

Türkiye Lojistik Sektöründe Araç Kullanımının Sera Gazı Emisyonları Üzerindeki Etkilerinin Vektör Otoregresif Model İle Analizi

Kaan Akalan | ORCID 0000-0003-3609-6094 | kaanakalann@gmail.com

Samsun Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Uluslararası Ticaret ve İşletmecilik Anabilim Dalı, Samsun, Türkiye

ROR ID: <https://ror.org/02brte405>

Öz

Bu çalışma, Türkiye'de lojistik sektörde araç kullanımının sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini Vektör Otoregresif Model (VAR modeli) kullanarak incelemektedir. Araştırma, lojistik faaliyetlerinin çevresel etkilerine dair içgörü sağlamayı ve emisyon azaltımıyla ilgili bilgi vermek amaçlamakta ve bu bağlamda araç kullanım göstergeleri ile emisyon verileri arasındaki ilişkiyi analiz etmektedir. Bulgular, Türkiye'deki lojistik sektörde araç kullanımı ile sera gazı emisyonları arasında tutarlı şekilde bir korelasyon olduğunu göstermektedir. Çalışma, taşımacılık modlarında toplam araç sayısının artışıyla sera gazı emisyonunun da arttığını ortaya koymaktadır. Bu bulgular, araç kullanımının optimize edilmesinin, lojistik sektördeki sera gazı emisyonlarının azaltılmasında önemli bir strateji olduğunu vurgulamaktadır. Gelecekteki çalışmalar, boylamsal analizlere, karşılaştırmalı çalışmalara, teknolojik yeniliklere, politika çıkarımlarına ve entegre bir yaklaşıma odaklanarak bu ilişkiyi daha da derinlemesine anlamamıza ve sürdürülebilir lojistik stratejilerinin geliştirilmesine rehberlik etmeye odaklanmalıdır. Bu şekilde lojistik sektörü, sürdürülebilirliğe ve verimliliğe katkıda bulunarak Türkiye'de ve uluslararası alanda daha yeşil ve dirençli bir sektörün gelişimine yardımcı olabilir.

Anahtar Kelimeler

Taşımacılık Modları Araç Sayısı, Sera Gazı Emisyonu, Vektör Otoregresif Model

Atıf Bilgisi

Akalan, Kaan. “Türkiye Lojistik Sektöründe Araç Kullanımının Sera Gazı Emisyonları Üzerindeki Etkilerinin Vektör Otoregresif Model İle Analizi”. Hitit Ekonomi ve Politika Dergisi Cilt No 3/Sayı No 3 (Aralık 2023), 53-70

Geliş Tarihi	02.09.2023
Kabul Tarihi	20.12.2023
Yayın Tarihi	30.12.2023
Değerlendirme	İki Dış Hakem / Çift Taraflı Körleme
Etik Beyan	Bu çalışmanın hazırlanma sürecinde bilimsel ve etik ilkelere uyulduğu ve yararlanılan tüm çalışmaların kaynakçada belirtildiği beyan olunur.
Yazar Katkısı	%100
Benzerlik Taraması	Yapıldı - iThenticate
Etik Bildirim	hepdergi@hitit.edu.tr
Çıkar Çatışması	Çıkar çatışması beyan edilmemiştir.
Finansman	Bu araştırmayı desteklemek için dış fon kullanılmamıştır.
Telif Hakkı & Lisans	Yazarlar dergide yayınlanan çalışmalarının telif hakkına sahiptirler ve çalışmaları CC BY-NC 4.0 lisansı altında yayımlanmaktadır.

Analysis of the Effects of Vehicle Use on Greenhouse Gas Emissions in Turkey's Logistics Sector with Vector Autoregressive Model

Kaan Akalan | ORCID 0000-0003-3609-6094 | kaanakalann@gmail.com

Samsun University, Graduate Education Institute, Department of International Trade and Business Administration, Samsun, Türkiye

ROR ID: <https://ror.org/02brte405>

Abstract

This study examines the impact of vehicle utilization on greenhouse gas emissions in the logistics sector in Turkey using a Vector Autoregressive Model (VAR model). The research aims to provide insights into the environmental impacts of logistics activities and provide information on emission mitigation, and in this context, it analyzes the relationship between vehicle utilization indicators and emission data. The findings show that there is a consistent correlation between vehicle utilization and GHG emissions in the logistics sector in Turkey. The study reveals that GHG emissions increase with the increase in the total number of vehicles in transportation modes. These findings highlight that optimizing vehicle utilization is an important strategy for reducing GHG emissions in the logistics sector. Future studies should focus on longitudinal analyses, comparative studies, technological innovations, policy implications and an integrated approach to further deepen our understanding of this relationship and guide the development of sustainable logistics strategies. In this way, the logistics sector can contribute to sustainability and efficiency, helping the development of a greener and more resilient sector in Turkey and internationally.

Keywords

Transportation Modes Number of Vehicles, Greenhouse Gas Emissions, Vector Autoregressive Model

Citation

Akalan, Kaan. “Analysis of the Effects of Vehicle Use on Greenhouse Gas Emissions in Turkey's Logistics Sector with Vector Autoregressive Model”. Hitit Journal of Economics and Politics Volume 3/Issue 2 (December 2023), 53-70.

Date of Submission	02.09.2023
Date of Acceptance	20.12.2023
Date of Publication	30.12.2023
Peer-Review	Double anonymized - Two External
Ethical Statement	It is declared that scientific and ethical principles have been followed while carrying out and writing this study and that all the sources used have been properly cited.
Author Contribution	100%
Plagiarism Checks	Yes - iThenticate
Conflicts of Interest	The author(s) has no conflict of interest to declare.
Complaints	hepdergi@hitit.edu.tr
Grant Support	The author(s) acknowledge that they received no external funding in support of this research.
Copyright & License	Authors publishing with the journal retain the copyright to their work licensed under the CC BY-NC 4.0 .

Giriş

Son yıllarda, iklim değişikliğinin yarattığı acil sorun, çeşitli sektörlerde sera gazı (GHG) emisyonlarının azaltılmasına yönelik önemli küresel çabaları teşvik etmiştir. Bu sektörler arasında lojistik sektörü, genel emisyonlara yaptığı önemli katkı nedeniyle kritik bir rol oynamaktadır. Mal ve hizmetlere olan talep artmaya devam ettikçe, verimli ulaşım ve dağıtım ağlarına olan ihtiyaç da artmakta ve lojistik modern ekonomilerin vazgeçilmez bir bileşeni haline gelmektedir. Bununla birlikte, lojistik faaliyetlerinin çevresel etkileri, özellikle de sera gazı emisyonlarının atmosfere salınması açısından göz ardı edilemez.

Taşımacılık, depolama ve dağıtım gibi faaliyetleri kapsayan lojistik sektörü, küresel sera gazı emisyonlarının önemli bir kısmından sorumludur. Lojistik operasyonlarının bel kemiği olan kamyon, gemi, uçak ve trenlerde fosil yakıtların yakılması, insan kaynaklı iklim değişikliğine katkıda bulunan başlıca unsurlar olan karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azotoksit (N₂O) salınımına neden olmaktadır. Bu emisyonlar sadece küresel ısınma olgusuna katkıda bulunmakla kalmaz, aynı zamanda hava kalitesi, insan sağlığı ve ekosistemler üzerinde de olumsuz etkilere sahiptir.

