve Kennard, 1970) regresyonu (Gujarati ve Porter, 2012: 346) gibi makine öğrenimi tekniklerinden LASSO (Tibshirani, 1996) ve Uyarlanmış LASSO (Zou, 2006) gibi norm-tabanlı cezalı tahminciler kullanılmaktadır.

Tibshirani (1996) tarafından literatüre kazandırılan "En Küçük Mutlak Küçültme ve Seçme Operatörü (Least Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO))", yüksek çoklu doğrusal bağımlılık problemini düzelterek hem tahmini hem de değişken seçimini aynı anda gerçekleştiren bir yöntemdir. Bu yöntemde EKK regresyonuna

L_1 -norm ($\sum_k |\theta_k|$) ceza terimi uygulanmaktadır. $\sum_k |\theta_k|$ ceza fonksiyonunun uygulanmasıyla parametre tahminleri sıfıra doğru küçülmeye zorlanmaktadır. Böylece LASSO regresyonu, modelin değişkenlerinde indirgeme sağlamaktadır. LASSO ile katsayısı sıfır olarak tahmin edilen açıklayıcı değişkenler modelden dışlanarak uygun alt model seçimi ve tahmini gerçekleşmektedir.

LASSO farklı disiplinlerde özellikle uygun model (sub model) seçme yöntemi olarak son zamanlarda sosyal bilimlerde kullanılmaya başlanmıştır. LASSO regresyon modelinde standartlaştırılmış açıklayıcı değişkenler kullanılmaktadır. Bu regresyon metodunun Lagrange formundaki tahmin denklemi aşağıdaki gibi tanımlanmaktadır.

$$\hat{\theta}^{LASSO} = \underset{\theta}{\operatorname{argmin}} \left[\sum_{i=1}^n \left(y_i - \sum_k \theta_k x_{ki} \right)^2 + \lambda \sum_k |\theta_k| \right] \quad (2)$$

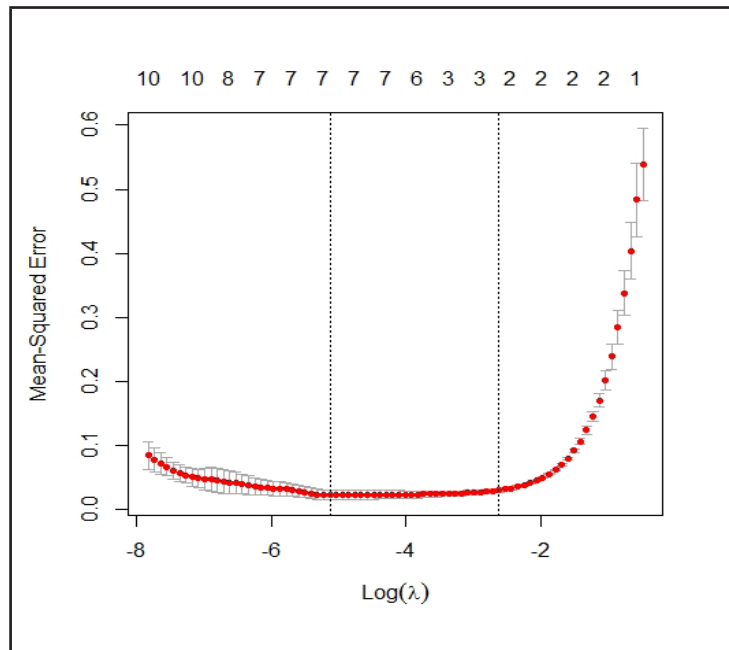
Burada ayarlama parametresi olarak adlandırılan λ , negatif olmayan değerler alıp büzülme miktarını kontrol etmektedir. n ise gözlem sayısını belirtmektedir.

LASSO yöntemi EKK'nın aksine değişken sayısının gözlem sayısından daha büyük olduğu yüksek boyutlu veri setlerine uygulanabilmektedir. Bu yöntem aynı zamanda değişken sayısının gözlem sayısının daha küçük olduğu düşük boyutlu veri setlerinde de kullanılabilir. Düşük boyutlu veri setlerinde LASSO'nun tahmin performansı Ridge tahmincisine (Hoerl ve Kennard, 1970) göre daha başarılıdır (Tibshirani, 1996).

