

HAVA KARGO YÜK TRAFİĞİNİN SERA GAZI EMİSYONLARI ÜZERİNDEKİ ETKİSİ: TÜRKİYE UYGULAMASI*

THE IMPACT OF AIR CARGO FREIGHT TRAFFIC ON GREENHOUSE GAS
EMISSIONS: TURKEY APPLICATION

Öğr. Gör. Atilla AYDIN

İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu Hava Lojistiği Programı,
ORCID: 0000-0002-9265-5930

Öğr. Gör. Emine ÖZTÜRK

İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu Lojistik Programı,
ORCID: 0000-0001-8975-9459

Öğr. Gör. Görkem AKGÜL

İstanbul Gelişim Üniversitesi İstanbul Gelişim Meslek Yüksekokulu Deniz ve Liman
İşletmeciliği Programı, ORCID: 0000-0002-5758-6124

Özet

1980 sonrasında uygulanan küreselleşme politikaları ile uluslararası ticaretin önemi artmıştır. Şirketler arası rekabet artık uluslararası ölçekte yapılmaktadır. Dış ticaretin artmasıyla birlikte dış ticarete konu olan malların taşımacılığına ilişkin sektörler de hızla büyümektedir. Son yıllarda hava kargo sektöründeki büyüme de dikkat çekici düzeydedir. Teknolojik gelişmeler ve uluslararası ticarete hızın öneminin artması sektörün büyümesini körüklemektedir. Özellikle taşınan yüklerin değeri bazında ele alındığında hava kargo sektöründeki büyüme daha belirgin hale gelmektedir. Hava kargo sektöründeki gelişmeler, sektörün sera gazı emisyonları ile ilgili tartışmaları da beraberinde getirmektedir. Sera gazı emisyonlarındaki artışın neden olduğu iklim değişikliği sorunu artık uluslararası bir mesele haline gelmiş ve tüm ülkeler bu konuda ortak bir çözüm üretme çabasına girmişlerdir. Türkiye ekonomisi, 24 Ocak kararlarıyla birlikte küreselleşme süreciyle bütünleşmiş ve büyüme modeli olarak ihracata dayalı büyüme modelini benimsemiştir. Bu çerçevede hava kargo sektörü, Türkiye için de önem arz etmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye'deki hava kargo yük trafiğinin sera gazı emisyonları üzerindeki etkisini araştırmaktır. Çalışmada hem yapısal kırılma olmadan hem de yapısal kırılmalar altında eşbütünleşme testleri yapılmış, analizin geçerliliği de hata düzeltme modeliyle doğrulanmıştır. Yapılan analizler sonucunda hava kargo yük trafiği ile sera gazı emisyon serileri arasında pozitif ve anlamlı bir eşbütünleşme ilişkisi bulunmuştur. Hata düzeltme modeliyle modelin sınaması da ayrıca yapılmıştır. Hava kargo sektörünün Türkiye ekonomisi için önemi ortaya konmuş hem sektörün dengeli büyümesi hem de sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik optimal çözüm önerileri getirilmeye çalışılmıştır. Ayrıca sektördeki büyümenin sürdürülebilirliği konusunda alınabilecek önlemler tartışılarak bu konuda yapılacak olan çalışmalara da bir temel oluşturulmak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Hava Kargo, Sera Gazı Emisyonları, Eşbütünleşme

* Uluslararası Göbeklitepe Sosyal ve Beşeri Bilimler Kongresi'nde bildiri olarak sunuldu

Abstract

With the globalization policies implemented after 1980, the importance of international trade has increased. Competition between companies is now made on an international scale. With the increase in foreign trade, the sectors related to the transportation of goods subject to foreign trade are also growing rapidly. The growth in the air cargo sector in recent years has also been remarkable. Technological developments and the increasing importance of speed in international trade rush up the growth of the sector. Especially when tackled on the basis of the value of transported cargo, the growth in the air cargo sector becomes more evident. Developments in the air cargo sector bring along discussions about the sector's greenhouse gas emissions. The problem of climate change caused by the increase in greenhouse gas emissions has now become an international issue and all countries have attempted to find a common solution to this issue. Turkey's economy, integrated into the globalization process, with decisions of January 24 and adopted a growth model based on exports as a growth model. In this context air cargo sector, also it is of great importance for Turkey. The purpose of this study is to the impact on greenhouse gas emissions of air cargo traffic in Turkey is to investigate. In the study, cointegration tests were carried out both without and under structural breaks, the validity of the analysis has also been verified by the error correction model. As a result of the analysis, a positive and significant cointegration relationship was found between air cargo freight traffic and greenhouse gas emission series. Testing of the model with the error correction model was also made. It has demonstrated the importance for Turkey's economy of the air cargo sector, efforts were made to offer optimal solutions for both the balanced growth of the sector and the reduction of greenhouse gas emissions. In addition, by discussing the measures that can be taken regarding the sustainability of the growth in the sector, it is aimed to create a basis for the studies to be carried out on this subject.

Keywords: Air Cargo, Greenhouse Gas Emission, Cointegration

1. GİRİŞ

Lojistik; bilinen yaygın 7D tanımıyla doğru malzemenin, doğru miktarda, doğru durumda, doğru yerde, doğru zamanda, doğru tüketiciye, doğru fiyatla ulaşması demektir (Orhan, 2003: 8). Lojistik faaliyetlerin doğru yönetilmesi, hem işletmeler için hem de ülke ekonomisi için önem arz etmektedir. Lojistik yönetimi, bir ülke ekonomisinin rekabet gücünün de önemli bir belirleyicisidir. Lojistik maliyetler, tüm maliyetlerin %5 ile %15'i arasında olmaktadır (Hacıüstemoğlu ve Şakrak, 2002: 111). Lojistik maliyetlerin önemli bir yer tutması nedeniyle, işletmelerin rekabet gücünü arttırabilmek ve tedarik zincirinde kendilerine yer bulabilmek için lojistik yönetimini önemseme zorunluluğu ortaya çıkmıştır. İşletmelerin lojistik maliyeti ayrıntıları incelendiğinde, %45'inin taşımacılık, %26'sının depolama, %9'unun yönetim giderleri ve %20'sinin stok maliyetlerinden oluştuğu görülmektedir (Bezirci ve Dündar, 2011: 298). Taşımacılık faaliyetlerinin lojistik maliyetlerin en önemli kalemi olması, taşımacılık kavramını işletmeler açısından önemli hale getirmektedir. Kareler Kuralı olarak da bilinen Lardner Kuralı'na göre taşımacılık maliyetlerinin yarıya indirilmesi,

işletmelerin ürünlerini arz edebileceği pazar alanını dört misli arttırmaktadır (Erdumlu, 2006: 38).

Taşımacılık sektörünün alt bileşenleri; karayolu, demiryolu, havayolu, denizyolu ve boru hattı taşımacılığı şeklindedir. Tüm taşıma modlarının avantaj ve dezavantajları vardır. Taşımacılık politikalarının amacı, avantaj ve dezavantajları göz önüne alarak optimal bir çözüm bulmaktır. Günümüzde, teknolojik gelişmelere bağlı olarak, özellikle uluslararası ticaret alanında havayolu taşımacılığı payının artış eğiliminde olduğu görülmektedir. Uluslararası ticarete hız ve güvenliğin giderek daha önemli hale gelmesi, bu eğilimdeki artışa ayrıca katkı vermektedir. Bu bağlamda, gelecekte hava lojistik sektörünün en büyük alt bileşeni olan hava kargo sektörünün hızla büyümesi kaçınılmazdır. Ülke ekonomilerine ve istihdama vereceği katkı nedeniyle sektördeki büyümenin sürdürülebilir olması önem arz etmektedir.

İklim değişikliği, günümüz dünyasının en önemli sorunlarından biri haline gelmiştir. Tüm sektörlerin faaliyetlerindeki sürdürülebilirlik ölçütü, artık iklim değişikliğine karşı alınan önlemlere verdiği katkıyla ifade edilmektedir. Türkiye’de hava kargo sektörüyle sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin belirlenmesi bu çalışmanın birinci amacını oluşturmaktadır. Sera gazı emisyonlarının azaltılması ve hava kargo sektörünün sürdürülebilir bir yapıya kavuşması için yapılabilecek çalışmaların belirlenmesi, çalışmanın diğer bir çıktısını oluşturmaktadır. Çalışmanın ikinci bölümünde, hava kargo sektörünün gelişimi ve günümüzdeki durumu incelenmiştir. Üçüncü bölümde, sera gazı emisyonları ve buna bağlı olarak gelişen iklim değişikliği sorunu araştırılmıştır. Dördüncü bölümde, ulusal ve uluslararası literatürde yapılmış olan çalışmalar kısaca özetlenmiştir. Beşinci bölümde, Türkiye’deki sera gazı emisyonları ile hava kargo sektörü arasındaki ilişkinin belirlenmesi için uygulanacak olan ekonometrik yöntemler tanıtılmıştır. Altıncı bölümde ekonometrik analiz yapılmış ve bulgular özetlenmiştir. Son bölüm ise sonuç kısmına ayrılmıştır.

2. HAVA KARGO SEKTÖRÜ

Küresel hava kargo sektörü, kargo hacmi bakımından dünya ticaretinin yaklaşık % 1’ini karşılamaktadır. Kargo değeri açısından bakıldığında ise hava kargo sektörü, taşıdığı 6 trilyon dolarlık kargo ile dünya ticaretinin %35’ine hizmet vermektedir. 2019 yılı itibariyle dünya genelinde 1.303 havayolu işletmesi faaliyet göstermektedir. Toplam uçak sayısı 31.717 olup 18.6 milyon kişiye iş olanağı sağlayan havacılık sektörü, ekonomiye 1 trilyon dolar katkı sağlamaktadır (IATA, 2019). 2008 yılında 42.3 milyon ton olan hava kargo trafik hacmi, 2019 yılı sonunda 61.2 milyon tona ulaşmıştır (Statista, 2020).

2020 yılını etkisi altına alan koronavirüs pandemi sürecinin en fazla etkilediği sektörlerden biri havacılık sektörü olmuştur. Ülkelerin bu pandemi ile mücadele etmek için aldığı tedbirlerden biri, yolcu uçaklarının uçuşlarını durdurmak olmuştur. Genel olarak yolcu uçaklarında maliyetin %20’sini kargo ile karşılayan havayolu işletmeleri, uçak maliyetlerinin tamamını kargo ile karşılamak durumunda kalmışlardır (UTİKAD, 2021). Avrupa çapında uçuş frekansının 5 yıllık gelişimi farklı senaryolar altında incelenmiş, en iyimser senaryo ile 2019 yılı seviyesine dönüşün 2024 yılında gerçekleşeceği tahmin edilmiştir. Koronavirüs aşısının etkili olmayacağına dayanan kötümser senaryoda ise 2019 seviyesine dönüşün 2029 yılını bulacağı öngörülmektedir (EUROCONTROL, 2020). Havayolu şirketleri, pandemi sürecinde maliyetlerini yaklaşık %46 oranında azaltmış olmalarına rağmen 2020 yılındaki

kayıpları 118 milyar dolar olmuştur. 2019 yılına göre talepteki düşüş oranı ise %61 düzeyindedir. 2021 yılındaki kayıpların da 38.7 milyar dolar olacağı tahmin edilmektedir (IATA, 2021).