Lojistikle ilgili sera gazı emisyonlarının çevresel etkisi yerel ve bölgesel sınırların ötesine uzanmaktadır. Mallar ülkeler ve kıtalar arasında taşındığından, lojistik faaliyetlerden kaynaklanan emisyonlar geniş kapsamlı sonuçlar doğurabilir. Bu nedenle, lojistik sektörünün çevresel ayak izini ele almak ve sera gazı emisyonlarını azaltmak için etkili stratejiler belirlemek çok önemlidir.

Politika yapımcılar, araştırmacılar ve sektör paydaşları, lojistik faaliyetleri ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi anlayarak ve inceleyerek sürdürülebilirliği teşvik etmek ve çevresel etkiyi azaltmak için bilinçli stratejiler geliştirebilirler. Bu aciliyetin farkında olan araştırmacılar, araç kullanımının rolü de dahil olmak üzere lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarını etkileyen faktörleri araştırmaya giderek daha fazla odaklanmaktadır.

Bu çalışma, Türkiye lojistiğinde araç kullanımının sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini inceleyerek mevcut bilgi birikimine katkıda bulunmayı amaçlamaktadır. Taşımacılık verimliliğinin önemli bir belirleyicisi olan araç kullanımı, emisyonları önemli ölçüde etkileme potansiyeline sahiptir. Bu araştırma, VAR (Vektör Otoregresyon) altında nedensellik testi yaparak, araç kullanımı ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi tespit etmeyi ve politika yapımcılar, lojistik operatörleri ve çevre savunucuları için değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

Sonuç olarak, bu çalışmanın bulguları sürdürülebilir uygulamaların geliştirilmesine, hedeflenen politikaların oluşturulmasına ve Türkiye lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik etkili tedbirlerin uygulanmasına yardımcı olacaktır. Lojistik faaliyetlerinin çevresel etkilerini ele alarak hem gezegenimizin hem de gelecek nesillerin refahını sağlayarak daha sürdürülebilir ve dirençli bir geleceğe doğru ilerleyebiliriz.

1. Taşımacılık Modları Araç Sayıları ile Sera Gazı Emisyonu Arasındaki İlişkinin Teorik Çerçevesi

Kapsamlı taşımacılık faaliyetleriyle karakterize edilen lojistik sektörü, küresel sera gazı (GHG) emisyonlarında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sektörde, araç kullanımı ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişki, araştırmacılar ve politika yapımcılar arasında giderek artan bir ilgi konusu olmuştur. Bu literatür taraması, lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarını etkileyen faktörlere ve sürdürülebilir uygulamalara yönelik çıkarımlara ışık tutarak, bu ilişki hakkındaki bilgi birikimini incelemeyi amaçlamaktadır.

Çok sayıda çalışma, lojistik sektöründe araç kullanımının sera gazı emisyonları üzerindeki önemli etkisini vurgulamıştır. Kamyon, kamyonet ve gemi gibi araçların verimli kullanımı, taşımacılıkla ilişkili emisyonların

azaltılması için hayati önem taşımaktadır. Etkili rota planlaması, yük optimizasyonu ve iyileştirilmiş araç doluluğu, gelişmiş araç kullanımına katkıda bulunan ve daha sonra daha düşük sera gazı emisyonlarına yol açan temel stratejilerden bazılarıdır.

Holmberg ve Sandbrook (1992), çalışmasında, sürdürülebilir kalkınma modelini ekonomik faktör, sosyal faktör ve çevresel faktör bağlamında üç ana bileşenden oluşan bir sistem olarak incelemiş ve bu üç bileşenin birbirleri ile olan bağlantısını incelemiştir. İnceleme sonucunda sosyal, çevresel ve ekonomik faktörlerin birbirleri ile ilişkili olduğu sonucuna ulaşılmıştır. MacKinnon (2007), çalışmasında Birleşik Krallık içerisinde mevcut yük taşımacılığı sektöründe karbondioksit (CO₂) emisyon değerlerini hesaplayarak elde edilen değerlerin özet olarak sunulduğu bir çalışmaya imza atmıştır. Çalışma sonucunda, Birleşik Krallık'ta lojistik yük taşımacılığı kaynaklı karbondioksit, karbon emisyonu değerlerinde %78,5 ile ağır yük taşıtları, %13,3 kamyonetler, %6,8 suyu ile yapılan taşımacılık ve %1,1 ile demiryolu pay sahibi olmuştur. Boru hattı ve havayolu taşımacılığının karbon emisyonuna olan olumsuz katkıları ise düşük seviyededir. MacKinnon (2011), Southampton Üniversitesi bünyesinde düzenlenen lojistik araştırmaları konferansında sunduğu bildirisinde, lojistik kaynaklı yük taşımacılığına yönelik faaliyet gösteren firmaların bu faaliyetlerde karbondioksit salınımının ortadan kaldırılması için yedi aşamalı bir strateji önerisi sunmuştur. Bunlar,

- Sektörde faaliyet gösteren firmaların karbon azaltımı hususundaki istikrarlı tavrı,
- Dış Ticaret ve lojistik süreçler ile bağlantılı işlemlerdeki karbon izinin hesaplanması,
- Taşımacılık faaliyetlerdeki karbon azaltımındaki hedeflerin belirlenmesi,
- Bu hedeflerin gerçekleşmesi için önlemlerin alınması,
- Alınacak önlemlerin karbon azaltımı yönündeki etkilerinin araştırılması,
- Periyodik planların uygulanması,
- Tedbirlerin uygulanmasından sonraki etkilerinin incelenmesi süreçlerinden oluşmaktadır.

Johnson vd. (2018), tarafından yürütülen araştırma, büyük ölçekli bir lojistik operasyonunda araç kullanım oranları ile sera gazı emisyonları arasında güçlü bir korelasyon olduğunu ortaya koymuştur. Çalışmada, rota optimizasyonu ve verimli programlama yoluyla boş veya az kullanılan araç seferlerinin en aza indirilmesinin önemi vurgulanmış ve bunun sonucunda emisyonlarda önemli düşüşler sağlanmıştır. Bu bulgular, araç kullanımının iyileştirilmesinin lojistik operasyonlarında sera gazı emisyonlarını azaltmak için etkili bir strateji olabileceğini göstermektedir. Türkay (2018), yaptığı çalışmasında, karayolu ulaşım araçlarının sebep olduğu sera gazı emisyonu değerlerini Eskişehir bazlı bir incelemede bulunmuştur. Yapılan bu çalışmada IPCC tarafından yayınlanmış olan Tier yaklaşımı kullanılmıştır. Yapılan bu çalışmada ele alınan dönem olan 2012-2017 yılları arasında sera gazı emisyonlarında artış olduğu belirtilmiştir. Yaşanan bu artış, nüfusun giderek yükselmesi ve bununla birlikte artış gösteren taşıt sayısı ve bu bağlamda artan yakıt tüketiminin etkili olduğu bildirilmiştir. Bu çalışmada karayolu ulaşımından kaynaklı sera gazı yayılımını azaltabilecek önerilerde bulunulmuştur.

