

Econder |

International Academic Journal

[Econder], 2023, 7 (2): 152/ 180

Çoklu Doğrusal Regresyon Modeliyle Sera Gazı Emisyonu Üzerine Bir Araştırma:
Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği

&

A Research On Greenhouse Gas Emissions By Multilinear Regression
Model: Example Of European Union Countries

Mesut FENKLİ

Doktora Öğrencisi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat
Ana Bilim Dalı,

Ph. D. Student, Manisa Celal Bayar University, Institute of Social Sciences,
Department of Economics,

E-Mail: fenklimesut@gmail.com

Orcid ID: 0000-0001-5787-7979

Ayşe Nur ÇIRAK

Doktora Öğrencisi, Manisa Celal Bayar Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İktisat
Anabilim Dalı,

Ph. D. Student, Manisa Celal Bayar University, Institute of Social Sciences,
Department of Economics,

E-Mail: aysenurcirakk8@gmail.com

Orcid ID: 0000-0001-7988-0706

Serhat SOYLU

Yüksek Lisans Öğrencisi, İzmir Kâtip Çelebi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü,
Kentsel Dönüşüm Anabilim Dalı (Disiplinlerarası), Kentsel Dönüşüm,

Master, İzmir Katip Çelebi University, Institute of Science,

E-Mail: serhatsyly@gmail.com

Orcid ID: 0000-0003-0026-4797

Makale Bilgisi / Article Information

Makale Türü / Article Types : Araştırma Makalesi / Research Article

Geliş Tarihi / Received : 27.05.2023

Kabul Tarihi / Accepted : 31.12.2023

Yayın Tarihi / Published : 31.12.2023
Yayın Sezonu : Aralık
Pub Date Season : December
Cilt / Volume: 7 Sayı – Issue: 2 Sayfa / Pages: 152- 180

Atıf/Cite as: Fenkli, M., Çırak, A. N., & Soylu, S. (2023). Çoklu Doğrusal Regresyon Modeliyle Sera Gazı Emisyonu Üzerine Bir Araştırma: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği. *Econder International Academic Journal*, 7(2), 152-180. <https://doi.org/10.35342/econder.1303366>.

İntihal /Plagiarism: Bu makale, en az iki hakem tarafından incelenmiş ve intihal içermediği teyit edilmiştir. / This article has been reviewed by at least two referees and scanned via a plagiarism software.

Copyright © Published by Hayrettin KESGİNGÖZ- KSU University, Kahrmanmaraş, 46000 Turkey. All rights reserved.

Özet

Günümüz dünyasında teknolojinin hızla gelişmesi ve küreselleşmenin yayılmasının insanların yaşam standartlarına pozitif, yaşadığımız gezegene ise negatif dışsallığı olduğu vurgulanmaktadır. Şüphesiz, kişi başına düşen milli gelirdeki ve binek otomobil sayısındaki artış yaşam standartlarını geliştirmektedir. Fakat, son yıllarda sera gazı emisyonundaki artış küresel ısınmayı sorununun gündeme getirerek içinde yaşamış olduğumuz gezegen için tehdit edici boyuta ulaşmıştır. Bu çalışmada sera gazı emisyonu, seçmiş olduğumuz bağımsız değişkenler (binek otomobil sayısı ve kişi başı milli gelir) için en güncel yıl olan 2019 yılına ait verilerle yatay kesitte yer alan Avrupa Birliğine üye 27 ülke üzerinden araştırılmıştır. Araştırmada çoklu doğrusal regresyon modeli kullanılmış ve ardından korelasyon analizi yapılmıştır. Ele alınan örneklem üzerinden gerçekleştirilen analiz sonucuna göre bağımsız değişkenlerdeki artış bağımlı değişken üzerinde artışa neden olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Sözcükler: Sera Gazı, Milli Gelir, Otomobil Sayısı, Avrupa Birliği, Regresyon Analizi

Abstract

In today's world, it is emphasized that the rapid development of technology and the spread of globalization have a positive externality to people's living standards and a negative externality to the planet we live in. Undoubtedly, the increase in per capita income and the number of passenger cars improves living standards. However, the increase in greenhouse gas emissions in recent years has brought the problem of global warming to the agenda and has reached a threatening level for the planet we live in. In this study, greenhouse gas emissions were investigated through 27 European Union member countries in the horizontal section with the data of 2019, which is the most recent year for the independent variables we have chosen (number of passenger cars and per capita income). Multiple linear regression model was used in the research and then correlation analysis was performed. According to the results of the

analysis performed on the sample, it was determined that the increase in the independent variables caused an increase in the dependent variable.

Keywords: Greenhouse Gas, National Income, Number of Automobiles, European Union, Regression Analysis

Giriş

Bilgi çağı olarak adlandırılan günümüz dünyasında teknolojide yaşanan hızlı gelişme ve dolayısıyla küreselleşmenin hızla yayılması bireysel yaşam standartlarının yükselmesine neden olmuştur. Başta üretim ve ürün çeşitliliğinde yaşanan gelişme tüketimin artmasına, iletişim ve ulaşım olanaklarında yaşanan gelişmeyle birlikte insan yaşamını kolaylaştırarak pozitif dışsallığa neden olmuştur. Fakat, insan yaşamındaki bu gelişme beraberinde ilerleyen yıllarda insanlığın karşılaşmak zorunda kalacağı büyük tehditlere kapı açmıştır. Bu tehditlerin başında son 30 yıldır pek çok araştırmaya konu olan küresel ısınma ve iklim değişikliği sorunu gelmektedir. Günümüz ekonomilerinde yaşan gelişmeler başta gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerde kişi başı milli gelirin artmasına ve dolayısıyla tüketimin artmasına neden olurken, bunların karşılığı olarak üretimde fosil kaynak kullanımını arttırdığı gibi binek otomobil sayısının artmasına da neden olmuştur. Fosil yakıt kullanımının artması atmosfer için çok zararlı olduğu bilinen sera gazı (H₂O, CO₂, CH₄, N₂O, O₃, CFC, HCFC ve HFC bileşimlerden meydana gelen) emisyonun artmasına neden olarak gezegenimiz için negatif dışsallığa dönüşmüştür (WB, 2022; Eurostat, 2022a).

Sera gazının negatif dışsallığını azaltmayı amaçlayan dünyada birçok sözleşmeler ve protokoller bulunmaktadır. Bunlardan ilki 196 ülkenin taraf olduğu 1987 yılında imzalanan Montreal Protokolüdür. Protokolün içeriğinde sera gazını azaltma ve sürdürülebilir ulaşım önem arz etmektedir. İkinci önemli adım ise 1992 yılında imzalanan Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesidir. Sözleşme iklim değişikliğinin nedenlerini ve olası tehlikelerini ele alan ilk küresel antlaşma bakımından dönüm noktası olarak değerlendirilmektedir. Üçüncü önemli adım ise 1997'de kabul edilen ancak 2005'te yürürlüğe giren Kyoto Protokolüdür. Kyoto Protokolünün en önemli özelliği karbon salınım oranını 1990 yılındaki seviyesine indirmeyi hedeflemesidir. Dördüncü önemli adım ise 2015 yılında imzalanan küresel iklim anlaşması olan Paris Anlaşmasıdır. Anlaşmanın önceki anlaşmalardan farkı iklim değişikliği ile mücadelede daha spesifik hedefler belirlemesidir. Örneğin; küresel ortalama sıcaklık artışının sanayi öncesi döneme göre 2 derecenin altında tutulması, iklim direncimini artırılması, düşük sera gazlı emisyonlu kalkınmanın hedeflenmesi şeklindedir (Demirtürk, 2021, s. 1086). Sonuncu önemli adım ise Avrupa Komisyonu'nun ortaya koymuş olduğu Avrupa Yeşil Mutabakatıdır. Mutabakat uzun

vadeli hedefleri olmasından dolayı diğer protokollerden ayrılmaktadır. Mutabakatın içeriğine bakıldığında ise Avrupa'nın 2050 yılına kadar karbondan arındırılmasını hedeflemekte, gezegenlerin sadece insanlara ait olmadığını; diğer canlılarında faydalandığının farkında olarak doğal yaşam alanlarını koruma, şirketlerin temiz ürün ve sürdürülebilir teknolojiyi kullanmalarında lider olma vb. amaçları yer almaktadır. Dolayısıyla bu çalışmanın da konusunu oluşturan AB ülkeleri Yeşil Mutabakat protokolüne karşı sorumlu hareket etmektedirler (Ecer, Güner ve Çetin, 2021, s. 127).

Bu çalışmada yukarıda bahsedilen sera gazı emisyonunun bağımlı değişken olduğu, kişi başı milli gelirin ve binek otomobil sayısının bağımsız değişken olduğu ve seçilmiş bu değişkenler için en güncel verilerin bulunduğu 2019 yılı baz alınarak yatay kesitte Avrupa Birliği üyesi 27 ülkenin yer aldığı örneklem üzerinden regresyon analizi yapılmıştır. Çalışmada kullanılmış olan yatay kesit veri türü ana kitlenin tamamına ulaşmanın zorlaştığı (zaman, maliyet, imkânsızlık, vb.) durumlarda ana kitle içerisinde seçilen örneklem üzerinden ana kitle hakkında çıkarım yapmak için kullanılan veri türüdür. Yatay kesitte bireyle, firmalar ve ülkeler gibi birimlere ait değişkenler kullanılmaktadır. Regresyon analizi ise seçilmiş bağımsız yani açıklanması istenen değişkenin, bağımlı değişkenler yani açıklayıcı olduğu düşünülen değişkenlerle bağlanımı ile yapılan analiz şeklidir (Hill, Griffiths ve Lim, 2011).

Çalışmada öncelikle konuyla ilgili gerekli açıklamalar ve literatür taraması verilmiş devamında ise çoklu doğrusal regresyon modeli ve varsayımlarına ilişkin teorik bilgiler yer almıştır. Son bölümde araştırmanın uygulama kısmında model tahmin edilerek, tahmin edilen modelin varsayımlarını test etmeye yönelik diagnostik sınamalar yapılmış, tahmin modelinin gereken koşulları sağlaması durumunda model geçerli kabul edilmiş ve son safhada korelasyon analizi yapılarak araştırma tamamlanmıştır.