Yolcu taşımacılığında yaşanan sert düşüşe kıyasla kargo tarafındaki küçülmenin daha az olduğu görülmektedir (Pearce, 2020). Ancak yolcu uçaklarının kargo kapasitelerinin kullanılmaması toplam havayolu kargo kapasitesi üzerinde baskı oluşturmaktadır. Kargo uçaklarının kapasitelerindeki artış, yolcu uçaklarının kargo kapasitesi kaybını telafi edememiştir (IATA, 2020). 2019 yılında hava kargo miktarı 61.2 milyon ton iken 2020 yılı sonu itibariyle yaklaşık 54.2 milyon ton seviyesine inmiştir. 2019 yılında toplam havayolu taşımacılığı gelirleri içindeki payı %12 olan hava kargo geliri payı, 2020 sonu itibariyle yaklaşık %36 düzeyine çıkmıştır. 2021 yılında hava kargo sektörünün büyüyeceği ve aşı lojistiğinin de muhtemel etkisiyle kargo hacminin 61.2 milyon tona çıkması beklenmektedir. Yolcu uçaklarının kargo kapasitelerinin de eklenmesiyle 2021 yılı hava kargo gelirinin 140 milyar dolar seviyesine çıkacağı öngörülmektedir (IATA, 2020).

Türkiye’de hava kargo sektörüne bakıldığında; THY’ye ait 16, MNG Havayolları’na ait 6, ACT Havayolları’na ait 5 ve ULS Havayolları’na ait 3 kargo uçağı bulunmaktadır. Havayolu şirketlerinin kargo kapasiteleri ise sırasıyla; 1.302.000 kg, 305.000 kg, 567.875 kg ve 121.575 kg şeklindedir. 30 kargo uçağına ait toplam kargo kapasitesi ise 2.296.450 kg düzeyindedir (SHGM, 2019: 50). Tablo 1’de yıllara göre Türkiye’nin hava kargo kapasitesi ve kargo uçağı sayıları özetlenmiştir. Tablodan görüldüğü gibi, 2009’dan günümüze kargo uçağı sayısında fazla bir artış olmamakla birlikte kargo kapasitesi yaklaşık olarak 2 katına çıkmıştır. Hava kargo sektörünün dış ticaret ile direkt ilişkisi vardır. Hava kargo taşımacılığı, genel olarak uluslararası ticarete konu olan malların taşınmasında kullanılmaktadır.

Tablo 1. Türkiye Hava Kargo Kapasitesi ve Uçak Filosu

Yıl	Kargo Uçağı Sayısı	Havayolu Kargo Kapasitesi (KG)
2009	28	1.121.108
2010	26	1.118.933
2011	26	1.136.866
2012	24	1.264.513
2013	30	1.609.130
2014	21	1.349.875
2015	25	1.759.600
2016	25	1.821.600
2017	26	1.866.450
2018	29	2.194.450
2019	30	2.296.459

Kaynak: SHGM, 2019 ve TÜİK, 2020.

Tablo 2’de Türkiye’nin dış ticaretinde havayolu taşımacılığının değer bazındaki payları yıllar itibariyle özetlenmiştir. Tabloda da görüldüğü gibi özellikle ithalat taşımalarında hava kargo taşımacılığının payı son 10 yılda önemli bir artış göstermiştir. 2010 yılında hava kargo sektörünün ithalat taşımalarındaki payı %9.54 iken 2020’nin üçüncü çeyreğinde bu oran %21.22 seviyesine çıkmıştır. İhracat taşımalarında ise benzer bir eğilim olmamıştır. 2010 yılında hava kargo sektörünün ihracat taşımalarındaki payı %6.84 iken 2020 yılı üçüncü çeyreğinde %7.55 düzeyindedir. Bu doğrultuda hava kargo sektörünün ithalat çekişli bir

büyüme eğiliminde olduğu yorumu yapılabilir. 2012 ve 2015 yıllarında ise bu eğilimin dışına çıkmıştır. Tablo 2’den görüldüğü gibi bu yıllarda ihracat taşımalarında hava kargonun değer bazındaki payı ithalat taşımalarındaki payından yüksektir. Her ne kadar bu iki yıldaki ihracat taşımalarındaki hava kargo sektör payları yüksek olsa da incelenen dönem boyunca taşınan yüklerin reel değeri açısından değerlendirildiğinde ithal edilen yüklerin değeri her zaman daha fazla olmuştur. Bu durumun gerçekleşmesinde Türkiye’nin dış ticaret açığı veren bir ülke olmasının yanında ihracatta hava kargo sektörünün çok tercih edilen bir taşıma şekli olmamasının da payı vardır.

Tablo 2. Türkiye’nin Dış Ticaretinde Havayolu Taşımacılığının Değer Bazında Payı

Yıl	İthalat Taşımalarında Havayolu Taşımacılığının Payı (%)	İhracat Taşımalarında Havayolu Taşımacılığının Payı (%)
2010	9.54	6.84
2011	10.62	6.42
2012	12.23	14.40
2013	15.21	8.61
2014	12.07	9.01
2015	11.11	12.10
2016	12.83	12.54
2017	16.33	10.98
2018	14.40	8.25
2019	16.17	8.28
2020	21.22	7.55

Kaynak: TÜİK, 2021.

Hava kargo sektörünün dış ticaret içinde ağırlık bazındaki payları ise oldukça düşüktür. Ağırlık bazında ithalattaki hava kargo payı 2020 yılı itibariyle %0.04 düzeyindedir. Hava kargo sektörünün değer bazında ithalattaki taşıma payı %21.22 iken ağırlık bazında payının %0.04 olması, genellikle değerli yüklerin hava kargo ile taşındığını göstermektedir. Nitekim 2016 yılında havayoluyla taşınan 1 kg ithal yükün ortalama değeri 184.65 ABD doları iken 2020 yılında bu değer 423.35 ABD doları seviyesine ulaşmıştır (UTİKAD, 2021: 112). Hava kargo sektörünün ağırlık bazında ihracattaki payı ise genel olarak %1 civarında seyretmekteyken 2016 yılından itibaren %1’in altına düşmüş ve pandeminin de etkisiyle 2020 yılında %0.35’e kadar düşmüştür (TÜİK, 2021). Tablo 2 ile bu oranlar karşılaştırıldığında ihracatta da genel olarak pahalı yüklerin hava kargo ile taşındığı anlaşılmaktadır.

Türkiye’nin hava kargo pazarının belirlenmesi açısından dış ticaretin en yoğun olduğu ülkelerin belirlenmesi de önem arz etmektedir. 2020 yılı itibariyle en fazla ithalat yapılan 10 ülke Tablo 3’te özetlenmiştir. Tabloda görüldüğü gibi en fazla ithalat Çin’den yapılmaktadır. Irak dışında söz konusu ülkeler arasında Türkiye’nin sınır komşusu bulunmamaktadır. İthalatın en fazla yapıldığı 10 ülkenin 3 kıtaya yayıldığı görülmektedir. Bir başka ifadeyle, ithalat yapılan ülkeler bazında değerlendirildiğinde Türkiye ekonomisi için hava kargo pazarı çok geniş bir coğrafyaya yayılmıştır. Avrupa pazarı açısından bakıldığında ise ithalatta hava kargo pazarının en yoğun olduğu ülkenin Almanya olduğu görülmektedir. Almanya’yı sırasıyla İtalya, İsviçre ve Fransa izlemektedir.

Tablo 3. Türkiye'nin En Fazla İthalat Yaptığı Ülkeler

Ülke	İthalat Tutarı (Bin Dolar)
Çin	23.040.760
Almanya	21.732.631
Rusya Federasyonu	17.860.476
ABD	11.524.679
İtalya	9.199.663
Irak	9.201.655
İsviçre	7.770.804
Fransa	6.988.073
Güney Kore	5.734.336
BAE	5.603.810

Kaynak: TÜİK, 2021.

Tablo 4'te ise Türkiye'nin en fazla ihracat yaptığı ilk 10 ülke bilgileri özetlenmiştir. İthalat listesinde ilk sırada yer alan Çin ihracat listesinde bulunmamaktadır. Almanya ise ithalatta ikinci sıradayken ihracatta ilk sıradadır. Bu bağlamda Almanya'nın Türkiye için önemli bir hava kargo pazarı olduğu söylenebilir. İhracatta genel olarak bir Avrupa ağırlığı görülmektedir. Dikkat çeken bir başka husus ise ABD ile yapılan toplam dış ticaret hacmi dahi, Çin'den yapılan ithalatın altındadır. İthalat yapısı korunduğu sürece Çin pazarı da hava kargo sektörü için önem arz etmeye devam edecektir.

Tablo 4. Türkiye'nin En Fazla İhracat Yaptığı Ülkeler

Ülke	İhracat tutarı (Bin Dolar)
Almanya	15.981.708
Birleşik Krallık	11.238.204
ABD	10.183.876
Irak	9.142.538
İtalya	8.083.012
Fransa	7.196.479
İspanya	6.685.238
Hollanda	5.195.943
İsrail	4.704.328
Rusya Federasyonu	4.56.921

Kaynak: TÜİK, 2021.

3. SERA GAZI EMİSYONLARI

XX. yüzyılda sanayileşmede meydana gelen ilerleme ile birlikte kara, hava ve denizde yapılan ölçümlerde ortalama sıcaklık değerlerinde giderek bir artış gerçekleşmektedir. Bu artış küresel ısınma olarak adlandırılmaktadır (Öztürk ve Öztürk, 2019: 531). Küresel ısınma, sera gazlarının atmosferdeki miktarının artmasıyla gerçekleşmektedir. Sera gazları, karbondioksit (CO_2), metan (CH_4), diazotoksit (N_2O), ozon (O_3), karbonmonoksit (CO), hidroflorür karbonlar (HFCs), halokarbonlar (CFC) gibi gazlardır. Sera gazlarının atmosferdeki miktarı ise sera gazı emisyonu olarak ifade edilmektedir (Dündar ve Kolay, 2021: 322). Sera etkisi, atmosferde bulunan sera gazları ile güneş ışınları sonucunda oluşan Dünya'daki ısının uzaya dağılmasını engelleyerek yaşamın devam etmesini sağlamaktadır. Atmosfer tabakasındaki sera gazları, $-18^{\circ}C$ değerinde olması gereken dünya yüzey sıcaklığının, atmosferin sera etkisi nedeniyle $33^{\circ}C$ artarak $+15^{\circ}C$ düzeyine ulaşmasına neden olmaktadır (Soruşbay, 2007: 23).

