



JOEEP

Journal Homepage: <http://dergipark.org.tr/joeeep>



Araştırma Makalesi • Research Article

Finansal Bir Birlik Olarak EUROCONTROL'de Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliği: Ekonometrik Bir Analiz

The Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypothesis in Eurocontrol as a Financial Union: An Econometric Analysis

Uğraş Çalışkan^{a*}

a, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, Osmaniye/Türkiye
ORCID: 0000-0002-4942-8732

MAKALE BİLGİSİ

Makale Geçmişi:

Başvuru tarihi: 12 Mart 2022

Düzeltilme tarihi: 12 Nisan 2022

Kabul tarihi: 14 Nisan 2022

Anahtar Kelimeler:

EUROCONTROL

Aviation Sector

CO₂ Salınımı

Kübik Çevresel Kuznets Eğrisi

ARTICLE INFO

Article history:

Received: March 12, 2022

Received in revised form: April 12, 2022

Accepted: April 14, 2022

Keywords:

EUROCONTROL

Aviation Sector

CO₂ Emission

Cubic Environmental Kuznets Curve

ÖZ

Bu çalışmada EUROCONTROL üyesi ülkelerin milli gelirleri ile havacılık sektörlerinin uçuş başına karbon dioksit salınımı arasındaki ilişki; 34 ülkenin Ocak 2010 – Eylül 2021 dönemi verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Petrol fiyatları ve COVID 19 sürecini temsil eden kukla değişken ile veri seti genişletilmiştir. Model katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiş, havacılık sektöründe uçuş başına düşen karbondioksit emisyonu ile milli gelir arasında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Belçika, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da geçerli olduğu belirlenmiştir. Bu ülkelerden Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da ters N şeklinde, Finlandiya ve Almanya ise N şeklinde kübik Çevresel Kuznets Eğrisi söz konusudur. Çizilen grafikler de söz konusu ekonometrik bulguları destekler niteliktedir.

ABSTRACT

In this study, the relation between the national income and the carbon-dioxide emission per flight of the aviation sector of 34 member countries of EUROCONTROL is analyzed for January 2010 - September 2021 period. The data set is expanded with oil prices and a dummy variable, representing COVID-19 period. The model coefficients are estimated by DOLS method and it is determined that Environmental Kuznets Curve Hypothesis is valid between carbon-dioxide emission per flight in the aviation sector and national income for Belgium, Finland, Germany, Greece, Hungary and Romania. Among these countries Belgium, Greece, Hungary and Romania have inverse N shaped and Finland and Germany have N shaped cubic Environmental Kuznets Curve. Also, the drawn figures are supporting the related econometric findings.

1. Giriş

Havayolları ülkelerin dış dünyaya en hızlı açılan kapıları olup; ticaret, eğitim, resmi ya da turizm amaçlı seyahatlerin en hızlı ve kaza riski en düşük şekilde yapılabilmesini sağlayan ulaşım biçimidir. Aynı zamanda aşı, organ ve acil

hasta nakli gibi sağlık alanlarında ve savunma sanayi gibi

kritik alanlarda kargoların hızlı ve bozulmadan taşınmasında da havayolu taşımacılığı büyük öneme sahiptir. 2019 yılı itibarıyla dünya genelinde 39 milyon uçuş gerçekleşmiştir (Mazareanu, 2021).

* Sorumlu yazar/Corresponding author.
e-posta: ugrascaliskan@hotmail.com.tr

Dünya genelindeki havayolu ağı gün geçtikçe büyümekte, gelişmektedir. Havayolu taşımacılığı sektörünün gelişmesi, dünya ekonomisi için itici bir güç konumunda olup; dış ticaretten, turizm ve sağlık alanına kadar pek çok sektörü de doğrudan veya dolaylı yönlerden etkilemektedir (Thinktech, 2021). Üretim ve tüketim mallarına yönelik tedarik zincirinin korunabilmesi açısından da havacılık sektörü büyük öneme sahiptir (Makarova ve Pavlov, 2017).

Havacılık sektörü dünya genelinde 11,3 milyon kişiye doğrudan, 87,7 milyon kişiye de dolaylı olarak istihdam olanağı sağlamaktadır (Aviationbenefits, 2021) ve 2019 yılında 2,7 trilyon Dolarlık (dünya milli gelirinin %3,6'sı kadar) gelir üretmiştir (Forbes, 2020). Dünyadaki havayolu ile taşınan yolcu sayısı 2019 yılında 6,75 milyar kişi ile rekor bir seviyeye ulaşmış olup, Mart 2020'den itibaren yaşanan COVID 19 salgını sebebiyle bu sayı 2020 yılında %60'a yakın düşerek 1,8 milyar kişiye inmiştir (ICAO, 2021a). ICAO (2021b) verilerine göre, COVID 19 sebebiyle havayolu şirketlerinin 2020 yılı parasal kaybı 370 milyar Doları bulmuştur. Davitt (2021)'e göre bu sayının 2021 yılında 4,6 milyar, 2022 yılında ise 6,6 Milyar olması beklenmektedir. Türkiye'de 2019 yılında 2.034.430 uçuşta 208.911.338 yolcu ve 4.090.168 ton yük taşınmış, sektörün 2019 yılında ekonomiye 143,32 milyar TL katkısı olmuştur. İlave olarak Türkiye'deki havayolu taşımacılık sektöründe 209.049 kişi istihdam edilmekte (TOBB, 2020: 8) olup, bu yönüyle de ülke ekonomisine önemli yararlılıklar sağlamaktadır. COVID 19 salgını nedeniyle 2020 yılında Türkiye'deki uçuş sayısı %48 azalarak 1.057.247'ye, yolcu sayısı da %61 düşerek 81.657.070'e inmiştir (DHMI, 2021a). Türkiye havayolu ile taşınan yolcu sayısında Avrupa'da 3'üncü, dünyada 9'uncu sıradan yer almaktadır (ACI, 2021).

Havacılık sektörü ekonomi için sağladığı bu yararlarının yanında yaydığı karbon karbondioksit gazı (CO_2), üretilen katı ve sıvı atıklar nedeniyle çevreyi de belirgin şekilde kirletebilmektedir (Taşdemir ve Aydın, 2021: 2587). Dünyada salınan tüm zararlı gazların %1,9'u, CO_2 'nin %2,5'i havacılık sektörü tarafından salınmaktadır (Statista, 2022). IPCC uzmanlarının tespitlerine göre; dünyadaki hava kirliliğinin %25'i hava, deniz ve kara taşımacılığından, bunun %11,6'sı da hava yolu taşımacılığından kaynaklanmaktadır (Mut, 2021). 22 Nisan 2021'de İskoçya'nın Glasgow kentinde gerçekleştirilen 26. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Konferansı'nda (COP26) da dünyadaki çevre kirliliğinin günlük yaşamı tehdit eder hale geldiği, sürdürülebilir sağlıklı yaşam için çevre kirliliğinin acilen azaltılması gerektiği dile getirilmiştir (BBC, 2021). Bu nedenle havacılık sektörünün sebep olduğu çevresel bozulmanın da yakından takip edilmesinde, gerekli analizlerin sıklıkla yapılmasında, politika önerilerinin ivedilikle geliştirilmesinde ve uygulanmasında yarar vardır.

Bu çalışmada Avrupa Hava Seyrüsefer Teşkilatı (European Organization for the Safety of Air Navigation: EUROCONTROL)'e üye 41 ülkeden verilerine tam olarak ulaşılabilen 34 tanesinin Ocak 2010 – Eylül 2021 dönemi

verileri kullanılarak, ülkelerin milli gelirleri ile havacılık sektörlerinin uçuş başına karbon dioksit salınımı arasındaki ilişki Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin geçerliliği çerçevesinde, ekonometrik yöntemler yardımıyla analiz edilmiştir. Çalışmanın ikinci bölümünde; Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin teorik çerçevesi ve farklı varyasyonları sunulmuş, üçüncü bölümünde; EUROCONTROL kurumu ve üyeleri hakkında bilgiler verilmiş, dördüncü bölümde; literatür özeti sunulmuştur. Beşinci bölümde ekonometrik analizler gerçekleştirilmiş, sonuç ve önerilerle çalışma tamamlanmıştır. Bu çalışmanın; havacılık sektörünün CO_2 emisyonu ve bu alanda Çevresel Kuznets Eğrisi (Environmental Kuznets Curve: EKC) Hipotezinin geçerliliği gibi spesifik bir konuyu ele almasıyla, literatüre ve sektöre yararlı katkılar sağlaması beklenmektedir. Özellikle EKC teorisini, kullanılan grafik ve denklemlerle, mevcut literatürün üstünde bir derinlikte ele alınmış olması, EUROCONTROL'e üye bütün ülkelerin analize katılmaya çalışılması, ülkeler için toplulaştırılmış bir panel veri analizi yerine, her bir ülke için ayrı ayrı zaman serisi analizleri gerçekleştirilip, sonuçların karşılaştırılması, ülkeler için dönüm noktalarının hesaplanması ve EKC'nin geçerli olduğu ülkelerdeki durumun grafiklerle görsel olarak da sunulması yönleriyle çalışma literatürdeki benzer çalışmalardan ayrılmaktadır. Ayrıca literatürde her ne kadar genel ekonomi içerikli EKC sınamaları yer alsın da havacılık sektörü üzerinde bu alanda yapılmış çalışma sayısı oldukça sınırlıdır. Yapılan çalışmanın bu anlamda da literatüre önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir. Son olarak çalışmanın bu kadar geniş bir ülke sepeti için aylık frekansta yapılmış olması da kayda değer bir husustur.

2. Çevresel Kuznets Eğrisi

1971 Nobel İktisat ödülünün de sahibi olan Rus asıllı ABD'li iktisatçı ve istatistikçi Simon Kuznets 1955 yılında, "*Economic Growth and Income Inequality: Ekonomik Büyüme ve Gelir Eşitsizliği*" adlı çalışmada; Almanya, İngiltere ve ABD'nin 1780-1950 dönemi verileriyle yaptığı analizlerinde; "*Ekonomik gelişmenin ilk dönemlerinde kişi başına düşen milli gelir (Gross Domestic Product Per Capita: GDPPC) artarken ülkelerdeki gelir dağılımı dengesizliğinin de arttığını, ancak kişi başına düşen milli gelir belirli bir seviyeyi aştıktan sonra bu bozulmanın azalmaya başladığını*" tespit etmiştir. Bu süreçte ekonomik büyüme (GDPPC) ile gelir eşitsizliği arasındaki ilişkinin *ters U* şeklinde olduğu görülen bu çalışma, zaman içinde birçok iktisadi olayın açıklanmasına da ışık tutmuştur (Topuz ve Dağdemir, 2016: 116).

Çevresel konuların önem kazanmaya başladığı 1990'lı yılların başlarında Grossmann ve Krueger (1991), 42 ülkenin hava kalitesi ve ekonomik büyümesi arasındaki ilişkiyi, 1977-1988 dönemi için panel veri analizi yöntemiyle analiz ettikleri çalışmalarında; Kuznets'in yaklaşımının, kişi başına düşen milli gelir artışı ile çevre kirliliği (SO_2 : sülfür dioksit) arasında da geçerli olduğunu ortaya koyarak, Çevresel Kuznets Eğrisi kavramını literatüre kazandırmıştır. Grossman ve Krueger (1991) bu

çalışmalarında sadece GDPPC ile SO₂ salınımını arasındaki ilişkiye odaklanmakla kalmamış, GDPPC ile hava kirliliği ve GDPPC ile atmosferdeki asılı parçacıklar arasındaki ilişkilere de bakmıştır. Kısıtsız kukla değişkenlerin de kullanıldığı analizde GDPPC ile SO₂ salınımı ve GDPPC ile karanlık madde arasında N şekline benzer ilişkiler görülürken, GDPPC ile atmosferdeki asılı parçacıklar arasında L şekline benzer hiperbolik bir ilişki olduğu tespit edilmiştir (Grossman ve Krueger, 1991: 43). Yazarlar sabit etkiler yöntemine dayalı panel veri analizinde; GDPPC ile SO₂ salınımı arasında ters U şeklinde, GDPPC ile karanlık madde arasında N şeklinde GDPPC ile atmosferdeki asılı parçacıklar arasında ise pozitif eğimli doğrusala yakın ilişkilerin olduğunu belirlemiştir (Grossman ve Krueger, 1991: 47).

Grossmann ve Krueger (1991: 5) bu çalışmalarında dönüş noktasının (turning point) 1985 yılı itibarıyla bazı ülkelerde 4.000, bazı ülkelerde 5.000 ABD Doları seviyesinde olduğunu hesaplamıştır. Grossmann ve Krueger 1995 yılında, 58 ülkenin 1979-1990 dönemi su ve hava kirliliği ve GDPPC verilerini kullanarak yaptıkları çalışmada ise; ekonomik büyümeyle birlikte çevresel kalitenin istikrarlı bir şekilde bozulduğuna dair hiçbir kanıt bulamamışlar, aksine ekonomik büyümenin, çevre kalitesi üzerinde önce bir bozulma aşamasını, ardından bir iyileşme aşamasını getirdiğini bulmuşlardır. Yazarlar bu çalışmalarında ikinci dönüş noktasının 8.000 ABD Doları olduğunu hesaplamışlardır (Grossmann ve Krueger, 1995: 353). Grossmann ve Krueger (1995) bu çalışmalarında kübik bir fonksiyon kullanarak, N tipi bir EKC'nin varlığını sınımlamışlar (Grossmann ve Krueger, 1995: 360), GDPPC ile SO₂ salınımını arasında ve GDPPC ile ırmaklardaki kolibakterisi ve ağır metal miktarı arasında N şeklinde, GDPPC ile karanlık madde ve GDPPC ile ırmaklardaki nitrojen miktarı arasında ters U şeklinde ilişkilerin olduğunu ortaya koymuşlardır (Grossmann ve Krueger, 1995: 363-365).

Panayotou (1993), Grossmann ve Krueger (1991)'in ortaya attığı EKC hipotezinin geçerliliğini, gelişmiş ve gelişmekte olan 55 ülke için En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle analiz etmiş, bu ülkelerde ters U şeklindeki EKC hipotezinin geçerli olduğunu, dönüş noktalarının; ormansızlaşmada 800-1.200 ABD Doları arasında, sülfür dioksit (SO₂) ve nitrojen oksit (NO_x) emisyonlarında 3.800-5.500 ABD Doları arasında olduğunu belirlemiştir. Yazar çevresel kirlenmedeki ikinci yapısal değişimin ise GDPPC 10.000 ABD Dolarını aştığında meydana geldiğini ve bu kez ekonomilerde N şeklinde bir EKC'nin geçerli olmaya başladığını, çünkü ülkelerin daha fazla büyüebilmek için enerji yoğun endüstrilere ağırlık vermeye başladıklarını ifade etmiştir (Panayotou, 1993: 14).