Ayrıca, çalışmalar belirli araç kullanım uygulamalarının sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini araştırmıştır. Örneğin, Li vd. (2019), tarafından yapılan araştırma, yük konsolidasyonu ve havuzlama stratejilerinin yük taşımacılığı sektöründeki emisyonlar üzerindeki etkisini incelemiştir. Elde ettikleri bulgular, sevkiyatların birleştirilmesinin ve iş birliğine dayalı teslimat ağlarının uygulanmasının, araç kullanımında iyileşmeye ve sera gazı emisyonlarında önemli düşümlere yol açtığını göstermiştir. Özdemir (2019), karbon emisyonlarını ele aldığı çalışmasında, lojistik sektörünün sürdürülebilir bir sektör konumunda olabilmesi için sera gazı emisyonlarını inceleyen çalışmaların artması gerektiğini söylemiştir. Yaptığı bu çalışmasında sera gazı emisyonunun izlenmesi ve raporlanmasının önemli olduğunu vurgulamış ve bu amaç doğrultusunda kullanılacak yöntemler hakkında bilgilendirmelerde bulunmuştur. Sera gazı

emisyonu azaltma noktasında lojistik sektöründe faaliyet gösteren işletmelerin yeşil lojistik uygulamalarına yöneldiğini söylerken, yeşil lojistiği kapsamlı bir şekilde açıklamış ve yeşil lojistik kapsamında öneriler sunmuştur. Çimtay (2020), çalışmasında, şehir lojistiği kapsamında AHP ve TOPSİS yöntemleri ile İstanbul ili düşük emisyon lokasyonlarını belirlemeyi hedeflemiş ve üzerinde çalışmıştır.

Teknolojideki gelişmeler ve yenilikçi lojistik modellerinin ortaya çıkması, araç kullanımını artırmak ve emisyonları azaltmak için yeni yollar sağlamıştır. Wang vd. (2020) ile Chen vd. (2021) tarafından yapılan çalışmalar, paylaşım ekonomisine dayalı platformların ve kitlesel gönderim modellerinin araç kullanımını optimize etme ve sera gazı emisyonlarını azaltma potansiyelini vurgulamıştır. Bu modeller, atıl kapasiteden yararlanarak ve kaynak paylaşımını teşvik ederek, yoldaki araç sayısını en aza indirme ve böylece daha sürdürülebilir lojistik operasyonları sağlama becerisini göstermiştir. Son olarak Dündar ve Kolay (2021), çalışmalarında karayolu yük taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması başlıklı çalışmada Tier yaklaşımını kullanmıştır. Çalışma sonucunda Konya ilinde karayolu yük ve yolcu taşımacılığında kaynaklı sera gazı emisyonlarının yıllar içerisinde artış gösterdiği bariz bir şekilde ortaya koyulmuştur. Çalışma sonucunda ilgili kurum ve kuruluşlara önerilerde bulunulmuştur.

Lojistik sektöründe sera gazı emisyonları değerlendirilirken araç kullanımının tek başına ele alınamayacağını belirtmek önemlidir. Filo kompozisyonu, yakıt verimliliği ve alternatif enerji kaynakları gibi diğer faktörler de emisyonlara önemli ölçüde katkıda bulunur. Bununla birlikte, çeşitli çalışmalardan elde edilen kanıtlar, verimli araç kullanımının emisyon azaltımının temel belirleyicisi olarak rolünü tutarlı bir şekilde vurgulamaktadır.

Önceki araştırmalar değerli bilgiler sağlamış olsa da hala ele alınması gereken araştırma boşlukları bulunmaktadır. Gelecekteki çalışmalar, bu bağlamlarda araç kullanımı ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin kapsamlı bir şekilde anlaşılması için araç kullanımının hava taşımacılığı veya deniz taşımacılığı gibi belirli taşımacılık modları üzerindeki etkisini araştırmalıdır. Ayrıca, farklı lojistik ağ yapılarının ve tedarik zinciri konfigürasyonlarının araç kullanımı ve emisyonlar üzerindeki etkisinin incelenmesi literatürü daha da zenginleştirecektir.

Sonuç olarak, incelenen literatür, lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılmasında araç kullanımının önemini ortaya koymaktadır. Rota optimizasyonu, yük konsolidasyonu, iş birliğine dayalı modeller ve yenilikçi lojistik teknolojileri aracılığıyla optimum araç kullanımı, emisyonların azaltılmasına önemli ölçüde katkıda bulunabilir. Daha fazla araştırma yapılması ve bu bulgulara dayalı sürdürülebilir uygulamaların hayata geçirilmesi, daha yeşil ve çevre dostu lojistik operasyonlarının geliştirilmesinde hayati bir rol oynayacaktır.

2. Türkiye Lojistik Sektöründe Kullanılan Taşımacılık Modları, Toplam Araç Sayısı Ve Sera Gazı Emisyonu Verileri

Karayolu Taşımacılığı; Karayolu taşımacılığı, devletler arasında en çok tercih edilen taşımacılık modudur. Yaygın bir şekilde kullanılan bu taşımacılık modu mal veya hizmetlerin, üretim noktasından son tüketim noktasına kadar doğrudan hızlı bir şekilde aktarılmasına olanak sağlar. Bu nedenle diğer taşımacılık modlarına göre daha fazla tercih edilmektedir. Karayolu taşımacılığı kullanıcılarına doğrudan teslimat imkânı sağlamaktadır. Ürünlerin birden fazla yükleme ve boşaltma hizmetlerine gerek duyulmaması sebebiyle ürünlerin yıpranmasının da önüne geçmektedir. Ürünlerin daha kısa sürede varış noktasına ulaştırılabilmesi, ülke içerisinde en yaygın ulaşım ağının karayolu olması ve diğer taşımacılık modlarına göre daha esnetilebilir ve düzenli olması da tercih edilme sebeplerindedir. Karayolu taşımacılığının olumsuz yönleri ise şu şekildedir; diğer taşımacılık modlarına oranla daha az çevreci olması, gürültü kirliliği yaratması,

fosil yakıtlara bağlı bir ulaşım sistemi olması ve diğer taşıma modlarına göre daha fazla risk barındırması başlıca olumsuzlukları olarak sıralanabilir (Kaplan, 2019: 22-23).