Dünya'yı yaşanabilir hale getiren sera etkisi, doğal kaynaklar dışında üretilen sera gazlarının etkisiyle olumsuzdan olumsuzuza dönüşmekte ve iklim değişiklikleri sorununun da temelini teşkil etmektedir. Toplam sera gazı emisyonunun %14'lük kısmının taşımacılık sektöründen kaynaklandığı bilinmektedir. Karbondioksit emisyonu açısından bakıldığında ise en fazla emisyonu sebep olan sektör %41 ile enerji sektörü iken ikinci sırada %24 ile taşımacılık sektörü gelmektedir (US EPA, 2020).

Sera gazı emisyonlarının azaltılması, küresel ısınmanın ve iklim değişiklikleri ile mücadelenin önemli bir aracı olarak görülmektedir. Bu konuda atılan adımların başında Kyoto Protokolü gelmektedir. Kyoto Protokolü, sera etkisinde bulunan bütün gazların azaltılmasını hedeflemektedir (Demir, 2006: 244). Protokol 2005 yılında yürürlüğe girmiştir. İlk taahhüt dönemi 2008-2012 dönemini kapsamakta olup ülkeler bu dönemde taahhütlerini yerine getirebilmişlerdir. İkinci taahhüt dönemi ise 2013-2020 dönemini içermektedir. Avustralya, Kanada, Rusya ve Japonya, ikinci dönem için taahhüt altına girmeyeceklerini ifade etmişlerdir (Erk, 2017: 126). Kyoto protokolünün getirdiği en önemli yenilik, emisyon ticaret sistemi olarak ifade edilmektedir. Emisyon ticaret sistemine göre, belirli limitlerin altında emisyon gerçekleştirmeyi başaran işletmeler, kullanmadıkları emisyon izinlerini hedeflerini tutturamayan firmalara satabilme hakkına kavuşmuşlardır (Sümer, 2014: 398). Kyoto protokolünün uluslararası bir hukuki bağlayıcılığı olması için toplam emisyonların %55'ine sahip ülkeler tarafından imzalanması gerekmektedir. 2004 yılında Rusya'nın protokolü imzalamasıyla bu sınır geçilebilmiştir (Giddens, 2013: 268). Çin, Hindistan gibi sera gazı emisyonu yüksek olan ülkeler, gelişmekte olan ülke statüsünde oldukları için Kyoto protokolüne dahil olmamışlardır. ABD ise bu ülkelerin sera gazı emisyonları yüksek olmasına rağmen taahhüt altına girmemelerini gerekçe göstererek Kyoto Protokolü'nü imzalamayı reddetmiştir. ABD, bu anlaşma ile küresel sera gazı emisyonunun azaltılmasının maliyetini üstlenmek istememiştir (Goldstein ve Pevehouse, 2015: 536). Bu anlaşmazlıklar nedeniyle Kyoto Protokolü esasen 2012 yılında geçerliliğini yitirmiştir. Ancak ABD'deki iktidar değişikliğinin ardından sera gazı emisyonlarının azaltılmasına yönelik çabalara destek vermesiyle yeni bir döneme girilmiş ve mutabakat zemini oluşturulabilmiştir (Heywood, 2014: 475). Bu bağlamda 2012 yılında Doha Konferansı düzenlenmiş ve konferansta Kyoto Protokolü'nün 2020 yılına kadar sürecek olan ikinci taahhüt dönemi başlamıştır.

Kyoto Protokolü, iklim değişikliğiyle mücadelenin temelini oluşturmaktadır. Ancak kapsayıcılığının az olması, emisyonu yüksek olan gelişmekte olan ülkelerin protokole dahil olmaması ve ABD'nin muhalefeti nedeniyle yetersiz bir girişim olmuştur. 2015 yılında düzenlenen Paris İklim Zirvesi, kapsayıcılığı daha yüksek olan bir girişim olarak öne çıkmaktadır. Sadece gelişmiş ülkelerin değil, gelişmekte olan ülkelerin de katılımıyla iklim değişikliğiyle mücadele ve sera gazı emisyonlarının azaltılması çerçevesinde geniş bir mutabakat sağlanabilmiştir. Böylece Paris İklim Zirvesi, 195 ülkenin katılımıyla Paris Anlaşması'nın imzalanmasıyla sonuçlanmıştır (Karakaya, 2016: 2). Paris Anlaşması ile tüm ülkelerin sorumluluk alması sağlanmıştır. 2050 sonrası için gelişmiş ülkelerin emisyonlarını sınırlaması beklenmektedir. Gelişmiş ülkelerin gelişmekte olan ülkelere 100 milyar dolar iklim finansmanı sağlaması kararlaştırılmış, bu finansmanın 2025 sonrasında daha da artırılması kabul edilmiştir. Ülkelerin her beş yılda bir sera gazı emisyonlarının düşürülmesine yönelik taahhütlerini arttırmaları istenmiştir (UNFCC, 2015). Paris Anlaşması ile tüm ülkelerin

sorumluluk alması ve taahhüt altına girmesi, iklim değişikliği ile mücadelenin önemli bir aşamasını oluşturmuştur, ancak ABD 4 Kasım 2020 tarihinde anlaşmadan resmi olarak çekildiğini açıklamıştır (Kaya, 2020: 185). ABD'nin çekilme kararıyla birlikte Paris Anlaşması'nın da Kyoto Protokolü gibi yetersiz kalma olasılığı ortaya çıkmıştır. Türkiye de Paris Anlaşması ile 2030 yılına kadar sera gazı emisyonlarını olağan seyirden %21 daha az arttırmayı hedeflediğini beyan etmiştir. Ayrıca sanayide ve ulaştırma sektöründe enerji verimliliği sağlayacak düşük karbonlu yatırımlarla sera gazı emisyonlarını azaltmayı amaçladığını açıklamıştır (Karakaya, 2016: 6).

Bu çalışmada sera gazı emisyonları, hava kargo taşımacılığı üzerinden incelenmiştir. 2014 yılı itibariyle taşıma modlarından kaynaklı sera gazı emisyonlarının %13.1'inin sorumlusunun sivil havacılık sektörü olduğu bilinmektedir (EEA, 2014). Fosil yakıtların kullanımı gelişmiş ülkelerin refah düzeyini artırırken diğer yandan küresel çevre problemlerine sebep olmaktadır. Sivil havacılık sektörünün, insanların sebep olduğu karbondioksit emisyonunun %2'sinden sorumlu olduğu bilinmektedir ve bu rakamın 2050 yılına kadar %3 seviyesine çıkacağı tahmin edilmektedir (IPCC, 2006). Sivil havacılık sektörünün sebep olduğu emisyonlar sadece uçakların fosil yakıt kullanımı sonucunda gerçekleşmemekte, aynı zamanda havaalanları kaynaklı emisyonlar da çevreye zarar vermektedir. Havaalanlarında hava kirliliğine yol açan başlıca etkenler; uçak motor egzozu, uçak yakıt ikmal sistemleri, yer hizmeti sunan araçlar, havaalanı ısıtma ve soğutma sistemleri, inşaat çalışmaları, yolcuların, çalışanların ve ziyaretçilerin kullandığı motorlu araçlar şeklindedir (Ankaya vd., 2018: 164). Ancak en fazla emisyon uçakların kullandığı fosil yakıtlardan kaynaklanmaktadır. Uçaklarda kullanılan kerosen %86 karbon, %14 hidrojen içermektedir. Modern jet yakıtı olan kerosen yandığında karbondioksit salınımı yapmakta ve bu karbondioksit üst atmosfere yayılarak küresel ısınmaya katkı sağlamaktadır (Doğan, 2018: 143). Ayrıca yakılan her litre yakıt 1.23 kg su buharı ortaya çıkarmakta ve bu nedenle sirrüs adı verilen bulutlar ortaya çıkmaktadır. Sirrüs bulutları kimyasal içerikli bulutlardır ve diğer bulutlara karışarak küresel ısınmaya katkı sağlamaktadır (Doğan, 2018: 144).

Hava kargo sektörü, günümüzün küreselleşen ekonomik dünyasında hızla büyürken ve teknolojik gelişmelerin de etkisiyle büyüme ivmesinin gelecekte daha da artacağı tahmin edilirken, diğer yandan havacılık sektörünün sebep olduğu çevre kirliliği, bu konudaki çalışmaları önemli kılmaktadır. Hava kargo sektörünün iktisadi yaşama kattığı hız ve dinamizmin olumlu etkilerinden faydalanmak ile çevre kirliliğini ve havacılık kaynaklı sera gazı emisyonlarının minimuma indirilmesi arasındaki optimizasyonu sağlamaya yönelik bir bilinç oluşturmak, bu çalışmanın özgün bir çıktısını oluşturmaktadır. Türkiye'deki hava kargo taşımacılığı ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişki bu çerçevede ekonometrik modelle analiz edilmiştir.

4. LİTERATÜR TARAMASI

Literatürde hava kargo taşımacılığı ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin modellenmesi konusunda çok az sayıda çalışma bulunduğu görülmektedir. Ancak bazı çalışmalar, bu çalışmaya temel teşkil etmiştir.

Akdemir (2020) çalışmasında Avrupa Birliği ülkeleri açısından uçak akaryakıtına yönelik olarak uygulanacak vergilerin enerji tasarrufu sağlayarak sera gazı emisyonlarını azaltacağı sonucuna varmıştır.

Yıldız vd. (2020) havalimanlarında enerji maliyetlerini ve emisyonları azaltmak amacıyla yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılma olanaklarını incelemiştir. Havalimanlarının yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımında önemli fırsatlara sahip olduğu ve bu yöndeki çalışmaların artırılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Khan (2019) tarafından yapılan çalışmada, lojistik operasyonlar ile çevresel sürdürülebilirlik arasında negatif bir ilişki saptanmış, bu çerçevede hükümetlere yeşil ideolojiyi teşvik etmek, vergi muafiyetleri getirmek, çevre dostu politikalar yapmak gibi öneriler getirilmiştir.

Kumaş vd. (2019) yaptıkları çalışmada havalimanlarında alınacak önlemlerin sera gazı emisyonlarını azaltacağı sonucuna varmışlardır. Bu önlemlerden bazıları; yolcu indirme-bindirme zamanlarının azaltılması, uçak doluluk oranlarının üst seviyeye getirilmesi, sağlıklı verilere ulaşacak yöntemlerin geliştirilmesi, havacılık sektörünün karbon ayak izinin hesaplanmasında kullanılacak yeni tekniklerin geliştirilmesi şeklinde ifade edilmiştir.