Ülkelerin ekonomik büyümelerini artırabilmek için ilk dönemlerde çevreyi korumaya yönelik harcamaları yapmaya pek de istekli olmadıklarını ifade eden Shafik (1994), çevrenin bir kamusal mal olduğunu, bu nedenle firmaların kârlarından bir kısmını bu alanda kullanmaya

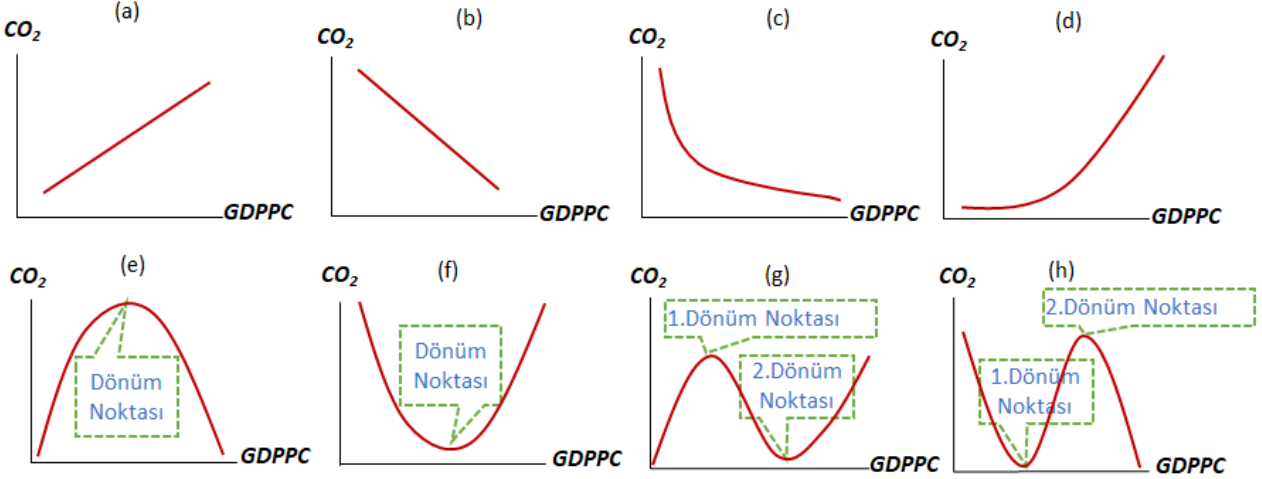
istekli olmadıklarını belirtmiştir. GDPPC'nin çevre kirliliği üzerindeki etkilerini parabolik ve kübik fonksiyon formlarında ele alan Shafik (1994: 760), 149 ülkenin 1960-1990 dönemi çevre kirliliği (sağlıklı su eksikliği, şehirlerdeki atık arıtma tesisi eksikliği, ormansızlaşma, sulardaki çözünmemiş oksijen miktarı, sulardaki kolibasili miktarı, sülfür dioksit (SO₂) emisyonu, atmosferdeki asılı parçacıklar, karbon emisyonu) ve GDPPC verilerini kullanarak gerçekleştirdiği, sabit etkiler yöntemine dayalı panel veri analizi sonucunda; GDPPC ile sağlıklı su eksikliği, şehirlerdeki atık arıtma tesisi eksikliği ve sulardaki çözünmemiş oksijen miktarı arasında azalan trendli L şekline benzer bir eğri biçiminde, GDPPC ile ormansızlaşma, atmosferdeki asılı parçacık miktarı ve SO₂ salınımı arasında ters U şeklinde, GDPPC ile sulardaki kolibasili miktarı arasında N şeklinde ilişkilerin olduğunu tespit etmiştir. Yazar GDPPC ile karbon salınımı arasında ise artan, eğrisel bir ilişkinin var olduğunu belirlemiştir (Shafik, 1994: 764).

Sonraki dönemlerde yapılan çalışmalardan Bhattarai ve Hammig (2001); Bengochea-Morancho vd. (2001); Leitão (2006); Song, Zheng ve Tong (2008) çevre kirliliği ile ekonomik büyüme (GDPPC) arasında ters U şeklinde bir ilişki olduğunu bulmuştur. Dietz, Rosa ve York (2012); Sayed ve Sek (2013); Özkoç, Yıldırım ve Kudubeş (2017); Sinha ve Bhatt (2017) ise karbon salınımı ile ekonomik büyüme veya GDPPC arasında U biçiminde bir ilişkinin varlığı yönünde kanıtlar ortaya koymuştur. Poudel, Paudel ve Bhattarai (2009); Şahinöz ve Fotourehchi (2013); Erataş ve Uysal (2014); Allard vd. (2018) söz konusu değişkenler arasındaki ilişkinin N şeklinde olduğunu destekler yönde bulgulara ulaşırken, Mert ve Bozdağ (2013); Julia vd. (2015) bu ilişkinin ters N şeklinde olduğunu öne sürmüştür. Panayotou, Peterson ve Sachs, (2000); Josic, Josic ve Janecic (2016) milli gelir artışı ile çevre kirliliği arasında *doğrusal* bir ilişkinin var olduğunu belirlemiş, Moomaw ve Unruh (1997); Dijkgraaf ve Vollebergh (1998); Tevie, Grimsrud ve Berrens (2011); Koçak (2014) ise ekonomik büyüme ile çevresel bozulma arasında anlamlı bir ilişki olmadığı sonucuna ulaşmıştır. Buraya kadar olan açıklamalardan da görüleceği üzere; milli gelir artışı ile çevresel bozulma (CO₂ emisyonu) arasındaki ilişki, Grafik 1'de yer aldığı gibi farklı biçimlerde olabilmektedir.

Grafik 1 (a)'daki yer alan pozitif, (b)'deki negatif eğimli doğrusal EKC'yi, (c)'deki negatif eğimli, hiperbolik (L tipi) EKC'yi, (d)'deki pozitif eğimli, eğrisel (üstel fonksiyon türü) EKC'yi, (e)'deki en çok bilinen form olan ters U şeklindeki parabolik EKC'yi, (f)'de yer alan U eklindeki parabolik EKC'yi, (g)'deki N tipi, (h)'daki ters N tipi kübik EKC'leri göstermektedir. Bir ülkede ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında bu grafiklerden herhangi birinde yer alan şekilde benzer bir ilişki çıkabileceği gibi, bu değişkenler arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki çıkmadığı durumlar da olabilmektedir. Burada önemli olan; araştırmacıların açık fikirli olmaları ve illaki klasik ters U şeklinde bir ilişki tespit etme çabasından kurtulmalarıdır. Ekonomik büyüme ya da GDPPC (Y) ile çevre kirliliği

(CO_2) arasındaki ilişki, EKC hipotezi çerçevesinde, genel olarak aşağıdaki gibi kübik bir fonksiyon yardımıyla incelenebilir:

Grafik 1: Milli Gelir Artışı ile Çevresel Bozulma Arasındaki Muhtemel İlişki Türleri



Kaynak: Literatürde yer alan farklı çalışmalardan derlenerek, yazar tarafından hazırlanmıştır.

$$CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 Y^2 + \alpha_3 Y^3 \quad (1)$$

Denklem (1)'in tahmini sonucunda;

- i. $\alpha_1 > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı, $\alpha_2 = 0$ ve $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız çıktığında Grafik 1 (a),
- ii. $\alpha_1 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı, $\alpha_2 = 0$ ve $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız çıktığında Grafik 1 (b),
- iii. $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı, $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız çıktığında Grafik 1 (e) 'deki gibi ters U şeklinde parabolik bir Çevresel Kuznets Eğrisi,
- iv. $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı, $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız çıktığında Grafik 1 (f) 'deki gibi U şeklinde parabolik bir Çevresel Kuznets Eğrisi,
- v. $\alpha_1 \gg 0$, $\alpha_2 \gg 0$, $\alpha_3 > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıktığında Grafik 1 (g)'deki gibi N şeklinde kübik bir Çevresel Kuznets Eğrisi ve
- vi. $\alpha_1 \gg 0$, $\alpha_2 \gg 0$, $\alpha_3 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıktığında Grafik 1 (h)'daki gibi ters N şeklinde kübik bir Çevresel Kuznets Eğrisi geçerli olacaktır (Akyıldız, 2008: 141; Erataş ve Uysal, 2014: 8).

Grafik 1 (e) ve (f)'de yer alan dönüm noktalarını bulabilmek için önce fonksiyonu parabolik formda yazmak gerekmektedir:

$$CO_2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y + \alpha_2 Y^2 \quad (2)$$

Sonra Denklem (2)'de CO_2 'nin Y 'ye göre birinci dereceden türevinin alınıp, sıfıra eşitlenmesi gerekmektedir. Çünkü eğrilerin tepe noktalarında birinci türev (eğim) sıfıra eşittir (Pekkaya, 2014: 269-270):

$$\frac{dCO_2}{dY} = \alpha_1 + 2\alpha_2 Y = 0 \quad (3)$$

Denklem (3)'te Y yalnız bırakıldığında;

$$Y = -\frac{\alpha_1}{2\alpha_2} \quad (4)$$

elde edilir. Bunun anlamı; kişi başına düşen milli gelir $\left| \frac{\alpha_1}{2\alpha_2} \right|$ bin ABD Dolarını aştığında ülkeler çevreyi Grafik 1 (e)'de daha az, Grafik 1 (f)'de daha çok kirletmeye başlayacaklardır.

Grafik 1 (g) ve (h)'da yer alan kübik fonksiyonların dönüm noktalarını bulabilmek için Denklem (1)'deki fonksiyondan yararlanılacaktır. Denklem (1)'de CO_2 'nin Y 'ye göre birinci dereceden türevi alındığında CO_2 ile Y arasındaki ilişki parabolik bir fonksiyona indirgenecektir:

$$\frac{dCO_2}{dY} = \alpha_1 + 2\alpha_2 Y + 3\alpha_3 Y^2 \quad (5)$$

Denklem (5)'daki parabolik fonksiyon sıfıra (0) eşitlenip, denklemin kökleri bulunduğu sırada sırasıyla 1. ve 2. dönüm noktalarına ulaşılabilecektir. Bunun için aşağıdaki yardımcı eşitliklerden yararlanılır:

$$Y_{1,2} = \frac{-2\alpha_2 \pm \sqrt{4\alpha_2^2 - 12\alpha_3\alpha_1}}{6\alpha_3} \quad (6)$$

elde edilir. Burada karekök içindeki ifade 4 parantezine alınıp, 4 kök dışına 2 olarak çıkarılabilir.

$$Y_{1,2} = \frac{-2\alpha_2 \pm 2\sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{6\alpha_3} \quad (7)$$

Gerekli sadeleştirmeler yapıldığında Denklem (8)'e ulaşılır:

$$Y_{1,2} = \frac{-\alpha_2 \pm \sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{3\alpha_3} \quad (8)$$

Bunun anlamı Grafik 1 (g)'de; kişi başına düşen milli gelir

$$\left| \frac{-\alpha_2 + \sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{3\alpha_3} \right| \text{ bin ABD Dolarını aştığında ülkeler çevreyi}$$

$$\text{daha az, kişi başına düşen milli gelir} \left| \frac{-\alpha_2 - \sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{3\alpha_3} \right| \text{ bin}$$

ABD Dolarını aştığında ülkeler çevreyi daha fazla kirletmeye başlayacaklardır. Grafik 1 (h)'da durum tersine

$$\text{olup; kişi başına düşen milli gelir} \left| \frac{-\alpha_2 + \sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{3\alpha_3} \right| \text{ bin ABD}$$

Dolarını aştığında ülkeler çevreyi daha çok, kişi başına

$$\text{düşen milli gelir} \left| \frac{-\alpha_2 - \sqrt{\alpha_2^2 - 3\alpha_3\alpha_1}}{3\alpha_3} \right| \text{ bin ABD Dolarını}$$

aştığında ülkeler çevreyi daha az kirletmeye başlayacaklardır. Bu işlemlerde karekök içindeki ifade negatif çıkarsa, dönüm noktalarının reel sayı olmadığına karar verilir. Çünkü ikinci dereceden denklemlerde $\Delta < 0$ ilken reel kök yoktur (Pekkaya, 2014: 70).

3. Eurocontrol Hakkında

Uluslararası bir birlik olan EUROCONTROL, Avrupa'da tek hava sahası oluşturma amacıyla 1960 yılında kurulup, 1963 yılında faaliyete geçmiştir. Türkiye 30.11.1988 tarih ve 3504 sayılı Kanun ile 1 Mart 1989'da bu teşkilata katılmıştır. Avrupa tek hava sahası misyonu ile yola çıkan EUROCONTROL'e AB üyesi ülkeler ile Avrupa ve çevresinde yer alan diğer ülkeler de katılabilir. Günümüzde 41 üyesi bulunan EUROCONTROL'un merkezi Belçika'nın Brüksel kentinde yer almaktadır (DHMI, 2021b). EUROCONTROL'un öncelikli hedefleri arasında; üye ülkelerin havacılık sektöründe standardizasyon ve uçuş emniyetinin sağlanması yer almaktadır. EUROCONTROL, ülkelerin hava sahalarını kullanan havayolu şirketlerinden geçiş ücretlerini, üye devletler adına tahsil etmekte ve ilgili ülkelere ödemededir. Bu şekilde üye ülkelerin hava sahalarının efektif kullanılmasına çalışmaktadır (EUROCONTROL, 2022e). Kurumun hedefleri arasında ayrıca hava trafik hizmeti ile ilgili personele eğitim verilmesi, hava seyrüsefer ile ilgili araştırma yapılması, paydaş ülkelere yapılan çalışmaların analizinin yapılması yer almaktadır (Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı, 2022). Ancak Tek Avrupa Hava Sahası Hava Trafik Yönetimi Araştırma Geliştirme (Single European Sky ATM Research - Joint Undertaking: SESAR - JU) çalışmalarını yürütmek üzere 3 Mart 2007'de

kurulan projeye tüm EUROCONTROL üyesi ülkelerin hava yolu şirketleri katılmamış/alınmamış, bazıları bu oluşumun dışında bırakılmıştır (SHGM, 2022a). Burada bahsi geçen SESAR projesi; Avrupa Birliği tarafından, hava trafik yönetiminin geleceğinin şekillenmesi ve teknolojik alt yapısının geliştirilmesi amacıyla ortaya konulan, yüzyılın en büyük projelerinden biridir (SHGM, 2022a).

3.1. EUROCONTROL'un Teknik ve Finansal Rolü

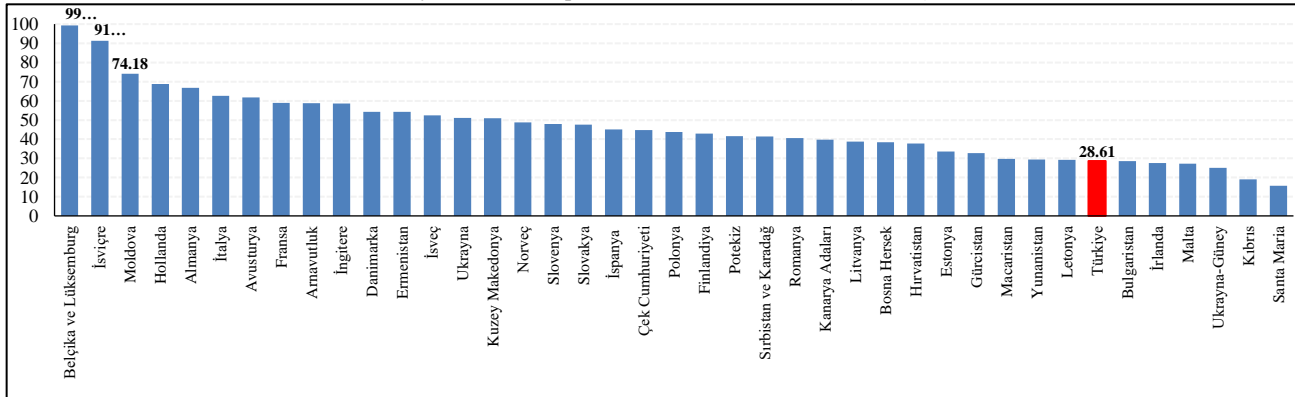
EUROCONTROL, Merkezi Yol Ücretleri Ofisi (The Central Route Charges Office: CRCO) aracılığıyla üye devletler adına yol ücretlerini toplamakta ve bu paraları Avrupa hava trafik yönetim sisteminin finansmanı için üye ülkeler arasında dağıtmaktadır. CRCO'nun temel görevi; üye devletlere yol ücretlerinin faturalandırılmasını, tahsil edilmesini ve ödenmesini sağlamaktır. Hava sahası kullanımlarına yönelik ücretlendirme ve tahsilat işlemleri, ICAO (International Civil Aviation Administration: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü) ve Tek Avrupa Hava Sahası (Single European Sky: SES) sistemine uygun olarak, ulusal maliyetler üzerinden yapılmaktadır. Hava sahası kullanım ücretleri; Tam Maliyet Kurtarma Yöntemi (Full Cost Recovery Method) ve Belirlenen Maliyet Yöntemi (Determined Cost Method) yöntemleriyle belirlenmekte olup, ilk yöntemde; hizmet sağlayıcı ülkenin toplam maliyetleri km başına uçuş miktarına bölünmekte, ikinci yöntemde dönem başlangıcından önce (son 3 veya 5 yılın ortalaması alınarak) belirlenen maliyetler km cinsinden uçuş miktarlarına bölünmektedir (Central Route Charges Office, 2020). EUROCONTROL tarafından hava sahası kullanıcılarına aylık faturalar düzenlenmekte ve tahsil edilmektedir. Elde edilen fonlar, ilgili devletlere ve hava seyrüsefer hizmet sağlayıcılarına tahsil edilmektedir (EUROCONTROL, 2021a). EUROCONTROL'un temel amacı; üye devletleri ve paydaşları (hava seyrüsefer hizmeti sağlayıcıları, sivil ve askeri hava sahası kullanıcıları, havaalanları ve uçak/ekipman üreticileri dahil) için Avrupa'da havacılığı daha güvenli, daha verimli ve daha uygun maliyetli hale getirmektir (EUROCONTROL, 2021c). Bu yönden bakıldığında; havacılık sektöründe maliyetleri minimize etmeye çalışan önemli bir finansal birlik konumunda olan EUROCONTROL, bu hedefleri doğrultusunda paydaşlarına sürekli eğitimler vermekte, onların teknolojik seviyelerini yükseltmeye ve daha verimli çalışmalarını temin etmeye çabalamaktadır. Bu kapsamda EUROCONTROL Finans Daimî Komitesi (Finans Daimî Komitesi; Standing Committee on Finance: SCF; EUROCONTROL'u etkileyen tüm bütçe ve mali konularda tavsiyelerde bulunmakla görevli, uzman bir komitedir. Bu komitedeki temsilciler, üye devletlerin mali uzmanlarıdır. Bir dizi hava sahası kullanıcı kuruluşu ve Avrupa Komisyonu, SCF'nin düzenli işlemlerine gözlemci statüsüyle katılmaktadır (EUROCONTROL, 2022b) tarafından hazırlanan 2022 yılı taslak planına göre kurumun temel amaçları, işleyişi ve 2022-2026 stratejik hedefleri Şekil 1 yardımıyla incelenebilir.