4.3. Bulgular

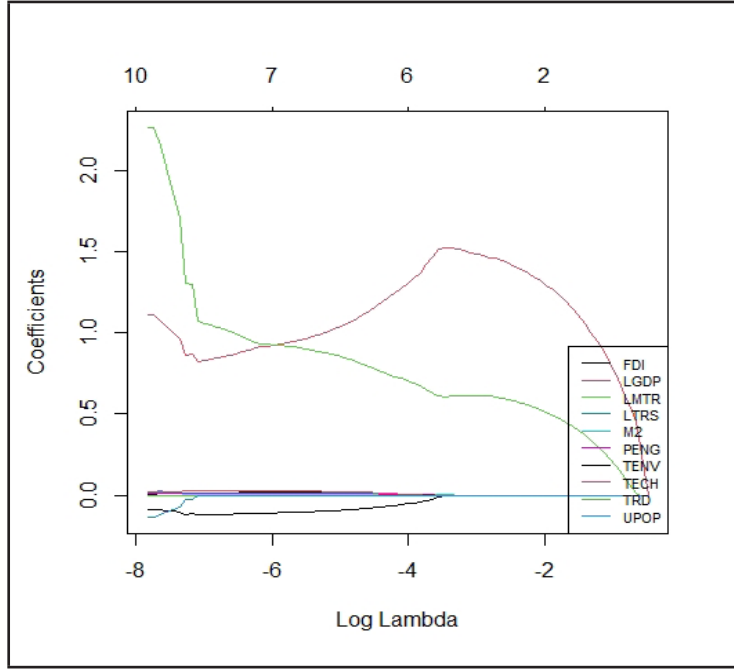
Denklem 1'de yer alan değişkenlerle oluşturulan doğrusal regresyon modeli EKK yöntemiyle tahmin edilmiş ve açıklayıcı değişkenler arasında yüksek çoklu doğrusal bağımlılığın olduğu tespit edilmiştir. Modeldeki açıklayıcı değişken sayısının yeterince fazla olması ve/veya çoklu doğrusal bağımlılığın yüksek düzeylerde olması durumlarında EKK gibi sapmasız tahminler yeterli olmamaktadır. Bu nedenle çalışmadaki veri setine bu sorunları düzeltebilen ve tahminle birlikte değişken seçimini başarılı bir şekilde gerçekleştirebilen makine öğrenimi yöntemlerinden L_1 -norm ceza tabanlı LASSO regresyon yöntemi uygulanmıştır. Bu yöntemin çıktılarının elde edilmesinde R programı kullanılmıştır.

LASSO regresyon yönteminde sıfırdan farklı katsayıların tahmini için ayarlama parametresinden (λ) yararlanılmaktadır. Bu parametre sayesinde uygun modelin seçimi sağlanmaktadır. Bu sebeple λ 'nın seçimi büyük önem taşımaktadır. Şekil 2'de farklı $\log(\lambda)$ 'ların değişen değerlerine karşılık k-fold çapraz-geçerlilik (Cross-Validation (CV)) MSE değerlerinin değişimleri verilmiştir.



Şekil 2: LASSO Ayarlama Parametresi

Şekil 2’de verilen CV-MSE değerleri $\log(\lambda)$ değerlerinin bir fonksiyonudur. Burada optimal λ ’nın değeri CV-MSE değerinin en küçük olduğu noktadır. Hesaplanan CV-MSE’nin en küçük değerine (0,02231962) karşılık gelen optimal değeri 0,005936427 olarak hesaplanmıştır.



Şekil 3: LASSO Katsayı Grafikleri

Şekil 3’de katsayıların tahminci değerleri $\log(\lambda)$ ’nın bir fonksiyonu şeklinde gösterilmektedir. Şekilde $\log(\lambda)$ ’nın artan değerlerine karşılık incelenen değişkenlerin katsayılarına ilişkin büzülmeleri ve sıfırdan farklı katsayı tahminleri görülmektedir. Çalışmada uygulanan LASSO modelinin 10 bağımsız değişken arasından seçilen ve katsayı tahmini sıfırdan farklı 7 adet bağımsız değişkenin olduğu bulunmuştur. Uygulanan LASSO regresyon modelinin tahmin sonuçları Tablo 5’de verilmiştir.

Tablo 5: LASSO Regresyonu Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı
FDI	0,0158
LGDP	0,9518
LMTR	0,9110
LTRS	.
M2	0,0039
PENG	0,0121
TENV	-0,0987
TECH	0,0228
TRD	.
UPOP	.
Sabit	-19,5545
$R^2 = 0,9647$ $MSE=0,02231962$ $\lambda =0,005936427$	

NOT: MSE Ortalama Kare Hata’yı, λ ise ayarlama parametresini ifade etmektedir.