Liu vd. (2019) 184 ülkeyi dört farklı gruba ayırarak yaptıkları çalışmalarında sera gazı emisyonları, hava kirliliği ve sosyoekonomik gelişme arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Kişi başına karbondioksit emisyonu ile sosyoekonomik gelişme düzeyi arasında güçlü bir ilişki bulunmuştur. Ayrıca çeşitli karbondioksit emisyonları ve hava kirliliği düzeylerinde uygulanması gereken politikalar belirlenmiştir.

Bıyık ve Civelekoğlu (2018) özellikle karbondioksit emisyonu üzerinde durdukları çalışmalarında 2016 yılına kadar emisyonlarda önemli artışlar olduğunu tespit etmişler, bunun nedenini ise araç sayısında ve yakıt tüketiminde artış olmasına bağlamışlardır. Karbondioksit emisyonunu azaltabilmek için düşük emisyonlu yakıtlar ve hibrit veya elektrikli araç kullanılmasının gerektiğini ifade etmişlerdir.

Gönen (2018) yaptığı çalışmada yeşil havaalanı projesi ve proje gereklerini yerine getirmek şartıyla alınacak olan Yeşil Kuruluş unvanıyla ilgili olarak yapılması gerekenleri ve alınacak önlemleri özetlemiştir.

Akyüz vd. (2017) Hasan Polatkan Havalimanı terminal binası için yaptıkları çalışmada terminal binasında yapılacak yapısal değişikliklerin ısıtma enerjisi üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. Bina kabuğuna ısı yalıtımı yapılması ve mevcut pencerelerin daha düşük ısı iletim katsayısına sahip pencereler ile değiştirilmesi sonucunda ısıtma için kullanılan enerji tasarrufları ile ekonomik geri ödeme sürelerini hesaplamışlardır. Çalışmada enerji tasarrufu konusunda bina kabuğunun önemi vurgulanmıştır.

Kumbaroğlu vd. (2017) çeşitli karbon vergisi senaryoları altında sera gazı emisyonlarının hangi düzeyde olacağına dair bir tahmin çalışması yapmışlardır. Ulaştırma sektörü için 2012-2052 yılları arasındaki değişim yakıt bazında incelendiğinde toplam tüketimin %56'sını dizel oluştururken, 10 dolarlık bir karbon vergisi tanımlandığında bu değer %46'ya, 20 dolarlık emisyon tanımlandığında %36'ya ve 30 dolar tanımlandığında %33 düzeyine inmektedir. Ulaştırma sektörü kaynaklı sera gazı emisyonlarının karbon vergisinden olumlu yönde etkileneceği sonucuna ulaşılmıştır.

Kijewska ve Bluszcz (2016) sera gazı emisyonları çerçevesinde 28 ülke için kümeleme analizi yapmıştır. Ülkelerin dört grupta kümelendiği sonucuna varılmıştır. Çalışmada Türkiye; Slovak Cumhuriyeti, İspanya, İtalya, Bulgaristan, Slovenya, Yunanistan, Portekiz, Romanya, İsviçre, Avusturya ile birlikte üçüncü kümede yer almıştır.

Xia ve Wang (2013) çalışmalarında Finlandiya lojistik sektörünü incelemiş ve uygulamada Finlandiya şirketlerinin yeşil lojistik eğilimleri tespit edilmiştir.

Beskovnik ve Jakomin (2010) yaptıkları çalışmada yeşil lojistiğe yönelik eğilimleri incelemişlerdir. Özellikle Güneydoğu Avrupa bölgesinde ISO 14000 gibi çevre yönetim sistemlerinin sağlanması ve bölgede yeşil lojistiğin artırılmasına yönelik çalışmaların genişletilmesi gereğince değinilmiştir.

McKinnon (2007) çalışmasında Birleşik Krallık'taki yük taşımacılığında kaynaklanan karbondioksit emisyonlarını analiz etmiştir. Özellikle hava ve deniz kargo emisyon miktarlarının hesaplanmasındaki zorluklar vurgulanmıştır. Çalışmanın sonucunda 2004 yılında yük taşımacılığı kaynaklı 33,7 milyon ton karbondioksit emisyonu gerçekleştiği ve yük taşımacılığı karbondioksit emisyonunun Birleşik Krallık toplam emisyonunun %6'sını oluşturduğu belirlenmiştir.

Bruvoll ve Larsen (2004) yaptıkları çalışmada Norveç'te 1990 ile 1999 yılları arasında sera gazı emisyonlarına uygulanan karbon vergisinin etkilerini analiz etmişlerdir. Vergi uygulamasının sera gazı emisyonlarının düşürülmesinde düşük bir etkiye sahip olduğu saptanmıştır.

5. VERİ SETİ VE YÖNTEM

Bu çalışmada 1990-2018 yılları arasında Türkiye'de havaalanlarındaki yük trafiği ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişki incelenmiştir. Veri seti olarak TÜİK tarafından yayınlanan karbondioksit eşdeğerli sera gazı emisyon miktarları ile havaalanlarındaki yük trafiği istatistikleri kullanılmıştır. Değişkenler arasındaki ilişkinin tespiti için eşbütünleşme testleri kullanılmıştır. Eşbütünleşme testleri, yapısal kırılmanın olmadığı ve yapısal kırılmaların dikkate alındığı modeller olarak ayrı ayrı uygulanmıştır. Eşbütünleşme testlerinin yapılabilmesi için serilerin durağanlığının araştırılması önem arz etmektedir. Durağanlık testleri de yine yapısal kırılmaların dikkate alınmadığı ve alındığı modeller olarak yapılmıştır.

5.1. Genişletilmiş Dickey Fuller Testi (ADF)

Zaman serisi analizlerinde uygulanan ekonometrik yöntemle, serilerin durağan olduğu varsayımına dayanmaktadır. Durağan olmayan zaman serileriyle çalışıldığında sahte regresyon problemi ortaya çıkmakta ve analizlerden elde edilen sonuçlar yanıltıcı olmaktadır (Granger ve Newbold, 1974: 111-120). Zaman serisi verilerinin durağan olması, stokastik sürecin durağan olmasına bağlıdır. Stokastik sürecin, t_1, \dots, t_k zaman noktalarındaki gerçekleştirmelerinin ortak olasılık dağılım fonksiyonu tek ise süreç durağan olarak ifade edilmektedir (Stock ve Watson, 2012: 578). Bu durumda t zamanındaki ortak olasılık dağılım fonksiyonu ile $s > 0$ olmak üzere $t+s$ zamanındaki ortak olasılık dağılım fonksiyonu aynı olmaktadır.

$$f(y_{1t}, y_{2t}, \dots, y_{kt}) = f(y_{1(t+s)}, y_{2(t+s)}, \dots, y_{k(t+s)}) \quad (1)$$

Yukarıda (1) numaralı koşulu sağlayan stokastik süreç, kesin durağan süreç olarak adlandırılmaktadır. Kesin durağanlık, zaman içinde t dönemlik kaymanın stokastik sürecin ortak olasılık dağılım fonksiyonunu değiştirmediğini, dolayısıyla stokastik sürecin zamandan

bağımsız olduğunu ifade etmektedir (Çil, 2018: 70). Bu durumda iki gözlem arasındaki ilişkiyi etkileyen tek unsur, iki gözlem arasındaki uzaklık olmaktadır. Kesin durağanlık, gerçekleşmesi zor bir varsayım olup, gerçekleşmesi genellikle mümkün olmamaktadır. Bu nedenle zaman serisi analizlerinde, serinin zayıf durağan, bir başka ifadeyle kovaryans durağan olduğu varsayılmaktadır. Zayıf durağanlık, stokastik sürecin sadece ilk iki momentinin zamandan bağımsız olmasını gerektirmektedir. Zaman serisi verisinin ortalamasıyla varyansı zaman içinde sabit ve serinin iki değeri arasındaki ortak varyans, ortak varyansın hesaplandığı zamana değil, iki zaman arasındaki uzaklığa bağlıysa zaman serisi zayıf durağan olarak adlandırılmaktadır. Zayıf durağanlık koşulunda zaman serisinin ilk iki momenti, yani koşulsuz ortalaması ve koşulsuz varyansı zamandan bağımsız ve sonlu olmaktadır.

Durağan süreçlerin diğer bir özelliği, şokların geçici bir etkiye sahip olmasıdır. Böylece durağan süreçler, ortalamaya dönme eğiliminde olmaktadır. Durağan bir sürecin ortalamaya dönüş hızı, ardışık ortak varyansların aldığı değere bağlı olmaktadır. Ardışık ortak varyanslar küçükse ortalamaya dönüş hızlı, büyükse yavaş olmaktadır (Çil, 2018: 72).

Zaman serilerinde durağanlığın varlığını araştırmak için ilk birim kök testi, Fuller (1976), Dickey ve Fuller (1979) tarafından önerilmiştir. Dickey-Fuller birim kök testi, birinci mertebeden otoregresif sürecin [AR(1)] tahminine dayanmaktadır.

$$(y_t = \rho y_{t-1} + \varepsilon_t) \quad (2)$$

Dickey-Fuller testi, (2) numaralı denklemde yer alan ve y_t ile y_{t-1} arasında ilişki kuran ρ parametresinin 1'den küçük olup olmadığının test edilmesine dayanmaktadır. Eğer ρ , mutlak değer olarak 1'e eşitse AR(1) süreci birim köklü olup durağan olmayan bir pür rassal yürüyüş süreci olarak ifade edilmektedir (Çil, 2018: 291).