Şekil 1: Kendi Kurumsal Tanımıyla EUROCONTROL'un Temel Amaçları ve İşleyişi

Kaynak: EUROCONTROL (2022) Taslak Bütçe Planından Yazar Tarafından Çevrilerek Hazırlanmıştır

Şekil 1'den de görüldüğü gibi EUROCONTROL; Avrupa bölgesinde havacılık sektörünün gelişimini ve düzenli işlemlerini sağlamaya çalışan, üyelerini eğiten ve geliştiren finansal ve teknik uluslararası bir kuruluştur. Eurocontrol bu faaliyetlerini yürütürken üyelerinden uçuş başına belirli miktarda para almaktadır. Topladığı fonlarla Şekil 1'de yer alan hedeflerini gerçekleştirmeye yönelik çalışmaları finanse etmekte ve üye devletlere, hava sahalarını kullanan uçuş başına belirli ödemeler yapmaktadır. Ancak üye ülkelere yapılan bu ödemelerde yeterince adaletli davranılmamaktadır. Bu durum Grafik 2'de net biçimde görülmektedir. EUROCONTROL tarafından 2021 yılı itibarıyla hava sahasını kullanan uçaklardan uçuş başına Belçika ve Lüksemburg'a 99,26 Euro, İsviçre'ye 91,25 Euro, Moldova'ya 74,18 Euro verilirken, Türkiye'ye sadece 28,61 Euro verilmektedir. Türkiye bu paylaşımda 41 ülke arasında sondan 7. sırada yer almaktadır. Sahip olduğu

stratejik konum, dünyadaki uçuş güzergahlarının merkezinde (Bu konudaki 06.04.2022 tarihli Türkiye üzerindeki uçuş trafik yoğunluğu haritası Ek 2'de sunulmuştur) yer alması ve bu bölgede hava trafik hizmetleri sunmanın güçlüğü de göz önünde bulundurulduğunda, Türkiye'ye verilen bu ücret oldukça düşük kalmaktadır. Unutulmamalıdır ki Türkiye, havayolu ile taşınan yolcu sayısında Avrupa'da 3'üncü, dünyada 9'uncu sıradan yer almaktadır (ACI, 2021). Bu alanda Türkiye'nin gelirlerinin artırılması, Avrupa ülkelerinin de daha kaliteli ve güvenli uçuş destek hizmeti almasına olanak sağlayacaktır. Aynı zamanda Türkiye'nin döviz ihtiyacının bir kısmının daha buradan karşılanabilmesi mümkün olacaktır. Türk yetkililerin bu konuda ivedilikle gerekli girişimlerde bulunması, EUROCONTROL yetkililerinin de bu alanda Türkiye'ye hak ettiği finansal ödemeleri yapması gerekmektedir.

Grafik 2: EUROCONTROL Tarafından Üye Ülkelere Yapılan Birim Uçuş Ödemeleri (2021, €)

Kaynak: Eurocontrol (2022).

3.2. EUROCONTROL'un Havacılık Sektöründeki Karbondioksit (CO₂) Emisyonunu Azaltma Çalışmaları

Havacılık alanında hava kirliliğinden tamamen kaçınmak mümkün görünmemektedir. Ancak geliştirilen planlar ve kirliliği düşürücü önlemler ile bu alanda kayda değer sonuçlar alınabilir (SHGM, 2022b). Havacılık sektöründe kanun koyucu ve düzenleyici kuruluş olan ICAO'nun uçak ve havalimanlarının karbon emisyonunu azaltmaya yönelik planları GANP (Global Air Navigation Plan: Küresel Hava

Seyrüsefer Planı) ve bunun alt konseptleri olan ASBU (Aviation System Block Upgrade: Havacılık Sistemi Blok Yükseltmesi) metinleri tarafından çerçevelendirilmektedir. ICAO ayrıca 2016 yılında hazırladığı CORSIA (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation: Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma) planı ile havacılık sektörünün küresel iklim değişikliği üzerindeki etkilerini azaltabilmek için uluslararası uçuşlarda CO₂ emisyonlarını düşürmeye yönelik bir karbon dengeleme ve karbon azaltma programını uygulamaya koymuştur (Taşdemir ve Aydın, 2021: 2584).

ICAO özellikle yeni teknolojiye sahip uçak motorları kullanılması (Bu tür motorların kullanılması uçakların %66 daha az yakıt kullanımını ve CO_2 salınımını sağlayacaktır (Sneed, 2017). Hatta motorların teknolojisi değiştirilmeden sadece uçakların arka kısmında konumlandırılmaları halinde bile %37 oranında yakıt tasarrufu ve daha az CO_2 salınımı mümkün olabilecektir (Müslehiddinoğlu, 2019). Pratt & Whitney şirketi tarafından geliştirilen yeni turbofan ve dışli sistemlerine sahip jet motorları %30 daha az yakıt tüketmekte ve daha az karbon salınımı yaratmaktadır (Wired, 2008)), uçaklarda biyoyakıt kullanımının artırılması (ICAO'nun, havacılık sektörünün karbon emisyonunu 2005 yılındaki seviyesinden 2050 yılına kadar yarı yarıya azaltma hedefi bulunmakta olup, bu kapsamda “düşük karbonlu sürdürülebilir havacılık yakıtı” olarak da isimlendirilen biyoyakıtların kullanımı, bu hedefe ulaşılabilmesinde önemli bir rol oynayacaktır. 2018 yılında uçaklarda kullanılan yakıtın sadece %0,1'i biyoyakıtlardan oluşmuş olup, bu oranın 2025 yılında %5, 2030'da %10 ve 2040'ta %20'ye çıkartılması hedeflenmektedir (Müslehiddinoğlu, 2019)) ve hava trafik yönetiminin karbon emisyonunu azaltıcı şekilde düzenlenmesi üzerinde durmaktadır (Müslehiddinoğlu, 2019).

EUROCONTROL de üye ülkelerin hava trafik faaliyetlerinin çevreye verdiği zararı en aza indirme çalışmalarına katkıda bulunmaktadır. Bu kapsamda uçuşların nasıl çevre dostu yapabileceği konusunda çalışmalar yapmakta, üyelerine sözlü ve yazılı yönlendirmelerde bulunmakta, gerektiğinde yaptırımlar da uygulayabilmektedir. Kurum, iklim değişikliğine karşı 2050 yılına kadar CO_2 emisyonunun düşürülmesi için paydaşlarına çeşitli öneriler sunmaktadır. Bu çerçevede Hava Seyrüsefer Hizmetleri Performansları (Air Navigation Services Performance: ANSP) değerlendirme raporlarında havacılık sektörü için ayrıntılı değerlendirmeler yapıp, yol haritaları belirlenmektedir. Bu konuda son zamanlarda üzerinde durulan husus; havacılık sektörünün neden olduğu CO_2 emisyonunun vergilendirilmesi, yani belirli limitleri aşanların cezalandırılmasıdır (EUROCONTROL, 2020).

EUROCONTROL, CCO (Continious Climb Operations) ve CDO (Continious Descent Operations) kapsamında yürüttüğü Hava Sahasının Yeniden Tasarımı, Daha Kısa Rotalar, Serbest Rota (Re-Design of Airspace, Shorter Routes, Free Route) çalışmaları ile Avrupa Bölgesindeki hava sahasının daha etkin kullanımına yönelik yürüttüğü çalışmalar ile de sektörün karbon salınımını azaltmayı hedeflemektedir (Finke, 2021). CCO ve CDO projeleri sayesinde Avrupa Bölgesindeki uçak yakıt kullanımının yıllık 340.000 ton azaltılması ve buna paralel olarak CO_2 emisyonunun da 1,1 M ton düşürülmesine çalışılmaktadır (EUROCONTROL, 2022f). Bu alanda Avrupa Birliği (AB) de 2017 yılında yaptırdığı bir çalışmada; Avrupa Bölgesindeki toplam karbon emisyonunun %3,8'inin havacılık sektörü tarafından yapıldığı, bu miktarın %13,9'unun hava yolu ile yük taşınmasından kaynaklandığı, bunun da karayolu ile yük taşımacılığındaki karbon salınımından sonraki en yüksek salınım olduğu belirtilmiştir

(EC, 2021). Bu nedenle AB havacılık sektöründe karbon emisyonunu azaltmaya yönelik ülkelere belirli kotalar konulmasını, bu kotaları aşanların cezalandırılmasını veya kurulacak Avrupa Birliği Karbon Emisyonu Sistemi'nden (EU Emissions Trading System) ilave emisyon hakları satın almalarını planlamaktadır (EC, 2021).

4. Literatür Özeti

Yapılan literatür taramasında; doğrudan havacılık sektörünün CO_2 salınımına yönelik çalışma veya bir ülkenin havacılık sektöründe Çevresel Kuznets Eğrisi (EKC) hipotezinin geçerliliğini test etmeye yönelik sınırlı sayıda çalışmaya rastlanmıştır. Bu nedenle genel olarak EKC hipotezinin geçerliliğini sınamaya yönelik yapılmış çalışmaların özeti, ulaşılan sonuçlar çerçevesinde gruplandırarak ele alınmıştır.

4.1. Pozitif İlişki Bulan Çalışmalar

Panayotou vd. (2000) EKC hipotezinin geçerliliğini 17 ülkenin 1870-1994 dönemi verilerini kullanarak, FGLS (Feasible Generalized Least Square: En Uygun Genelleştirilmiş En Küçük Kareler) yöntemiyle analiz etmiş ve kişi başına düşen milli gelir ile CO_2 salınımı arasında, Grafik 1 (a)'da olduğu gibi, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Jobert, Karanfil ve Tykhonenko (2012) 55 ülkede kişi başına düşen birincil enerji tüketimi ile CO_2 emisyonu arasındaki ilişkileri 1970-2012 dönemi için Bayesyen yöntemle inceleyerek, EKC hipotezinin geçerliliğini araştırmış ve 49 ülkede bu yaklaşımın geçerli olmadığını görmüştür. Araştırmacılar ayrıca; yüksek gelirli ülkelerde GDPPC arttığında CO_2 emisyonunun azaldığını, ancak düşük gelirli ülkelerde CO_2 emisyonunun artmaya devam ettiğini belirlemişlerdir. Rodriguez vd. (2016) 15 OECD ülkesinde 1978-2006 döneminde EKC hipotezinin geçerliliğini, sabit etkiler modeline dayalı panel veri analizi ile incelemişler ve bu ülkelerde GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında pozitif ve monotonik bir ilişki olduğunu bulmuşlardır.

4.2. Ters U Şeklinde İlişki Bulan Çalışmalar

Bengochea-Morancho vd. (2001) Avrupa Birliği üyesi ülkelerde EKC hipotezinin geçerliliğini, kübik bir fonksiyonel kalıp ve 1981-1995 dönemi verilerini kullanarak, panel veri analiz yöntemlerinden rassal etkiler ve sabit etkiler modelleriyle analiz etmişler ve milli gelir ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu belirlemişlerdir. Hung ve Shaw (2006) Tayvan'da EKC yaklaşımının geçerliliğini, 1988-1997 dönemi çevre kirliliği ve GDPPC verilerini kullanarak araştırmıştır. Bu çalışmada çevre kirliliği; $1 m^3$ havadaki partikül madde miktarı, sülfür dioksit (SO_2), nitrojen dioksit (NO_2) ve karbon monoksit (CO) salınımları ile ölçülmüştür. TSOLS (Two Stage Ordinary Least Squares: İki aşamalı En Küçük Kareler) yöntemiyle yapılan analizde; Tayvan'da ilgili dönemde kişi başına düşen milli gelir ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde ilişkiler olduğu görülmüştür. Rashid

(2009) BRIC ülkeleri ve ABD’de EKC hipotezinin geçerliliğine yönelik, 1981-2006 dönemi verilerini kullanarak, rassal etkiler modeline dayalı panel veri analiz yöntemiyle yaptığı incelemede; bu ülkelerde GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu belirlemişlerdir. Yazar yaptığı hesaplamada; dönüm noktasının 32.045 ABD Dolarında olduğunu, yani ülkelerin kişi başına düşen milli geliri bu seviyeyi aştıktan sonra çevreyi daha az kirlletmeye başladıklarını tespit etmiştir. Kılıç ve Balan (2016), 151 ülkenin 1996-2010 dönemi verileriyle havuzlanmış panel En Küçük Kareler (EKK) yöntemiyle yaptığı analizde; bu ülkelerde kişi başına düşen milli gelir ile kişi başına düşen CO_2 salınımı arasında kübik formda çalışmış ve ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu tespit etmiştir. Araştırmacılar dönüm noktalarının -1.816 Dolar ve 4.532 Dolar olduğunu bulmuş olup, bu sonuçlara dayanarak ülkelerin kişi başına düşen milli gelirleri 4.532 ABD Dolarını aştığında çevreyi daha az kirlletmeye başladıklarını ifade etmişlerdir. Manga (2021) taşımacılık sektörünün toplam çıktı düzeyi ile bu sektörün ürettiği karbon emisyonu arasındaki ilişkiyi, 22 OECD ülkesinin 1995-2016 dönemi verilerini kullanarak Panel AMG yöntemiyle analiz etmiş ve bu değişkenler arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu göstermiştir. Hasan vd. (2021) 21 OECD ülkesinin havacılık sektöründe EKC hipotezinin geçerliliğini 1980-2018 dönemi verileri ve GMM yöntemini kullanarak analiz etmiştir. Çalışmada ekonomik büyüme ve havayolu ile yolcu taşımacılığı alanında ters U şeklinde bir ilişki belirlenirken, hava yolu ile yük taşımacılığı alanında U şeklinde bir EKC’nin söz konusu olduğu görülmüştür. Dumitrescu – Hurlin panel nedensellik testinde ise ekonomik büyümeden havacılık sektörü karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi bulunmuştur. Gyamfi vd. (2022) E7 ülkelerinin hava ve demiryolu taşımacılığında EKC’nin geçerliliğinin, 1995-2016 dönemi verilerini kullanarak ikinci nesil panel veri analiz yöntemleriyle analiz etmiştir. Bu çalışmada; söz konusu ülkelerin hava ve demiryolu taşımacılığında EKC’nin geçerli olduğu, demiryolu taşımacılığı ve kentleşmenin çevre kirliliğini azalttığı belirlenmiştir. Bu nedenle sürdürülebilir çevre açısından demiryolu taşımacılığının özellikle desteklenmesinin gerektiği vurgulanmıştır.