Havayolu Taşımacılığı; mal ve ürünlerin bir yerden başka bir yere aktarılması hususunda en hızlı ulaştırma aracıdır. Teslimat süresinin maliyetin önüne geçtiği durumlarda daha çok önem kazanmaktadır. Havayolu araçlarının yüksek hıza ulaşabilmesi, geniş ulaşım ağına sahip olması, güvenli, konforlu ve diğer ulaşım türlerine göre daha rahat bir ulaştırma modudur. Havayolu taşımacılığı ülkemizde ve dünyada daha çok sivil havacılık sektöründe gelişmiştir. Coğrafi özelliklere bakıldığında yerleşim yerlerinin dağılık olduğu ve yüz ölçümü büyük ülkelerde daha çok tercih edilmektedir (Bingöl, 2015: 33-34). Küreselleşen ticarete ülkelerin gelişim süreçleri ve sermaye aktarımlarının farklılaşması, havayolu ile kargo taşımacılığının, uluslararası ticarete önemli bir paya sahip olmasında rol oynamaktadır. (Koban ve Keser, 2007: 36). Havayolu kargo taşımacılığı diğer taşımacılık türlerine göre tarihi daha yakın zamana dayanmaktadır. Bu taşımacılık modu son yıllarda gittikçe kullanımı artan bir taşımacılık şekli olmuştur. Havayolu kargo taşımacılığında taşınan eşyalar genellikle yük olarak hafif, değer olarak ise yüksek ürünlerdir. Uluslararası ticarete konu olan ürünlerin çeşitlenmesi ile ülkeler arasında rekabet artmış, lojistik süreçleri hızlandırmak için havayolu taşıtlarının kullanımı dahada artış göstermiştir. Havayolu taşımacılığına konu olan mallar daha çok çabuk bozulan sebze ve meyveler, çiçekler, teknik eşyalar ve değerli taşlar gibi yüksek değerli, yükte hafif ürünleri kapsamaktadır. Havayolu taşımacılığında gönderici ve alıcı firma birçok bürokratik işlemle karşı karşıya bırakıldığı için daha çok bu tür işlemleri alanında uzman bir işletmeye devretmektedir (Utikad, 2021).

Demiryolu Taşımacılığı; yüksek tonajlı yük ve mal taşınmasında denizyolu ile en önemli alternatif taşımacılık modudur. Demiryolu taşımacılığı karayolu taşımacılığının aksine daha çevreci bir taşımacılık modelidir. Demiryollarının yüksek maliyetli olması daha fazla yatırım gerektirmesi sebebiyle dünyada daha az kullanım alanına sahiptir. Türkiye toprakları içerisinde demiryollarının altyapı yetersizliği nedeniyle sınırlar arasında karayolu taşımacılığı ön plana çıkmaktadır. Avrupa Birliği uyum süreci kapsamında ülkemizde ve AB ülkelerinde demiryolu taşımacılığına yapılan yatırımlar artırılmıştır. Bu durum ticarete demiryolu ağlarının kullanımını artırmıştır. Günümüzde Avrupa'da demiryolu alt yapısının geliştirilmesiyle beraber sanayileşmiş alanlarda demiryolu ağı fabrikalara kadar sokulmuş durumdadır. Bu sebeple demiryolu haricinde başka taşımacılık moduna ihtiyaç duymadan lojistik faaliyetler yürütülebilmektedir. Türkiye'de demiryolu taşımacılığının kullanım oranı ise tüm taşımacılık modlarının içerisinde sadece %2'lik bir dilime denk gelmektedir. Bu oranın yükseltilmesi için, gerekli alt yapı çalışmaları yapılmalıdır. Dış ticaret hacmi gelişmiş diğer ülkeler gibi Türkiye'de dış ticaretinde karayolu taşımacılığı yerine demiryolu ve denizyoluna daha çok yatırım yapılmalıdır.

Denizyolu Taşımacılığı; tüm taşımacılık modları arasında en uygun maliyet ile kullanılan taşımacılık türüdür. Sektöre sağlamış olduğu maliyet avantajı sayesinde lojistik sektörünün vazgeçilmez bir yapıtaş haline gelmiştir. Günümüzde, tüm dünyada denizyolu taşımacılığı hızla gelişmekte ve liman altyapı çalışmaları hız kesmeden devam etmektedir. Denizyolu taşımacılığı taşımacılık modları arasında dökme yük, hububat, mineral yağlar ve yakıtlar gibi yüklerin taşınmasında en uygun taşımacılık modudur. Son olarak denizyolu taşımacılığı; gemi yapımı teknolojilerinin artması ve çeşitlilik kazanması, elleçleme ekipmanlarının geliştirilmesi, yakıt tüketiminin daha az olması, tek seferde daha yüksek seviyede yük taşıyabilmesi, diğer taşıma modlarına göre daha uygun fiyatlı olması, taşımaya konu olan mallara zarar gelme olasılığının daha az olması, lojistik üslerinin fazlalığı, gümrük faaliyetlerinin diğer taşımacılık modlarına göre daha az olması bu taşımacılık modunu gün geçtikçe daha önemli bir noktaya getirmektedir (Kaplan, 2019: 24).

Karma Taşımacılık; aynı yükün birden fazla taşımacılık modu ile taşınmasına karma taşımacılık denmektedir. İki veya ikiden fazla taşımacılık modunun kullanılarak yapıldığı taşımacılık işlemi multimodal taşımacılık olarak adlandırılmaktadır. Modlar arası taşımacılık (intermodal) türünde ise taşımaya konu edilen yüklerin taşınması noktasında aynı taşıma kabı ile iki veya ikiden fazla taşımacılık modu kullanılarak yapılmaktadır (Erkayman, 2007: 35). Taşımacılık sürecinde kullanılan kaplar, taşımacılık modu değişimi esnasında elleçlenmektedir. Karma taşımacılık modunun bir diğer modeline ise kombine taşımacılık denmektedir.

Kombine taşımacılığında, taşıma işlemi başlama ve son evresinde karayolu taşımacılığı kullanılarak yapılmaktadır. Aradaki taşıma süreci diğer taşımacılık modları ile yapılabilir (Douglas, 2012: 119).

Aşağıda tablo 1'de lojistik faaliyetlerde kullanılan taşımacılık modlarının toplam araç sayıları görülmektedir;

Tablo 1. Taşımacılık Modları Toplam Araç Sayısı 1997-2021 (Adet)

Yıl	Taşımacılık Modları Toplam Araç Sayısı	Yıl	Taşımacılık Modları Toplam Araç Sayısı
1997	900.562	2010	3.144.167
1998	1.014.156	2011	3.358.781
1999	1.089.115	2012	3.565.484
2000	1.205.600	2013	3.708.661
2001	1.246.181	2014	3.856.219
2002	1.291.077	2015	4.079.718
2003	1.395.032	2016	4.287.982
2004	1.923.853	2017	4.501.765
2005	2.168.795	2018	4.620.848
2006	2.422.243	2019	4.661.075
2007	2.637.539	2020	4.816.904
2008	2.828.220	2021	5.019.701
2009	2.950.826		

Kaynak: Karayolları Genel Müdürlüğü, TCDD, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü ve Denizcilik Genel Müdürlüğü verilerinden tarafıma derlenmiştir.