Dickey-Fuller testi uygulanırken, hata teriminin otokorelasyonsuz olduğu ve zaman serisinin AR(1) modeline uygunluk gösterdiği varsayılmıştır. Zaman serileri AR(1) dışında farklı mertebeden otoregresif süreçlere de uygun olabilmektedir. AR(p) sürecine uygunluk gösteren bir zaman serisi, AR(1) olarak ifade edilirse hata terimleri otokorelasyonlu olmaktadır. Otokorelasyonlu hata terimleri ise Dickey-Fuller dağılımlarını geçersiz kılmaktadır (Harris ve Sollis, 2003: 46). Dickey ve Fuller (1981), hata terimleri arasındaki otokorelasyonu ortadan kaldırmak için testte kullanılan denklemlerin sağ tarafına bağımlı değişkenin gecikmeli değerlerinin eklenmesini önermişlerdir. Genişletilmiş Dickey-Fuller (ADF) birim kök testi olarak bilinen test aşağıdaki denklemlerin tahminine dayanmaktadır (Dickey ve Fuller, 1981: 1057).

$$\Delta y_t = \omega y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

$$\Delta y_t = \mu + \omega y_{t-1} + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (4)$$

$$\Delta y_t = \mu + \omega y_{t-1} + \beta t + \sum_{i=2}^p \beta_i \Delta y_{t-i+1} + \varepsilon_t \quad (5)$$

5.2. Narayan-Popp Birim Kök Testi

İktisadi yaşamdaki politika değişiklikleri, ekonomik krizler, dışsal faktörler gibi zamanla meydana gelen değişimler, ekonomik göstergeler ile ilgili verilerin yapısal özelliklerini değiştirebilmektedir. Yapısal değişiklikleri dikkate almayan geleneksel birim kök testleri sapmalı sonuçlar verebilmektedir. Ayrıca zaman serilerinde zaman içinde içsel veya dışsal şoklardan kaynaklanan yapısal değişimlerin etkilerinin gözlemlenmesiyle gerçekleştirilen yapısal kırılmalı birim kök testleriyle, durağan olmayan serilerin durağan özellikler sergileyebileceği

belirlenebilmektedir (Perron, 1989: 1361-1363). Bu sakıncaları önlemek adına bu çalışmada Narayan ve Popp (2010) yapısal kırılmalı birim kök testi kullanılmıştır. Narayan ve Popp birim kök testinde durağanlık analizi aşağıdaki regresyon denklemlerine dayanmaktadır:

$$d_t^{M1} = \alpha + \beta t + \varphi^*(L)(\theta_1 DU'_{1,t} + \theta_2 DU'_{2,t}), \quad (6)$$

$$d_t^{M2} = \alpha + \beta t + \varphi^*(L)(\theta_1 DU'_{1,t} + \theta_2 DU'_{2,t} + \gamma_1 DT'_{1,t} + \gamma_2 DT'_{2,t}) \quad (7)$$

Burada, ($i=1,2$ olmak üzere) $DU'_{i,t} = 1(t > T'_{B,i})$, sabitteki, $DT'_{i,t} = 1(t > T'_{B,i})(t - T'_{B,i})$, trenddeki yapısal kırılmaları gösterirken ($T'_{B,i}$) ise serilerde meydana gelen yapısal kırılmaların tarihlerini göstermektedir (Narayan ve Popp, 2010: 1426). Denklemdaki θ_i ve γ_i parametreleri, sabitteki ve trenddeki yapısal kırılmaların büyüklüğünü ifade etmektedir. $[\varphi^*(L)]$ ise serilerde meydana gelen yapısal kırılmaların zaman içinde yavaş bir şekilde gerçekleşmesini olanaklı kılmaktadır (Narayan ve Popp, 2010: 1426-1428). Narayan ve Popp birim kök testinin boş hipotezi, serinin birim köklü olduğu şeklindedir. Hesaplanan test istatistikleri, kritik tablo değerlerinden mutlak değer olarak büyükse, temel hipotez reddedilmekte ve serinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmaktadır. Narayan ve Popp testi, iki kırılmayı dikkate almakta ve yapısında hem M1 hem de M2 adı verilen iki modele göre istatistikler hesaplanmaktadır. Serilerin I(1) olması durumunda eşbütünlüşme testlerinin yapılması uygun olmaktadır.

5.3. Johansen Eşbütünlüşme Testi

Durağan olmayan zaman serilerinin doğrusal bir bileşimi durağan olabilmektedir. Bu tür değişkenler, eşbütünlüşük değişkenler olarak ifade edilmektedir (Maddala ve Kim, 2004: 34). Johansen (1988) eşbütünlüşme testinde tüm değişkenler bağımlı olarak ve bunların hepsi kendi gecikme değerleriyle diğer değişkenlerin gecikmeli değerlerinin bir fonksiyonu olarak değerlendirilmektedir. Böylece, Johansen yöntemi, vektör otoregresif modelin (VAR) dayanmakta ve bu anlayışla zaman serileri arasındaki bütün eşbütünlüşme vektörlerinin tahmin edilmesini sağlamaktadır. Johansen eşbütünlüşme testi, aşağıdaki VAR modelini başlangıç noktası olarak kabul eder.

$$y_t = \mu + A_1 y_{t-1} + \dots + A_p y_{t-p} + \epsilon_t \quad (8)$$

Burada Y_t , I(1) olarak gösterilen birinci dereceden durağan hale gelmiş $n \times 1$ boyutlu değişkenler vektörünü ifade etmektedir. VAR modeli aşağıdaki şekilde yeniden yazıldığında,

$$\Delta y_t = \mu + \Pi y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \tau_i \Delta y_{t-i} + \epsilon_t \quad (9)$$

$$\Pi = \sum_{i=1}^p A_i - I \quad (10)$$

$$\tau_i = - \sum_{j=1+i}^p A_j \quad (11)$$

Burada, ϵ_t , $n \times 1$ boyutlu vektördür. A_i , $n \times n$ boyutlu parametreler matrisini ifade etmektedir. I ise $n \times n$ boyutlu birim matristir. $(A_i - I)$ matrisi, Π ile tanımlanmıştır. Johansen eşbütünlüşme testi Π matrisinin rankı ve karakteristik kökleri arasındaki ilişkiye dayanmaktadır (Çil, 2018: 396). Π matrisinin rankı, eşbütünlüşme vektörlerinin sayısına eşit olmaktadır. Eğer Π matrisinin rankı sıfır ise matris sıfır matris olmaktadır. Π matrisinin rankı n ise vektör sürecinin durağan olduğu anlaşılmaktadır. Π matrisinin rankı 1 ise tek bir eşbütünlüşme vektörü söz konusu olmaktadır. Johansen eşbütünlüşme testinde eşbütünlüşme vektörünün olmadığı temel hipotez test edilmektedir. Bir başka ifadeyle Π matrisinin rankının sıfır olduğu durum, temel hipotez olmaktadır. Eğer temel hipotez reddedilmezse eşbütünlüşme vektörünün olmadığı sonucuna varılmaktadır. Aksi durumda, yani temel hipotez reddedilirse

bir tane eşbütünleşme vektörünün olduğu hipotez test edilmektedir ve bu test süreci, temel hipotezin reddedilemediği noktaya kadar devam ettirilmektedir.

5.4. Hatemi-J Eşbütünleşme Testi

Hatemi-J (2008) tarafından geliştirilen eşbütünleşme testi, Gregory ve Hansen (1996) tarafından önerilen bir kırılmalı eşbütünleşme testinin iki kırılmaya genişletilmiş şeklini ifade etmektedir. Hatemi-J, iki yapısal kırılmalı modeli aşağıdaki şekilde ifade etmektedir.

$$y_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^2 (\alpha_i D_{it} + \beta_i D_{it} x_t) + \beta_0 x_t + u_t \quad (12)$$

Burada α_0 , yapısal değişimlerden önceki sabit terimi göstermektedir. Birinci yapısal kırılma nedeniyle sabitte oluşan değişim α_1 , ikinci yapısal kırılma nedeniyle sabitte meydana gelen değişim α_2 ile ifade edilmektedir. β_0 , yapısal kırılmadan önceki eğim parametresi, β_1 ve β_2 ise sırasıyla birinci ve ikinci kırılma sonrasındaki eğim parametrelerini ifade etmektedir. Hatemi-J eşbütünleşme testinde temel hipotez değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin olmadığı yönünde kurulmaktadır. Temel hipotezi test etmek amacıyla ADF, Z_a ve Z_t şeklinde üç tane test istatistiği hesaplanmaktadır. Test istatistiklerinin karşılaştırılacağı kritik değerler Hatemi-J (2008) tarafından tablo haline getirilmiştir.

5.5. Hata Düzeltme Modeli

Eşbütünleşik değişkenlerin önemli bir özelliği, bu değişkenlerin zaman patikalarının uzun dönem dengesinden sapma derecesi tarafından etkilenmesidir (Maddala ve Kim, 2004: 34). Buna karşın sistem uzun dönem dengesine dönerse bu değişkenlerin en azından bazılarının dengesizlik hatasına tepki vermesi beklenmektedir. Uzun dönem ve kısa dönem ilişkinin modellenmesi için hata düzeltme modeli kullanılmaktadır (Hamilton, 1994: 580). Hata düzeltme modelinin iki önemli avantajı bulunmaktadır. Birincisi; değişkenlerin eşbütünleşik olduğu varsayımı altında, hata düzeltme modeli, hem kısa dönem hem de uzun dönem etkilerini içermektedir. Hata düzeltme modelinin ikinci avantajı ise, modelde bulunan değişkenlerin durağan olmasıdır. Böylece modelin parametre tahminleri için standart regresyon yöntemleri geçerli olmaktadır. Bir başka ifadeyle, eşbütünleşme varsayımı altında modelin parametreleri en küçük kareler yöntemiyle tahmin edilebilmektedir.

6. BULGULAR

Hava kargo yük trafiği ve sera gazı emisyonları serileri için öncelikle ADF birim kök testi yapılmıştır. Her iki seri de logaritmik değerleriyle analize tabi tutulmuştur. ADF test sonuçları %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerindeki kritik değerleri ve test istatistiği değerleriyle Tablo 1'de özetlenmiştir. ADF birim kök testinde; sabitin ve trendin olmadığı model, sadece sabitin olduğu model ve hem sabitin hem de trendin olduğu model için üç farklı test istatistiği hesaplanmaktadır. Test istatistikleri kritik değerler ile karşılaştırıldığında her iki serinin de birim kök içerdiği görülmektedir. Sadece hava kargo yük trafiği serisine ilişkin sabitli ve trendli modelde birim kök tespit edilmemiştir. Ancak diğer modellerde yük trafiği serisi de birim kök içerdiğinden serinin durağan olmadığına dair güçlü kanıt barındırmaktadır.

Tablo 5. Düzey Değerleriyle Değişkenlere Ait ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	t istatistiği	%1	%5	%10	Sonuç
Yük Sabitsiz Trendsiz	4.421952	-2.674290	-1.957204	-1.608175	Birim kök
Yük Sabitli	-0.062071	-3.769597	-3.004861	-2.642242	Birim kök
Yük Sabitli Trendli	-5.983625	-4.416345	-3.622033	-3.248592	Durağan
Sera Sabitsiz Trendsiz	4.562232	-2.650145	-1.953381	-1.609798	Birim kök
Sera Sabitli	-0.127993	-3.689194	-2.971853	-2.625121	Birim kök
Sera Sabitli Trendli	-2.789470	-4.323979	-3.580623	-3.225334	Birim kök

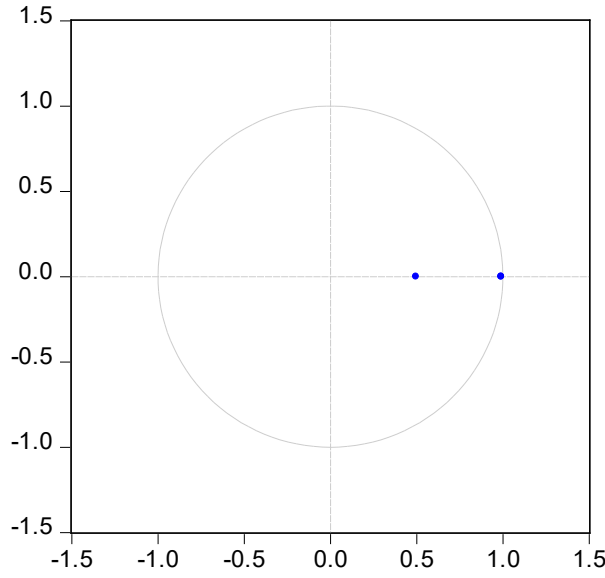
Serileri durağan hale getirebilmek için birinci farkları alınarak tekrar ADF birim kök testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 6’da özetlenmiştir. Tabloda her üç model için hesaplanan test istatistikleri kritik değerler ile karşılaştırıldığında hem hava kargo yük trafiği serisi hem de sera gazı emisyonlar serisinin %5 anlamlılık düzeyinde durağan hale geldiği görülmektedir. Bir başka ifadeyle her iki seri de I(1)’dir. Serilerin I(1) olduğu tespit edildiğine göre Johansen eşbütünlük testinin ön koşulu sağlanmış olmaktadır.