4.3. U Şeklinde İlişki Bulan Çalışmalar

Dietz, Rosa ve York (2012) kişi başına düşen milli gelir ile insan refahının ekolojik yoğunluğu (Ecological intensity of human well-being (Bu kavram günümüzde daha çok “ecological footprint: ekolojik ayak izi” şeklinde kullanılmaktadır (Yilanci ve Pata, 2020)) arasındaki ilişkileri 58 ülkenin 1961-2003 dönemi verilerini kullanarak panel veri analiz yöntemiyle ele almış ve bu değişkenler arasında U şeklinde bir EKC ilişkisinin var olduğunu bulmuştur. Sayed ve Sek (2013) 40 ülkede 1961-2009 döneminde EKC yaklaşımının geçerliliğini; ekonomik büyüme ile CO_2 salınımı ve SPM_{10} (Yani Suspended Particulate Matter; Atmosferde asılı duran ve hava

kirliliğine neden olan partikül madde) miktarı arasındaki ilişki üzerinden, panel veri analizi yöntemleriyle ele almış ve bu değişkenler arasında U şeklinde parabolik bir ilişki olduğu sonucuna ulaşmıştır. Özkoç, Yıldırım ve Kudubeş (2017) alt-orta gelirli 42, üst-orta gelirli 49 olmak üzere toplam 91 ülkenin 1964-2009 dönemi verilerini kullanarak yaptığı analizde; düşük gelirli ülkelerde U şeklinde, üst-orta gelirli ülkelerde ise ters U şeklindeki EKC yaklaşımının geçerli olduğu bulgularına ulaşmıştır. Yapılan Granger nedensellik testinde ise her iki ülke grubunda da ekonomik büyüme ile CO_2 salınımı arasında karşılıklı nedensellik ilişkilerinin var olduğu görülmüştür. Sinha ve Bhatt (2017) EKC yaklaşımının 1960-2011 döneminde Hindistan’da geçerliliğini CO_2 ve NO_x salınımı ve kişi başına düşen milli gelir arasındaki ilişki üzerinden, zaman serisi analizleri ile ele almış, kişi başına düşen milli gelir ile CO_2 salınımı arasında N, kişi başına düşen milli gelir ile NO_x salınımı arasında ise U şeklinde ilişkiler olduğunu tespit etmiştir.

4.4. N Şeklinde İlişki Bulan Çalışmalar

Akyıldız (2008) Türkiye’de 1990-2000 döneminde gelir düzeyi ile hava kirliliği arasındaki ilişkiyi 56 ile ait kükürt dioksit (SO_2) ve Partikül Madde (SPM_{10}) ölçümleri üzerinden, panel veri analizi yöntemleriyle incelemiş ve gelir ile bu emisyonlar arasında N şeklinde bir ilişkinin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır. Poudel vd. (2009) 15 Latin Amerika ülkesinde 1980-2000 döneminde EKC yaklaşımının geçerliliğini, parabolik ve kübik fonksiyonel kalıpları ayrı ayrı kullanarak, parametrik ve yarı parametrik tek yönlü sabit ve rassal etkiler modellerine dayalı panel veri analizi yöntemleriyle incelemiş ve bu ülkelerde N şeklinde bir EKC’nin geçerli olduğunu bulmuştur. Dönüm noktalarını parametrik yaklaşımda 7.954 ABD Doları, yarı parametrik yöntemde 3.500 ABD Doları olarak hesaplayan araştırmacılar, model doğrulama testlerine göre yarı parametrik analiz yöntemiyle elde edilen sonucun daha güçlü olduğunu belirtmişlerdir. Konuyu ülkeler bazında grafiklerle de inceleyen yazarlar; Arjantin ve Uruguay’da N tipi EKC’nin, Brezilya, Şili, Kolombiya, El Salvador ve Peru’da ise pozitif eğimli EKC’nin daha belirgin olduğunu ortaya koymuşlardır. Arı ve Zeren (2011) 17 Akdeniz Ülkesinde EKC hipotezinin geçerliliğini 2000-2005 dönemi için panel veri analizi yöntemiyle incelemiş ve kişi başına düşen milli gelir ile CO_2 emisyonu arasında N şeklinde bir ilişkinin var olduğunu ortaya koymuştur. Böylece CO_2 emisyonun yüksek ekonomik büyüme düzeylerinde de artabileceğini ifade eden yazarlar, dönüm noktalarını 3.652 ve 19.157 ABD Doları olarak bulmuşlardır. Yani bu ülkelerde ortalama GDPPC 3.652 ABD Dolarını aştığında CO_2 emisyonu azalmaya başlıyor, ancak ülkeler 19.157 ABD Dolarından daha fazla GDPPC elde edebilmek için çevrenin daha fazla kirlenmesine razı oluyorlar. Erataş ve Uysal (2014) BRIC ülkelerinde gelir düzeyi ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi, 1992-2010 dönemi için yeni nesil panel veri analizi yöntemleriyle incelemiş ve EKC fonksiyonunun N şeklinde olduğunu, eşik değerinse 3.200 ABD Doları olduğunu tespit etmiştir. Zhang (2021) Çin’de

1971-2014 döneminde EKC hipotezinin geçerliliğini ARDL yöntemiyle analiz etmiş ve reel milli gelir ile CO_2 emisyonu arasında N şeklinde bir ilişki olduğunu belirlemiştir.

4.5. Ters N Şeklinde İlişki Bulan Çalışmalar

Mert ve Bozdağ (2013) Bosna Hersek'te EKC hipotezinin geçerliliğini 1992-2009 dönemi verilerini kullanarak EKK yöntemiyle analiz etmiş ve bu ülkede kişi başına düşen gelir ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde değil, ters N şeklinde bir ilişkinin var olduğunu belirlemiştir. Jula vd. (2015) Romanya'da EKC yaklaşımının geçerliliğini 1960-2012 dönemi kişi başına düşen milli gelir ve CO_2 emisyonu verilerini kullanarak EKK yöntemiyle incelemiştir. Yapılan analizler sonucunda Romanya'da işi başına düşen milli gelir ve CO_2 emisyonu arasında ters N şeklinde bir ilişkinin var olduğunu ortaya çıkarmıştır.

4.6. Diğer Çalışmalar

Moomaw ve Unruh (1997) 16 ülkenin 1950-1992 dönemi kişi başına düşen milli gelir ve CO_2 emisyonu verilerini kullanarak EKK yöntemiyle yaptığı analizlerde bu ülkelerde ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığını belirlemiştir. Dijkgraaf ve Vollebergh (1998) 24 OECD ülkesinin 1960-1997 dönemi verilerini kullanarak yaptığı panel veri analizinde GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında beklendiği gibi ters U şeklinde bir ilişkinin söz konusu olmadığını bulmuştur. Bhattarai ve Hammig (2001) Latin Amerika,

Afrika ve Asya kıtalarında yer alan 66 ülkede EKC hipotezinin geçerliliğini; kurumsal kalite artışı ve ormansızlaşma üzerinden, 1972-1991 dönemi için incelemişler ve üç kıtada da EKC hipotezinin geçerli olduğunu, yönetim kalitesi arttıkça ormansızlaşmanın azaldığını tespit etmişlerdir. Tevie, Grimsrud ve Berrens (2011) EKC hipotezinin ABD'de geçerliliğini, ekonomik büyüme ile 48 zararlı madde salınımı arasındaki ilişkiler üzerinden ele almış ve ulaştığı bulguların EKC yaklaşımını desteklemediğini belirtmiştir. Koçak (2014) Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezinin Türkiye'de geçerliliğini, 1960-2010 dönemi verileriyle, ARDL yöntemi üzerinden gerçekleştirdiği analizlerde; uzun dönemde de kısa dönemde de EKC hipotezini destekleyen bir sonuca ulaşamamıştır. Nakipoğlu Özsoy (2021) turizm gelirleri ile çevresel kirlilik arasındaki ilişkileri, 22 OECD ülkesinin 1995-2014 dönemi verilerini kullanarak GMM (Genelleştirilmiş Momentler Metodu) ile yaptığı analizde bu değişkenler arasında U şeklinde bir ilişki olduğunu görmüştür. Öngel, Bozkurt ve Tatlı (2021) Türkiye'de EKC hipotezinin sektörel bazda geçerliliğini, 1998-2018 dönemi için ARDL yöntemiyle analiz etmiş ve çıktı ile karbon emisyonu arasında tarım ve sanayi sektörlerinde herhangi bir ilişki tespit edemezken, enerji ve atık sektörlerinde U şeklinde bir EKC'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Sonraki araştırmacıların ve okuyucuların literatürde yer alan çalışmaları daha rahat takip edebilmeleri için literatür özeti, tablo haline de getirilmiş ve aşağıda sunulmuştur.

Tablo 1: Literatür Özeti

Yazar	Kapsam	Yöntem	Sonuç
Panayotou vd. (2000)	17 ülkenin 1870-1994 dönemi verileri	FGLS	Kişi Başına Düşen Milli Gelir (GDPPC) ile CO_2 salınımı arasında, pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir ilişki bulunmuştur.
Jobert, Karanfil ve Tykhonenko (2012)	55 ülkenin 1970-2012 dönemi verileri	Bayesyen Yöntem	49 ülkede GDPPC ile CO_2 salınımı arasında EKC'nin geçerli olmadığı, yüksek gelirli ülkelerde KBGSYH arttığında CO_2 emisyonun azaldığı, düşük gelirli ülkelerde KBGSYH artarken CO_2 emisyonun artmaya devam ettiğini belirlenmiştir.
Rodriguez vd. (2016)	15 OECD ülkesinin 1978-2006 dönemi verileri	Sabit etkiler modeline dayalı panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında pozitif ve monotonik bir ilişki olduğu bulunmuştur.
Bengochea-Morancho vd. (2001)	Avrupa Birliği üyesi ülkelerin 1981-1995 dönemi verileri	Panel veri analizi (rassal etkiler ve sabit etkiler)	Milli gelir (GDP) ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişki belirlenmiştir.
Hung ve Shaw (2006)	Tayvan'ın 1988-1997 dönemi verileri	TSOLS	GDPPC ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde ilişki olduğu görülmüştür.
Rashid (2009)	BRIC Ülkeleri ve ABD'nin 1981-2006 dönemi verileri	Rassal etkiler modeline dayalı panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişki belirlenmiştir.

Tablo 1: Literatür Özeti (Devamı)

Yazar	Kapsam	Yöntem	Sonuç
Kılıç ve Balan (2016)	151 ülkenin 1996-2010 dönemi verileri	Havuzlanmış panel EKK	GDPPC ile kişi başına düşen CO_2 salınımı arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu tespit edilmiştir.
Manga (2021)	22 OECD ülkesinin 1995-2016 dönemi verileri	Panel AMG	Taşımacılık sektörünün toplam çıktı düzeyi ile karbon emisyonu arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğu bulunmuştur.
Hasan vd. (2021).	21 OECD ülkesinin 1980-2018 dönemi verileri	GMM ve Dumitrescu – Hurlin panel nedensellik testi	Ekonomik büyüme ve havayoluyla yolcu taşımacılığı alanında ters U şeklinde, hava yolu ile yük taşımacılığı arasında ise U şeklinde EKC'nin söz konusu olduğu bulunmuştur. Nedensellik testindeyse; ekonomik büyümeden havacılık sektörü karbon emisyonuna doğru tek yönlü nedensellik ilişkisi elde edilmiştir.
Gyamfi vd. (2022)	E7 ülkelerinin 1995-2016 dönemi verileri	İkinci nesil panel veri analizi	Bu ülkelerin hava ve demiryolu taşımacılığında EKC'nin geçerli olduğu, demiryolu taşımacılığı ve kentleşmenin çevre kirliliğini azalttığı belirlenmiştir.
Dietz, Rosa ve York (2012)	58 ülkenin 1961-2003 dönemi verileri	Panel veri analiz	GDPPC ile insan refahının ekolojik yoğunluğu arasında U şeklinde bir ilişkinin var olduğu bulunmuştur.
Sayed ve Sek (2013)	40 ülkenin 1961-2009 dönemi verileri	Panel veri analizi	Ekonomik büyüme ile CO_2 salınımı arasında U şeklinde bir ilişki olduğu görülmüştür.
Özkoç, Yıldırım ve Kudubeş (2017)	Alt-orta gelirli 42, üst-orta gelirli 49 ülkenin 1964-2009 dönemi verileri	Panel veri analizi	Düşük gelirli ülkelerde U şeklinde, üst-orta gelirli ülkelerde ise ters U şeklindeki EKC yaklaşımının geçerli olduğu bulgularına ulaşılmıştır.
Sinha ve Bhatt (2017)	Hindistan'ın 1960-2011 dönemi verileri	Zaman serisi analizleri	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında N, GDPPC ile NO_x salınımı arasında U şeklinde ilişkiler olduğunu tespit edilmiştir.
Akyıldız (2008)	Türkiye'nin 1990-2000 dönemi il bazında verileri	Panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında N biçiminde ilişki bulunmuştur.
Poudel vd. (2009)	15 Latin Amerika ülkesinin 1980-2000 dönemi verileri	Sabit ve rassal etkiler modeline dayalı panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında ters N biçiminde ilişki bulunmuştur.
Arı ve Zeren (2011)	17 Akdeniz Ülkesinin 2000-2005 dönemi verileri	Panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında ters N biçiminde ilişki bulunmuştur.
Erataş ve Uysal (2014)	BRIC ülkeleri 1992-2010 dönemi verileri	Yeni nesil panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında ters N biçiminde ilişki bulunmuştur.
Zhang (2021)	Çin'in 1971-2014 dönemi verileri	ARDL	GDPPC ile CO_2 salınımı arasında ters N biçiminde ilişki bulunmuştur.
Moomaw ve Unruh (1997)	16 ülkenin 1950-1992 dönemi verileri	EKK	Ekonomik büyüme ile çevre kirliliği arasında istatistiksel olarak anlamlı bir ilişkinin olmadığını belirlemiştir.
Dijkgraaf ve Vollebergh (1998)	24 OECD ülkesinin 1960-1997 dönemi verileri	Panel veri analizi	GDPPC ile CO_2 emisyonu arasında beklendiği gibi ters U şeklinde bir ilişkinin söz konusu olmadığı belirlenmiştir.
Bhattacharai ve Hammig (2001)	66 ülkenin 1972-1991 dönemi verileri	Panel veri analizi	Ülkelerin yönetim kalitesi arttıkça ormansızlaşmanın azaldığı tespit edilmiştir.
Tevie, Grimsrud ve Berrens (2011)	ABD'nin 2007 yılı verileri	Mekansal ekonometri	Ekonomik büyüme ile 48 zararlı madde salınımı arasında EKC yaklaşımının desteklenmediği belirlenmiştir.
Koçak (2014)	Türkiye'nin 1960-2010 dönemi verileri	ARDL	Uzun dönemde de kısa dönemde de EKC hipotezini destekleyen bir sonuca ulaşamamıştır.

Tablo 1: Literatür Özeti (Devamı)

Yazar	Kapsam	Yöntem	Sonuç
Nakıpoğlu Özsoy (2021)	22 OECD ülkesinin 1995-2014 dönemi verileri	GMM	Turizm gelirleri ile çevresel kirlilik arasında U şeklinde bir ilişki olduğu görülmüştür.
Öngel, Bozkurt ve Tatlı (2021)	Türkiye'nin 1998-2018 dönemi verileri	ARDL	Çıktı ile karbon emisyonu arasında tarım ve sanayi sektörlerinde herhangi bir ilişki tespit edilemezken, enerji ve atık sektörlerinde U şeklinde bir EKC'nin geçerli olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Bu tablodan da görüldüğü üzere milli gelir (veya ekonomik büyüme) ile zararlı gaz salınımı arasındaki ilişki; incelenen ülke, sektör, dönem ve kullanılan analiz yöntemine göre değişiklikler gösterebilmektedir. Burada önemli olan; araştırmacıların sadece ters U şeklindeki EKC'ye odaklanmakla kalmayıp, N ve ters N şeklindeki EKC'lerin de mümkün olabileceğini görmeleri ve analizlerinde en kapsayıcı model olan kübik kalıbı kullanmalarıdır. Ayrıca literatürde havacılık sektörü için EKC sınamasının oldukça sınırlı sayıda çalışmada ele alındığı görülmekte olup, çalışmanın bu yönüyle literatüre yararlı bir katkı sağlaması beklenmektedir.