1. Sera Gazı Emisyonu ve Sosyoekonomik Etkileri

Yeryüzündeki tüm yaşam biçimlerinin yaşamasına olanak tanıyan atmosferde birçok gaz bulunmaktadır. Atmosferin temiz ve kuru hava hacminin %99'unu oluşturan azot ve oksijenin yanı sıra %1'lik kısmını ise karbondioksit, su buharı, metan gazı ve ozon gazı oluşturmaktadır. Atmosferde %1'lik alanı oluşturan bu gazlar nicelik olarak az gözükmesine rağmen etkileri doğal kaynakları tüketecek kadar güçlüdür. Sera gazı emisyonlarını oluşturan bu gazlar hem insan hem de doğal kaynaklı olarak oluşmaktadır (Türkeş, 2008, s. 30). Sera gazlarının en büyük etkisi küresel iklim değişikliğine neden olmasıdır. Dünya yüzeyi güneş ışınlarından yansıyan enerjiyi absorbe ederek soğumasına yardımcı olur ancak bu enerjinin bir kısmı uzaya yayılmadan önce sera gazları tarafından absorbe edilir ve bu durum hem atmosferin hem de dünya yüzeyinin ısınmasına neden olur. Sera gazı etkisi denilen bu durum

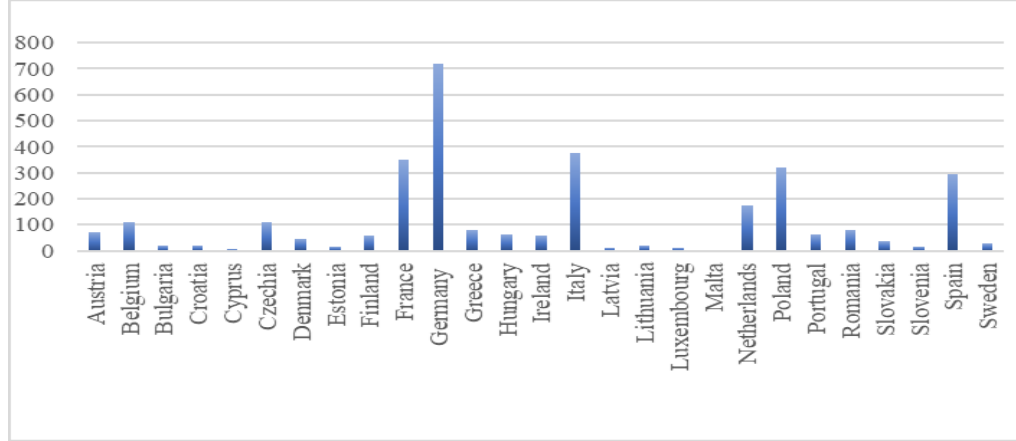
küresel iklim değişikliğinin başlıca nedenidir. Ayrıca doğaya salınan sera gazı emisyonları arttıkça paralel olarak dünya da ısınmaya devam etmektedir. Bu gazları karbondioksit (CO₂) başta olmak üzere metan gazı (CH₄), diazot monoksit (N₂O), klorofloro karbonlar (CFC) ve florlu gazlar oluşturmaktadır (Dulkadiroğlu, 2017, s. 68).

Uluslararası Enerji Ajansı'nın 2020 verilerine göre fosil yakıtlar enerji arzının %80'inden fazlasını temsil etmektedir. Bu oranının %31'ini petrol, %27'sini doğal gaz ve %23'ünü kömür oluşturmaktadır. Küresel sera gazı emisyonlarına ise sırasıyla kömür (%42), petrol (%34) ve doğal gaz (%22) hâkim olmaktadır. Ekonominin yapısal bileşimindeki değişikliklerin CO₂ emisyonları üzerinde önemli etkileri vardır. Gelişmiş ülkeler ekonomik büyümeyi emisyonlardan büyük ölçüde ayırmış olsa da gelişmekte olan ekonomilerde servet ve sera gazı emisyonları arasında hala yüksek bir korelasyon bulunmaktadır. Bu konu bağlamında ülkeler ve bölgeler arasında yakıtın yanmasından kaynaklanan kişi başına emisyonlarda büyük farklılıklar yer almaktadır. Örneğin; Çin'de kişi başına düşen emisyonlar son yirmi yılda neredeyse üç katına çıkarak 2010'ların başında Avrupa Birliği'nin (AB) değerlerine ulaşmıştır. Hindistan son yirmi yılda emisyonlarını neredeyse iki katına çıkarmış ancak kişi başına karbon yoğunluğu hala AB'nin yaklaşık dörtte biri kadardır. Afrika ise tüm bölgeler arasında kişi başına en düşük emisyonu sahiptir (Amerika Birleşik Devletleri'nin yaklaşık on dörtte biri kadardır) (IEA, 2022).

Sera gazlarının artması sonucunda küresel iklim değişimi ve küresel ısınma sorunları ortaya çıkmıştır. Yeryüzünde 19. Yüzyıldan günümüze kadar küresel ortalama hava sıcaklığı 0.3-0.6 derece artmıştır. Araştırmalara göre gelecek 40 yıl içinde de her 10 yılda 0.1 dereceden daha fazla miktarda küresel ısınmanın devam edeceği tahmin edilmektedir. Bu ısınmanın olası etkileri; yağışların azalması, kuraklaşma ve çölleşmelerin artması, yer üstü ve yer altı suların değişimi, sıcak hava dalgalarından birçok canlı türünün olumsuz etkilenmesi ve tüm bunlara bağlı olarak dünyanın sosyoekonomik yapısını değiştirerek küresel ekonomik kayıplar verilmesi şeklinde olmaktadır (Özmen, 2009, s. 43).

Sera gazı emisyonuna neden olan enerji kaynakları incelendiğinde, emisyon oranını en fazla kömür ve petrol kullanımının arttırdığı görülmektedir. Çalışmanın bağımsız değişkenlerinden biri olan binek otomobil sayısının tamamlayıcı malı olan petrolün sera gazı emisyonunu arttırdığı ve dolayısıyla küresel iklim değişikliğine dolaylı bir etki yaptığı görülmektedir. Uluslararası Enerji Ajansı 2020 yılı verilerine göre Çin, ABD ve AB gibi güçlü ekonomilerin sera gazı emisyon miktarlarının yüksek olması yapmış oldukları sanayi üretiminden kaynaklanmaktadır. Bu bağlamda Birleşmiş

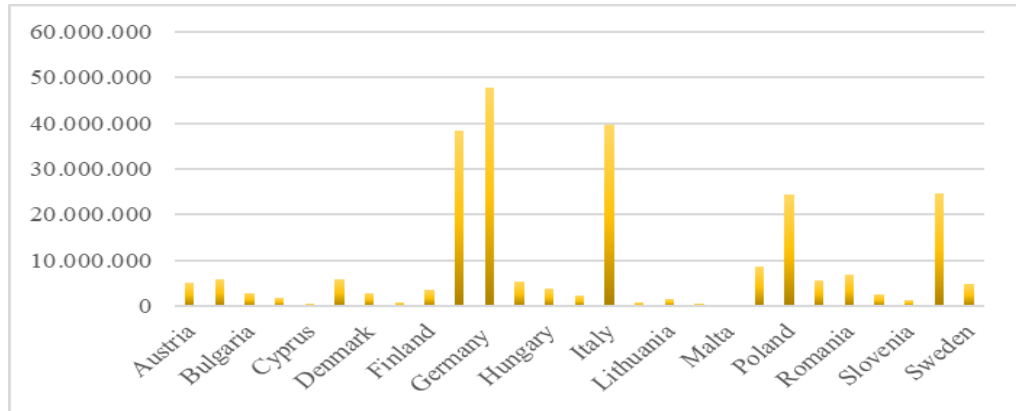
Milletler iklim değişikliğinin önlenmesi için 1997 yılında Kyoto Protokolü imzalanmıştır. Protokolü imzalayan ülkeler sera gazı emisyonlarını belirlenen hedeflere uygun oranda azaltmakla yükümlüdür (Dulkadiroğlu, 2017, s. 72). İklim değişikliği çerçevesinde imzalanan Kyoto Protokolünün önerdiği politikalar; enerji verimliliğinin artırılması, yenilenebilir enerjinin geliştirilmesi, sürdürülebilir tarımın desteklenmesi, sera gazı emisyonlarının azaltılması ve sera gazı yutaklarının (ormanlar, bitki örtüleri vb.) artırılması şeklinde sıralanmaktadır (Özmen, 2009, s. 46).



Grafik 1. Avrupa Birliği Ülkelerinin 2019 Yılındaki Sera Gazı Emisyonu (mt)

Kaynak: Climatewatchdata (2022)'dan elde edilen ham verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmanın örneklemini 27 AB ülkesi olduğu için Grafik 1'de AB ülkelerine ait 2019 yılındaki sera gazı emisyonları milyon ton şeklinde yer almaktadır. Otomobil üretiminde ve ihracatında lider ülkelerden olan Almanya ve Fransa 2019 yılına ait en yüksek sera gazı emisyonuna sahip ülkeler olduğu görülmektedir. Sanayi devrimlerinin de İngiltere'de başlaması ve tüm bölgeye sirayet etmesi miktarın sanayileşmeden ve nüfus miktarından kaynaklandığını göstermektedir.

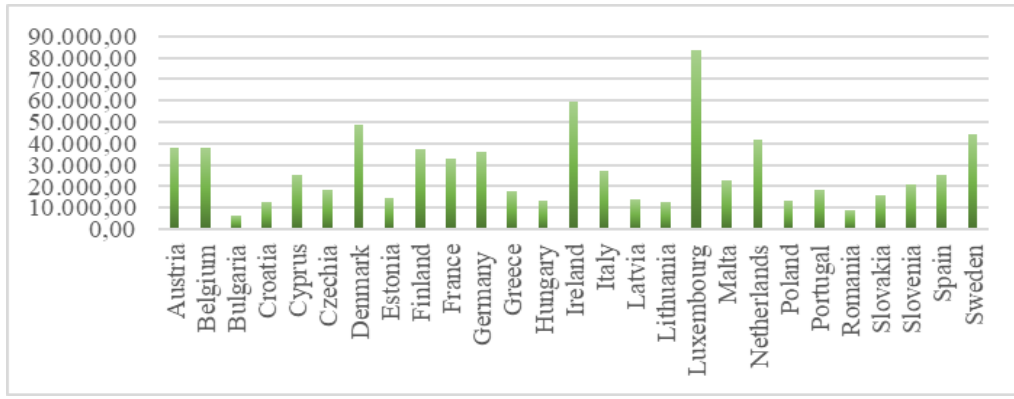


Grafik 2. Avrupa Birliği Ülkelerinde 2019 Yılında Kişilere Ait Binek Otomobil Sayısı (Adet)

Kaynak: Eurostat (2022)'dan elde edilen ham verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çoklu Doğrusal Regresyon Modeliyle Sera Gazı Emisyonu Üzerine Bir Araştırma: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği (A Research On Greenhouse Gas Emissions By Multilinear Regression Model: Example Of European Union Countries)

Grafik 2’de 2019 yılına ait AB ülkelerinin kişi başına düşen binek otomobil sayısı yer almaktadır. Sırası ile Almanya, İtalya ve Fransa en çok binek otomobile sahip ülkeler olmasının yanı sıra bu ülkeler aynı zamanda Grafik 1’de yer alan en fazla sera gazı emisyonuna sahip AB ülkeleri konumundadır. Bu bağlamda binek otomobil sayısı ile sera gazı emisyon miktarı arasında bir korelasyon olduğu görülmektedir. Avrupa Yeşil Mutabakatına bağlı kalmak isteyen AB ülkeleri, mutabakattaki hedefleri tutturmak için hibrit model araçlar üretmektedir. Son veriler ışığında 2022 itibarı ile AB’de toplam elektrikli araç pazarı yaklaşık %13’e ulaşırken; 2023 yılının Eylül ayı verilerine göre AB ülkelerinde elektrikli otomobillerin toplam satışlardaki payı ilk defa yüzde 20’yi aşmış ve dizel otomobilleri geçmiştir (Dünya, 2023).