Tablo 6. Birinci Fark Değerleriyle Değişkenlere Ait ADF Birim Kök Testi Sonuçları

	t istatistiği	%1	%5	%10	Sonuç
Yük Sabitsiz Trendsiz	-3.890567	-2.653401	-1.953858	-1.609571	Durağan
Yük Sabitli	-4.521716	-3.788030	-3.012363	-2.645119	Durağan
Yük Sabitli Trendli	-4.414357	-4.467865	-3.644963	-3.261452	Durağan
Sera Sabitsiz Trendsiz	-3.542674	-2.653401	-1.953858	-1.609571	Durağan
Sera Sabitli	-5.680832	-3.699871	-2.976263	-2.627420	Durağan
Sera Sabitli Trendli	-5.580617	-4.339330	-3.587527	-3.229230	Durağan

Johansen eşbütünlük testi VAR modeline dayandığı için öncelikle VAR modeli kurulmuştur. VAR modelinin yapısından faydalanarak bilgi kriterleri vasıtasıyla modelin gecikme uzunluğu 1 gecikme olarak bulunmuştur. Johansen eşbütünlük testinin yapılabilmesi için aynı zamanda AR karakteristik polinomunun ters köklerinin birim çember içinde olması gerekmektedir. Şekil 1 incelendiğinde noktaların birim çemberin içinde olduğu görülmektedir. Ancak noktalardan birinin tam sınırda olması kuşku uyandırmaktadır. Bu durumda modulus değerlerinin incelenmesi önem arz etmektedir. Modulus değerlerinin 1’in altında olması gerekmektedir. Tablo 7’de modulus değerleri özetlenmiştir. Tablodan görüldüğü gibi değerler 1’in altındadır. Bu nedenle eşbütünlük testinin diğer aşamalarına geçilmesine karar verilmiştir.

Inverse Roots of AR Characteristic Polynomial



Şekil 1. AR Karakteristik Polinomunun Ters Kökleri

Tablo 7. Modulus Değerleri

Root	Modulus
0.992356	0.992356
0.497827	0.497827

Johansen eşbütünleşme testinin anlamlı olabilmesi için modelde otokorelasyon ve değişen varyans problemlerinin olmaması ve modelin normallik testini geçmesi gerekmektedir. Analizin bu aşamasında sırasıyla bu sınıma analizleri yapılmıştır. Öncelikle modelde otokorelasyon sorununu incelemek amacıyla LM otokorelasyon testi yapılmış ve test sonuçları Tablo 8’de özetlenmiştir. Modelde otokorelasyon problemi olmaması için olasılık değerlerinin 0.05’den büyük olması gerekmektedir. Tablodan görüldüğü gibi olasılık değerleri 0.05’den büyük olduğu için modelde otokorelasyon problemi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 8. LM Otokorelasyon Testi Sonuçları

Gecikme	LRE istatistiği	Df	Olasılık
1	1.605136	4	0.8079
2	1.250158	4	0.8698

Modelde değişen varyans sorunu olup olmadığının tespiti amacıyla White testi uygulanarak test sonuçları Tablo 9’da özetlenmiştir. White değişen varyans testi Ki-Kare sınamasına dayanmakta ve bir Ki-Kare istatistiği hesaplanmaktadır. Tablodan görüldüğü gibi olasılık değeri 0.05’den büyük olduğundan modelde değişen varyans problemi olmadığı sonucuna varılmıştır.

Tablo 9. White Değişen Varyans Testi Sonuçları

Ki-Kare istatistiği	Df	Olasılık
20.86362	12	0.0524

Eşbütünleşme testine geçilebilmesi için modelin normallik sınavından da geçmesi gerekmektedir. Normallik testi sonuçları, 2 gecikme için Tablo 10'da verilmiştir. Normallik testi Jarque-Bera sınavına dayanmaktadır. Tablodan görüldüğü gibi olasılık değeri 0.05'den büyük olduğundan modelde normallik sorunu olmadığına karar verilmiştir.

Tablo 10. Normallik Testi Sonuçları

Joint	Df	Olasılık
5.485773	4	0.2410

Eşbütünleşme testi için gerekli tüm sınamalar böylece yapılmış ve modelde bir sorunla karşılaşılmamıştır. Johansen eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 11'de özetlenmiştir. Tablodaki ilk satırda temel hipotez, değişkenler arasında eşbütünleşme vektörünün olmadığı şeklindedir. Temel hipotezi sınamak için test istatistiklerinin kritik değerler ile karşılaştırılması gerekmektedir. Johansen eşbütünleşme testinde 2 tane test istatistiği hesaplanmaktadır. Bunlardan ilki olan iz istatistiğinin (27.740020), %1 (19.93711) ve %5 (15.49471) anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. İkinci olarak hesaplanan Maksimum Eigen istatistiğinin de (27.21439), %1 (18.52001) ve %5 (14.26460) anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden daha büyük olduğu görülmektedir. Bu durumda değişkenler arasında eşbütünleşme vektörünün olmadığını ifade eden temel hipotez reddedilmiş, bir başka ifadeyle eşbütünleşme ilişkisinin varlığı tespit edilmiştir. Tablo 11'deki ikinci satırda ise temel hipotez değişkenler arasında en fazla 1 tane eşbütünleşme vektörünün olduğu şeklindedir. Tablodan görüldüğü gibi %1 ve %5 anlamlılık düzeylerinde her iki test istatistiği de kritik değerlerden küçük olduğundan temel hipotez reddedilememiştir. Değişken sayısı 2 olduğuna göre 1 eşbütünleşme vektörünün olması zaten beklenen bir durum olup temel hipotezin kabul edilmesi önsel bilgi ile uyum sağlamaktadır.

Tablo 11. Johansen Eşbütünleşme Testi Sonuçları

H_0 Hipotezi	İz İstatistiği	Kritik Değerler		Max-Eigen İstatistiği	Kritik Değerler	
		%1	%5		%1	%5
$r=0$	27.740020	19.93711	15.49471	27.21439	18.52001	14.26460
$r \leq 1$	0.525807	6.634897	3.841466	0.525807	6.634897	3.841466

Hava kargo yük trafiği ve sera gazı emisyonları serileri arasında eşbütünleşme ilişkisi tespit edilmiş eşbütünleşme ilişkisinin anlamlı olabilmesi için hata düzeltme modelinin de çalışması gerekmektedir. Değişkenlerin durağan hale getirilmesi için uygulanan fark alma işlemi, değişkenlerin uzun dönem bilgisinde kayıplara yol açmakta, hata düzeltme modeli, bilgi kaybının sakıncalarını ortadan kaldırmaktadır. Hata düzeltme modeline ait sonuçlar Tablo 12'de özetlenmiştir.

Tablo 12. Hata Düzeltme Modeli Sonuçları

Hata Düzeltme Terimi	-0.679076
Standart Hata	0.23560
t istatistiği	-2.88227
Uzun Dönem Katsayısı	0.382840
Sabit Katsayı	6.201714

Tablo 12'deki t istatistiğinin negatif ve anlamlı olması beklenmektedir. t istatistiğinin %1 ve %5 düzeylerinde anlamlı olduğu görülmektedir. Hata düzeltme terimi 0.679076 olarak bulunmuştur. Yani sera gazı emisyonları serisinde meydana gelecek sapmaların her yıl yaklaşık 0.68'i yok olmaktadır. Bir başka ifadeyle meydana gelen sapmalar $1/0.68=1.47$ yılda tekrar uzun dönem dengesine ulaşmaktadır. Uzun dönem katsayısı ise değişkenler arasındaki ilişkiyi ifade etmektedir. Tablo 12'den hareketle eşbütünleşme denklemi aşağıdaki gibi bulunmuştur.

$$\text{Sera Gazı Emisyonları} = 6.201714 + 0.382840 \text{ Hava Kargo Yük Trafik} \quad (13)$$

Eşbütünleşme denklemine göre hava kargo yük trafiğindeki %1'lik bir artış sera gazı emisyonlarını yaklaşık %0.38 oranında arttırmaktadır.

Çalışmanın bundan sonraki aşamasında analizler, yapısal kırılmalar dikkate alınarak yapılacaktır. Serilerde yapısal kırılmanın varlığı durumunda geleneksel birim kök ve eşbütünleşme testleri yanıltıcı sonuçlar verebilmektedir. Bu nedenle yapısal kırılmaların dikkate alındığı analizler ile model ayrıca sınanmıştır. Bu amaçla öncelikle 2 yapısal kırılmayı dikkate alan Narayan-Popp (2010) birim kök testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 13'te özetlenmiştir.

Tablo 13. Narayan-Popp Birim Kök Testi Sonuçları (Düzyer Değerleriyle)

	Hava Kargo M1	Hava Kargo M2	Sera Gazı M1	Sera Gazı M2
Birinci Kırılma	9	9	11	11
İkinci Kırılma	14	14	17	17
phi= rho-1	-0.9574	-1.459	-1.186	-1.935
t istatistiği	-4.255	-5.027	-4.630	--5.346
Optimal Gecikme	2.000	0.000	1.000	2.000

Test istatistiğinin karşılaştırılacağı kritik değerler ise Tablo 14'te verilmiştir.

Tablo 14. Narayan-Popp Birim Kök Testi Kritik Değerler

T	M1			M2		
	%1	%5	%10	%1	%5	%10
50	-5.259	-4.514	-4.143	-5.949	-5.181	-4.789
100	-4.958	-4.316	-3.980	-5.576	-4.937	-4.596
300	-4.731	-4.136	-3.825	-5.318	-4.741	-4.430
500	-4.672	-4.081	-3.772	-5.287	-4.692	-4.396

Kaynak: Narayan ve Popp, 2010: 1429.