5. Ekonometrik Analiz

5.1. Model ve Veri Seti

Bu çalışmada EUROCONTROL üyesi ülkelerin milli gelirleri (Y) ile havacılık sektörlerinin uçuş başına karbon dioksit salınımı (CO_2) arasındaki ilişki; Shafik (1994); Poudel vd. (2009); Şahinöz ve Fotourehchi (2013); Mert ve Bozdağ (2013); Erataş ve Uysal (2014); Julia vd. (2015) ve Allard vd. (2018) çalışmaları izlenerek kübik fonksiyonel kalıp yardımıyla araştırılmıştır. Aylık olarak erişilebilen petrol fiyatları ($Poil$) ve COVID 19 sürecini temsil eden kukla değişken ($D_{COVID19}$) de modele ek açıklayıcı değişkenler olarak ilave edilmiştir. Çalışmada kullanılan ekonometrik model aşağıda yer almaktadır:

$$\ln CO_{2t} = \alpha_0 + \alpha_1 \ln Y_t + \alpha_2 (\ln Y_t)^2 + \alpha_3 (\ln Y_t)^3 + \alpha_4 \ln Poil_t + \alpha_5 D_{COVID19t} + \epsilon_t \quad (9)$$

Bu modelin tahmini sonucunda; $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız ve $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıkarsa ters U şeklinde, $\alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız ve $\alpha_1 < 0$ ve $\alpha_2 > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıkarsa ekonomik büyüme ile havacılık sektöründeki karbondioksit salınımı arasında U şeklinde, $\alpha_3 > 0$, $\alpha_1 > 0$, $\alpha_2 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıktığında N biçiminde, $\alpha_3 < 0$, $\alpha_1 < 0$, $\alpha_2 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı çıktığında ters N biçiminde, $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız ve $\alpha_1 > 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu pozitif eğimli doğrusal ve son olarak $\alpha_2 = \alpha_3 = 0$ veya istatistiksel olarak anlamsız ve $\alpha_1 < 0$ ve istatistiksel olarak anlamlı bulunduğu negatif eğimli doğrusal ilişkinin var olduğuna karar verilecektir. COVID 19 sürecinin başlamasıyla birlikte

havacılık sektörüne yönelik de birçok kısıtlama ve talep düşüşü yaşandığı için analizler sonucunda $\alpha_5 < 0$ çıkması beklenmektedir.

EUROCONTROL birliğine dahil 41 ülke (Bu ülkelerin listesi Ek 1'de sunulmuştur) bulunmakta olup, bu ülkelerden verilerine tam olarak ulaşılabilen 34 tanesi analizlere dahil edilmiştir. Böylece çalışmada; 34 ülkenin Ocak 2010 – Eylül 2021 dönemi verilerinden oluşan bir veri seti kullanılmıştır. Çalışmada kullanılan CO_2 verileri; EUROCONTROL (2021b)'den alınmış olup, havacılık sektörü tarafından, uçuş başına salınan karbon dioksit miktarını (Ton), Y ; Eurostat (2021)'den alınmış, milli geliri temsilen Sanayi Üretim Endeksi (Industrial Production Index: IPI; Ülkelerin kişi başına düşen milli gelir verileri üçer aylık dönemler halinde yayınlandığı için çalışmada milli gelir, IPI ile temsil (proksi) edilmiştir.) verilerini, $Poil$; Investing (2021)'den alınmış Brent petrol varil fiyatlarını ifade etmektedir. Literatürde yer alan Panayotou (1993) ve Arı ve Zeren (2011) çalışmaları takip edilerek milli gelir, karbon dioksit salınımı ve petrol fiyatı verilerinin doğal logaritmaları alınmış, Moving Average yöntemiyle mevsim etkilerinden arındırılmıştır. $D_{COVID19}$ kukla değişkeni; Dünya Sağlık Örgütü tarafından dünyada COVID 19 salgınının başladığının resmen kabul edildiği Mart 2020 ve sonrası dönemlere 1, önceki dönemlere 0 değerleri verilerek oluşturulmuştur.

5.2. Yöntem

Bu çalışmaya dahil edilen ülkeler farklı büyüklüklerde oldukları için panel veri analizi yapmak yerine, her bir ülke için ayrı ayrı zaman serisi analizleri yapılarak, elde edilen bireysel sonuçların karşılaştırılması tercih edilmiştir. Serilerin durağanlığı; Dickey ve Fuller (1981) tarafından geliştirilen ADF birim testiyle incelendikten sonra, Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen ve trend içeren serilerin durağanlığını sınımda daha güçlü olduğu kabul edilen PP birim kök testiyle ve Vogelsang ve Perron (1998) tarafından geliştirilen ve serilerdeki yapısal kırılmayı da göz önünde bulunduran yapısal kırılmalı ADF birim kök testi ile kontrol edilmiştir. Modelde yer alan seriler arasında eşbütünlüşme ilişkisinin varlığı; Phillips ve Ouliaris (1990) tarafından geliştirilen eşbütünlüşme testi ile incelenmiştir. Denklem (9)'da yer alan katsayılar; Dinamik En Küçük Kareler (Dynamic Ordinary Least Squares: DOLS) yöntemiyle tahmin edilmiştir.

5.3. Uygulama

5.3.1. Birim Kök Testi

Çalışmada serilerin durağanlığı; ADF, PP ve yapısal kırılmalı ADF birim kök testleriyle incelenmiştir. Bir X serisinin durağanlığını ADF yöntemiyle inceleyebilmek için kullanılan model aşağıdaki gibidir (Sevüktekin ve Çınar, 2012: 335):

$$\Delta X_t = \gamma_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 X_{t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_{3j} \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (10)$$

Burada γ_0 ; sabit terimi, t ; zaman trendini, X_{t-1} ; X serisinin bir dönem gecikmeli değerini, γ_2 ; birim kök parametresini, q ; Akaike, Sahwarz ya da diğer bilgi kriterleri kullanılarak belirlenecek optimum gecikme uzunluğunu, ε_t ; X serisinin durağanlığını etkileyen rassal faktörleri göstermektedir. ADF testinin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

$$H_0: |\gamma_2| = 0 \text{ Seri birim köklüdür.}$$

$$H_1: |\gamma_2| < 0 \text{ Seri birim köklü değildir.}$$

Yapılan testler sonucunda H_0 hipotezi reddedilebildiğinde, serinin durağan olduğuna karar verilir. PP testi, ADF'ye göre daha gelişmiş bir test olup, hareketli ortalamalar yöntemiyle serinin durağanlığını sınamaktadır. Bu teste kullanılan model aşağıdaki gibidir (Tarı, 2012: 399):

$$\Delta X_t = \gamma_0 + \gamma_1 t + \gamma_2 X_{t-1} + \gamma_2 \left(t - \frac{T}{2} \right) + \varepsilon_t \quad (11)$$

Burada T ; toplam gözlem sayısını ifade etmektedir. PP testinin hipotezleri ve karar verme süreci ADF ile aynıdır. Yapısal kırılmalı ADF birim kök testinde; yapısal kırılma tarihleri ADF testine ait t istatistiğinin minimum olduğu nokta olarak alınmakta olup, kullanılacak model aşağıdaki gibidir (Perron, 2017):

$$\Delta X_t = \gamma_0 + \gamma_1 t + \theta DU(T_b) + \varphi DT(T_b) + \gamma_2 X_{t-1} + \sum_{j=1}^q \gamma_{3j} \Delta X_{t-j} + \varepsilon_t \quad (12)$$

Burada DU ; sabit terimdeki yapısal kırılmayı tespit etmede kullanılan kukla değişken, T_b ; yapısal kırılma tarihi ve DT ; trendde yapısal kırılmayı tespit etmede kullanılan kukla değişkendir. Kukla değişkenler aşağıdaki şekilde tanımlanmaktadır:

$$DU_t(T_b) = \begin{cases} 0, & t < T_b \text{ iken} \\ 1, & t \geq T_b \text{ iken} \end{cases} \text{ ve } DT_t(T_b) = \begin{cases} 0, & t < T_b \text{ iken} \\ t, & t \geq T_b \text{ iken} \end{cases} \quad (13)$$

Yapısal kırılmalı ADF birim kök testinin de hipotezleri ADF ve PP ile aynıdır. Bu çalışmada ADF, PP ve yapısal kırılmalı ADF birim kök testleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar Tablo 2'de sunulmuştur.

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları

	ADF		PP		Yapısal Kırılmalı ADF				
	Düzey	1. Fark	Düzey	1. Fark	Düzey	Yap. Kır. Tar.	1. Fark	Yap. Kır. Tar.	
Avusturya	<i>LnPoil</i>	-2,20 (0,20)	-9,43 ^a (0,00)	-1,85 (0,35)	-9,19 ^a (0,00)	-3,64 (0,30)	2014M08	-12,45 ^a (0,00)	2020M03
	<i>LnCO₂</i>	-2,58 (0,28)	-12,26 ^a (0,00)	0,14 (0,72)	-12,87 ^a (0,00)	-4,18 (0,10)	2020M04	-18,96 ^a (0,00)	2020M06
Belçika	<i>LnY</i>	-2,40 (0,14)	-9,23 ^a (0,00)	-2,31 (0,16)	-12,51 ^a (0,00)	-3,20 (0,56)	2017M01	-13,86 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnCO₂</i>	-1,39 (0,58)	-9,98 ^a (0,00)	-2,18 (0,21)	-10,03 ^a (0,00)	-1,11 (0,98)	2020M03	-10,73 ^a (0,00)	2020M07
Bosna	<i>LnY</i>	0,26 (0,97)	-12,04 ^a (0,00)	-0,75 (0,82)	-19,38 ^a (0,00)	-2,51 (0,89)	2020M06	-18,17 ^a (0,00)	2021M08
	<i>LnCO₂</i>	-1,92 (0,32)	-14,61 ^a (0,00)	-1,55 (0,50)	-19,21 ^a (0,00)	-3,37 (0,45)	2014M08	-15,54 ^a (0,00)	2020M04
Bulgaristan	<i>LnY</i>	-2,14 (0,22)	-15,82 ^a (0,00)	-2,47 (0,12)	-16,99 ^a (0,00)	-3,29 (0,50)	2016M01	-17,11 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnCO₂</i>	-0,87 (0,79)	-7,75 ^a (0,00)	-0,24 (0,59)	-22,69 ^a (0,00)	-3,88 (0,19)	2019M09	-11,19 ^a (0,00)	2010M10
Hırvatistan	<i>LnY</i>	-2,35 (0,15)	-10,53 ^a (0,00)	-2,06 (0,26)	-14,73 ^a (0,00)	-3,94 (0,17)	2015M10	-14,09 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnCO₂</i>	-0,14 (0,63)	-9,93 ^a (0,00)	-0,10 (0,64)	-16,50 ^a (0,00)	-3,35 (0,49)	2019M02	-13,20 ^a (0,00)	2020M07
G. Kıbrıs	<i>LnY</i>	0,01 (0,68)	-15,80 ^a (0,00)	-0,01 (0,64)	-29,11 ^a (0,00)	-3,29 (0,50)	2015M01	-16,34 ^a (0,00)	2016M12
	<i>LnCO₂</i>	-2,18 (0,21)	-8,30 ^a (0,00)	-0,55 (0,47)	-26,14 ^a (0,00)	-3,51 (0,37)	2014M10	-12,31 ^a (0,00)	2021M04
Çekya	<i>LnY</i>	-2,31 (0,16)	-11,02 ^a (0,00)	-1,92 (0,31)	-15,51 ^a (0,00)	-3,15 (0,59)	2016M09	-15,24 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnCO₂</i>	-0,05 (0,66)	-10,84 ^a (0,00)	-0,05 (0,66)	-12,06 ^a (0,00)	-3,96 (0,16)	2020M04	-18,93 ^a (0,00)	2020M06
Danimarka	<i>LnY</i>	-2,09 (0,24)	-11,05 ^a (0,00)	-2,38 (0,14)	-13,91 ^a (0,00)	-3,34 (0,47)	2015M02	-16,75 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnCO₂</i>	0,09 (0,71)	-6,02 ^a (0,00)	0,02 (0,69)	-15,76 ^a (0,00)	-3,68 (0,29)	2020M06	-16,80 ^a (0,00)	2020M11
Estonya	<i>LnY</i>	-1,23 (0,65)	-13,68 ^a (0,00)	1,55 (0,97)	-25,35 ^a (0,00)	-2,88 (0,74)	2015M12	-19,34 ^a (0,00)	2010M08
	<i>LnCO₂</i>	-0,16 (0,62)	-11,55 ^a (0,00)	-0,35 (0,55)	-13,10 ^a (0,00)	-4,18 (0,10)	2020M03	-13,87 ^a (0,00)	2020M07
Finlandiya	<i>LnY</i>	2,22 (0,99)	-10,81 ^a (0,00)	2,08 (0,99)	-14,58 ^a (0,00)	-4,09 (0,12)	2016M03	-15,72 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnCO₂</i>	-2,19 (0,20)	-10,23 ^a (0,00)	0,68 (0,86)	-17,72 ^a (0,00)	-3,40 (0,43)	2020M05	-11,59 ^a (0,00)	2010M07
Fransa	<i>LnY</i>	-0,92 (0,77)	-14,44 ^a (0,00)	-2,11 (0,23)	-18,43 ^a (0,00)	-2,73 (0,81)	2010M04	-19,99 ^a (0,00)	2010M06
	<i>LnCO₂</i>	-0,22 (0,60)	-8,64 ^a (0,00)	-0,39 (0,53)	-12,05 ^a (0,00)	-1,77 (0,99)	2020M11	-11,09 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnY</i>	-0,10 (0,64)	-11,85 ^a (0,00)	0,005 (0,68)	-13,28 ^a (0,00)	-3,88 (0,19)	2019M01	-13,26 ^a (0,00)	2020M03

Tablo 2: Birim Kök Testi Sonuçları (Devamı)