Grafik 3: Avrupa Birliği Ülkelerinde 2019 Yılında Kişi Başı Milli Gelir (Bin Euro)

Kaynak: Eurostat (2022)’dan elde edilen ham verilerle yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

Çalışmada bir diğer bağımsız değişken olan kişi başına düşen milli gelir yer almaktadır. Kişi başına düşen milli gelir, o ülkenin gayri safi milli hasılasının yine o ülkenin nüfusa bölünmesi ile bulunmaktadır. Dolayısıyla Grafik 3’te nüfus faktörü de etkili olmaktadır ve bu yüzden diğerlerine göre oldukça az nüfusa sahip Lüksemburg en fazla kişi başına düşen milli gelire sahiptir. Uluslararası Enerji Ajansı verilerine göre en fazla emisyon miktarının güçlü ekonomilere sahip ülke ve bölgelerde olduğunu verilerle belirtilmiş ve bu bağlamda çalışmada bağımsız değişken olarak kişi başına düşen gelir de kullanılmıştır. AB içerisinde en yüksek emisyonla sahip olan Almanya ve Fransa’nın kişi başına düşen milli gelir miktarları da aynı düzeyde yer almaktadır.

2. Literatür Taraması

James Watt’ın 18. yüzyılda yapmış olduğu çalışmalar neticesinde sanayi devrimleri ilk olarak İngiltere’de başlamış ve bu zamandan sonra dünya hızla değişmeye başlamıştır. Bunun en önemli göstergelerinden biri ise sanayide ve teknolojide

meydana gelen gelişmeler neticesinde hızla artan nüfus artışı olmuştur (Brynjolfsson ve McAfee, 2018: 15). Sanayi devrimlerine kısaca değinmekte fayda vardır. Öncelikle devrim sözcüğü beklenmedik ve radikal değişimi ifade etmektedir. Bu bağlamda Birinci Sanayi Devrimi (1800'lü yıllar) İngiltere'de (O günkü ismiyle Britanya) çıkmıştır. Bu devrin temel özellikleri arasında iplik eğirme, dokumanın sanayileşmesi ve buhar gücünden yardım alınması yer almaktadır. İkinci Sanayi Devriminde (1870-1930) ise toplumsal yaşamda radyo, televizyon ve ev aletlerinin kullanılması eşlik etmiştir. Üçüncü Sanayi Devrimi, 1950'li yıllarda bilişim teknolojilerinin insan hayatına girmesiyle başlamıştır. İlk cep telefonlar, kalın ekranlı bilgisayarlar Üçüncü Sanayi Devrimine ait olan teknolojik gelişmelerdir. Son olarak Dördüncü Sanayi Devriminde, diğer bir ismiyle Endüstri 4.0 döneminde makinelerin insan desteği olmadan birbirleriyle etkileşimde olduğu dönemdir. Bu dönemin başlangıcı 2011 yılında Almanya'nın Hannover kentinde düzenlenen teknoloji fuarında olmuştur. Yapay zekâ, bulut bilişim, büyük veri, nesnelerin interneti, artırılmış gerçekçilik bu devrin bileşenlerini oluşturmaktadır (Çırak, 2021). Teknolojinin hızlı bir şekilde ilerlemesi, toplum yaşamında kabul görmesi ve neoliberal politikaların da desteğiyle doğal kaynakların sınırsızlaşmasına tüketilmesine neden olmuştur.

Sanayi ve teknolojideki gelişmelerle birlikte 1980'li yıllarda küreselleşme ile neoliberal politikalar da gün yüzüne çıkmış ve firmalar kar maksimizasyon hedefi gütmüşlerdir. Kar maksimizasyon hedefi güden firmalar ve bireyler doğal kaynakların fütursuzca tüketilmesine sebep olmuştur. Bu yaşanan gelişmelerin gezegenimize zarar verdiği insanlar tarafından fark edilince sera gazı emisyonları zamanla önemli hale gelmiştir. Bu çalışma kapsamında sera gazı emisyonlarının yakından ilişkisi olan binek otomobiller ve GSYH ile ilişkisine odaklanılmış ve belirli sayıdaki çalışmalara yer verilmiştir.

Pekin (2006); yapmış olduğu çalışmada ulaştırma sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonlarını incelemiştir. Çalışmada Türkiye'nin ulaştırma sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları (CO, NOX, CO, CH4, NMVOC, N2O ve SO2) belirlenmiştir. Hesaplamalar sonucunda bütün sera gazı emisyonlarında artış olduğu ve özellikle yakıt tüketimlerinin artması sonucunda CO2 emisyonlarının hızla arttığı gözlemlenerek ulaştırma sektöründeki alt gruplar içinde en büyük emisyon kaynağının karayolu olduğuna ulaşılmıştır.

Singh, Gangapadhyay, Nanda, Bhattachanya, Sharma ve Bhan (2008); yapmış oldukları çalışmada 1980'den 2000'e kadar Hindistan'daki karayolu taşımacılığı sektöründe CO2, CH4 ve N2O gibi sera gazlarının enerji tüketimi eğilimleri ve buna bağlı emisyonları detaylandırılmıştır. Sonuç olarak Hindistan'daki karayolu taşımacılığı sektörünün 1990'da 59 Mt CO2 eşdeğeri emisyon yaydığı ve 2000 yılında bu değer 106 Mt'a yükseldiği tahmin edilmektedir. Bununla birlikte, toplam ulusal

CO2 eşdeğeri emisyonlarının 1990'da 988 Mt'dan 2000'de 1485 Mt'a yükseldiği tahmin edilmiştir.

Hankey ve Marshall (2010); yapmış oldukları çalışmada 1950–2000 döneminde 142 ABD şehri için kentsel büyüme modelleri incelenmiş ve 2000–2020 dönemi için altı makul kentsel genişleme senaryosu öngörülmüştür ve her senaryo için kentsel alanlardaki binek araçlardan kaynaklanan sera gazı emisyonlarını tahmin edilmiştir. Çalışmada kentsel ulaşım emisyonlarının en büyük kaynağı olan sera gazı emisyonlarının nasıl etkilediği, kentsel parametrelerin istatistiksel dağılımlarına odaklanan bir Monte Carlo yaklaşımı ile tahmin edilmiştir. Sonuç olarak hem nüfus yoğunluğunun hem de binek otomobil sayısının sera gazı emisyonu üzerinde pozitif yönlü ilişki olduğuna ulaşılmış ve öneri olarak yakıtların karbon içeriğinin düşürülmesi, araç verimliliğini artırılması sunulmuştur.

Dam (2014); yapmış olduğu çalışmada sera gazı emisyonlarının makroekonomik değişkenlerle ilişkisini panel veri analizi ile incelemiştir. Çalışmada 24 OECD ülkesine ait kişi başı sera gazı emisyon miktarı, kişi başı GSYH, kişi başı enerji tüketimi ve ticari açıklık verileri kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda ise karbondioksit emisyonunu arttıran en önemli değişkenlerin enerji tüketimi olduğu ve enerji tüketiminin de en çok fosil yakıtlardan kaynaklandığı sonucuna ulaşılmıştır.

Özçağ, Yılmaz ve Sofuoğlu, (2017); yapmış oldukları çalışmada Türkiye'de 1990-2014 döneminde sanayi ve tarım sektörlerindeki sera gazı emisyonlarında ortaya çıkan değişimi indeks ayrıştırma yöntemi ile incelemişlerdir. Çalışmanın sonucunda ise sanayi ve tarım sektörlerinde sera gazı emisyonundaki değişimin temel belirleyicisinin enerji yoğunluğu etkisi olduğu görülmüştür. Ayrıca Türkiye'de 1990-2010 döneminde ekonomik büyüme ve sera gazı emisyonları arasında aynı yönlü gerçekleşen bir değişimin varlığı görülürken, 2010 yılından itibaren ekonomik büyümedeki artış oranı sera gazı emisyonlarında meydana gelen artış oranından daha yüksek olmuş ve böylece değişkenler arasında ayrışmaya ulaşılmıştır.

Şengönül, Karadaş ve Koşaroğlu, (2019); yapmış oldukları çalışmada sera gazı emisyonu ve sağlık harcamaları arasındaki ilişkiyi 2000-2013 yıllarını kapsayan dönemde ASEAN ülkeleri özelinde ele almışlardır. Çalışmanın sonucunda ise enerji tüketimi ve sağlık harcamaları arasında, enerji tüketimi ve sağlık harcamalarından CO2 emisyonu arasında bulunan nedensellik ilişkisine ulaşılmıştır.

Akyol ve Mete (2021); yapmış oldukları çalışmada çevresel teknolojik inovasyonların CO2 emisyonu üzerindeki etkisi 2005-2018 yılları arasındaki dönemi kapsayarak OECD kurucu üyesi 18 ülke için araştırılmıştır. Çalışmanın yöntem olarak panel

genelleştirilmiş momentler metodu (GMM) yöntemi kullanılmıştır. Bağımlı değişken olarak CO2 emisyonu seçilirken enerji tüketimi, ekonomik büyüme (GSYH) ve teknolojik inovasyon ise bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Çalışmanın sonucunda iklim değişikliğini önlemeye yönelik patent başvurularında meydana gelen %1 düzeyinde artış CO2 emisyonunu %0.02 oranında azalttığı, enerji tüketiminde meydana gelen %1 düzeyindeki artış CO2 emisyonunu %0.56 oranında artırdığı ve son olarak GSYH büyüme hızında meydana gelen %1 düzeyindeki artış ise CO2 emisyonunu %0.001 oranında artırdığı sonucuna ulaşılmıştır.

Hassani ve Maleki (2021); yapmış oldukları çalışmada 2050 yılına kadar İran'da binek otomobillerin yakıt talebi ve sera gazı emisyonlarını tahmin etmişlerdir. Çalışmada İran'daki kişisel bilgisayarlardan kaynaklanan benzin talebi ve sera gazı emisyonlarının gelecekteki eğilimlerini anlamak ve azaltma politikalarının etkinliğini değerlendirmek amaçlanmıştır. Sonuç olarak bilgisayar stokunun ve kullanım yoğunluğunun ekonomik göstergeler ışığında ekonometrik modeller geliştirilmiş ve İran'ın bilgisayar stoğunun 2050 yılına kadar üç katına çıkarak 64 milyona ulaşacağını ve bu durumun benzin talebinde ve sera gazı emisyonlarında %280'lik bir artışa yol açacağı tahmin edilmiştir.

Fenkli ve Çırak (2022); yapmış oldukları çalışmada AB ülkelerinin 2019 yılına ait petrol ürünleri ve katı fosil yakıt ürünleri tüketiminin sera gazı emisyonu üzerindeki etkileri çoklu regresyon modeli ele alınmıştır. Araştırmanın bulgularına göre fosil yakıt kullanımının sera gazı emisyonunu daha yüksek oranda artırdığı aralarında güçlü pozitif korelasyon ilişkisi olduğu tespit edilmiştir.