LASSO regresyon modeli sonuçları Tablo 2’de gösterilmektedir. Bu sonuçlar, CO₂ emisyonunun bağımlı değişken olduğu modelin tahmin ve değişken seçim sonuçlarıdır. Elde edilen tahmin sonuçları, FDI, LGDP, LMTR, M2, PENG, TENV ve TECH değişkenlerinin katsayılarının sıfırdan farklı olduğunu ancak modele eklenen LTRS, TRD ve UPOP değişkenlerine ait katsayıların ise sıfır olduğu yönündedir. Dolayısı ile LASSO regresyonu analiz sonuçları, Türkiye’de FDI, LGDP, LMTR, M2, PENG, TENV ve TECH değişkenlerinin CO₂ emisyonlarının belirleyicileri olduğunu ortaya koymaktadır.

Tablo 2’de yer alan bilgiler CO₂ emisyonunun belirleyicileri olarak modele eklenen değişkenlerden “çevre vergisi” değişkeninin emisyonun azaltılmasına yönelik bir etkide bulunduğunu ancak “doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme, motorlu taşıt sayısı, finansal gelişme, birincil enerji tüketimi ve yüksek teknoloji ihracatı” değişkenlerinin emisyonu artırıcı etki yaptığını göstermektedir. CO₂ emisyonlarını etkileyen en önemli faktörlerin sırası ile ekonomik büyüme ve motorlu taşıt sayısı olduğu gözlemlenmiştir. CO₂ emisyonlarını en az etkileyen faktörün ise finansal gelişme olduğu dikkat çekmektedir. Elde edilen bu sonuçlar çalışmadan beklenen sonuçlara paralellik göstermektedir. Ancak turist sayısı, ticari açıklık ve kentsel nüfus değişkenlerinin beklenen aksine, CO₂ emisyonları üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etkide bulunmadığı görülmüştür.

Seçilmiş değişkenler ile çevresel kalite ilişkisinin incelenmesine yönelik yapılan analiz sonuçlarından elde edilen bulgular literatüre kazandırılmış pek çok çalışma ile paralellik göstermektedir. Bu çalışma doğrudan yabancı yatırımlar, finansal gelişme ve ekonomik büyüme değişkenlerinin katsayı işareti bakımından pozitif sonuç vermesi bakımından Aller, Ductor ve Grechyna (2021) çalışmasını, ticari açıklık değişkeninin modelde istatistiksel olarak anlamsız olduğu yönündeki bulgular açısından Omri ve diğerleri (2014) çalışmasını, yüksek teknoloji ihracatı değişkeninin pozitif yönde ilişkili olması yönünden Beser ve Soyyiğit (2019) çalışmasını ve birincil enerji tüketimi ve çevre vergisi değişkenlerinin pozitif katsayı işaretine sahip olması bakımından ise Kılınc ve Altıparmak (2020) çalışmasını destekler niteliktedir. Bu çalışmanın diğer çalışmalardan farkı Türk literatüründe (ilgili alanda) ilk örneğinin olması, incelenen zaman aralığı ve Türkiye örneğinde olması bakımından farklılaşmaktadır.

5. Sonuç

Sürdürülebilir kalkınmanın bir gereği olan çevresel sürdürülebilirlik son yıllarda bilim insanları ve politika yapımcılar tarafından sıkça ele alınan konulardan biridir. Çevresel sürdürülebilirliğin sağlanabilmesi çevresel kalitenin artırılmasını gerekli kılmaktadır. Son yıllara ait veriler incelendiğinde dünyanın giderek kirlendiği gözlenmektedir. Çevresel gösterge verileri Türkiye özelinde incelendiğinde CO₂ ve diğer sera gazı emisyonlarında 1990 yılından bu yana ciddi oranda bir artış yaşandığı görülmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’nin 1998-2019 dönemini kapsayan verilerinden yararlanılarak CO₂ emisyonunun belirleyicilerinin tespit edilmesi amaçlanmaktadır. Çalışmada yüksek çoklu doğrusal bağımlılık sorununa çözüm üreten ve tahmin ile uygun alt model seçimini aynı anda gerçekleştirebilen LASSO regresyon yöntemi kullanılmıştır. LASSO modelinin tahmin sonuçlarına göre, Türkiye’de doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme, motorlu taşıt sayısı, finansal gelişme, birincil enerji tüketimi, çevre vergisi ve yüksek teknoloji ihracatı değişkenlerinin CO₂ emisyonlarını etkileyen faktörler olduğu tespit edilmiştir. Çevre vergisinin CO₂ emisyonları ile negatif yönlü ilişki içerisinde olduğu; doğrudan yabancı yatırımlar, ekonomik büyüme, motorlu taşıt sayısı, finansal gelişme, birincil enerji tüketimi ve yüksek teknoloji ihracatı değişkenlerinin ise CO₂ emisyonları ile pozitif yönlü ilişki içerisinde olduğu gözlemlenmiştir.