Aşağıda tablo 2'de, çalışmada kullanılan sera gazı emisyon değerleri (ulaştırma sektörü) gösterilmiştir;

Tablo 2. Türkiye Sera Gazı Emisyon CO₂ Değerleri 1997-2021 (Ulaştırma Sektörü Milyon Ton)

Yıl	Toplam	CO ₂	CH ₄	N ₂ O
1997	278,8	212,1	42,2	24,1
1998	280,3	212,1	42,4	25,3
1999	277,8	207,9	43,8	25,6
2000	298,9	229,9	43,7	24,8
2001	279,7	213,6	42,9	22,6
2002	285,6	221,2	41,0	22,6
2003	304,8	236,8	43,0	24,0
2004	314,4	244,8	43,5	24,8
2005	337,6	264,9	45,2	26,0
2006	358,0	282,4	46,6	27,2
2007	391,7	313,7	49,1	26,8
2008	388,5	310,6	50,2	25,4
2009	395,2	316,4	49,9	26,6
2010	398,8	316,2	51,6	27,4
2011	428,6	342,1	54,2	28,5

2012	448,2	356,1	57,8	29,7
2013	440,2	347,3	56,7	31,5
2014	459,5	364,0	58,5	31,7
2015	475,0	384,9	52,8	32,3
2016	501,1	406,0	55,6	34,3
2017	528,6	430,9	56,8	35,4
2018	523,1	422,1	60,4	35,5
2019	508,7	402,7	63,2	37,0
2020	524,0	412,9	63,9	40,5
2021	564,4	452,7	64,0	40,3

Kaynak: Türkiye İstatistik Kurumu Sera Gazı Emisyon İstatistiklerinden tarafımda derlenmiştir

3. Araştırmanın Amacı, Veri Seti ve Yöntem

3.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türkiye lojistik sektöründe araç kullanımının sera gazı emisyonları üzerine olan etkilerini ortaya koymaktır. Lojistik sektöründeki araç kullanımı ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişki ampirik çalışma ile ortaya konulup Türkiye lojistik sektöründe araç sayısının yıllar içerisindeki değişiminin sera gazı emisyon değerlerini nasıl etkileyebileceğini ortaya koymayı amaçlamaktadır.

3.2. Veri Seti

Bu analiz için veriler, devlet raporları ve Türkiye'deki ulaştırma kurumları gibi ilgili kaynaklardan toplanmıştır. Taşımacılık modlarında kullanılan araç sayıları, karbondioksit (CO₂), metan (CH₄) ve azotoksit (N₂O) gibi sera gazı emisyonlarına ilişkin veriler çalışmada kullanılmak üzere ilgili kurumlardan temin edilmiştir.

Tablo 3. Veri Setinde Kullanılan Değişkenler ve Veri Kaynağı

Değişken	Değişkenin Tanımı	Kullanılan Veri Kaynağı
ARC	Karayolu, Demiryolu, Havayolu, Denizyolu Araç Sayısı (Adet)	Karayolları Genel Müdürlüğü, TCDD, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Denizcilik Genel Müdürlüğü
SEO	Sera Gazı Emisyonları (Milyon Ton)	Türkiye İstatistik Kurumu

Bu çalışmanın veri seti, konuya ilişkin literatür dikkate alınarak oluşturulmuştur. Literatürde yapılan çalışmalar ise şu şekildedir;

Tablo 4. Çalışmada Kullanılan Değişkenlere Ait Hesaplama Yöntemleri ve Beklenen Sonuçlar

Değişkenler	Hesaplama Yöntemi	Daha Önceki Çalışmalara Dayanarak Beklenen Sonuç
Bağımlı Değişken		
Sera Gazı Emisyonları (SEO)		
Bağımsız Değişkenler		
Karayolu, Demiryolu, Havayolu, Denizyolu Araç	IPCC Tier Yaklaşımı, Tier 1,2,3.	Karayolu, Demiryolu, Havayolu ve Denizyolu toplam araç sayısının sera gazı emisyonları üzerinde pozitif

Sayısı (ARC)	etkiye neden olacağı tahmin edilmektedir (Pekin, 2006; Yanarocak, 2007; Fırat, Yurtsever ve Bilssem. 2015; Dündar ve Kolay, 2021).
-----------------	--

4.3.Yöntem

(Granger, 1969: 153), nedenselliği; “Y'nin öngörüsü, X'in geçmiş değerleri kullanıldığında X'in geçmiş değerlerinin kullanılmadığı duruma göre daha başarılı ise X, Y'nin Granger nedenidir” şeklinde tanımlamıştır. Bu ifadenin doğruluğu sınırdan sonra ilişki X»Y şeklinde gösterilir. Aşağıda tahmin edilecek modeller gösterilmiştir.

$$X_t = \sum_{i=1}^m \alpha_i X(t-i) + \sum_{j=1}^m \beta_j Y(t-j) + u(1t) \quad (1)$$

$$Y_t = \sum_{i=1}^m \delta_i Y(t-i) + \sum_{j=1}^m \phi_j X(t-j) + u(2t) \quad (2)$$

Yaptığımız çalışmaya uygun olarak yukarı bahsi geçen X değişkeninin yerine karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu araç sayısı (ARC) ve Y değişkeninin yerine de sera gazı emisyonları (SEO) değişkenini koyduğumuzda;

$$ARC = \sum_{i=1}^m \alpha_i ARC(t-i) + \sum_{j=1}^m \beta_j SEO(t-j) + u(1t) \quad (3)$$

$$SEO = \sum_{i=1}^m \delta_i SEO(t-i) + \sum_{j=1}^m \phi_j ARC(t-j) + u(2t) \quad (4)$$

Burada u(1t), ve u(2t), hata terimlerinin ilişkisiz oldukları varsayılarak oluşturulmuştur. (4) denklemi, bugünkü X'in, geçmiş X değerleri ve Y değerleriyle ilişkisi olduğunu göstermektedir (Takım, 2010).

Etki-Tepki analizleri ve varyans ayrıştırma dolaylı yoldan değişkenler arasında nedensellik ilişkisinin olup olmadığını gösterebilir. VAR sistemi serilerin durağan olduğu varsayımı altında çalışmaktadır (Yamak & Erdem, 2017: 194).

Granger Nedensellik Testi

- Hipotez testi χ^2 dağılımıyla yapılır.
- Örneğin; bağımlı değişken çalışmada LARC olduğunda, hipotez şu şekilde çalışır:

H₀: LSEO neden LARC sonuç değil

- Örneğin; bağımlı değişken çalışmada LSEO olduğunda, hipotez şu şekilde çalışır:

H₀: LARC neden LSEO sonuç değil

şeklinde kurulur.

5.Ampirik Analizler

5.1.Birim Kök Testi

Tablo 5'te ARC ve SEO değişkenlerinin ortalama, ortanca, maksimum, minimum, standart sapma, çarpıklık, basıklık, Jarque-Bera ve anlamlılıktan oluşan tanıtıcı istatistikleri gösterilmiştir:

Tablo 5'te görüldüğü üzere, ARC değişkeni ortalama 2995810 değerindedir. LARC değişkeni en yüksek noktasına 5.019.701 değeri ile 2021 yılında erişmiştir. En düşük değerine ise 900.562 ile 1997 yılında sahip olmuştur. Değişkenin dağılımı ise sola çarpık ve sivri yapıdadır. SEO değişkeni ise ortalama 3.996.596 değerindedir. SEO değişkeni en yüksek noktasına 564.3897 değeri ile 2021 yılında ulaşmıştır. En düşük

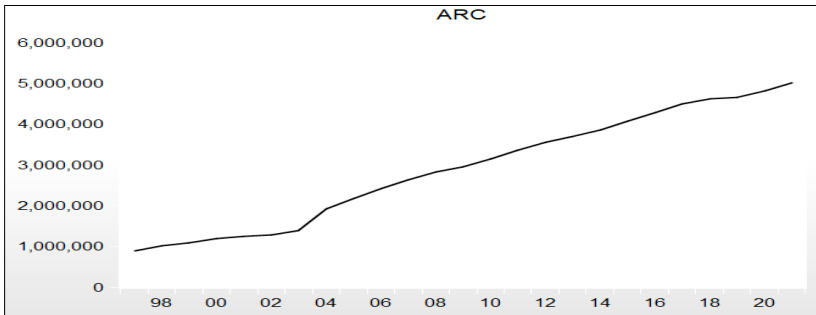
değerine, 277.7768 ile 1999 yılında sahip olmuştur. Değişkenin dağılımı ise sağa çarpık ve sivri yapıdadır. Tabloda gösterilen değişkenlerin Jarque-Bera istatistiklerine bakıldığında ise iki değişkenin de normal dağılıma sahip olduğu görülmektedir. İki değişkenin de standart sapması serilerin oynaklıklarını göstermektedir. Daha düşük değere sahip olan değişkenin daha az oynak bir yapıya sahip olduğu söylenebilir.