		ADF		PP		Yapısal Kırılmalı ADF			
		Düzyey	Fark	Düzyey	1. Fark	Düzyey	Yap. Kır. Tar.	1. Fark	Yap. Kır. Tar.
Almanya	<i>LnCO₂</i>	1,87 (0,98)	-8,53 ^a (0,00)	0,20 (0,74)	-22,81 ^a (0,00)	-2,01 (0,98)	2019M01	-11,35 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnY</i>	0,17 (0,73)	-11,39 ^a (0,00)	0,19 (0,74)	-11,40 ^a (0,00)	-2,46 (0,91)	2019M01	-17,56 ^a (0,00)	2020M04
Yunanistan	<i>LnCO₂</i>	-0,17 (0,62)	-8,55 ^a (0,00)	-0,07 (0,65)	-13,47 ^a (0,00)	-2,16 (0,51)	2013M01	-10,10 ^a (0,00)	2020M07
	<i>LnY</i>	-2,12 (0,23)	-19,24 ^a (0,00)	0,11 (0,71)	-22,23 ^a (0,00)	-2,16 (0,96)	2016M08	-19,64 ^a (0,00)	2020M01
Macaristan	<i>LnCO₂</i>	-2,27 (0,18)	-10,48 ^a (0,00)	-1,84 (0,35)	-13,79 ^a (0,00)	-2,53 (0,89)	2014M09	-11,31 ^a (0,00)	2010M11
	<i>LnY</i>	-2,26 (0,18)	-10,09 ^a (0,00)	-1,92 (0,32)	-17,23 ^a (0,00)	-4,10 (0,12)	2014M10	-12,85 ^a (0,00)	2020M06
İrlanda	<i>LnCO₂</i>	-0,42 (0,90)	-8,56 ^a (0,00)	-2,22 (0,20)	-12,71 ^a (0,00)	-4,11 (0,12)	2016M05	-12,01 ^a (0,00)	2021M02
	<i>LnY</i>	-0,94 (0,77)	-12,63 ^a (0,00)	-1,48 (0,53)	-20,87 ^a (0,00)	-3,16 (0,58)	2015M01	-14,84 ^a (0,00)	2011M01
İtalya	<i>LnCO₂</i>	-1,50 (0,52)	-7,79 ^a (0,00)	-2,17 (0,21)	-12,20 ^a (0,00)	-2,62 (0,86)	2020M03	-12,16 ^a (0,00)	2010M08
	<i>LnY</i>	-0,11 (0,64)	-11,46 ^a (0,00)	-0,07 (0,65)	-20,74 ^a (0,00)	-4,15 (0,10)	2020M04	-11,66 ^a (0,00)	2020M08
Letonya	<i>LnCO₂</i>	-2,39 (0,14)	-13,94 ^a (0,00)	0,33 (0,78)	-18,45 ^a (0,00)	-3,40 (0,40)	2021M04	-16,64 ^a (0,00)	2012M04
	<i>LnY</i>	-2,02 (0,27)	-11,93 ^a (0,00)	-1,70 (0,42)	-16,21 ^a (0,00)	-4,13 (0,11)	2016M09	-15,05 ^a (0,00)	2011M04
Litvanya	<i>LnCO₂</i>	-2,14 (0,22)	-12,42 ^a (0,00)	1,08 (0,92)	-16,62 ^a (0,00)	-3,08 (0,63)	2015M04	-14,39 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnY</i>	-2,20 (0,20)	-9,43 ^a (0,00)	-1,85 (0,35)	-9,19 ^a (0,00)	-3,64 (0,30)	2014M08	-12,45 ^a (0,00)	2020M03
Lüksemburg	<i>LnCO₂</i>	-1,52 (0,51)	-9,77 ^a (0,00)	-2,28 (0,17)	-10,34 ^a (0,00)	-4,06 (0,15)	2018M11	-17,10 ^a (0,00)	2020M04
	<i>LnY</i>	-0,16 (0,62)	-10,71 ^a (0,00)	-0,27 (0,58)	-15,83 ^a (0,00)	-3,86 (0,20)	2019M08	-13,51 ^a (0,00)	2020M06
Makedonya	<i>LnCO₂</i>	0,37 (0,79)	-9,43 ^a (0,00)	0,58 (0,84)	-29,31 ^a (0,00)	-3,57 (0,34)	2012M03	-16,26 ^a (0,00)	2020M07
	<i>LnY</i>	0,61 (0,84)	-10,66 ^a (0,00)	1,08 (0,92)	-21,69 ^a (0,00)	-3,00 (0,68)	2015M05	-12,56 ^a (0,00)	2020M04
Malta	<i>LnCO₂</i>	-2,52 (0,11)	-5,70 ^a (0,00)	-2,34 (0,15)	-13,42 ^a (0,00)	-2,74 (0,81)	2018M01	-13,78 ^a (0,00)	2011M04
	<i>LnY</i>	-0,01 (0,67)	-12,45 ^a (0,00)	0,07 (0,70)	-19,73 ^a (0,00)	-2,64 (0,85)	2013M04	-14,73 ^a (0,00)	2011M01
Karabağ	<i>LnCO₂</i>	-0,31 (0,57)	-12,75 ^a (0,00)	-0,27 (0,58)	-15,84 ^a (0,00)	-3,65 (0,30)	2020M04	-16,13 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnY</i>	-0,18 (0,61)	-11,47 ^a (0,00)	-0,50 (0,49)	-58,17 (0,00)	-4,18 (0,10)	2016M11	-15,51 ^a (0,00)	2010M08
Hollanda	<i>LnCO₂</i>	0,08 (0,70)	-8,26 ^a (0,00)	-0,40 (0,53)	-15,37 ^a (0,00)	-4,05 (0,45)	2018M02	-10,05 ^a (0,00)	2021M02
	<i>LnY</i>	-0,009 (0,67)	-14,25 ^a (0,00)	0,03 (0,69)	-20,28 ^a (0,00)	-3,73 (0,26)	2013M05	-14,73 ^a (0,00)	2010M02
Norveç	<i>LnCO₂</i>	-1,94 (0,30)	-15,08 ^a (0,00)	-2,28 (0,17)	-15,46 ^a (0,00)	-4,05 (0,13)	2020M02	-15,39 ^a (0,00)	2021M06
	<i>LnY</i>	0,10 (0,71)	-10,87 ^a (0,00)	0,24 (0,75)	-19,05 ^a (0,00)	-3,36 (0,46)	2020M11	-15,82 ^a (0,00)	2010M10
Polonya	<i>LnCO₂</i>	-2,40 (0,14)	-14,81 ^a (0,00)	0,70 (0,86)	-15,85 ^a (0,00)	-4,11 (0,12)	2015M10	-15,76 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnY</i>	-1,12 (0,70)	-9,66 ^a (0,00)	-0,72 (0,83)	-14,74 ^a (0,00)	-2,75 (0,80)	2016M10	-13,74 ^a (0,00)	2020M04
Portekiz	<i>LnCO₂</i>	-0,23 (0,60)	-6,92 ^a (0,00)	-0,23 (0,59)	-11,44 ^a (0,00)	-3,26 (0,52)	2020M05	-13,60 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnY</i>	-0,28 (0,58)	-9,64 ^a (0,00)	-0,34 (0,55)	-17,37 ^a (0,00)	-2,28 (0,94)	2015M03	-12,74 ^a (0,00)	2020M04
Romanya	<i>LnCO₂</i>	-1,94 (0,31)	-10,76 ^a (0,00)	0,76 (0,87)	-22,83 ^a (0,00)	-3,62 (0,31)	2013M10	-16,00 ^a (0,00)	2020M11
	<i>LnY</i>	-2,52 (0,11)	-12,80 ^a (0,00)	-2,29 (0,17)	-16,36 ^a (0,00)	-3,84 (0,21)	2013M03	-13,80 ^a (0,00)	2020M06
Sırbistan	<i>LnCO₂</i>	-2,49 (0,11)	-7,81 ^a (0,00)	0,84 (0,89)	-40,14 ^a (0,00)	-2,62 (0,86)	2016M05	-14,15 ^a (0,00)	2020M08
	<i>LnY</i>	-2,01 (0,28)	-15,54 ^a (0,00)	-2,11 (0,23)	-26,97 ^a (0,00)	-2,75 (0,80)	2015M09	-17,89 ^a (0,00)	2020M04
Slovakya	<i>LnCO₂</i>	-0,29 (0,57)	-11,61 ^a (0,00)	-0,15 (0,62)	-15,73 ^a (0,00)	-3,42 (0,42)	2020M04	-12,11 ^a (0,00)	2020M08
	<i>LnY</i>	-2,24 (0,19)	-10,75 ^a (0,00)	-2,38 (0,14)	-14,37 ^a (0,00)	-2,98 (0,69)	2015M02	-11,95 ^a (0,00)	2020M06
Slovenya	<i>LnCO₂</i>	-0,33 (0,56)	-11,20 ^a (0,00)	-0,36 (0,55)	-15,63 ^a (0,00)	-4,47 (0,45)	2018M03	-19,35 ^a (0,00)	2020M06
	<i>LnY</i>	-1,34 (0,60)	-12,89 ^a (0,00)	-1,08 (0,72)	-14,84 ^a (0,00)	-4,03 (0,147)	2015M12	-13,05 ^a (0,00)	2020M06
İspanya	<i>LnCO₂</i>	-0,03 (0,67)	-10,67 ^a (0,00)	0,03 (0,69)	-13,07 ^a (0,00)	-3,98 (0,16)	2020M05	-10,99 ^a (0,00)	2021M05
	<i>LnY</i>	-0,15 (0,62)	-10,11 ^a (0,00)	-0,08 (0,65)	-13,11 ^a (0,00)	-2,77 (0,80)	2015M08	-12,81 ^a (0,00)	2020M04
İsveç	<i>LnCO₂</i>	-0,17 (0,62)	-14,56 ^a (0,00)	-0,23 (0,60)	-15,68 ^a (0,00)	-4,03 (0,14)	2019M02	-15,31 ^a (0,00)	2020M08
	<i>LnY</i>	-2,51 (0,11)	-15,29 ^a (0,00)	0,90 (0,90)	-17,38 ^a (0,00)	-2,79 (0,78)	2016M12	-18,21 ^a (0,00)	2020M04
Türkiye	<i>LnCO₂</i>	0,35 (0,78)	-8,92 ^a (0,00)	0,66 (0,85)	-41,60 ^a (0,00)	-2,95 (0,70)	2018M10	-16,30 ^a (0,00)	2020M08
	<i>LnY</i>	-1,94 (0,31)	-13,03 (0,00)	-1,78 (0,38)	-17,58 ^a (0,00)	-3,69 (0,28)	2020M04	-15,50 ^a (0,00)	2020M04
İngiltere	<i>LnCO₂</i>	-0,73 (0,83)	-8,18 ^a (0,00)	-0,39 (0,53)	-9,42 ^a (0,00)	-2,32 (0,94)	2020M01	-10,48 ^a (0,00)	2021M05
	<i>LnY</i>	-0,05 (0,66)	-10,90 ^a (0,00)	0,11 (0,71)	-13,16 (0,00)	-3,61 (0,32)	2020M02	-17,87 ^a (0,00)	2020M04

Not: a; serinin %1 anlamlılık düzeyinde durağan olduğunu göstermektedir.

Tablo 2'deki ADF, PP ve yapısal kırılmalı ADF birim kök testlerine göre tüm seriler düzeyde değil, birinci farta durağandır. Yapısal kırılmalı ADF birim kök testi tarafından belirlenen 2013M05; ABD Merkez Bankası FED'in 2008 küresel ekonomik krizi sonrasında uygulamaya başladığı Miktersal Genişleme (Quantitative Easing: QE) politikasını kademeli olarak azaltacağını açıkladığı dönemi, 2014M09; Miktersal Genişleme politikasına son verilen dönemi (Özçelik, 2022: 391), 2020M03; COVID 19'un dünya genelinde bir salgın hastalık olarak kabul edildiği ve ekonomilerin kademeli olarak kapanmaya başladıkları dönemi, 2020M04: COVID 19 nedeniyle ülkelerde sivil uçuşlara ara verilen ve ekonomik kapanmanın başladığı dönemi, 2020M06; ekonomik kapanmanın kademeli olarak kaldırıldığı, sivil uçuşların tekrar başlatıldığı dönemi göstermektedir. Analizlerde kullanılacak serilerin hepsi düzey değerlerinde durağan olmadığı için bu serilerle yapılacak analizlerde sahte regresyon sorunu ile karşılaşılabilir. Bu nedenle seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığının test edilmesi

Tablo 3: Phillips ve Ouliaris (1990) Eşbütünleşme Testi Sonuçları

Ülke	Tau İst.	Z İst.	Eşbüt.	Ülke	Tau İst.	Z İst.	Eşbüt.	Ülke	Tau İst.	Z İst.	Eşbüt.
Avusturya	-4,30 ^c (0,08)	-32,75 ^c (0,07)	Var	Yunanistan	-4,62b (0,03)	-37,89 ^b (0,02)	Var	Polonya	-4,27 ^c (0,08)	-32,91 ^c (0,07)	Var
Belçika	-4,92 ^c (0,08)	-41,14 ^c (0,08)	Var	Macaristan	-4,98 ^b (0,01)	-42,15 ^b (0,01)	Var	Portekiz	-3,22 (0,47)	-20,45 (0,42)	Yok
Bosna	-7,20 ^a (0,00)	-78,17 ^a (0,00)	Var	İrlanda	-4,46 ^c (0,05)	-35,28 ^b (0,04)	Var	Romanya	-6,43 ^a (0,00)	-63,16 ^a (0,00)	Var
Bulgaristan	-4,96 ^b (0,01)	-42,18 ^b (0,01)	Var	İtalya	-2,66 (0,75)	-14,23 (0,73)	Yok	Sırbistan	-6,92 ^a (0,00)	-70,89 ^a (0,00)	Var
Belçika	-4,28 ^c (0,08)	-31,03 ^c (0,09)	Var	Letonya	-6,72 ^a (0,00)	-72,95 ^a (0,00)	Var	Slovakya	-3,93 (0,17)	-28,52 (0,14)	Yok
G. Kıbrıs	-3,80 (0,21)	-25,55 (0,22)	Yok	Litvanya	-5,66 ^a (0,00)	-54,39 ^a (0,00)	Var	Slovenya	-4,36 ^c (0,07)	-33,06 ^c (0,06)	Var
Çekya	-3,46 (0,35)	-21,99 (0,35)	Yok	Lüksemburg	-2,80 (0,69)	-15,45 (0,66)	Yok	İspanya	-3,71 (0,24)	-24,61 (0,25)	Yok
Danimarka	-4,93 ^b (0,01)	-42,17 ^b (0,00)	Var	Makedonya	-8,14 ^a (0,00)	-93,56 ^a (0,00)	Var	İsveç	-3,22 (0,47)	-19,13 (0,48)	Yok
Bosna	-4,51 ^c (0,05)	-36,19 ^b (0,04)	Var	Malta	-3,90 (0,18)	-27,09 (0,18)	Yok	Türkiye	-6,03 ^a (0,00)	-56,07 ^a (0,00)	Var
Finlandiya	-4,35 ^b (0,03)	-30,40 ^c (0,06)	Var	Karabağ	-3,44 (0,36)	-21,96 (0,35)	Yok	İngiltere	-5,11 ^b (0,01)	-46,68 ^a (0,00)	Var
Fransa	-5,78 ^a (0,00)	-55,61 ^a (0,00)	Var	Hollanda	-4,77 ^a (0,00)	-40,76 ^a (0,00)	Var				
Almanya	-4,88 ^b (0,01)	-41,50 ^b (0,01)	Var	Norveç	-2,99 (0,42)	-16,72 (0,46)	Yok				

Not: a, b ve c; serinin sırasıyla %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde eşbütünleşmenin var olduğunu göstermektedir. Parantez içinde yer alanlar olasılık değerleridir.

Tablo 3'teki bulgulara göre Güney Kıbrıs, Çekya, İtalya, Lüksemburg, Malta, Karadağ, Norveç, Portekiz, Slovakya, İspanya ve İsveç'te H_0 hipotezi reddedilemediği için seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi yoktur. Sahte regresyon sorunu ile karşılaşmamak için bu ülkelere yönelik regresyon analizleri gerçekleştirilmeyecektir. Diğer ülkeler için kurulan modellerde seriler arasında eşbütünleşme ilişkisi vardır. Bu ülkeler için yapılacak analizlerde sahte regresyon sorunu ile karşılaşılmayacağı için eşbütünleşme katsayılarını belirlemeye yönelik regresyon analizleri yapılmıştır.

Tablo 4: Katsayı Tahmini Sonuçlar

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	\bar{R}^2	SER	LRV	SSR	EKC'nin Geçerliliği	EKC'nin Biçimi	1.Dönüm Noktası	2.Dönüm Noktası
Avusturya	-668,13 (0,60)	428,47 (0,60)	-91,40 (0,61)	6,51 (0,61)	-0,09 ^a (0,00)	-0,24 ^a (0,00)	0,93	0,03	0,002	0,12	-	-	-	-
Belçika	9303,63 ^a (0,00)	-5944,38 ^a (0,00)	1265,95 ^a (0,00)	-89,83 ^a (0,00)	0,03 (0,26)	0,53 ^a (0,00)	0,96	0,05	0,007	0,29	+	Ters N	99,57	120,81
Bosna	11315,78 (0,12)	-7393,73 (0,12)	1609,98 (0,12)	-116,77 (0,12)	-0,23 ^a (0,00)	0,01 (0,76)	0,86	0,10	0,02	1,30	-	-	-	-
Bulgaristan	-384,15 (0,90)	260,40 (0,90)	-580,33 (0,89)	4,35 (0,89)	-0,10 ^a (0,00)	0,11 ^a (0,00)	0,54	0,06	0,009	0,59	-	-	-	-
Hrvatistan	3465,72 (0,11)	-22244,55 (0,11)	4799,27 (0,11)	-345,10 (0,11)	-0,02 (0,65)	-0,43 ^a (0,00)	0,63	0,11	0,04	1,68	-	-	-	-

gerekmektedir (Dikmen, 2012: 331).

5.3.2. Eşbütünleşme Testlerine Ait Sonuçlar

Modelde yer alan seriler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı, her bir ülke için ayrı ayrı Phillips ve Ouliaris (1990) eşbütünleşme testiyle incelenmiştir. Bu test; Engle ve Granger (1987) eşbütünleşme testine benzemekte olup, yine tek denklem ve atıkların durağanlığına dayalı eşbütünleşme testidir. Bu testte atıkların durağanlığı Phillips ve Perron (1988) tarafından geliştirilen yöntemle test edilmektedir. Testin hipotezleri aşağıdaki gibidir:

H_0 : Seriler eşbütünleşik değildir.

H_1 : Seriler eşbütünleşiktir.