Elde edilen bulgular ışığında Türkiye’de çevresel kaliteyi artırabilmek için trafiğe çıkan ve zehirli gazlar salan araçların yerine çevre dostu araçlar ile bu tür araçları üreten/üretecek firmaların ve yeni yatırımların desteklenmesi, çevresel kirliliği arttıran pek çok faaliyetin ağır vergiler ile cezalandırılarak daha çevreci faaliyetlere yönelmesi bakımından desteklenmesi ve teşvik edilmesi, ekonomik büyüme kaydedilmesi uğruna çevresel bozulmanın göz ardı edilmemesi ve bu doğrultuda çevreci ekonomik politikaların üretilmesi yönündeki çalışmaların arttırılması son derece önemlidir. Ayrıca, kullanılan her türlü teknolojik aracın çevreye zarar vermeyen teknolojilerden seçilmesi ve mevcut teknolojik araç-gereçlerin çevre dostu teknolojiler ile değiştirilmesi önem arz etmektedir. Bunlara ilaveten, kullanılan enerji kaynaklarının yenilenebilir enerji kaynakları ile ikame edilmesi, finansal gelişmenin, doğrudan yabancı yatırımların ve ekonomik büyümenin mümkün kıldığı yeni ekonomik ve politik yapılanmanın çevresel sürdürülebilirliği destekleyici kanuni düzenlemelerin hayata geçirilmesinin çevresel kalitenin arttırılması açısından faydalı olacağı düşünülmektedir.

Sürdürülebilir kalkınmanın ve çevreci kalkınma politikalarının başarıya ulaşabilmesinde, çevresel kalitenin hangi faktörlerin etkisine ne şekilde maruz kaldığını tespit etmek doğru ve sürdürülebilir politikaların ve uygulamaların hayata geçirilmesinde son derece önemlidir. Bu doğrultuda bu çalışma, çevresel kalitenin belirleyicilerinin tespit edilmesine yönelik alternatif model önerileri geliştirmesi ve pek çok faktörün çevresel kalite üzerindeki etkisinin test etmesi ve böylece güncel ve önemli bir problemin çözümüne yönelik politika yapıcılara ilham verebilecek nitelikte olması bakımından önemlidir. Ayrıca çalışma gelecek çalışmalara temel teşkil edecek farklı model önerileri sunması bakımından da önem arz etmektedir.