Narayan ve Popp birim kök testi, Gauss kodu kullanılarak yapılmıştır. Hava kargo yük trafiği serisine ilişkin verilerde birinci kırılma 9. gözleme, ikinci kırılma ise 14. gözleme denk gelmektedir. Veri periyodu dikkate alındığında kırılma tarihleri sırasıyla 1998 ve 2003 yıllarına işaret etmektedir. İlgili kırılma tarihlerinin dış ticaretteki gelişmeler ve hava kargo yük trafiği açısından incelenmesi önem arz etmektedir. M1 modeli için t istatistiği, -4.255 olarak bulunmuştur. Bu değer kritik değerlerle karşılaştırılması gerekmektedir. Kritik değer tablosundaki T değeri, uygulamanın gözlem sayısını ifade etmektedir. Yük trafiği verilerinde 29 gözlem olduğundan en yakın olarak 50 gözleme ilişkin kritik değerler kullanılmıştır. -4.255 değeri, % 1 anlamlılık düzeyinde kritik değerden (-5.259) daha büyük olduğundan hava kargo yük trafiği serisinin birim köklü olduğu sonucuna varılmıştır. M2 modeli incelendiğinde kırılma tarihleri yine 1998 ve 2003 yılları olarak bulunmuştur. M2 modeli için test istatistiği, -

5.027 olarak hesaplanmıştır. Bu değerin de Tablo 14'teki M2 kısmına denk gelen kritik değerlerle karşılaştırılması gerekmektedir. -5.027 değeri, %1 anlamlılık düzeyinde kritik değerden (-5.949) büyük olduğundan hava kargo yük trafiği serisinin yine birim köklü olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Sera gazı emisyonları serisi için de aynı uygulamalar yapılmış, M1 ve M2 modelleri için test istatistikleri sırasıyla, -4.630 ve -5.346 olarak hesaplanmıştır. Her iki modele ait test istatistikleri, Tablo 14'teki kritik değerlerle karşılaştırılmış ve sera gazı emisyonları serisinin de birim kök içerdiği tespit edilmiştir. Ardından her iki serinin birinci farkları alınarak birim kök testi tekrarlanmıştır. Fark değerlerine ilişkin test sonuçları Tablo 15'te özetlenmiştir.

Tablo 15. Narayan-Popp Birim Kök Testi Sonuçları (Birinci Fark Değerleriyle)

	Hava Kargo M1	Hava Kargo M2	Sera Gazı M1	Sera Gazı M2
Birinci Kırılma	10	11	10	12
İkinci Kırılma	13	17	16	17
phi= rho-1	-1.179	-5.289	-1.446	-1.408
t istatistiği	-5.175	-6.630	-6.015	-6.800
Optimal Gecikme	0.000	3.000	1.000	0.000

Tablo 15'den görüldüğü gibi birinci farkı alınmış hava kargo yük trafiği değerlerine ait serinin M1 ve M2 modellerine ilişkin test istatistikleri, sırasıyla -5.175 ve -6.630 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Tablo 14'teki kritik değerlerle karşılaştırıldığında %5 anlamlılık düzeylerinde kritik değerden daha küçük olduğu görülmektedir. Bu durumda birinci farkı alınmış hava kargo yük trafiği serisinin durağan olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Birinci farkı alınmış sera gazı emisyonları serisinin M1 ve M2 modellerine ilişkin test istatistikleri ise sırasıyla, -6.015 ve -6.800 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler de Tablo 14'teki kritik değerlerle karşılaştırıldığında %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde kritik değerlerden daha küçük olduğu görülmektedir. Böylece birinci farkı alınmış sera gazı emisyonları serisinin de durağan olduğu anlaşılmıştır.

Yapısal kırılmaların dikkate alındığı birim kök testinde serilerin her ikisinin de I(1) olduğu tespit edildikten sonra yine yapısal kırılmaları dikkate alan Hatemi-J eşbütünleşme testi uygulanmıştır. Test sonuçları Tablo 16'da özetlenmiştir.

Tablo 16. Hatemi-J Eşbütünleşme Testi Sonuçları

İstatistik	Kırılma Tarihleri	İstatistik Değeri	Kritik Değer (%5)
T	4-8	-6.4288698	-6.015
Z_t	4-8	-6.4533565	-6.015
Z_a	4-20	-36.325349	-76.003

Hatemi-J eşbütünleşme testi, 2 kırılmayı dikkate almakta ve 3 farklı test istatistiği hesaplanmaktadır. Kırılma tarihleri, t ve Z_t istatistik değerlerinde 1993 ve 1997 yılları olarak bulunmuştur. Z_a istatistiğine göre ise kırılma tarihleri 1993 ve 2009 yılları olarak saptanmıştır. İstatistik değerlerinin karşılaştırılacağı kritik değerler de Tablo 16'da sağ sütuna eklenmiştir. Tablodan görüldüğü gibi t ve Z_t istatistikleri kritik değerlerden daha küçüktür. Bu durumda hava kargo yük trafiği ve sera gazı emisyonları serileri arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğu anlaşılmaktadır. Z_a istatistiği eşbütünleşme ilişkisini doğrulamamakla birlikte diğer 2

istatistiğe göre anlamlı bir uzun dönem ilişkisinin tespit edilmiş olması, eşbütünlüşme ilişkisinin olduğuna dair güçlü bir kanıt teşkil etmektedir.

7. SONUÇ

1980 sonrasında küreselleşme politikaları ile birlikte uluslararası ticaret tüm dünya ülkeleri için önem kazanmıştır. İhracatın gerek büyüme kaynağı olması gerekse ithalatın finansman aracı olması nedeniyle ülkeler ihracatı arttırma politikalarına ağırlık vermektedir. Uluslararası ticaretin büyümesiyle eş zamanlı olarak lojistik sektörünün de önemi artmış, uluslararası tedarik zincirleri daha karmaşık hale gelmiştir. Hava kargo taşımacılığının tüm taşıma modları içindeki payı ağırlık bazında düşük olsa da değer bazında yüksek olarak gerçekleşmektedir. Bir başka ifadeyle hava kargo ile pahalı ürünler taşınmaktadır. Günümüzde yaşanmakta olan pandemi sürecinde yolcu taşımacılığına yönelik kısıtlamalar nedeniyle havayolu sektörü, maliyetlerinin büyük bir çoğunluğunu yük taşımacılığı ile karşılamak zorunda kalmaktadır. Tedarik zincirlerindeki mal akışının aksamaması ve uluslararası ticaretin devam etmesi açısından hava kargo taşımacılığı sektörü önem arz etmektedir. Ayrıca aşı lojistiği nedeniyle hava kargo sektörünün 2021 yılında hızlı bir büyüme kaydedeceği öngörülmektedir. Türkiye’de de küreselleşme süreci ile birlikte ihracata dayalı büyüme modeli benimsenmiş, gerek ithalat gerekse ihracat bu süreçte artış eğilimine girmiştir. Bu çerçevede özellikle ithalat taşımalarında hava kargo sektörü büyümüş, tüm taşıma modları içindeki değer bazında payı son on yılda %9’dan %22 seviyesine çıkmıştır.

Hava kargo sektörünün taşıma modları içindeki payının artması ve gelecekte sektörün daha da hızlı bir büyüme trendi içine gireceğinin öngörülmesi, bazı problem ve tartışmaları da beraberinde getirmiştir. Hava kargo sektörünün büyümesinin sera gazı emisyonlarında artışa yol açması ve küresel ısınma sorununa daha fazla katkı vermesinden endişe edilmektedir. İklim değişikliği ile mücadele kapsamında Kyoto Protokolü, Paris Anlaşması gibi küresel girişimlerle sera gazı emisyonlarının azaltılması hedeflenirken hava kargo sektörünün de bu hedef doğrultusunda yapılanması, sektörün sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir.

Bu çalışmada Türkiye’de hava kargo yük trafiği ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişki zaman serisi eşbütünlüşme yöntemleriyle araştırılmıştır. 1990 yılından itibaren verilerin kullanıldığı çalışmada hava kargo yük trafiği ile sera gazı emisyonları arasında uzun dönem ilişkisi tespit edilmiştir. Yük trafiğindeki %1’lik artış, sera gazı emisyonlarında %0.38’lik bir artışa neden olmaktadır. Ayrıca hata düzeltme modelinden elde edilen sonuçlara göre kısa dönemde meydana gelen sapmalar giderilmekte, uzun dönemde seriler arasında ilişki devam etmektedir. Literatürde hava kargo sektörü ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkiyi nicel yöntemlerle inceleyen fazla çalışma bulunmamaktadır. Genellikle çalışmalar, havacılık otoritelerinin istatistiklerini aktarmaktadır. Ekonometrik yöntemler kullanılarak hava kargo yük trafiği ile sera gazı emisyonları arasındaki ilişkinin net bir şekilde ortaya konması, bu çalışmanın en önemli çıktısını oluşturmaktadır.

Türkiye, iklim değişikliğiyle uluslararası mücadele sürecine katkı vermektedir. Paris Anlaşması çerçevesinde sera gazı emisyonlarını olağan seyrinden %21 daha az arttırmayı hedeflediğini beyan etmiştir. Ayrıca sanayi ve ulaştırma sektörlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarını azaltmak için enerji tasarrufu sağlayan düşük karbonlu yatırımlar yapılması hedeflenmektedir. Hava kargo sektörünün sürdürülebilirliğinin sağlanmasında sera gazı

emisyollarının kontrol altına alınması büyük önem arz etmektedir. Uçaklarda alternatif yakıt kullanılmasına yönelik olarak yatırımlar acil olarak yapılmalıdır. Bazı ülkelerde uygulanan ve başarılı sonuçlar alınan karbon vergisi de sektörün sera gazı emisyonlarının azaltılmasında etkili olacaktır. Karbon vergisinin diğere bir avantajı ise sektörü emisyonları düşürecek teknolojik yatırımlara yönlendirecek olmasıdır. Fosil yakıt tüketiminin en yoğun olduğu karayolu taşımacılığının uygulanacak politikalarla bir kısmının denizyolu ve demiryolu taşımacılığına yönlendirilmesi, hafif fakat pahalı yüklerin ise hava kargoya aktarılması da sera gazı emisyonlarının azaltılmasında etkili olacaktır. Havacılık sektöründe sera gazı emisyonları sadece uçaklar nedeniyle artmamaktadır. Havalimanları kaynaklı sera gazı emisyonlarının da azaltılması gerekmektedir. Havalimanlarında yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanılması sürece katkı sağlayacaktır. Bu hedefler doğrultusunda yatırım yapmaya istekli olan havayolu işletmelerine finansal teşvikler sağlanmalı ve bu tür yatırımlar için vergi muafiyetleri getirilmelidir. Yakın gelecekte mümkün görünmese de elektrikli hava taşımacılığına yönelik çalışmaların yapılması da sektörün gelecekteki sürdürülebilirliği açısından önem arz etmektedir.