Tablo 5. Tanıtıcı İstatistikler

	ARC	SEO
Ortalama	2907780	3.996.596
Ortanca	2950826	3.951771
Maksimum	5019701	564.3897
Minimum	900562.0	277.7768
Standart Sapma	1376583	94.43333
Çarpıklık	-0.044834	0.116736
Basıklık	1.620526	1.665934
Jarque-Bera	1.990614	1.910669
Anlamlılık	0.369610	0.384684

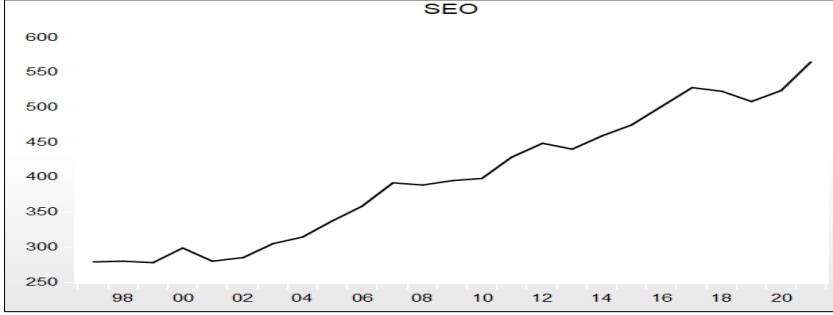
Tanıtıcı istatistikleri sunulan iki değişkeninde ele alınan dönemdeki eğilimlerinin daha detaylı incelenebilmesi ve görsel olarak ifade edilebilmesi için tablo 5'te gösterilen değişkenlere ait verilerin grafiksel gösterimi şekil 1 ve 2'de sırasıyla ortaya konulmuştur.

Şekil 1'de ARC değişkeninin grafiksel gösterimine bakıldığında serinin, düzenli bir trendinin olduğu görülmektedir. Lojistik faaliyetlerde kullanılan tüm taşımacılık modlarında, lojistik sektörünün küreselleşmesi ile sektördeki lojistik işletmeleri araç filolarını geliştirme yönünde adımlar atmışlardır. Bu durum aşağıda verilen şekilde açık bir şekilde gösterilmektedir.



Şekil 1. ARC Grafiksel Gösterimi

Şekil 2'ye bakıldığında ise SEO değişkeni için serinin düzenli bir trendinin olduğu görülmektedir. Lojistik faaliyetlerde kullanılan araç sayısının artmasını ile sera gazı emisyonu miktarının artacağı yönünde etkileyebileceği savını doğrulamaktadır.



Şekil 2. SEO Grafiksel Gösterimi

Zaman serisi analizlerinde, serilerin durağan olmaması durumu karşılaşılan bir durumdur. Çalışmalarda oluşturulan modellerde durağan olmayan modellerin kullanılması durumunda sahte regresyon problemi ile karşılaşma durumu yaşanılmaktadır. Bu problemin ortaya çıkması durumunda ise çalışmalarda kurulan modeller ile elde edilen sonuçların güvenilirliğinin sorgulanmasına ve kullanılan değişkenler arasında sahte bir ilişkinin yansımaya neden olabilmektedir (MacKinnon, 1991'den aktaran: Uğurlu ve Keser, 2020: 2064). Bu bağlamda zaman serisi analizlerinde kesin ve güvenilir sonuçlar elde edebilmek için ilk olarak kullanılan serilerin durağan hale getirilmesi gerekmektedir. Birim kök testlerine başlamadan yapılacak olan regresyon analizleri güvenilirlik açısından eksik olacak ve serilerin birbirleri ile eşgüdümlü olup olmadıklarının anlaşılabilmesi imkânsız hale gelecektir. Yapılan bu çalışmada öncelikle serilerin birim kök test analizleri yapılarak durağan olup olmadıklarına bakılmıştır.

Durağanlık analizi için Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testi sonuçları aşağıda tablo 6'da sunulmuştur.

ADF birim kök test sonuçlarına göre LARC ve LSEO değişkenleri seviyesinde sabitli, seviyesinde sabitli trendli ve seviyesinde sabitsiz/trendsiz modelde durağan olmadığı tespit edilmiştir. PP birim kök test sonuçlarına göre de seviyesinde sabitli, seviyesinde sabitli trendli ve seviyesinde sabitsiz/trendsiz modelde durağan olmadığı tespit edilmiştir. Bu yüzden tüm değişkenlerin birinci seviyeleri alınmıştır. ADF ve PP birim kök testlerine ait sonuçlar ele alındığında çalışmanın analiz kısmında kullanılan bütün değişkenlerin birinci seviyesinde durağan ve anlamlı oldukları kabul edilmiştir.

Tablo 6. Birim Kök Testine İlişkin Bulgular

	ADF			PP		
	SABİTLİ	SABİTLİ/ TRENDLİ	SABİTSİZ/ TRENDSİZ	SABİTLİ	SABİTLİ/ TRENDLİ	SABİTSİZ/ TRENDSİZ
LARC	-2.588262	0.608472	5.622796	-2.588262	-0.608472	4.500648
ALARC	-3.373925**	-3.938166**	-2.169846**	-3.373925***	-3.892413**	-2.070770**
LSEO	-0.64964	-2.685170	3.667810	0.117542	-2.685170	4.683902
ALSEO	4.815.213***	-4.701019***	-3.130881***	-4.869043***	-4.730559***	-3.081786***

Not: ***%1, **%5, *%10 değişkenlerin anlamlılık düzeylerini ifade etmektedir. Δ ise değişkenlerin birinci farklarının alındığını temsil etmektedir. L; logaritmayı ifade etmektedir.

5.2. Var (Vektör Otoregresif Model) Nedensellik Testi Sonuçları

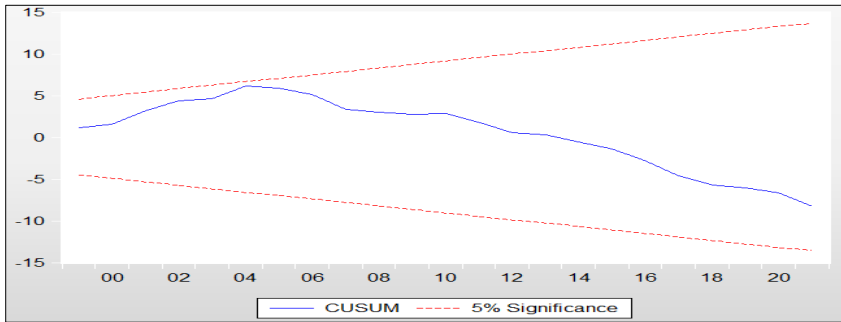
Tablo 7’de LARC ve LSEO arasında nedensellik testi sonuçlarına yer verilmiştir. . Test sonuçlarına göre LARC neden LSEO sonuç hipotezi istatistiksel olarak anlamlı çıkmıştır. LSEO ve LARC arasında tek yönlü bir nedensellik ilişkisine rastlanmıştır. 0.0031 anlamlılık değeriyle LARC neden LSEO sonuçtur. Bu durumda lojistik faaliyetlerde kullanılan araç sayısı arttıkça sera gazı emisyon miktarı da artış gösterecektir.