Nazarko, Zemaitis, Wroblewski, Suhajda ve Zajaczkowska (2022); yapmış oldukları çalışmada, AB ülkeleri için CO2 emisyonunun ekonomik büyüme üzerindeki etkisini sektörel olarak korelasyon-regresyon analizi ile ele almışlardır. Araştırmanın sonuçlarına göre CO2 emisyonu arasındaki en yüksek pozitif korelasyonun ulaşım sektörü olduğu tespit edilmiştir.

Onofrei, Vatamanu ve Cigu (2022); yapmış oldukları çalışmada 2000-2017 dönemi için 27 AB üye ülkesinin ekonomik büyüme ile CO2 emisyonu arasındaki ilişki dinamik panel veri analizi ile test edilmiştir. Analiz bulgularında AB için uzun dönemde ekonomik büyüme ile CO2 emisyonu arasında eşbütünlük ilişkisine ulaşılmıştır. Ayrıca CO2 emisyonlarındaki ortalama %1'lik bir artış GSYH büyümesini 0,072 oranında azaltmaktadır.

Berke ve Kışla (2023); yapmış oldukları çalışmada, 1991-2018 dönem aralığında AB ülkelerinde karbon emisyonlarının belirleyicileri mekânsal ekonometri yöntemiyle ele alınmıştır. Çalışmanın bulgularına göre gelir eşitsizliği ve finansal gelişme arttıkça karbon emisyonlarının arttığı sonucuna ulaşılmıştır.

Chovancova, Popovicova ve Huttmanova (2023); ele almış oldukları çalışmada AB'nin taşımacılık sektöründeki sera gazı emisyonları ile ekonomik büyümeyi analiz etmişlerdir. Analiz sonuçlarına göre emisyonların ekonomik büyümeye göre daha yavaş arttığı sonucuna ulaşılmıştır ve bu kısmi başarı olarak değerlendirilmiştir.

Lin, Chiu, Lin, Chang ve Lin (2023); yapmış oldukları çalışmada AB'nin 2030 İklim Hedeflerinde yer alan karbon emisyonlarını %55 oranında azaltma hedefi temelinde araştırma yapılmıştır. Yapılan çalışmada Kuzey Avrupa ülkelerinin (Danimarka, İsveç, İsviçre, İrlanda) enerji verimliliğinin karbon emisyon azaltımının, diğer Avrupa ülkelerine kıyasla yüksek olduğuna ulaşılmıştır.

Yazın taramasında genel olarak sera gazı emisyonunu en çok enerji yoğunluğu ve kara yolu ulaşımından kaynaklı gazların, GSYH ve diğer faktörlere göre daha çok artırdığı çalışmalar mevcuttur. Bununla birlikte CO2 emisyonu ve karbon salınımlarının makro ekonomik etkilerine yönelik çalışmalar son yıllarda artış gösterdiği yazın taramasında görülmektedir.

3. Veri Türü ve Veri Seti

Bu başlık altında araştırmanın uygulama kısmında kullanılacak olan verilere ait bilgiler paylaşılacaktır. Araştırmada yatay kesit veri türü kullanıldığından öncelikle yatay kesit veri türü açıklanacak ve sonrasında veri setini oluşturan değişkenler hakkında gerekli istatistiki bilgiler sunulacaktır

3.1. Yatay Kesit Veri Türü

Yatay kesit veri, zamanın herhangi bir noktasında ülkeler, şehirler, hanehalkları, firmalar veya bireyler gibi farklı birimlere ait toplanmış örneklerden oluşmaktadır. Yatay kesit verinin en önemli özelliklerinden biri ana kitleden rassal örnekleme yoluyla elde ediliyor olmasıdır. İktisat ve diğer sosyal bilimlerde oldukça geniş bir alanda kullanılan yatay kesit veri pek çok hipotezin test edilmesinde ve iktisat politikalarını değerlendirmek için kullanılmaktadır (Wooldridge, 2013, ss. 5-6). Bu veri türünde "Yi" bağımlı değişken "Xi, X2i, X3i.....Xni" gibi yatay kesitte yer alan birimlere (i) ait bağımsız değişkenlerden oluşan regresyon modeli tahmin edilir.

3.2. Veri Seti

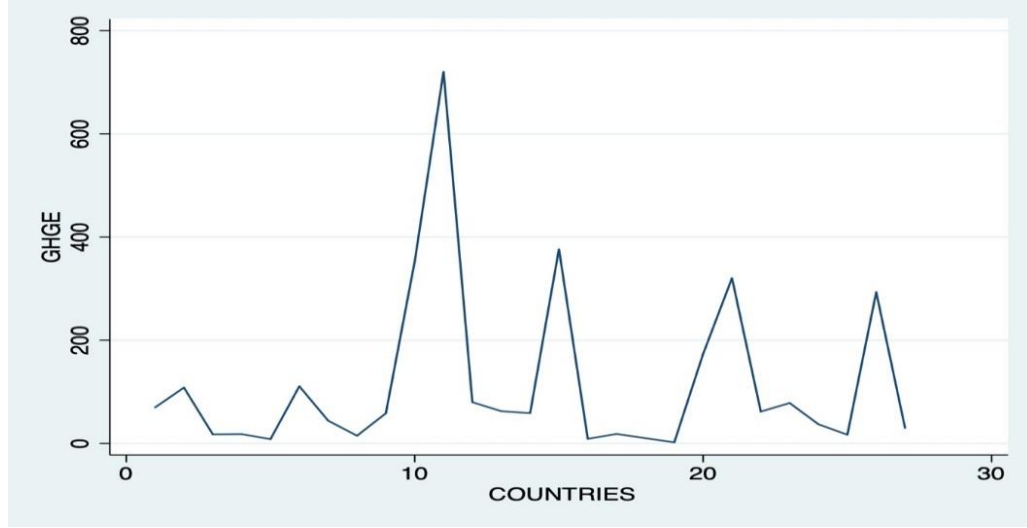
Araştırmanın veri seti yatay kesit veri türünden oluşmakta olup, yatay kesitte Avrupa Birliği'ne üye 27 ülke yer almaktadır. Araştırmaya konu 2019 yılına (tüm değişkenler için ulaşılan en güncel veriler 2019 yılına kadar olduğundan bu tarih baz alınmıştır) ait verilerden oluşturulan değişkenler ise; bağımlı değişken olarak sera gazı emisyonu (greenhouse gaz emission) "GHGE", bağımsız değişkenler kişilere ait binek otomobil

sayısı (number of personal cars) “NPC” ve kişi başına düşen milli gelir (per capita income) “PCI”den oluşmaktadır. Bağımsız değişken “GHGE” birim metre ton (mt) olarak (Climatewatchdata, 2022), bağımlı değişkenlerden “NPC” birim adet ve diğer bağımsız değişken “PCI” ise bin Euro cinsinden kullanılmaktadır (Eurostat, 2022). Ayrıca, veriler ikincil veri olma özelliği taşımaktadır.

Tablo 1. Ham Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

| Değişkenler | Gözlem | Ortalama | Std. Sapma | Min. | Max. |
|-------------|--------|----------|------------|--------|----------|
| GHGE | 27 | 116.6511 | 163.7622 | 2.13 | 720.23 |
| NPC | 27 | 9167942 | 1.33e+07 | 307130 | 4.77e+07 |
| PCI | 27 | 27734.07 | 17525.51 | 6630 | 83590 |

Tablo 1’de araştırmada kullanılacak her üç değişkene ait ham (işlem görmemiş) verilerden elde edilmiş tanımlayıcı istatistikleri verilmiştir.



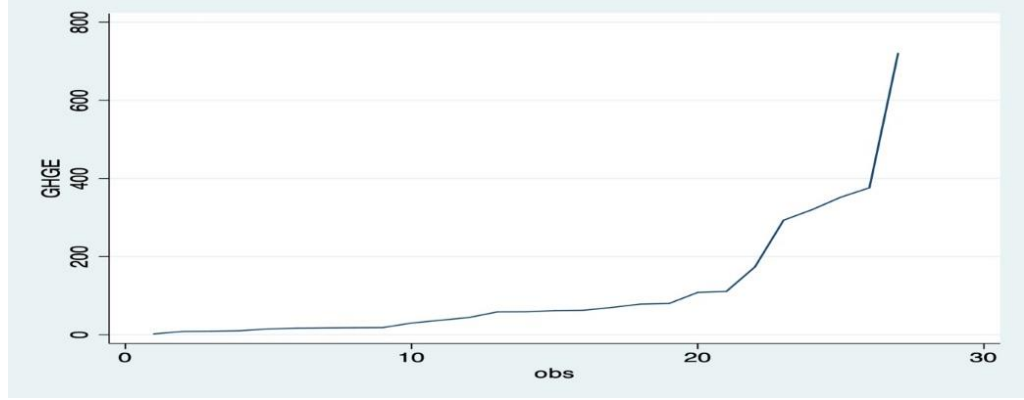
Grafik 4. Ülkelerin Topluca Sera Gazı Emisyon Grafiği¹

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

Grafik 4’te Avrupa Birliğine üye 27 ülkenin tümüne ait sera gazı emisyonlarının toplamından oluşan bağımsız değişken GHGE’ye ait grafik yer almaktadır. Grafik, ülkelere ait verilerin ülkelerin alfabetik sırasına göre birbirine eklenmesi sonucunda oluşturulmuştur. Grafikte görüldüğü üzere bazı ülkelerin GHGE oranlarının oldukça yüksek bazıları ise düşük olduğu görülmektedir.

¹ Bu grafikte ülkeler alfabetik olarak şu şekilde sıralanmıştır: Austria, Belgium, Bulgaria, Croatia, Cyprus, Czechia, Denmark, Estonia, Finland, France, Germany, Greece, Hungary, Ireland, Italy, Latvia, Lithuania, Luxembourg, Malta, Netherlands, Poland, Portugal, Romania, Slovakia, Slovenia, Spain, Sweden.

Çoklu Doğrusal Regresyon Modeliyle Sera Gazı Emisyonu Üzerine Bir Araştırma: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği (A Research On Greenhouse Gas Emissions By Multilinear Regression Model: Example Of European Union Countries)



Grafik 5. Ülkelerin Topluca Sera Gazı Emisyon Grafiği²

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

Grafik 5'te AB üyesi 27 ülkeye ait sera gazı emisyonu en az olan ülkeden en çok olan ülkeye doğru eklenerek oluşturulan toplu grafik yer almaktadır. Grafikte görüldüğü üzere sera gazı emisyon eğrisi doğrusallık özelliği taşımamaktadır. Araştırmada yer alan bağımsız değişkenler için de çalışmanın sonunda EK-I'de yer alan grafiklerde görüleceği üzere doğrusallık sorunu tespit edilmiştir. Bundan dolayı, tüm değişkenlere logaritmik dönüşüm işlemi uygulanmasına karar verilmiştir.