KAYNAKÇA

Akdemir, T. (2020). Avrupa Birliği'nde İklim Değişikliği ile Mücadelede Havacılık Vergileri. Ankara Avrupa Çalışmaları Dergisi, 19(1), 1-24. DOI: 10.32450/aacd.770791

Ankaya, F.Ü., Aslan, B.G. ve Yazıcı, K. (2018). Havaalanlarının Çevreye Olan Etkilerinde Çevre Yönetim Sisteminin Önemi. Ulusal Çevre Bilimleri Araştırma Dergisi, 1(4), 162-169.

Barnard, R. E. (2004). A qualitative study of teachers' perceptions of staff development in three public northeast Tennessee elementary school districts (Unpublished doctoral dissertation). East Tennessee State University, Johnson City, TN. Retrieved from <http://dc.etsu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=2069&context=etd>.

Beškovnik, B. ve Jakomin, L. (2010). Challenges of Green Logistics. Southeast Europe, 22(2), 147-155.

Bezirci, M. ve Dündar, A. O. (2011). Lojistik Köylerin İşletmelere Sağladığı Maliyet Avantajları. Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi. 13(1), 292-307.

Bruvoll, A. ve Larsen, B. M. (2004). Greenhouse Gas Emissions in Norway: Do Carbon Taxes Work?, Energy Policy, 32(2004), 493-505.

Civelekoğlu, G ve Bıyık, Y. (2018). Ulaşım Sektöründen Kaynaklı Karbon Ayak İzi Değişiminin İncelenmesi. Bilge International Journal of Science and Technology Research, 2(2), 157-166. DOI:10.30516/bilgesci.427359

Çil, N. (2018). Finansal Ekonometri, Der Yayınevi, İstanbul.

Demir, İ. (2006). Kyoto Protokolü Amaçlarına Ulaşabilme Yolunda Dünya Enerji Kullanımında Meydana Gelebilecek Değişiklikler. Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 2(8), 241-251.

Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1979). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root, Journal of the American Statistical Association, 7(4), 427-431.

Dickey, D.A. ve Fuller, W.A. (1981). Likelihood Ratio Statistics for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 49(4), 1057-1072.

Doğan, M. (2018). Küresel Kamusal Mal Kapsamındaki Hava Kirliliğine Neden Olan Etkenlerin Havacılık Sektörü Odaklı İncelenmesi, *Gazi Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 5(13), 142-156.

Dündar, A. ve Kolay, A. (2021). Karayolu yük ve yolcu taşımacılığının çevresel sürdürülebilirlik bakımından değerlendirilmesi ve Konya ili sera gazı emisyonunun hesaplanması, *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(1), 317-334, DOI: 10.25287/ohuiibf.786463

EEA (2014). *Air Quality in Europe 2014 Report*. Erişim Tarihi: 17 Kasım 2014.

Erdumlu, M. (2006). *Kentsel Lojistik ve Lojistik Köy Uygulaması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

Erk, N. (2017). İklim Değişikliği ve Tarımsal Üretim Üzerine Etkileri, *Küresel Isınma, İklim Değişikliği ve Sosyo-Ekonomik Etkileri*, Nobel Yayıncılık, İstanbul.

EUROCONTROL, *Five-Year Forecast 2020-2024*. European Flight Movements and Service Units Three Scenarios for Recovery from COVID-19.

Fuller, W. A (1976). *Introduction to statistical time series*, John Wiley & Sons, Inc., New York.

Giddens, A. (2013). *İklim Değişikliği Siyaseti*, Çeviren: Erhan Baltacı. Phoenix Yayınevi, Ankara.

Goldstein, J.S. ve Pevehouse, J.C. (2015). *Uluslararası İlişkiler*, Çeviren: Haluk Özdemir. BB101, Ankara

Gönen, İ. (2018). *Green Business studies in civil aviation industry / Sivil havacılık sektöründe Yeşil İşletme çalışmaları*. International Congress on Business and Marketing. 336-350.

Granger, C.W.J., ve Newbold, P. (1974). Spurious Regressions in Econometrics, *Journal of Econometrics*. 2, 111-120.

Gregory, A.W. ve Hansen, B.E. (1996). Residual-Based Tests for Cointegration in Models With Regime Shifts. *Journal of Econometrics*, 70 (1), 99-126.

Hacırüstemoğlu, R. ve Şakrak, M. (2002). *Maliyet Muhasebesinde Güncel Yaklaşımlar*. Türkmen Kitapevi, İstanbul.

Hamilton, J.D. (1994). *Time Series Analysis*, Princeton University Press, New Jersey

Harris, R., Sollis, R. (2003). *Applied Time Series Modelling and Forecasting*, John Wiley and Sons.

Hatemi-J, A. (2008). Tests for Cointegration with Two Unknown Regime Shifts with an Application to Financial Market Integration. *Empirical Economics*, 35(3), 497-505.

Heywood, A. (2014). *Küresel Siyaset*, Çevirenler: Nasuh Uslu ve Haluk Özdemir. Adres Yayınları, Ankara.

IATA. (2019). *World Air Transport Statistics 2019*. Montreal— Geneva: International Air Transport Association

IATA. (2020). *Air Cargo Market Analysis*

IATA (2021). *Deep Losses Continue Into 2021*

IPCC (2006). National Greenhouse Gas Inventories Vol:5 Waste. Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva, 149.

Johansen, S. (1988). Statistical Analysis of Cointegrating Vectors, *Journal of Economic Dynamics and Control*, 12(2-3), 231-254.

Karakaya, E. (2016). Paris İklim Anlaşması: İçeriği ve Türkiye Üzerine Bir Değerlendirme, *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 3(1), 1-12. DOI: 10.30803/adusobed.188842

Kaya, H.E. (2020). Kyoto'dan Paris'e Küresel İklim Politikaları. *Meriç Uluslararası Sosyal ve Stratejik Araştırmalar Dergisi*, 10(4), 165-191.

Khan, S. A. (2019). The Effect of Green logistics on Economic growth, Social and Environmental sustainability: An Empirical study of Developing countries in Asia. 2019, 2019010104, DOI: 10.20944/preprints201901.0104.v1

Kijewska, A. ve Bluszcz, A. (2016). Research of Varying Levels of Greenhouse Gas Emissions in European Countries Using The K-Means Method, *Atmospheric Pollution Research*, 7(2016), 935-944.

Kumaş, K., İnan, O., Akyüz, A. ve Güngör, A. (2019). Muğla Dalaman Havalimanı Uçaklardan Kaynaklanan Karbon Ayak İzinin Belirlenmesi, *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 7(2), 291-297, May. 2019, DOI: 10.21541/apjes.466338

Kumbaroğlu, G, Or, İ, ve Işık, M. (2017). Karbon Vergisi ile Sera Gazı Emisyonlarının Azaltımı: Türkiye Vakası. *Uluslararası İlişkiler Dergisi*, Special Issue: The Paris Climate Summit and its Repercussions, 14(54), 149-174. DOI:10.33458/uidergisi.513239

Liu, Q., Baumgartne J. ve Schauer J. (2019). A Global Perspective on National Climate Mitigation Priorities in The Context of Air Pollution and Sustainable Development, *City and Environment Interactions*, 1(2019), 1-10.

Maddala, G.S., ve Kim, I.M. (2004). *Unit Roots, Cointegration and Structural Change*, Cambridge University Press, Sixth Printing

McKinnon, A. (2007). *CO2 Emissions from Freight Transport: An Analysis of UK Data*, Logistics Research Centre, Heriot-Watt University, Edinburgh.

Narayan, P.K. ve Popp, S. (2010). A New Unit Root Test with Two Structural Breaks in Level and Slope at Unknown Time, *Journal of Applied Statistics*, 37(9), 1425-1438.

Oral, O. ve Uğuz, S. (2020). Türkiye'deki Farklı Sektörlere Ait Sera Gazı Emisyon Değerlerinin Çok Katmanlı Algılayıcılar ile Tahmin Edilmesi, *International Journal of Engineering Research and Development*, 12(2), 464-478. DOI:10.29137/umagd.646038

Orhan, O. (2003). *Dünyada ve Türkiye'de Lojistik Sektörünün Gelişimi*, No: 2003-39, Mega Ajans.

Öztürk, M. ve Öztürk, A. (2019). BMİDÇS'den Paris Anlaşması'na: Birleşmiş Milletler'in iklim değişikliğiyle mücadele çabaları. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 527-541. DOI: 10.25287/ohuibf.494667

Pearce, B. (2020). Air travel slows in September, but cargo speeding up, IATA.

Perron, P. (1989). The Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis, *Econometrica*, 57(6), 361-1401.

SHGM (2019). web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/faaliyet/2019.pdf

- Soruşbay, C. (2007). Karayolu Ulaşımından Kaynaklanan Karbondioksit Emisyonlarının Çevreye Etkisi ve Kontrolü, Mühendis ve Makine Dergisi
- Statista (2020). Air cargo traffic - worldwide volume 2004-2020.
- Stock, J.H., ve Watson, M.W. (2012), Introduction to Econometrics, 3.edt, Pearson
- Sümer, V. (2014), Çevre Sorunları ve Küresel İklim Değişikliği, Uluslararası İlişkilere Giriş, Küre Yayınları, İstanbul.
- TÜİK (2020). Havaalanlarında Toplam Yolcu ve Yük Trafığı, Erişim Tarihi: 29 Eylül 2020.
- TÜİK (2020). Sera Gazı Emisyonları, Erişim Tarihi: 31 Mart 2020.
- TÜİK (2021). Taşıma Şekillerine Göre İhracat, Erişim Tarihi: 26 Şubat 2021.
- TÜİK (2021). Taşıma Şekillerine Göre İthalat, Erişim Tarihi: 26 Şubat 2021.
- TÜİK (2021). Ülkelere Göre Yıllık İhracat, Erişim Tarihi: 26 Şubat 2021.
- TÜİK (2021). Ülkelere Göre Yıllık İthalat, Erişim Tarihi: 26 Şubat 2021.
- UNFCCC (2015). United Nations Framework Convention on Climate Change, INDCs as communicated by Parties
- United States Environmental Protection Agency (US EPA) (2020). Global greenhouse gas emissions Data. Retrieved from <https://www.epa.gov/ghgemissions/global-greenhouse-gas-emissions-data>.
- UTİKAD (2021). Lojistik Sektörü Raporu (2020). <https://www.utikad.org.tr/images/HizmetRapor/utikadlojistiksektoruraporu2020-53923.pdf>
- Xia, Y. ve Wang, B. (2013). Green Logistics In Logistics Industry In Finland, Lahti University of Applied Sciences Degree Programme in International Business.
- Yıldız, Ö, Yılmaz, M, Çelik, A, İmik, E. (2020). Havalimanlarında Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Kullanılması, Journal of Aviation, 4(1), 162-174. DOI: 10.30518/jav.695210