Tablo 7: VAR Nedensellik Testi Sonuçları

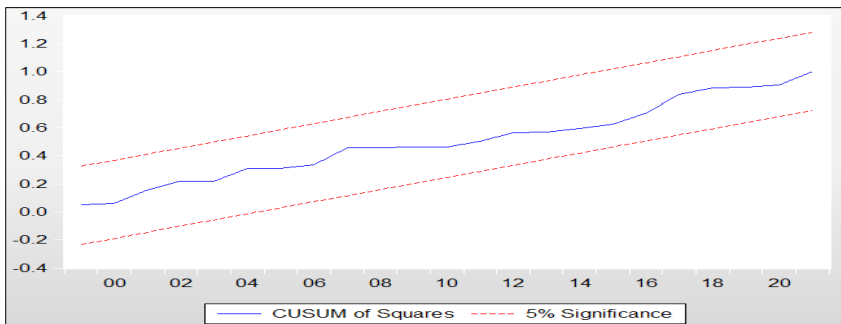
LSEO	Temel Hipotez	Chi-sq
H_0	LARC \rightarrow LSEO	8.757595**

Not: ** ilgili değerin istatistiksel olarak %5 seviyesinde anlamlı olduğunu ifade etmektedir.

Şekil 3 ve Şekil 4’te sırasıyla CUSUM ve CUSUM SQ yapısal değişim test sonuçlarına verilmiştir. Her iki şekil incelenecek olunursa %5 bant aralığı dışına taşmamıştır. Buna göre tahmin edilen regresyon denkleminde katsayılar açısından yapısal iktidarsızlık söz konusu değildir. Yani, tahmin edilen regresyon denklemi istikrarlı bir denklem olmakla birlikte ele alınan dönem içerisinde yapısal kırılma bulunmamaktadır. Özet bir yorum yapacak olunursa tahmin edilen model yapısal iktidarsızlık içermemektedir. Dolayısıyla tahmin edilen katsayılar Türkiye lojistik sektöründe araç kullanımının sera gazı emisyonlarına etkisi açısından yorumlanabilir niteliktedir.



Şekil 3. CUSUM Grafiği



Şekil 4. CUSUM SQ Grafiği

Sonuç

Bu çalışma Türkiye lojistik sektöründe araç kullanımının sera gazı (GHG) emisyonları üzerindeki etkisini Vektör Otoregresyon (VAR) modeli altında nedensellik analizi kullanılarak incelemiştir. Araç kullanımı ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi analiz eden bu araştırma, lojistik faaliyetlerinin çevresel etkilerini anlamamıza katkıda bulunmakta ve politika yapımcılar, lojistik operatörleri, çevre savunucuları için değerli bilgiler sağlamayı amaçlamaktadır.

Bu çalışmanın bulguları, Türkiye lojistik sektöründe araç kullanımı ile sera gazı emisyonları arasında tutarlı bir şekilde önemli bir ilişki olduğunu göstermiştir. Dündar ve Kolay'ın (2021) Konya ili çerçevesinde karayolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik üzerine gerçekleştirdiği çalışmada lojistik ve yolcu taşımacılığı kaynaklı sera gazı emisyonunun 2010 yılından 2018 yılına kadar %87'lik bir artışa yol açtığı bulunmuştur. Dündar ve Kolay'ın (2021) araştırmasında Tier 1 yöntem olarak benimsenmiştir ve karayolları yük ve yolcu taşımacılığında kullanılan yakıt çeşidi ve miktarına göre varsayılan emisyon faktörler açısından analiz edilmiştir. Bahsedilen araştırmanın sonucu ve yöntemi göz önünde bulundurulduğunda elde edilen bulgular çalışmamızı destekler niteliktedir. Aydın, Öztürk ve Akgül'ün (2021) hava kargo yük trafiğinin 1990 yılından 2018 yılına kadar sera gazı emisyonları üzerindeki etkisi üzerine çalışmada yalnızca karayolunda değil hava kargo sektöründe de sera gazı emisyon miktarı üzerinde pozitif ve anlamlı bir ilişki olduğu bulunmuştur. Bahsedilen bu araştırmalar, Türkiye lojistik sektöründeki araç kullanımının sera gazı emisyon miktarını arttırması hakkındaki hipotezi destekler niteliktedir.

Var altında nedensellik sonuçlarına göre lojistik faaliyetlerde kullanılan araç sayısının artışı sera gazı emisyon miktarının artmasına neden olacaktır, sonucuna ulaşılmıştır. Analiz, rota optimizasyonu, yük konsolidasyonu ve iyileştirilmiş doluluk oranları gibi stratejilerle karakterize edilen verimli araç kullanımının emisyonlarda önemli düşüişlere yol açabileceğini araç kullanımı bağlamında ortaya koymuştur. Turgut ve Budak'ın (2022) lojistik ve taşımacılığın karbon ayak izi hakkında derlediği meta analiz çalışmasında incelediği 24 çalışmanın sonuçlarına bakıldığında çevre dostu alternatif araç kullanımının sera gazı emisyon miktarını azaltacağı yönünde bulgular elde edildiği görülmüştür. Bu sonuçlar, lojistik sektöründe sera gazı emisyonlarının azaltılmasında araç kullanımının optimize edilmesinin kilit bir strateji olarak önemini vurgulamaktadır.

Çalışma ayrıca, Türkiye'de lojistik alanında sürdürülebilir uygulamalara ve politika müdahalelerine duyulan ihtiyacı vurgulamaktadır. Lojistik sağlayıcılar arasında iş birliğinin teşvik edilmesi, teslimat rotalarının optimize edilmesi ve ileri teknolojilerin benimsenmesi gibi araç kullanımını arttırmaya yönelik tedbirlerin uygulanmasıyla sera gazı emisyonlarında önemli düşüüşler sağlanabilir. Bu önlemler çevresel sürdürülebilirliğe katkıda bulunmanın yanı sıra lojistik şirketleri için potansiyel maliyet tasarrufu ve operasyonel verimlilik iyileştirmeleri de sunmaktadır. Bu konuda çalışma yapacak diğer araştırmacılara öneri anlamında; boylamsal analiz, karşılaştırmalı analiz, teknolojik yenilikler, politika çıkarımları ve entegre yaklaşım gibi araştırma boşluklarını dikkate almaları önerilmektedir. Bunun sonucunda lojistik sektöründe araç kullanımı ve sera gazı emisyonları arasındaki ilişki hakkındaki bilgilerimizi daha da geliştirebilir ve nihayetinde Türkiye'de ve ötesinde sürdürülebilir lojistik operasyonları için daha etkili politika, strateji ve teknolojilerin geliştirilmesine katkıda bulunabiliriz.