Kaynakça

- Aller, C., Ductor, L., Grechyna, D. (2021), "Robust Determinants of CO₂ Emissions", *Energy Economics*, 96, 105154: 1-11.
- Arrow, K., Bolin, B., Costanza, R., Dasgupta, P., Folke, C., Holling, C. S., vd. (1995), "Economic Growth, Carrying Capacity, and The Environment", *Ecological Economics*, 15/2, 91-95.
- Artan, S., Hayaloğlu, P., & Seyhan, B. (2015). Türkiye'de çevre kirliliği, dışa açıklık ve ekonomik büyüme ilişkisi. *Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 308-325.
- Aykırı, M. ve Bulut, Ö. U. (2019), "Ekonomik Küreselleşme ve Doğrudan Yabancı Yatırımların CO₂ Emisyonu Üzerindeki Belirleyiciliği: Türkiye Örneği", *Iğdir University Journal of Social Sciences*, Ek Sayı, 69-90.
- Bae, J. H., Li, D. D. ve Rishi, M. (2017), "Determinants of CO₂ Emissions For Post-Soviet Union Independent Countries", *Clim. Pol.*, 17/5, 591-615.
- Baek, J. (2015), "Environmental Kuznets Curve for CO₂ Emissions: The Case Of Arctic Countries", *Energy Economics*, 50, 13-17.
- Beser, N. O. ve Soygyit, S. (2019), "The Effects of High Technology Export and Per Capita Income On Carbon Emission: An Investigation on G20 Countries". *Business and Economic Horizons*, 15/4, 542-559.
- Choi, E., Heshmati, A. ve Cho, Y. (2010), "An Empirical Study of The Relationships Between CO₂ Emissions, Economic Growth and Openness", IZA Discussion Papers, No. 5304, Institute for the Study of Labor (IZA), Bonn.
- Demiral, B ve Evin, H. (2014). "Türkiye'de Çevre Politikalarının Gelişiminin Çevresel Etki Değerlemesi Yönetmeliği Üzerinden Değerlendirilmesi", *II. Uluslararası Çevre ve Ahlak Sempozyumu*, Adıyaman, Türkiye, 37-48.
- Diallo, A. K. ve Masih M. (2017), "CO₂ Emissions and Financial Development: Evidence From The United Arab Emirates Based On An ARDL Approach", MPRA, Paper No: 82054, 1-21.
- Dünya Doğayı Koruma Vakfı (WWF) (2020). Doğanın Yok Oluşu ve Pandemilerin Yükselişi. <https://www.wwf.org.tr/?9920/Doganin-Yok-Olusu-ve-Pandemilerin-Yukselisi> (Elde edilme tarihi: 15.07.2021)
- Fan, J. ve Li, R. (2001), "Variable Selection via Nonconcave Penalized Likelihood and Its Oracle Properties", *Journal of the American Statistical Association*, 96, (456): 1348-1360. <https://galton.uchicago.edu/~eichler/hsss.pdf> (Elde edilme tarihi: 09.08.2019).
- Friedl, B. ve Getzner, M. (2003), "Determinants of CO₂ Emissions in A Small Open Economy", *Ecological Economics*, 45/1, 133-148.
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2012). *Temel Ekonometri*, (Çeviri Editörleri: Ümit Şenesen ve Gülay Günlük Şenesen), Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Hanif, I., Raza, S. M. F., Gago-de-Santos, P. ve Abbas, Q. (2019), "Fossil Fuels, Foreign Direct Investment, and Economic Growth Have Triggered CO₂ Emissions in Emerging Asian Economies: Some Empirical Evidence", *Energy*, 171, 493-501.
- Hoerl, A. E. ve Kennard, R. W. (1970), "Ridge Regression: Biased Estimation for Nonorthogonal Problems", *Technometrics*, 12/1, 55-67.
- <https://knoema.com/atlas/Turkey/CO2-emissions-per-capita> (Elde edilme tarihi: 06.10.2021)
- Keleş, R. ve Can, H. (2002). *Çevrebilim*, İmge Kitabevi, Ankara.
- Kılınç, E. C., ve Altıparmak, H. (2020), "Çevre Vergilerinin CO₂ Emisyonu Üzerindeki Etkisi Üzerine Bir Uygulama", *ODÜ Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi (ODÜSOBIAD)*, 10(1), 217-227.