Tablo 2. İşleme Tabi Tutulmuş Değişkenlere Ait Tanımlayıcı İstatistikler

| Değişkenler | Gözlem | Ortalama | Std. Sapma | Min. | Max. |
|-------------|--------|----------|------------|----------|----------|
| lnGHGE | 27 | 3.929812 | 1.385483 | .756122 | 6.579571 |
| lnNPC | 27 | 15.15213 | 1.3795 | 12.63503 | 17.68078 |
| lnPCI | 27 | 10.05468 | .6060525 | 8.79936 | 11.33368 |

Tablo 2'de logaritmik dönüşüm işlemine tabi tutulmuş değişkenlere ait tanımlayıcı istatistikler yer almaktadır. Logaritmik dönüşüm sonrası bağımlı değişken lnGHGE, bağımsız değişkenler ise lnNPC ve lnPCI şeklinde ifade edilmek üzere uygulamaya hazır hale getirilmiştir.

4. Metodoloji

Araştırmanın uygulama kısmında çoklu doğrusal regresyon modeli tahmin edilecek, tahmin edilen modelin gerekli varsayımları sağlayıp sağlamadığına yönelik testler uygulandıktan sonra değişkenler arası korelasyon analizi yapılacaktır. Bundan dolayı sırasıyla çoklu doğrusal regresyon modelinin teorik yapısı, model ait varsayımlar,

² Bu grafikte ülkelerin sera gazı emisyon oranının en az olan ülkeden başlayarak en çok çok olana doğru eklenmiş hali şu şekildedir: Malta, Cyprus, Latvia, Luxembourg, Estonia, Slovenia, Bulgaria, Croatia, Lithuania, Sweden, Slovakia, Denmark, Finland, Ireland, Portugal, Hungary, Austria, Romania, Greece, Belgium, Czechia, Netherlands, Spain, Poland, France, Italy, Germany.

varsayımları sınamaya yönelik kullanılacak olan testler ve son olarak değişkenler arası korelasyon analizi açıklanacaktır.

4.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli

Ekonometrik analizlerde sıkça kullanılan ve ekonometrinin temel araçlarından biri olan doğrusal regresyon modeli değişken sayısına göre basit doğrusal regresyon modeli ve çoklu doğrusal regresyon modeli olmak üzere iki ayrılır.

$$Y = \beta_0 + \beta_1 X + u \quad (1)$$

Denklem (1) "Y"nin bağımlı değişken, "X"nin bağımsız değişken olduğu ve "u" hata teriminden oluşan basit doğrusal regresyon modelini göstermektedir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (2)$$

Denklem (2)'de gösterilen ana kitle modelinde "Y" bağlanan veya bağımlı değişken, "X" bağımlı veya bağımsız değişkenleri, "u" ise rassal veya stokastik hata terimini temsil etmektedir. Gösterimde "i" alt simgesi i-nci gözlemi belirtmek için kullanılır. İki bileşenden oluşan bu eşitliğe göre; " βX " deterministik bileşen iken, "ui" sistematik olmayan bileşendir. Burada, " βX ", "X" değerleri veri iken "Yi"nin koşullu ortalaması $E(Y_i|X)$ olarak yorumlanmaktadır. Bundan dolayı, her bir "Yi" değeri, temsil ettiği ana kitle ortalama değeri ile rassal bir terimin toplamına veya farkına eşit olduğunu ifade etmektedir. Regresyon doğrusunda yer alan " β_0 " sabit terimi, " β_1 " ve " β_k " arasında değişenler ise eğim katsayıları olarak bilinmektedir. Bu katsayıların hepsine birden regresyon parametreleri denilmektedir. Regresyon analizindeki temel amaç "X" değişkenlerinin değerlerinde gerçekleşen değişimlere "Y"nin ortalamasının nasıl bir tepki göstereceğini açıklamaktır. Regresyon doğrusunda yer alan her parametre diğer değişkenler sabit varsayıldığında açıklayıcı değişkenin bir birimlik değişim karşılığında "Y"nin ortalama değerindeki değişimi ölçerek kısmi nitelemesini yapmak için kullanılır. Modelde kaç tane açıklayıcı değişkenin yer alması gerektiği ele alınan probleme göre değişmekte olup bu doğrultuda karar verilmektedir. Modelde kullanılacak değişken sayısı belirlendikten sonra tahmin edilen regresyon modeline ait parametrelerin tek tek anlamlılığı için t testi kullanılır.

$$H_0 : \beta_i = 0 \quad (3)$$

$$H_1 : \beta_i \neq 0$$

Parametrelerin anlamlılığına (3) no'lu gösterimdeki temel hipotez ve alternatif hipotezlerin karşılaştırılmasıyla karar verilir. Tahmin edilen modelde yer alan parametreye ait t istatistik hesap değerinin t dağılım tablosundaki değerden büyük olması durumunda (thesap > ttablo) temel hipotez reddedilmektedir.

Parametrelerin tek tek anlamlılığının yanı sıra topluca anlamlı olup olmadığı benzer şekilde sınanmaktadır.

$$H_0 : \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \dots = \beta_k = 0 \quad (4)$$

$$H_1 : \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \dots \neq \beta_k \neq 0$$

Parametrelerin topluca anlamlılığını sınamaya yönelik gösterim (4)'teki temel hipotez ve alternatif hipotez kullanılmaktadır. Bu hipotezlerin sınamasında F istatistiği ve F tablo değerleri karşılaştırılır. Hesaplanan F istatistiğinin F tablo değerinden büyük ($F_{hesap} > F_{tablo}$) olması durumunda temel hipotez reddedilerek bağımsız değişkenlerin bağımlı değişkeni açıklamakta topluca anlamlı olduğuna karar verilir.

Tahmin edilen modelin belirlilik katsayısı olan R2 değeri ise modelde yer alan bağımsız değişkenlerin beraberce bağımlı değişkeni açıklama yüzdesini göstermektedir (Gujarati ve Porter, 2012).

Çoklu Doğrusal Regresyon Model Varsayımları

Gerçekte ana kitle regresyon fonksiyonunu gözlemlemenin zorluğundan (zaman, maliyet ve büyüklük, v.b.) dolayı regresyon analizindeki amaç ana kitleye yönelik çıkarımları örneklem üzerinden tahmin edebilmektir. Bunun için tahmin edilen modelin bir takım teorik varsayımları sağlaması gerekmektedir. Bunlar:

- 1) Bir önceki başlıkta denklem (1)'de gösterilen eşitlikte olduğu gibi parametrelere göre doğrusaldır. Fakat, "Y" ve "X" değişkenlerine göre doğrusal olabilir veya olmayabilir.
- 2) Tekrarlı örneklemelerde sabitin olmasına bağlı olarak, açıklayıcı değişkenlerin sabit veya stokastik olmadığı varsayılır.
- 3) "X" değişkenlerine ait değerler verildiğinde hata terimini beklenen değeri veya ortalama değeri sıfıra eşittir.

$$E(u_i|X) = 0 \quad (5)$$

Yukarıda (5) no'lu ifade modeldeki bütün "X" değişkenlerini temsil etmektedir. Yani, "X" değişkenlerinin değerleri verildiğinde hata teriminin koşullu beklentisi sıfır olacaktır. Bunu şu şekilde ifade etmekte mümkündür:

$$Y_i = \beta X + u_i \quad (6)$$

Denklem (6), bir önceki başlıkta denklem (2) ile gösterilen çoklu regresyon modelinin kısaltılmış gösterimidir. Bu kısaltılmış denklem üzerinden ifade edilecek olursa;

$$E(Y_i|X) = \beta X + E(u_i|X) \quad (7)$$

$$= \beta X$$

Denklem (7)'de görüldüğü şeklinde yazılabilir. Denklem (7)'deki eşitliğe göre "X" değerlerinin koşuluna bağlı ortalama "Yi" değerinin modeli olarak yorumlanabileceği gibi daha önce bahsedilen ana kitle ortalama regresyon fonksiyonunu temsil etmektedir.

4) "X" değerleri verildiğinde her bir "ui"nin varyansı eşittir.

$$var(u_i|X) = \sigma^2 \quad (8)$$

Yani, (8) no'lu ifade de gösterildiği üzere değişen varyans (heteroskedasticity) yoktur. Varyans sabit olması varsayılmaktadır.

5) Bu varsayım genel olarak zaman serisi analizleri için geçerli olan bir varsayım olarak iki hata terimi arasında korelasyon olmadığına yöneliktir.

$$cov(u_i, u_j|X) = 0 \quad i \neq j \quad (9)$$

Gösterim (9) kovaryansı temsil etmekte olup, "i" ve "j" iki farklı hata terimine karşılık gelmektedir. Kısaca, iki hata terimi arasında otokorelasyon olmadığı varsayılır.

6) Değişkenler arasında tam doğrusal ilişki yoktur. Bu da çoklu doğrusal bağlantı olmadığı anlamına gelen varsayımdır.

7) Regresyon modeli doğru tanımlanmış olmalıdır. Yani, tanımlama hatası olmamalıdır.

8) Son olarak hata terimi sıfır ortalama ve sabit varyanslı normal dağılıma sahip olmalıdır.

$$u_i \sim N(0, \sigma^2) \quad (10)$$

Gösterim (10) hata teriminin sıfır ortalamalı ve sabit varyanslı normal dağılıma sahip olduğu anlamına gelen varsayımı ifade etmektedir (Gujarati, 2016, ss. 39-47).

4.3. Diagnostik Testler

Bu başlık altında tahmin edilen modelin varsayımlarını sınamaya yönelik uygulanacak testlere yönelik teorik bilgiler açıklanacaktır. Literatürde aynı amaçları sınamaya yönelik pek çok alternatif test mevcuttur. Fakat, bu araştırmada kullanmayı tercih ettiğimiz (literatürdeki en çok tercih edilen) testler; Breusch-Pagan testi, VIF (Variance Inflation Factor), Jarque Bera (JB Normality Test) testi, Durbin Watson (DW Test) testi ve Ramsey Reset teslerinden oluşmaktadır.

4.3.1. Breusch-Pagan Testi

Breusch-Pagan testi tahmin edilen modelde değişen varyansın varlığını sınamaya yönelik testtir. Bu testin aşamaları şu şekildedir:

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_{1i} + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \dots + \beta_k X_{ki} + u_i \quad (11)$$

$$var(u_i) = \sigma_i^2$$

Denklem (11) test sınaması yapılacak ana regresyon denklemini ifade etmektedir. Yani, ilk olarak model tahmin edilir. Ve bu denklemden kalıntı kareleri elde edilir.

$$u_i^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Z_{1i} + \alpha_2 Z_{2i} + \alpha_3 Z_{3i} + \dots + \alpha_k Z_{ki} + v_i \quad (12)$$

Denklem (12), ana regresyon modelinden elde kalıntı karelerin bağımlı değişken olduğu yardımcı regresyon modelini temsil etmektedir. Bu denklemdeki "Zi" hata teriminin varyansını belirlediği düşünülen değişken (ana regresyon denklemindeki "Xi" kümesi gibi) kümesidir.

$$H_0 : \alpha_0 = \alpha_1 = \alpha_2 = \dots = \alpha_k = 0 \quad (13)$$

Sonrasında (13) no'lu gösterimde olduğu gibi yardımcı regresyon modeli için değişen varyansın olmadığına yönelik temel hipotez oluşturulur.

$$LM = nR^2 \quad (14)$$

Denklem (14)'te görüldüğü üzere yardımcı regresyon modelinden hesaplanan belirlilik katsayısı ve gözlem sayısı çarpılarak hesaplanan LM istatistik değeri elde edilir. Hesaplanan değer χ^2 tablo değerinden büyük olması durumunda temel hipotez reddedilir ve değişen varyans olduğuna karar verilir (Breusch ve Pagan: 1979).