Yapılan incelemede H_0 hipotezi reddedildiğinde, serilerin eşbütünleşik olduklarına karar verilmektedir. Phillips ve Ouliaris (1990) yöntemiyle elde edilen eşbütünleşme testi sonuçları Tablo 3'te sunulmuştur.

5.3.3. Eşbütünleşme Katsayılarının Elde Edilmesi

Çalışmada eşbütünleşme katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Saikkonen (1992) ve Stock ve Watson (1993) çalışmalarıyla geliştirilen DOLS yöntemi; bağımsız değişkenin farkının gecikmeli ve öncül değerlerini de analizde açıklayıcı değişken olarak kullanarak, olası otokorelasyon ve değişen varyans sorunlarına karşı dirençli tahminler üretebilen, güçlü bir yöntemdir (Panopoulou ve Pittis, 2004). Bu nedenle çalışmada eşbütünleşme katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiştir. Elde edilen eşbütünleşme katsayıları Tablo 4'te sunulmuştur.

Tablo 4: Katsayı Tahmini Sonuçlar (Devamı)

	α_0	α_1	α_2	α_3	α_4	α_5	\bar{R}^2	SER	LRV	SSR	EKC'nin Geçerliliği	EKC'nin 1. Dönüm Noktası	EKC'nin 2. Dönüm Noktası
Danimarka	7172,70 (0,27)	-4615,10 (0,27)	989,84 (0,27)	-70,74 (0,27)	0,01 (0,74)	-0,15 ^a (0,00)	0,44	0,06	0,01	0,62	-	-	-
Estonya	0,36 (0,88)	-37,77 (0,89)	8,03 (0,89)	-0,56 (0,90)	0,04 (0,38)	-0,22 ^a (0,00)	0,36	0,10	0,02	1,44	-	-	-
Finlandiya	-	84,28 ^b (0,03)	-35,73 ^b (0,03)	3,82 ^b (0,03)	-0,19 ^a (0,00)	-0,17 ^a (0,00)	0,44	0,08	0,02	1,00	+	N	105,22 124,85
Fransa	-502,01 (0,93)	370,56 (0,92)	-89,58 (0,91)	7,15 (0,90)	-0,07 ^a (0,00)	-0,06 ^b (0,01)	0,77	0,03	0,004	0,15	-	-	-
Almanya	-1006,07 ^b (0,00)	6513,55 ^a (0,00)	-1412,81 ^a (0,00)	102,14 ^a (0,00)	-0,04 ^b (0,02)	0,11 ^a (0,00)	0,72	0,04	0,004	0,21	+	N	96,61 104,65
Yunanistan	38223,37 ^a (0,00)	-24617,82 ^a (0,00)	5284,88 ^a (0,00)	-378,14 ^a (0,00)	-0,03 (0,14)	-0,23 ^a (0,00)	0,87	0,05	0,005	0,27	+	Ters N	100,51 110,72
Macaristan	869,50 ^c (0,08)	-562,47 ^c (0,08)	121,43 ^c (0,09)	-8,72 ^c (0,09)	-0,02 (0,22)	-0,11 ^a (0,00)	0,90	0,03	0,002	0,13	+	Ters N	81,39 132,60
İrlanda	108,50 (0,57)	-74,87 (0,56)	17,41 (0,55)	-1,33 (0,54)	0,15 ^b (0,02)	0,12 ^c (0,06)	0,79	0,07	0,01	0,59	-	-	-
Letonya	-432,01 (0,60)	293,53 (0,59)	-66,02 (0,57)	4,94 (0,56)	0,03 (0,38)	0,01 (0,75)	0,20	0,06	0,009	0,50	-	-	-
Litvanya	-115,02 (0,61)	79,01 (0,59)	-17,82 (0,57)	1,34 (0,55)	-0,02 (0,44)	-0,17 ^a (0,00)	0,69	0,05	0,006	0,36	-	-	-
Makedonya	2006,76 (0,26)	-1337,10 (0,25)	296,71 (0,25)	-21,90 (0,24)	0,06 (0,21)	-0,16 ^a (0,00)	0,80	0,08	0,01	0,94	-	-	-
Hollanda	-	46,63 (0,46)	-19,34 (0,48)	2,03 (0,49)	0,05 (0,13)	0,13 ^a (0,00)	0,64	0,05	0,009	0,41	-	-	-
Polonya	-399,18 (0,19)	267,93 (0,18)	-59,62 (0,17)	4,42 (0,15)	-0,06 ^b (0,01)	-0,30 ^a (0,00)	0,83	0,04	0,005	0,27	-	-	-
Romanya	668,86 ^b (0,03)	-458,41 ^b (0,02)	101,81 ^b (0,02)	-7,52 ^b (0,02)	0,006 (0,77)	-0,12 ^a (0,00)	0,84	0,04	0,003	0,20	+	Ters N	73,53 113,06
Sırbistan	3425,46 (0,13)	-2205,90 (0,13)	473,54 (0,13)	-33,86 (0,14)	-0,06 (0,10)	-0,01 (0,82)	0,71	0,07	0,013	0,67	-	-	-
Slovakya	-1245,13 (0,14)	815,36 (0,14)	-177,68 (0,14)	12,91 (0,14)	-0,11 ^a (0,00)	-0,41 ^a (0,00)	0,80	0,07	0,009	0,77	-	-	-
Slovenya	-969,39 (0,52)	636,80 (0,51)	-139,10 (0,50)	10,12 (0,49)	0,06 (0,31)	-0,44 ^a (0,00)	0,79	0,08	0,01	0,90	-	-	-
Türkiye	348,32 (0,10)	-225,05 (0,11)	48,76 (0,12)	-3,51 (0,12)	0,03 (0,36)	0,03 (0,59)	0,84	0,04	0,007	0,26	-	-	-
İngiltere	-19756,64 (0,26)	12925,66 (0,26)	-2818,09 (0,26)	204,78 (0,26)	-0,08 ^b (0,01)	0,05 (0,17)	0,54	0,06	0,01	0,42	-	-	-

Not: $\alpha_0, \alpha_1, \alpha_2, \alpha_3$ ve α_4 ; Denklem (10)'da yer alan sırasıyla sabit terim, LnY , $(LnY)^2$ ve $(LnY)^3$ 'ün katsayılarını ifade etmektedir. a, b ve c; katsayıların sırasıyla %1, %5 ve %10 düzeyinde istatistiksel olarak anlamlı olduğunu gösteriyor. Parantez içindekiler olasılık değerleridir. \bar{R}^2 ; Parametre sayısına göre düzeltilmiş belirlilik katsayısını, SER; Standart Error of Regression (Regresyonun standart hatasını), LRV; Long Run Variance (Tahminin uzun dönem varyansını), SSR; Sum Squared Resid (Atıkların kareleri toplamını) ifade etmekte olup, bu değerlerin düşük olması, tahmin başarısının yüksek olduğunu ortaya koymaktadır. Dönüm noktaları; $LnY = Y_1$ eşitliğinden, 1. Dönüm Noktası = e^{Y_1} ve $LnY = Y_2$ eşitliğinden, 2. Dönüm Noktası = e^{Y_2} eşitlikleri kullanılarak tarafımızdan hesaplanmıştır. Buradaki Y_1 ve Y_2 ise Denklem (9) kullanılarak yine tarafımızdan elde edilmiştir.

Tablo 4'teki bulgulara göre; EUROCONTROL ülkelerinde, 2010-2021 döneminde havacılık sektöründe uçuş başına düşen karbondioksit emisyonu ile sanayi üretilen endeksi arasında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi sadece Belçika, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da geçerlidir. Bu ülkelerden Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da ters N şeklinde, Finlandiya ve Almanya ise N şeklinde kübik Çevresel Kuznets Eğrileri gözlenmektedir. Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya için elde edilen sonuçlar literatürdeki Poudel vd. (2009); Arı ve Zeren (2011); Erataş ve Uysal (2014) ve Zhang (2021) çalışmalarıyla uyum içindedir. Finlandiya ve Almanya için ulaşılan sonuçlar ise Akyıldız (2008)'in Türkiye ve Sinha ve Bhatt (2017)'in Hindistan için elde ettiği sonuçlarla benzer yöndedir. Ancak literatürdeki sözü edilen çalışmaların havacılık sektörü özelinde olmadığına da dikkat etmek gerekir.

Petrol fiyatlarındaki artışın havacılık sektöründeki CO₂ salınımını Avusturya, Bosna, Finlandiya, Fransa, Almanya, Polonya, Slovakya ve İngiltere'de azalttığı, İrlanda'da ise artırdığı belirlenmiştir. COVID 19 salgınının havacılık sektöründeki CO₂ salınımını Avusturya, Hırvatistan, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, Litvanya, Makedonya, Polonya, Romanya,

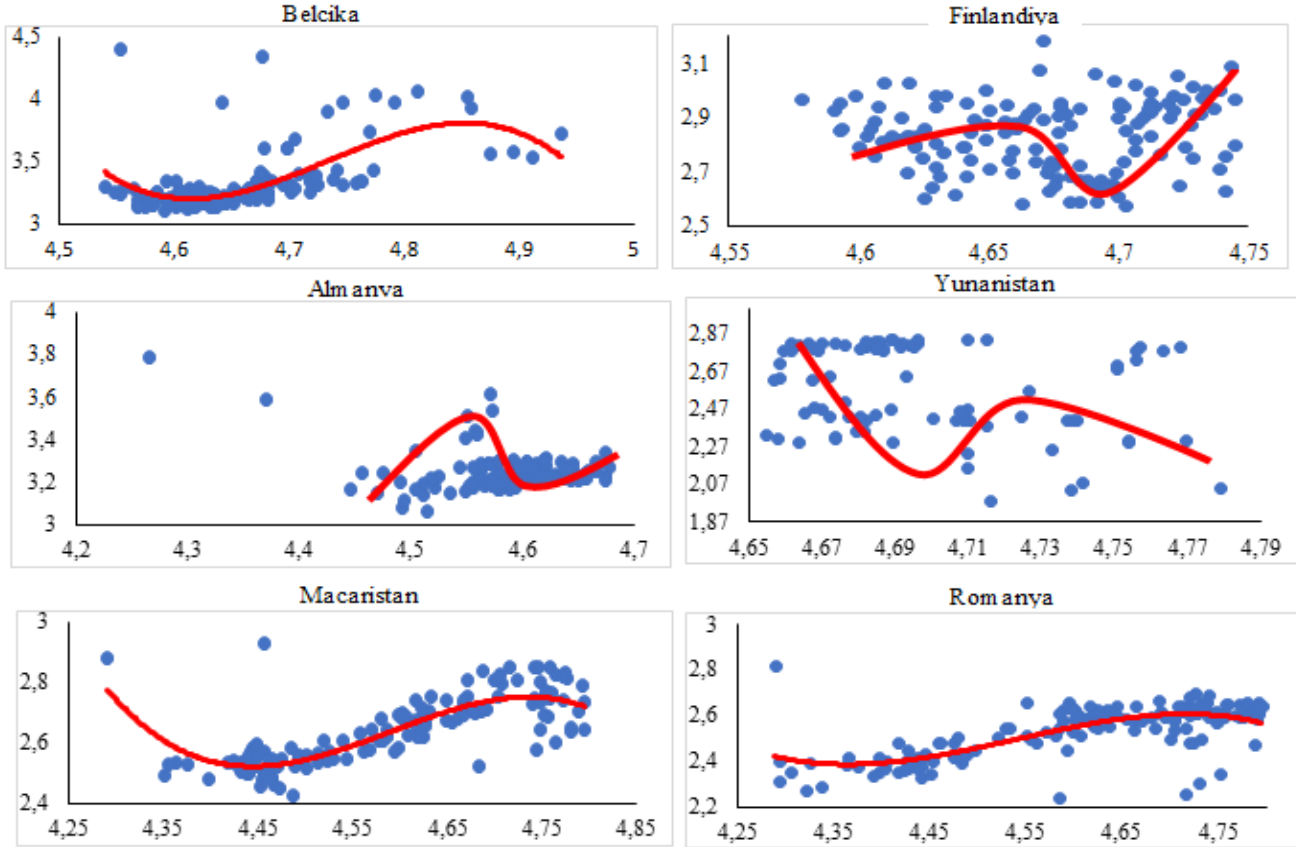
Slovakya ve Slovenya'da artırdığı, Belçika, Bulgaristan, Almanya, İrlanda ve Hollanda'da artırdığı görülmüştür.

Elde edilen sonuçlara göre; Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya milli geliri (sanayi üretimi) arttıkça havacılık sektöründe çevreyi daha az kirleten politikalar uygularken, Finlandiya ve Almanya çevreyi daha fazla kirletmektedir. Belçika sanayi üretim endeksi (SÜE) 99,57'ye gelene kadar havacılık sektörü CO₂ salınımını azaltmakta, sonra üretimi artırabilmek için çevreyi önceleyici politikaları göz ardı etmekte, SÜE 120,81'i geçtiğinde ise tekrar çevreye duyarlı politikaları ön plana almaktadır. Finlandiya SÜE 105'e ulaşıncaya kadar CO₂ salınımını artırmakta, sonra çevreyi koruyucu uygulamalara yönelmekte, SÜE'nin 125'i geçebilmesi için ise tekrar çevreyi korumayı göz ardı etmeye başlamaktadır. Benzer şekilde Almanya SÜE'si 96,61'e ulaşıncaya kadar havacılık sektörünün çevreyi kirletmesine göz yummakta, sonra çevreyi koruyucu uygulamaları devreye sokmakta, ama SÜE'nin 105'i geçebilmesi için tekrar havacılık sektörü CO₂ salınımı üzerindeki kısıtlamalarını kaldırmaktadır. Yunanistan SÜE 100'e ulaşıncaya kadar havacılık sektörü CO₂ salınımını azaltıcı politikalar uygulamakta, sonra SÜE'yi daha fazla artırabilmek için çevresel politikaları ikinci plana itmekte, SÜE 110'u geçtiğinde ise tekrar çevreyi önceleyici

politikalara ağırlık vermektedir. Benzer şekilde Macaristan SÜE 81'i, Romanya 73'ü geçene kadar çevreyi koruyucu politikalara önem vermiş, sonra bu politikaları göz ardı etmiş, SÜE Macaristan'da 132'yi, Romanya'da 113'ü geçtiğinde tekrar CO_2 salınımını azaltıcı politikalar uygulanmaya başlanmıştır. Bu analizde ülkelerin dönüm noktalarının farklı SÜE seviyelerinde gerçekleşmiş olması, ülkelere özgü sanayi (ekonomik büyüme) ve havacılık sektörü dinamiklerinden kaynaklanmakta olup, bu da söz

konusu ülkeler için toplulaştırılmış bir panel veri analizi yerine, bireysel analizlerin yapılmasının gereğini bir kez daha göstermektedir. Bu ülkelerin havacılık sektörlerine ait Çevresel Kuznets Eğrileri Grafik 3'te görülmektedir. Bu grafikler ekonometrik analizlerde elde edilen bulguları desteklemekte ve görsel hale getirmektedir. Kırmızı çizgilerle gösterilen eğilim çizgileri, sözü edilen N ve ters N harflerine benzerlik göstermektedir.