- Lee, J. W. ve Brahmaşreene, T. (2013), "Investigating The Influence of Tourism on Economic Growth and Carbon Emissions: Evidence from Panel Analysis of The European Union", *Tourism Management*, 38, 69-76.
- Li, J., Liu, Y., Li, H. ve Chandio, A.A. (2021), "Heterogeneous Driving Factors of Carbon Emissions Embedded in China's Export: An Application of the LASSO Model", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18/19, 10423.
- Meinshausen, N. ve Bühlmann, P. (2006), "High-Dimensional Graphs and Variable Selection with The LASSO", *The Annals of Statistics*, 34, 1436-1462.
- Montgomery, D.C. ve Peck, E.A. (1992). *Introduction To Linear Regression Analysis*, Second edition, John Wiley & Sons., New York.
- Morelli, J. (2011). Environmental sustainability: A definition for environmental professionals. *Journal of environmental sustainability*, 1(1), 2.
- Muhammad, S. ve Long, X. (2021), "Rule of Law and CO₂ Emissions: A Comparative Analysis Across 65 Belt and Road Initiative (BRI) Countries", *Journal of Cleaner Production*, 279, 123539.
- Omri, A., Nguyen, D.K. ve Rault, C. (2014), "Causal Interactions Between CO₂ Emissions, FDI and Economic Growth: Evidence from Dynamic Simultaneous-Equation Models", *Econ. Model.*, 42, 382-389.
- Özçelik, Ö. ve Barut, A. (2017), "Uluslararası Çevre Hukukunun Gelişimi ve Türkiye'deki Atık Yönetimi Düzenlemeleri ve Türkiye'nin Avrupa Birliği Mevzuatına Uyum Süreci", *Uluslararası Afro-Avrasya Araştırmaları Dergisi*, 2/4, 1-32.
- Purcel, A. A. (2019), "Does Political Stability Hinder Pollution? Evidence from Developing States", *Economic Research Guardian*, 9/2, 75-98.
- Shahbaz, M., Shahzad, S. J. H., Ahmad, N., & Alam, S. (2016). Financial development and environmental quality: the way forward. *Energy Policy*, 98, 353-364.
- Shum, W. Y., Ma, N., Lin, X. ve Han, T. (2021), "The Major Driving Factors of Carbon Emissions in China and Their Relative Importance: An Application of the LASSO Model", *Frontiers in Energy Research*: 435.
- Şeker, F. ve Çetin, M. (2015), "Düşük Karbonlu Yeşil Büyüme ve Karbondioksit Salınımının Temel Belirleyicileri: Türkiye Uygulaması", *Balkan Sosyal Bilimler Dergisi*, 4/8, 22-41.
- Tamazian, A., Chousa, J. P. ve Vadlamannati, K. C. (2009), "Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries", *Energy Policy*, 37/1, 246-253.
- Tamazian, A. ve Rao, B. B. (2010), "Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter for Environmental Degradation? Evidence for Transitional Economies", *Energy Econ.*, 32, 137-145.
- Tibshirani, R. (1996), "Regression Shrinkage and Selection via The LASSO", *Journal of Royal Statistical Society Series B*, 58/1, 267-288.
- Topal, K. H. ve Çağlayan-Akay, E. (2020), "Hanehalkı Tüketim Harcamalarının Mikroekonometrik Analizi: LAD-LASSO Yöntemi", *EKOIST Journal of Econometrics and Statistics*, 33, 13-31.
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019), "On Birinci Kalkınma Planı", <https://www.sbb.gov.tr/wpcontent/uploads/2019/07/OnbirinciKalkinmaPlani.pdf> (Elde edilme tarihi: 07.08.2021)
- Türkiye Cumhuriyeti Cumhurbaşkanlığı Strateji ve Bütçe Başkanlığı (2019), "Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları Değerlendirme Raporu", https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2020/03/Surdurulebilir-Kalkinma-Amaclari-Degerlendirme-Raporu_13_12_2019-WEB.pdf (Elde edilme tarihi: 21.05.2022).
- Türkiye İstatistik Kurumu (TÜİK) (2021), "Sera Gazı Emisyon İstatistikleri, 1990-2019", <https://data.tuik.gov.tr/Bulten/Index?p=Greenhouse-Gas-Emissions-Statistics-1990-2019-37196> (Elde edilme tarihi: 10.08.2021)
- Wang, H., Li, G. ve Tsai, C. L. (2007), "Regression Coefficients And Autoregressive Order Shrinkage And Selection Via The LASSO", *Journal of the Royal Statistical Society Series B*, 69, 63-78.
- World Meteorological Organization (WMO) (2021), "State of The Global Climate 2020", WMO-No. 1264.
- Zhao, P. ve Yu, B. (2006), "On Model Selection Consistency of LASSO", *The Journal of Machine Learning Research*, 7, 2541-2563.

Zaman, K., Shahbaz, M., Loganathan, M. ve Raza, S. A. (2016), "Tourism Development, Energy Consumption and Environmental Kuznets Curve: Trivariate Analysis in The Panel of Developed and Developing Countries", *Tour. Manag.*, 54, 275–283.

Zmami, M. ve Ben-Salha, O. (2020), "An Empirical Analysis of The Determinants of CO₂ Emissions in GCC Countries", *International Journal of Sustainable Development & World Ecology*, 27/5, 469-480.

Zou, H. (2006), "The Adaptive LASSO and Its Oracle Properties", *Journal of the American Statistical Association* 101, 1418–1429.

Beyan ve Aıklamalar (Disclosure Statements)

1. Bu alışmanın yazarları, araştırma ve yayın etiği ilkelerine uyduklarını kabul etmektedirler (The authors of this article confirm that their work complies with the principles of research and publication ethics).

2. Yazarlar tarafından herhangi bir ıkar atışması beyan edilmemiştir (No potential conflict of interest was reported by the authors).

3. Bu alışma, intihal tarama programı kullanılarak intihal taramasından geirilmiştir (This article was screened for potential plagiarism using a plagiarism screening program).