4.3.2. Varyans Büyütme Faktörü (VIF)

Varyans büyütme faktörü tahmin edilen modelde çoklu doğrusal bağlantı sorununa yönelik olan varsayımı test etmek için kullanılmaktadır. Tahmin edilen modeldeki parametre varyanslarının çoklu doğrusal bağlantı nedeniyle gerçek değerlerinden ne kadar uzaklaştığını hesaplamaktadır.

$$VIF_j = \frac{1}{1 - R_j^2} \quad j = 1, 2, 3, \dots, k \quad (15)$$

Denklem (15), VIF değerinin hesaplanmasında kullanılan formül verilmiştir. Formülde yer alan "R_j²" tahmin edilen modelde her bağımsız değişkenin ayrı ayrı tek başına bağımlı değişken olduğu durumda elde edilen belirlilik katsayılarını ifade

etmektedir. Belirlilik katsayısının "0" olduğu durumda VIF değeri "1", yine belirlilik katsayısının "0,9" olduğunda VIF değeri "10" ve son olarak belirlilik katsayısının "0,999" olduğunda VIF değeri "1000"e kadar artmaktadır. Çoklu doğrusal bağlantı sorunu için VIF tolerans değerinin "10" olması, bu konuyu ilgilendiren varsayımın kabul edilmesi bakımından yeterli görülmektedir (Asteriou ve Hall, 2011, ss. 99-100).

4.3.3. Jarque Bera (JB Normality Test) Testi

Jarque Bera testi tahmin edilen modele ait hata teriminin ortalama etrafındaki dağılımını çarpıklık ve basıklık değerlerinin hesaplanarak normal dağılıma ait çarpıklık ve basıklık değerlerinin karşılaştırılması sonucunda normal dağılıma olan uygunluğunu test etmektedir.

$$JB = n \left[\frac{S^2}{6} + \frac{(K-3)^2}{24} \right] \quad (16)$$

Denklem (16), JB testi için çarpıklık ve basıklık istatistik değerlerinin hesaplanması için kullanılan formülü göstermektedir. Formülde yer alan S (skewness) çarpıklığı K (kurtosis) basıklığı ifade etmektedir. Bu formül yardımıyla JB istatistik değeri hesaplanmaktadır.

$$H_0 : S = 0 \text{ ve } K = 3 \quad (17)$$

JB istatistik değeri hesaplandıktan sonra hata teriminin normal dağılıma sahip olduğuna yönelik (17) no'lu gösterimdeki temel hipotez oluşturulur. JB test istatistiği iki serbestlik dereceli χ^2 dağılımı ile karşılaştırılarak temel hipotezin reddedilmemesi durumunda normal dağılıma sahip olduğuna karar verilir (Jarque ve Bera, 1987).

4.3.4. Ramsey Reset Testi

Model spesifikasyonunun doğrulunu test etmek üzere Ramsey Reset testi kullanılmaktadır. Genel anlamda fonksiyonel şekil hatasını tespit etmek üzere kullanılmaktadır.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + u \quad (18)$$

Denklem (18)'in tahmin edilen sıradan herhangi bir model olduğu varsayılırsa, bu orijinal denklemin doğrusallığını sınamak için bu denkleme ait karesel ve kübik polinomlar başlangıçtaki denkleme eklenerek genişletilir.

$$Y_i = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_k X_k + \delta_1 y^2 + \delta_2 y^3 + u \quad (19)$$

Denklem (19)'da başlangıçtaki fonksiyonun genişletilmiş hali görülmektedir. Burada başlangıç fonksiyonundaki tahmin değerlerinin açıklayıcı değer olarak yer aldığı görülmektedir. Eğer, başlangıç fonksiyonunda bir tanımlama hatasını (örneğin doğrusallık) test etmek istenmesi durumunda, y^2 ve y^3 'ün X_k 'lerin doğrusal fonksiyonu olması gerekeceğini söylemek mümkün olacaktır.

$$H_0 : \delta_1 = \delta_2 = 0 \quad (20)$$

Her iki fonksiyonun doğrusallık karşılaştırmasını yapmak üzere (20) no'lu gösterimdeki temel hipotez oluşturulur. Testin sınamasında hesaplanan F istatistiği, F istatistik tablo değeri karşılaştırılır. Temel hipotezin reddedilmesi durumunda modelde spesifikasyon hatası olduğuna karar verilir (Ramsey, 1969).

4.3.5. Korelasyon Analizi

Çoklu regresyon modellerinde bağımlı değişken ile tek tek bağımsız değişkenlerin veya bağımsız değişkenlerin kendi aralarında ilişki söz konusu olmaktadır. İki bağımsız değişkenin yer aldığı herhangi bir modelde çoklu korelasyon katsayısı yer almaktadır.

$$R_{1.23} = \sqrt{1 - \frac{s_{1.23}^2}{s_1^2}} \quad (22)$$

Denklem (22)'de "s1" ile gösterilen "X1" değişkenine ait standart sapmayı, "s1.23" tahminin yığın standart hatasını ve "R1.23" çoklu belirlenme katsayısını temsil etmektedir.

$$R_{1.23} = \sqrt{\frac{r_{12}^2 + r_{13}^2 - 2r_{12}r_{13}r_{23}}{1 - r_{23}^2}} \quad (23)$$

Denklem (23) doğrusal regresyon denklemi için kullanılan doğrusal çoklu korelasyon katsayısını temsil etmektedir. Burada, "R1.23" çoklu korelasyon katsayısı "0" ve "1" arasında bir değer almaktadır. Bu katsayı "1"e yaklaştıkça değişkenler arasındaki doğrusal ilişki iyileşerek güçlenirken, "0"a yaklaştıkça değişkenler arasındaki doğrusal ilişki zayıflamaktadır. Çoklu korelasyon katsayısının "1" olduğu durum doğrusal ilişkinin tam ve kesin olduğunu gösterirken, "0" olan korelasyon katsayısı değişkenler arasında doğrusal ilişkinin olmadığını göstermekle beraber, doğrusal olmayan bir ilişkinin var olduğunu söylemeyi mümkün kılar (Spiegel ve Stephens, 2013, ss. 384-386).

5. Analiz ve Ampirik Bulgular

Araştırmanın uygulamasının gerçekleştirileceği bu başlık altında teori kısmında yapılan açıklamaların sırasıyla uygulaması yapılacaktır. Öncelikle çalışmada kullanılacak olan değişkenlerle çoklu doğrusal regresyon modeli tahmin edilecek, tahmin modeline ait varsayımlar için gereken sınamalar yapılacak ve tahmin modelinin varsayımları sağlanması durumunda model kabul edilerek değişkenler

arasındaki ilişkinin yönünü ve gücünü tespit etmek üzere korelasyon analizi yapılacaktır. Araştırmanın uygulamasında STATA 15 paket programı kullanılacaktır.

5.1. Çoklu Doğrusal Regresyon Modeli

Uygulamanın ilk adımında 2019 yılı verileri baz alınarak Avrupa Birliği üyesi 27 ülke için seçilmiş değişkenlerle çoklu doğrusal regresyon modeli tahmin edilecektir.

Tablo 3. Regresyon Model Tahmini

| Bağımsız Değişken: | | Regresyon Modeli | | |
|--------------------|-----------|------------------|-----------------------|-----------------|
| lnGHGE | | | | |
| Değişkenler | Katsayı | Std. Hata | t İstatistiği | Olasılık Değeri |
| lnNPC | .9630276 | .0489301 | 19.68 | 0.000* |
| lnPCI | .2559955 | .111375 | 2.30 | 0.031** |
| cons | -13.23606 | 1.311987 | -10.09 | 0.000* |
| F(2, 24): | 199.23 | | Akaike Bilgi Kriteri | 21.77271 |
| Prob > F: | 0.0000 | | Schwarz Bilgi Kriteri | 25.66022 |
| R-squared: | 0.9432 | | | |
| Adj R-squared: | 0.9385 | | | |

*%1, **%5, ***%10 Anlamlılık Seviyesi.

Tablo 3'te tahmin edilen regresyon modeline ait çıktı yer almaktadır. Çıktıya göre tüm parametrelere ait Prob değerlerine göre ($p < 0.005$) lnNPC için ($p < 0.001$), sabit parametre için ($p < 0.001$) ve lnPCI için ($p < 0.005$) iken, bu parametrelere ait t istatistik değerleri ($t > |1.96|$) thesap > ttablo (Newblod, 2016) koşulunu sağladığından parametrelerin her biri istatistiki olarak anlamlıdır. Tablonun alt kısmında yer alan F istatistiğine göre (Prob > 0.0000) temel hipotez reddedilmiş ve bağımlı değişkeni açıklayan bağımsız değişkenlere ait katsayıların topluca anlamlı olduğuna yönelik oluşturulan alternatif hipotez kabul edilmiştir. Yine, tablonun alt kısmında yer alan belirlilik katsayısı ($R^2 : 0.94$) dikkate alındığında modelde yer alan bağımsız değişkenlerin sera gazı emisyonundaki değişkenliğin %94'nü birlikte açıkladığı anlaşılmaktadır.

$$\ln GHGE = -13.23606 \text{ cons} + 0.9630276 \ln NPC + 0.2559955 \ln PCI \quad (24)$$

Denklem (24), tahmin edilen regresyon modeline aittir. Denkleme göre diğer bütün değişkenler sabitken binek otomobil sayısındaki %1'lik bir artış sera gazı emisyonunu yaklaşık %0.96 (mt) arttırmaktadır. Bir diğer bağımsız değişken olan kişi başı millî gelirdeki %1'lik bir artış ise sera gazı emisyonunun yaklaşık %0.25 (mt) artmasına neden olmaktadır.

5.2. Tahmin Edilen Model İçin Diagnostik Testler

Tahmin edilen model gerek parametrelerin tek tek gerekse topluca anlamlı olma koşullarını yerine getirmiştir. Belirlilik katsayısının yüksek çıkması tahmin modelinin açıklama gücünün yüksek olduğunu göstermektedir. Fakat, bunlar yeterli olmayıp teori kısmında bahsedildiği üzere tahmin edilen modelin kabul edilmesi bazı varsayımları sağlaması gerekmektedir.

Tablo 4: Değişen Varyans Sınaması (Heteroskedasticity)

| Breusch-Pagan Testi | | | |
|---|-------------|------------------|---------|
| Hipotez | $\chi^2(1)$ | Prob. > χ^2 | Karar |
| $H_0: \alpha_0 = \alpha_1 = \dots = \alpha_k = 0$ | 0.48 | 0.4869** | Kabul ✓ |

*%1, **%5, ***%10 Anlamlılık Seviyesi.