Özetle, bu çalışma Türkiye lojistiğinde sera gazı emisyonlarını azaltmak için araç kullanımını optimize etmenin önemini vurgulamakla birlikte sektör verimliliği ve iş birliğini artıran stratejiler uygulayarak operasyonel performansı artırırken çevresel sürdürülebilirliğe de katkıda bulunabilir. Gelecekteki araştırmalar, bu ilişkiye dair anlayışımızı keşfetmeye ve geliştirmeye devam etmeli, sürdürülebilir uygulamaların benimsenmesini kolaylaştırmalı ve Türkiye'de daha yeşil, daha dirençli bir lojistik sektörüne geçişi desteklemelidir.

Kaynakça

- Aydın, A., Öztürk, E., & Akgül, G. (2021). Hava Kargo Yük Trafikinin Sera Gazı Emisyonları Üzerindeki Etkisi: Türkiye Uygulaması. *Pearson Journal*, 6(13), 10–32.
- Bingöl, K. (2015). Lojistik Faaliyetlerde Taşımacılık Yöntemleri. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Trakya Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Edirne.
- Chen, C., Fu, X., Li, L., & Wei, X. (2021). Study on the Effects of Sharing Economy on the Urban Express Logistics Carbon Emission Based on a New Integrated Couriers Delivery Mode. *Sustainability*, 13(4), 1805.
- Çimtay, M. A. (2020). Kentsel Lojistik Açısından Düşük Emisyon Bölgelerinin Belirlenmesi: İstanbul Uygulaması. (Yayınlanmış Doktora Tezi). Maltepe Üniversitesi. Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, İstanbul.
- Denizcilik Genel Müdürlüğü, Faaliyet Raporları. <https://denizcilikistatistikleri.uab.gov.tr/>. İndirme Tarihi: 04.03.2023.
- Douglas L. (2012). *Uluslararası Lojistik Küresel Tedarik Zinciri Yönetimi*, (Çev.Mehmet Tanyaş, Murat Düzgün), İstanbul, Nobel Yayınları.
- Dündar A.O. & Kolay A. (2021). Karayolu Yük ve Yolcu Taşımacılığının Çevresel Sürdürülebilirlik Bakımından Değerlendirilmesi ve Konya İli Sera Gazı Emisyonunun Hesaplanması. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*. 14(1), 317-334.
- Erkayman, B. (2007). Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Yıldız Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Fırat, S. Ü., Yurtsever, Ö., & Bilsel, M. (2015, Ekim). Türkiye’de Kara Taşıtlarının Çevresel Sürdürülebilirlik Açısından İstatistiki Analizi. TMMOB Makina Mühendisleri Odası X. Endüstri-İşletme Mühendisliği Kurultayı.
- Granger, C. (1969). Investigating Causal Relation by Econometric Models and Cross-Spectral Methods. *Econometrica*. 37, 424-438.
- Holmberg, J. & Sandbrook, R. (1992). Sustainable Development: What is to be done? In J. Holmberg (Eds.) *Making Development Sustainable: Redefining Institutions, Policy, and Economics* (pp 19-38). Washington D.C. : Island Press.
- Johnson, T. R., Miller, J. W., & Sahu, S. (2018). Logistics and the Greenhouse Gas Emissions of Commercial Vehicle Operations: A Systematic Review. *Journal of Cleaner Production*, 184, 1043-1058.
- Kaplan, B. (2019). Türkiye Lojistik Sektörünün Dış Ticaret Üzerine Etkileri (Otomotiv Endüstrisi Örneği). (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Namık Kemal Üniversitesi. Sosyal Bilimler Enstitüsü, Tekirdağ.
- Karayolları Genel Müdürlüğü, İstatistikler. <https://www.kgm.gov.tr/Sayfalar/KGM/SiteTr/Istatistikler/DevletvelYolEnvanteri.aspx> İndirme Tarihi: 04.05.2023.
- Koban, E. & Keser, .H.Y. (2008). *Dış Ticarete Lojistik*. Ankara: Ekin Basım Yayın Dağıtım.
- Li, J., Zhou, Y., & Cai, X. (2019). Evaluating the Environmental Impacts of Consolidated Freight

- Transportation: A Case Study of a Regional Distribution Center in China. *Journal of Cleaner Production*, 219, 733-743.
- MacKinnon, A.C. (2007). CO2 Emissions from Freight Transport: an Analysis of UK Data. Logist Res Network Conference'da Sunulan Bildiri, University of Hull, Hull.UK.
- MacKinnon, A.C. (2011, September). Developing a Decarbonisation Strategy for Logistics. 16th Annual Logistics Research Network Conference'da Sunulan Bildiri, University of Southampton, Southampton.
- Özdemir Sain, S. (2019 Mayıs). Lojistik Sektörünün Geleceği: Yeşil Lojistik ve C- Ayakizi. IRDITECH 2019 Uluslararası Ar-Ge, İnovasyon ve Teknoloji Yönetimi Kongresi'nde Sunulan Bildiri, Okan Üniversitesi, İstanbul. Erişim adresi: <https://www.okan.edu.tr/uploads/pages/bildiri-kitapcigi/kongre-kitapcigi30102019.pdf>.
- Pekin, M.A. (2006). Ulaştırma Sektöründen Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonları. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, Faaliyet Raporları. <https://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/4006-faaliyet-raporlarimiz>. Erişim Tarihi: 16.03.2023.
- T.C. Devlet Demiryolları, Faaliyet Raporları. <https://www.tcdd.gov.tr/kurumsal/raporlar>. İndirme Tarihi: 12.04.2023.
- Takım, A. (2010). Türkiye'de Ekonomik Büyüme ile İşsizlik Arasındaki İlişki: Granger Nedensellik Testi . *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi* , (27) , - .
- Turgut, A. & Budak, T. (2022). Lojistik ve Taşımacılığın Karbon Ayak İzi: Sistematik Bir Literatür İncelemesi. *Kent Akademisi Dergisi*, 15(2), 916-930.
- Türkay, M. (2018). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonunun (Karbon Ayak İzinin) Hesaplanması: Eskişehir İli Örneği. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). Cumhuriyet Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, Sivas.
- Uğurlu, S. & Keser, E. (2020). Dış Ticaretin Gelişiminde Lojistik Sektörünün Rolü: Ekonometrik Bir Analiz. *International Social Mentality and Researcher Thinkers Journal*. 6(2630-631X). 2061-2069.
- UTİKAD, 2021 Faaliyet Raporları. <https://www.utikad.org.tr/UTIKAD-Faaliyet-Raporlari>. İndirme Tarihi: 12.04.2023.
- Yamak, R. & Erdem, H. F. (2017). *Uygulamalı Zaman Serisi Analizleri*. Trabzon, Celepler Matbaa Yayın ve Dağıtım.
- Yanarocak, R.H. (2007). Marmaray Projesinin Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Sera Gazı Emisyonlarına Etkisi. (Yayınlanmış Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Wang, X., Xu, X., & Yu, G. (2020). Sharing Economy-Based Platform: Optimization of Empty Vehicle Return Problem Considering the Carbon Footprint. *Transportation Research Part*

D: Transport and Environment, 80, 102262.