Tablo 4'te değişen varyans varsayımını test etmek üzere uygulanmış olan Breusch-Pagan test çıktısı yer almaktadır. Çıktıya göre (Prob. > $\chi^2 = 0.4869$) temel hipotez kabul edilmiş ve değişen varyans olmadığı sonucuna ulaşılmıştır.

Tablo 5. Çoklu Doğrusal Bağlantı (VIF)

| Varyans Büyütme Faktörü | | | | |
|-------------------------|------|----------|-----------------|---------|
| Değişkenler | VIF | 1/VIF | Tolerans Değeri | Karar |
| lnNPC | 1.00 | 0.997269 | 1 < 10 | Kabul ✓ |
| lnPCI | 1.00 | 0.997269 | 1 < 10 | Kabul ✓ |
| Mean VIF | 1.00 | | 1 < 10 | Kabul ✓ |

Tablo 5'te çoklu doğrusal bağlantı varsayımını tespit etmeye yönelik VIF değerleri verilmiştir. Tabloda görüldüğü üzere hem her değişken için ayrı ayrı hem de ortalama VIF değeri "10"dan küçük çıkmıştır. VIF ortalama değerinin "10"dan küçük olması tahmin modelinde çoklu doğrusal bağlantı sorunu olmadığını göstermektedir (Tabachnick ve Fidell, 2013).

Tablo 6. Normal Dağılım Testi ((JB Normality Test)

| Jarque Bera Normality Testi | | | |
|--------------------------------|---------------------|------------------|---------|
| Hipotez | JB Test İstatistiği | Prob. > χ^2 | Karar |
| $H_0: S = 0 \text{ \& } K = 3$ | 8.373 | 0.0152* | Kabul ✓ |

*%1, **%5, ***%10 Anlamlılık Seviyesi.

Tablo 7. Model spesifikasyon Testi

| Ramsey Reset Testi | | | |
|---------------------------------|----------------------|---------------------|---------|
| Hipotez | <i>F(3, 21) Test</i> | <i>Prob. > F</i> | Karar |
| $H_0 : \delta_1 = \delta_2 = 0$ | 1.78 | 0.1824** | Kabul ✓ |

*%1, **%5, ***%10 Anlamlılık Seviyesi.

Tablo 7’de diagnostik testlerin son varsayımı olan model spesifikasyonunu sınamaya yönelik Ramsey Reset test sonuçları bulunmaktadır. Test sonucu, tahmin modelinde göz ardı edilmiş (eksik) veya yanlış bir değişken bulunmadığına ve model seçiminin uygun olduğuna yönelik oluşturulan temel hipotezin kabul edildiğini göstermektedir.

5.3. Korelasyon Analizi

Uygulama bölümünde öncelikle araştırmaya konu değişkenlere ait model tahmin edilmiş ve tahmin edilen model parametrelerle ilgili varsayımları sağlamıştır. Sonrasında tahmin modelini diagnostik testlere tabi tutulmuş ve diagnostik testlerle ilgili varsayımların sağlanması sonucunda tahmin edilen model kabul edilmiştir. Araştırma uygulamasının son safhasında kabul edilen modele ait değişkenler arası korelasyon ilişkisi analiz edilecektir

Tablo 8. Değişkenler Arası Korelasyon Analizi

| Korelasyon Matrisi | | | |
|--------------------|--------|--------|--------|
| Değişkenler | lnGHGE | lnNPC | lnPCI |
| lnGHGE | 1.0000 | | |
| lnNPC | 0.9647 | 1.0000 | |
| lnPCI | 0.7543 | 0.6345 | 1.0000 |

Tablo 8’de değişkenler arası korelasyon değerleri yer almaktadır. Tabloya göre bağımsız değişkenler lnNPC ve lnPCI arasındaki korelasyon katsayısı 0.6345 pozitif yönlü ve orta ilişki olduğunu göstermektedir. Bağımlı değişkenle, bağımsız değişkenler arasındaki ilişki ise; lnGHGE ile lnPCI arasındaki 0.7543 katsayı pozitif yönlü güçlü ilişki olduğunu gösterirken, lnGHGE ve lnNPC arasındaki 0.9647 katsayı pozitif yönlü ve çok güçlü ilişki olduğunu göstermektedir (Tavşancıl Tarkun, 2013).

6. Sonuç

Sera gazı emisyonu içerisinde karbondioksit (CO₂) başta olmak üzere metan gazı (CH₄), diazot monoksit (N₂O), klorofloro karbonlar (CFC) ve florlu gazlar gibi küresel ısınmaya neden olan birçok gazları içerisinde barındırmaktadır. Bu gazlar çoğunlukla kömür ve petrol başta olmak üzere fosil yakıtların kullanılması sonucu meydana gelmektedir. Sera gazı emisyonu gezegenimizi ısıtmakla birlikte doğanın dengesini bozan birçok sonuca sebebiyet vermektedir. Birçok canlı türünün olumsuz etkilenmesinin yanı sıra kuraklık ve çölleşmeye neden olarak tarım sektörü üzerinde

doğrudan negatif dışsallık yaratmaktadır. Bu bağlamda ciddi ekonomik kayıplar verilmektedir.

Çalışmada sera gazı emisyonunun etkilerini analiz etmek için 2019 yılına ait 27 AB ülkesinin sera gazı emisyon, binek otomobil sayısı ve kişi başına düşen milli gelir verileri kullanılarak yatay kesit veri analiz yöntemi kullanılmıştır. Bağımlı değişken sera gazı emisyonu seçilirken binek otomobil sayısı ve kişi başına düşen milli gelir ise bağımsız değişkenleri oluşturmaktadır. Analiz bulgular neticesinde verilerin normal dağılıma sahip olduğu, göz ardı edilmiş, eksik veya yanlış değişkenin bulunmadığı ve değişen varyans sorunu olmadığına ulaşılmıştır. Tahmin edilen regresyon modeli kabul edilmiştir. Tahmin edilen regresyon modeline göre bağımsız değişkenlerden kişi başına düşen binek otomobildeki %1'lik artışın sera gazı emisyonu üzerinde %0.96'lık artışa, kişi başına düşen milli gelirdeki %1'lik artışın ise sera gazı emisyonu üzerinde % 0.25'lik artışa neden olduğu tespit edilmiştir. Sonrasında gerçekleştirilen korelasyon analiz sonuçlarına göre binek otomobil sayısı ile kişi başına düşen gelir arasında pozitif yönlü ve (0.63) orta, sera gazı emisyonu ile kişi başına düşen gelir arasında pozitif yönlü ve (0.75) güçlü, sera gazı emisyonu ile binek otomobil arasında ise pozitif yönlü ve (0.96) çok güçlü ilişki olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Çalışmanın analiz sonuçları literatür taramasında Pekin (2006), Sing vd. (2008), Hankey ve Marshall (2010), Dam (2014), Akyol ve Mete (2021) ve Haseki ve Maleki (2021) çalışmalarını destekler niteliktedir.

Çalışmanın sonucunda 2019 yılına ait 27 AB ülkesi verilerine göre binek otomobil sayısı ve kişi başına düşen milli gelir sera gazı emisyonunu artırmaktadır. AB'nin sanayide lider olması, otomobil üreticisi ve ihracatçısında önemli bir paya sahip olması aynı zamanda önemli bir fosil yakıt olan petrole bağılılığı getirmektedir. Ülkeler hem petrole bağılılığı azaltmak hem de iklim değişikliğini önlemek için fosil yakıt yerine yenilenebilir enerji ile çalışan otomobillere yönelmelidir. Bununla birlikte ülkelerin 1997 yılında imzalanan ve maddeleri arasında sera gazı emisyonunu azaltmak da olan Kyoto Protokolü'ne uyum sağlamadıkları görülmektedir. Çünkü kişi başına düşen milli gelir arttıkça sera gazı emisyonunun artması hem bireylerin hem de firmaların yenilenebilir, çevre dostu enerjilere yönelmediğini göstermektedir. Hem firmaları hem de bireyleri yenilenebilir, temiz, çevre dostu enerjilere yönlendiren kamu politikalarına (teşvik, sübvansiyon vb.) yer verilmelidir.

Kaynakça

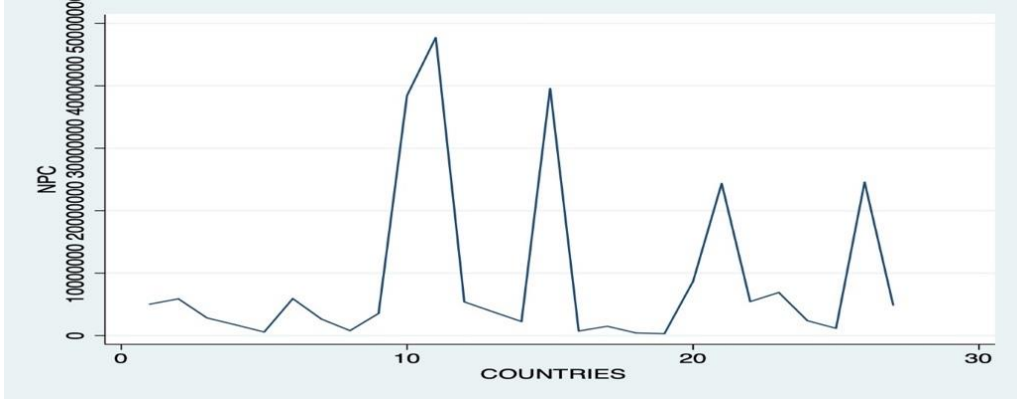
- Akyol M. ve Mete, E. (2021). Çevresel teknolojik inovasyonların CO2 emisyonu üzerindeki etkisi: OECD ülkeleri örneği, İstanbul İktisat Dergisi, 71(2), 569-590.
- Asteriou, D. ve Hall, S. G. (2011). Applied econometrics (Second Edition), Palgrave Macmillan, Uk.
- Berke, B. ve KIŞLA, G. Ş. H. (2023). Karbon Emisyonlarının Belirleyicileri: Seçilmiş Avrupa Birliği Ülkeleri İçin Mekânsal Bulgular. Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 41(3), 388-409.
- Breusch, T. ve Pagan, A. (1980). The lagrange multiplier test and its applications to model specification in econometrics, Review of Economic Studies, 47, 239-357.
- Brynjolfsson, E. ve McAfee, A. (2018). The second machine age akıllı teknolojiler devrinde çalışma, ilerleme ve refah, (çev. Levent Göktem.) Türk Hava Yolları Yayınları, İstanbul
- Climatewatchdata, (2022). <https://www.climatewatchdata.Org/> adresinden erişildi (02.09.2022).
- Chovancová, J., Popovičová, M. ve Huttmanová, E. (2023). Decoupling transport-related greenhouse gas emissions and economic growth in the European Union countries. Journal of Sustainable Development of Energy, Water and Environment Systems, 11(1), 1-18.
- Çırak, A. N. (2021). "Endüstri 4.0'ın Yoksulluk Üzerine Etkilerinin Kamu Maliyesi Perspektifinden Değerlendirilmesi", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi), Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Denizli.
- Dam, M. M. (2014). Sera gazı emisyonlarının makroekonomik değişkenlerle ilişkisi: Oecd ülkeleri için panel veri analizi, T.C. Adnan Menderes Üniversitesi, Doktora Tezi, Aydın: Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Demirtürk, D. (2021). Sürdürülebilir Ulaşımında Sera Gazı Etkisini Azaltmaya Yönelik Çalışmalar. Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi, 9(4), 1080-1092.
- Dulkadiroğlu, H. (2017). Türkiye'de elektrik üretiminin sera gazı emisyonları açısından incelenmesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Bilimleri Dergisi, 7(1), 67-74.
- Dünya, (2023). <https://www.dunya.com/sectorler/otomotiv/abde-elektrikli-arac-satislari-ilk-kez-yuzde-20yi-gecti-haberi-705428> adresinden erişildi (29.12.2023).
- Ecer, K., Güner, O. Ve Çetin, M. (2021). Avrupa yeşil mutabakatı ve Türkiye ekonomisinin uyum politikaları. İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi, 9(2), 125-144.

Çoklu Doğrusal Regresyon Modeliyle Sera Gazı Emisyonu Üzerine Bir Araştırma: Avrupa Birliği Ülkeleri Örneği (A Research On Greenhouse Gas Emissions By Multilinear Regression Model: Example Of European Union Countries)

- Eurostat, (2022a). https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Greenhouse_gas_emission_statistics_-_emission_inventories adresinden erişildi (26.09.2022).
- Eurostat, (2022b). <https://ec.europa.eu/eurostat> adresinden erişildi (04.09.2022).
- Fenkli, M. ve Çırak, A.N. (2022). The Effects Of Petroleum Products And Fossil Fuel Consumption On Greenhouse Gas Emissions: "Example Of European Union Countries", Fiscaeconomia Internatinal Congress on Social Sciences FSCONGRESS 2022 Economics, Climate Changes, Globalization, 16-17 December 2022 At: Virtual Mode
- Gujarati, D. N. ve Porter, D. C. (2012). Temel ekonometri (Çev. Ümit Şenses ve Gülay Günlük Şenses), Beşinci Basım, Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Gujarati, D. N. (2016). Örneklerle ekonometri (Çev. Nasip Bolatoğlu), İkinci Basım, Bb101 Yayınları, Ankara.
- Hassasi, A. ve Maleki, A. (2021). Projection of passenger cars' fuel demand and greenhouse gas emissions in Iran by 2050, Energy Conversion and Management: 10(12), 1-14.
- Hankey, S. ve Marshall, J. D. (2010). Impacts of urban form on future US passenger-vehicle greenhouse gas emissions, Energy Policy, 38, 4880-4887.
- Hill, R. C., Griffiths, W. E. ve Lim, G. Y. (2011) Principles of econometrics (Fourth Edition), John Wiley and Sons, Canada.
- IEA, (2022). Energy ata Explorer'dan sera gazı emisyonları, <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/greenhouse-gas-emissions-from-energy-data-explorer> adresinden erişildi (26.09.2022).
- Jarque, C. M. & Bera, A. K. (1987). Test for normality of observations and regression residuals, International Statistical Review, 55, 163-172
- Lin, T. Y., Chiu, Y. H., Lin, Y. N., Chang, T. H. ve Lin, P. Y. (2023). Greenhouse gas emission indicators, energy consumption efficiency, and optimal carbon emission allowance allocation of the EU countries in 2030. Gas Science and Engineering, 110, 204902.
- Nazarko, Ł., Žemaitis, E., Wróblewski, Ł. K., Šuhajda, K., & Zajączkowska, M. (2022). The Impact of Energy Development of the European Union Euro Area Countries on CO2 Emissions Level. Energies, 15(4), 1425.
- Newbold, P. (2016). İşletme ve iktisat için istatistik (Çev. Ümit Şenesen), Literatür Yayıncılık, İstanbul.
- Onofrei, M., Vatamanu, A. F., & Cigu, E. (2022). The relationship between economic growth and CO2 emissions in EU countries: A cointegration analysis. Frontiers in Environmental Science, 10, 934885.

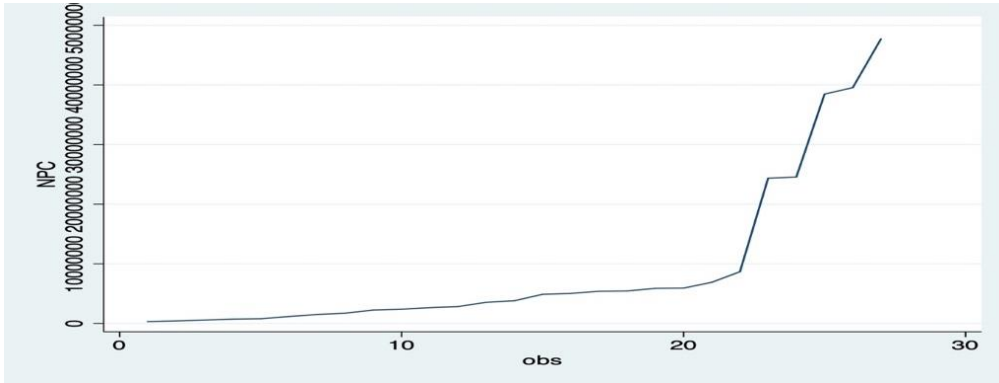
- Özçağ, M., Yılmaz, B. ve Sofuoğlu, E. (2017). Türkiye’de sanayi ve tarım sektörlerinde sera gazı emisyonlarının belirleyicileri: İndeks ayrıştırma analizi, Uluslararası İlişkiler Akademik Dergi, 14(57), 175-195.
- Özmen, M. T. (2009). Sera gazı – küresel ısınma ve Kyoto protokolü, İMO Dergisi, 42-46, https://eskisakarya.imo.org.tr/resimler/ekutuphane/pdf/16154_50_07.pdf adresinden erişildi (26.09.2022).
- Pekin, M. A. (2006.) Ulaştırma sektöründen kaynaklanan sera gazı emisyonları, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul: İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Ramsey, J. B. (1969). Test for specification errors in classical linear least squares regression analysis, Journal of the Royal Statistical Society, Series B, Pp. 350-371.
- Singh, A., Gangopadhyay, S., Nanda, P.K., Bhattacharya, S., Sharma, C. ve Bhan, C. (2008). Trends of greenhouse gas emissions from the road transport sector in India, Science of the Total Environment, 390, Pp. 124-131.
- Spiegel, M. R. ve Stephens, L. J. (2013). İstatistik (Çev. Edt. Prof. Dr. Salih Çelebioğlu), Dördüncü Basım, Nobel Yayınevi, Ankara.
- Şengönül, A., Karadaş, H. A. ve Koşaroğlu, Ş. M. (2019). Sera gazı emisyonu ve sağlık harcamaları ilişkisinin Asean ülkeleri için analizi, ENSCON'19 – Autumn | International Congress of Energy, Economy and Security, 178-184.
- Tabachnick, B. C. ve Fidell, L. S. (2013). Using multivariate statistics (Sixth Edt.), Pearson Boston.
- Tavşancıl Tarkun, E. (2013). Alternatif korelasyon teknikleri, Marmara Üniversitesi Atatürk Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi, 8(8), 237-249.
- Wooldridge, J. M. (2013). Ekonometriye giriş modern yaklaşım Cilt 1 (Çev. Edt. Doç. Dr. Ebru Çağlayan), Nobel Akademi Yayıncılık, Ankara.
- WB, (2022). <https://www.worldbank.org/tr/news/press-release/2022/06/13/climate-action-could-provide-nearly-150-billion-in-savings-for-turkiye-by-2040-says-pioneering-world-bank-study> adresinden erişildi (26.09.2022).

EK-I



Grafik 6: Ülkelerin Topluca Binek Otomobil Grafiği³

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

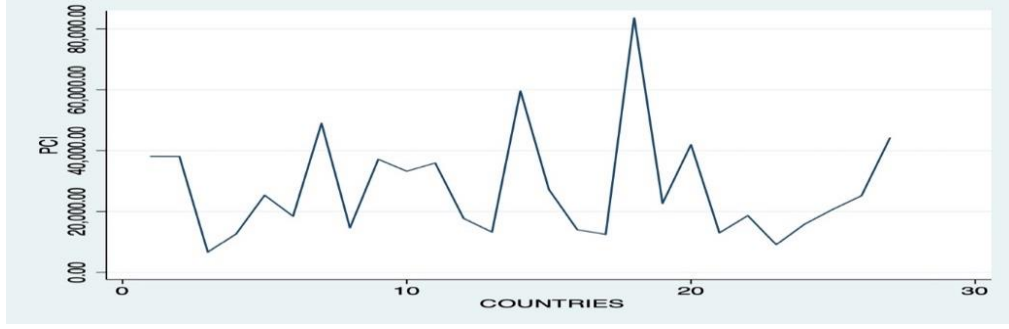


Grafik 7: Ülkelerin Topluca Binek Otomobil Grafiği⁴

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

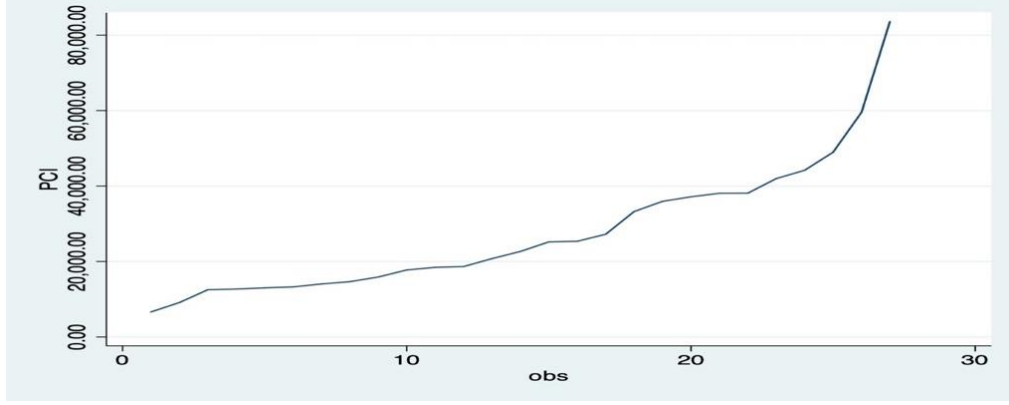
³ Bu grafikte ülkeler alfabetik olarak sıralanmıştır:

⁴ Bu grafikte ülkelerin binek otomobil sayısı en az olan ülkeden başlayarak en çok olana doğru eklenmiştir.



Grafik 8. Ülkelerin Topluca Kişi Başı Milli Gelir Grafiği⁵

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.



Grafik 9: Ülkelerin Topluca Kişi Başı Milli Gelir Grafiği⁶

Kaynak: STATA 15 paket programı kullanılarak tarafımızca oluşturulmuştur.

⁵ Bu grafikte ülkeler alfabetik olarak sıralanmıştır:

⁶ Bu grafikte ülkelerin kişi başı milli geliri en az olan ülkeden başlayarak en çok olana doğru eklenmiştir.