Grafik 3: Ülkelerin Havacılık Sektörlerine Ait Çevresel Kuznets Eğrileri



Sonuç ve Öneriler

Bu çalışmada EUROCONTROL üyesi ülkelerin milli gelirleri ile havacılık sektörlerinin uçuş başına karbon dioksit salınımı miktarı arasındaki ilişki; 34 ülkenin Ocak 2010 – Eylül 2021 dönemi verileri kullanılarak analiz edilmiştir. Petrol fiyatları ve COVID 19 sürecini temsil eden kukla değişken ile veri seti genişletilmiştir. Serilerin durağanlık seviyelerini belirleyebilmek için ADF, PP ve yapısal kırılmalı ADF birim kök testleri kullanılmış ve bütün serilerin I(1) olduğu ortaya çıkmıştır. Modelde yer verilen değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisinin varlığı; Phillips ve Ouliaris (1990) eşbütünleşme testiyle incelenmiş, Güney Kıbrıs, Çekya, İtalya, Lüksemburg, Malta, Karadağ, Norveç, Portekiz, Slovakiya, İspanya ve İsveç haricindeki ülkelerde seriler arasında eşbütünleşmenin var olduğu, yani yapılacak regresyon analizlerinin güvenilir olacağı belirlenmiştir. Model katsayıları DOLS yöntemiyle tahmin edilmiş, 2010-2021 döneminde havacılık sektöründe

uçuş başına düşen karbondioksit emisyonu ile sanayi üreyim endeksi arasında Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Belçika, Finlandiya, Almanya, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da geçerli olduğu belirlenmiştir. Bu ülkelerden Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya'da ters N şeklinde, Finlandiya ve Almanya ise N şeklinde kübik Çevresel Kuznets Eğrileri söz konusudur. Çalışmada ayrıca bu ülkelerin sanayi üreyim endeksleri ile uçuş başına düşen karbondioksit emisyonları arasındaki grafikler de çizilmiş ve söz konusu ekonometrik bulguları destekler mahiyette grafiklere ulaşılmıştır. Çalışmadan elde edilen sonuçlar, literatürde yer alan çalışmaların bulgularıyla karşılaştırıldığında; Belçika, Yunanistan, Macaristan ve Romanya için elde edilen sonuçların, literatürdeki Poudel vd. (2009); Arı ve Zeren (2011); Erataş ve Uysal (2014) ve Zhang (2021) çalışmalarıyla uyum içinde olduğu, Finlandiya ve Almanya için ulaşılan sonuçlarınsı Akyıldız (2008); Sinha ve Bhatt (2017) çalışmalarında ulaşılan

sonuçlarla benzer şekilde olduğu görülmüştür. Fakat literatürdeki bu çalışmalar havacılık sektörü özelinde olmadığı, farklı dönem ve ülkeleri kapsadığı, analiz yöntemlerinin de farklılaştığı değerlendirildiğinde; bu çalışma ile elde edilen sonuçların bu anlamda özgün ve farklı oldukları değerlendirilmektedir.

Ayrıca petrol fiyatlarındaki artışın havacılık sektöründeki CO₂ salınımını Avusturya, Bosna, Finlandiya, Fransa, Almanya, Polonya, Slovakya ve İngiltere’de azalttığı, İrlanda’da ise artırdığı belirlenmiştir. COVID 19 salgınının havacılık sektöründeki CO₂ salınımını Avusturya, Hırvatistan, Danimarka, Estonya, Finlandiya, Fransa, Yunanistan, Macaristan, Litvanya, Makedonya, Polonya, Romanya, Slovakya ve Slovenya’da artırdığı, Belçika, Bulgaristan, Almanya, İrlanda ve Hollanda’da artırdığı görülmüştür.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara göre; EUROCONTROL ülkeleri üretim ve ekonomik büyümelerini belirli seviyelere kadar artırabilmek için çevresel konuları göz ardı edebilmekte, gelirleri belirli bir seviyeye ulaştığında çevreye karşı tutumları değişebilmektedir. Bu nedenle EUROCONTROL gibi uluslararası (ulus üstü) kuruluşların üye devletleri çevreyi korumayı ve sağlıklı yaşamı sürdürülebilir kılmayı öncelleyici politikalar uygulamaları konusunda yönlendirmeleri, yapılan tavsiyelere uymayan ülkeleri parasal cezalar ve uçuş hakkı kısıtlamaları gibi yaptırımlarla zorlamalarının yararlı olabileceği değerlendirilmektedir. EUROCONTROL’e üye olmayan diğer ülkelerin de kendi aralarında benzer kontrol ve değerlendirme mekanizmaları kurmalarında fayda vardır. Bu noktada Dünya Bankası gibi ulus üstü kurumların insiyatif olarak, çevreyi korumacı politikalar uygulayan ülkeleri desteklemeleri, aksi yönde davranan ülkelere de gerekli yaptırımları uygulamaları, havacılık sektöründe CO₂ emisyonunu azaltabilmek için faydalı olabilecektir. Bu noktada cezadan çok özendirici tedbirler de alınabilir. Örneğin; gelişmekte olan ülkelerin hava araçlarını ve havalimanlarını çevreye duyarlı daha yeni teknolojilerle donatabilmeleri için onlara EUROCONTROL tarafından daha yüksek birim uçuş ödemeleri yapılabilir. Dünya Bankası ve Avrupa İmar ve Kalkınma Bankası (European Bank for Reconstruction and Development: EBRD) gibi uluslararası kuruluşlar yeni teknolojilere yönelik yatırımları finanse edebilirler. Biyoyakıt üretim ve kullanımı kolaylaştırılıp, özendirilebilir. Son olarak; EUROCONTROL gibi uluslararası kuruluşların yaptıkları ödemelerde adaletli ve şeffaf davranmaları, güvenilirliklerini ve etkinliklerini artıracaktır. Örneğin; Türkiye’ye yapılan birim uçuş ödemeleri (28.61 €), üye ülkeler ortalamasının (46.07 €) çok altında olup, bu haksızlığın bir an önce düzeltilmesi gerekmektedir.

Sonraki araştırmacıların; klasik EKC literatüründe olduğu gibi milli gelir ile CO₂ emisyonu arasındaki ilişkinin analizinde sadece parabolik kalıp kullanılmasının doğru olmayabileceğini, konunun kübik formlarda ele alınmasının daha fazla bilgi sunabileceğini unutmamaları gerekir. İlave

olarak EKC Hipotezinin sadece ülkelerin toplam (genel) verileriyle sınanmasıyla kalınmayıp, verilerine ulaşılabilen sektörler için de bu tür analizlerin yapılması, sektör temsilcileri, işkolu yetkilileri, ülke yöneticileri ve uluslararası kuruluşlar açısından oldukça yararlı bilgiler sunabilecektir. Bu çalışmanın da sayılan bu noktalarda literatüre ve karar erklerine önemli katkılar sağlaması beklenmektedir.

Kaynaklar

- ACI (2021). Global passenger traffic set to reach half of 2019 levels in 2021, recovery to accelerate in 2022. Airports Council International. <https://www.moodiedavittreport.com/global-passenger-traffic-set-to-reach-half-of-2019-levels-in-2021-recovery-to-accelerate-in-2022/>, (Erişim Tarihi: 30.12.2021).
- Akyıldız, B. (2008). Çevresel Etkinlik Analizi: Kuznets Eğrisi Yaklaşımı. Dokuz Eylül Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İzmir.
- Allard, A., Takman, J., Uddin, G.S. and Ahmed, A. (2018). The N-Shaped Environmental Kuznets Curve: An Empirical Evaluation Using A Panel Quantile Regression Approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25, 5848–5861.
- Arı, A. & Zeren, F. (2011). CO₂ Emisyonu ve Ekonomik Büyüme: Panel Veri Analizi. *Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F Yönetim ve Ekonomi*, 18 (2), 37-47.
- Aviationbenefits (2021). Employment. <https://aviationbenefits.org/economic-growth/supporting-employment/>, (Erişim Tarihi: 28.12.2021).
- BBC (2021). COP26’da Alınan Kararlar Hayatlarımızı Nasıl Değiştirebilir? <https://www.bbc.com/turkce/haberler-dunya-59280378>, (Erişim Tarihi: 28.12.2021).
- Bengochea-Morancho, A., Higón-Tamarit, F. & Martínez-Zarzoso, I. (2001). Economic Growth and CO₂ Emissions in the European Union. *Environmental and Resource Economics*, 19(2), 165-172.
- Bhattarai, M. & Hammig, M. (2001). Institutions and the Environmental Kuznets Curve for deforestation: A cross-country analysis for Latin America, Africa and Asia. *World Development*, 29 (6), 995–1010.
- Central Route Charges Office (2020). Principles for Establishing the Cost-Base for en Route Charges and the Calculation of the Unit Rates. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2019-12/doc-20.60.01-eurocontrol-principles-january-2020-en.pdf>, (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- Davitt, D. (2021). The Moodie Davitt Report. <https://www.moodiedavittreport.com/global-passenger-traffic-set-to-reach-half-of-2019-levels-in->

- 2021-recovery-to-accelerate-in-2022/, (Erişim Tarihi: 30.12.2021).
- DHMİ (2021a). 2020 Havayolu Sektör Raporu. https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/14/2020_Havayolu_Sektor_raporu.Pdf. (Erişim Tarihi: 27.12.2021).
- DHMİ (2021b). Kısaca EUROCONTROL Teşkilatı. <https://www.dhmi.gov.tr/Sayfalar/Ssd/EuroControlSbMd/Eurocontrol.aspx>, (Erişim Tarihi:25.11.2021).
- Dickey, D.A. & Fuller, W.A. (1981). Distribution of the Estimators for Autoregressive Time Series with a Unit Root. *Econometrica*, 49, 1057-1072.
- Dietz, T., Rosa, E.A. & York, R. (2012). Environmentally efficient well-being: Is there a Kuznets curve? *Applied Geography*, 32, 21-28.
- Dijkgraaf, E. & Vollebergh, H. (1998). Growth and/or (?) Environment: Is there a Kuznets Curve for carbon emissions? *2nd Biennial Meeting of the European Society of Ecological Economics*, 4-7 March, Geneva.
- Dikmen, N. (2012). *Ekonometri Temel Kavramlar ve Uygulamalar*. (2. Baskı). Dora Yayınları, Bursa.
- EC (2021). Reducing Emissions from Aviation. European Commission. https://ec.europa.eu/clima/eu-action/transport-emissions/reducing-emissions-aviation_en, (Erişim Tarihi: 07.04.2022).
- Erataş, F. & Uysal, D. (2014). Çevresel Kuznets Eğrisi Yaklaşımının “BRICT” Ülkeleri Kapsamında Değerlendirilmesi. *İktisat Fakültesi Mecmuası*, 64(1), 1-25.
- EUROCONTROL (2020). Does Taxing Aviation Really Reduce Emissions? <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2020-10/eurocontrol-think-paper-taxing-aviation-oct-2020.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.11.2021).
- EUROCONTROL (2021a). Aviation Sustainability Briefing. <https://www.eurocontrol.int/sites/default/files/2021-10/eurocontrol-aviation-sustainability-briefing-edition-4.pdf>, (Erişim Tarihi: 25.11.2021).
- EUROCONTROL (2021b). Data. CO₂ Emissions by State. <https://ansperformance.eu/data/>, (Erişim Tarihi: 01.12.2021).
- EUROCONTROL (2021c). Our Expertise Spans Research, Development, Operations and Performance Monitoring. [https://www.eurocontrol.int/about-us#:~:text=We%20support%20our%20Member%20Stateswith%20a%20minimal%20environmental%20i mpact](https://www.eurocontrol.int/about-us#:~:text=We%20support%20our%20Member%20Stateswith%20a%20minimal%20environmental%20i mpact.). (Erişim Tarihi: 20.01.2022).
- EUROCONTROL (2022a). Business Planning Process and Draft Budget 2022 and Cost-Base 2022-2026.
- EUROCONTROL (2022b). Advisory and Consultative Groups. [https://www.eurocontrol.int/info/advisory-and-consultative-groups#:~:text=The%20Standing%20Committee%20on%20Finance,experts%20of%20the%20Member%20States](https://www.eurocontrol.int/info/advisory-and-consultative-groups#:~:text=The%20Standing%20Committee%20on%20Finance,experts%20of%20the%20Member%20States.). (Erişim Tarihi:20.01. 2022).
- EUROCONTROL (2022c). En-route National Unit Rates (€ nominal) (2021). <https://www.eurocontrol.int/ServiceUnits/Dashboard/EnRouteUnitRates.html>, (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- EUROCONTROL (2022d). Latest Air Traffic Situation. <https://www.eurocontrol.int/>, (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- EUROCONTROL (2022e). What we do. <https://www.eurocontrol.int/what-we-do>, (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- EUROCONTROL (2022f). CCO / CDO Continuous Climb and Descent Operations. <https://www.eurocontrol.int/concept/continuous-climb-and-descent-operations>. (Erişim Tarihi: 07.04.2022).
- Eurostat (2021). Production in industry - monthly data [STS_INPR_M_custom_1674755]. https://appsso.eurostat.ec.europa.eu/nui/show.do?dataset=sts_inpr_m&lang=en, (Erişim Tarihi: 17.12.2021).
- Finke, M. (2021). D4.1: Environmental - Friendly Airspace Structuring and Traffic Sequencing. <https://ec.europa.eu/research/participants/documents/downloadPublic?documentIds=080166e5dc88db5a&appId=PPGMS> (Erişim Tarihi: 07.04.2022).
- Forbes (2020). If Aviation Was A Country It Would Be The World's 20th Largest By GDP. <https://www.forbes.com/sites/jamesasquith/2020/04/06/if-aviation-was-a-country-it-would-be-the-worlds-20th-largest-by-gdp/?sh=686c7cb0e5b5>, (Erişim Tarihi: 28.12.2021).
- Grossman, M.G. & Krueger, A.B. (1991). Environmental Impacts of the American Free Trade Agreement. *NBER Working Paper*, No. 3914.
- Grossman, G.M. & Krueger, A.B. (1995). Economic Environment and the Economic Growth. *Quarterly Journal of Economics*, 110(2), 353-377.
- Gyamfi, B. A., Bekun, F.V., Balsalobre-Lorente, D., Onifade, S.T. & Ampomah, A.B. (2022). Beyond the Environmental Kuznets Curve: Do Combined Impacts of Air Transport and Rail Transport Matter for Environmental Sustainability amidst Energy Use in E7 Economies? *Environment, Development and Sustainability*, 1-19
- Hassan, S. A., Nosheen, M., Rafaz, N. & Haq, I. (2021). Exploring the Existence of Aviation Kuznets Curve in the Context of Environmental Pollution for OECD Nations. *Environment, Development and Sustainability*, 23(10), 15266-15289.
- Hung, M. F. & Shaw, D. (2006). “Economic Growth and Environmental Kuznets Curve in Taiwan: A Simultaneity Model Analysis”. In Michele Boldrin,

- Been-Lon Chen and Ping Wang (eds.), *Human Capital, Trade and Public Policy in Rapidly Growing Economies: From Theory to Empirics*, Aldershot, UK: Edward Elgar: 269-290.
- ICAO (2021a). International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü). 2020 Passenger Totals Drop 60 Percent as COVID-19 Assault on International Mobility Continues. <https://www.icao.int/Newsroom/Pages/2020-passenger-totals-drop-60-percent-as-COVID19-assault-on-international-mobility-continues.aspx> (Erişim Tarihi: 29.12.2021).
- ICAO (2021b). Effects of Novel Coronavirus (COVID-19) on Civil Aviation: Economic Impact Analysis. https://www.icao.int/sustainability/Documents/COVID-19/ICAO_Coronavirus_Econ_Impact.pdf (Erişim Tarihi: 29.12.2021).
- Investing (2021). Brent Oil Futures Historical Data. <https://www.investing.com/commodities/brent-oil-historical-data>, (Erişim Tarihi: 10.12.2021).
- Jobert, T., Karanfil, F. & Tykhonenko, A. (2012). The Environmental Kuznets Curve Reconsidered from the Perspective of Heterogeneity: Insights for Climate Change and Energy Policy. *GREDEG Working Paper Series*, No. 2012-15.
- Josic, H., Josic, M. & Janecic, M. (2016). Testing the Environmental Kuznets Curve in the Case of Croatia. *Notitia - Journal for Sustainable Development*, 2, 31-47.
- Jula, D., Dumitrescu, C.I., Lie, I.R. & Dobrescu, R.M. (2013). Environmental Kuznets Curve. Evidence from Romania. *Theoretical and Applied Economics*, XXII (1), 85-96.
- Kılıç, C. & Balan, F. (2016). Is There an Environmental Kuznets Inverted-U Shaped Curve? *Panoeconomicus*, 65(1), 79-94. doi:10.2298/PAN150215006K.
- Koçak, E. (2014). Türkiye’de Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: ARDL Sınır Testi Yaklaşımı. *İşletme ve İktisat Çalışmaları Dergisi*, 2(3), 62-73.
- Kuznets, S. (1955). Economic Growth and Income Inequality. *The American Economic Review*, 45(1), 1-28.
- Leitão, A. (2006). Corruption and the Environmental Kuznets Curve: Empirical Evidence for Sulfur. *Ecological Economics*, 69, 2191-2201.
- Makarova, E. L. & Pavlov, P. V. (2017). Supplier Management Improvement in Aviation Industry: A Case Study of Beriev Aircraft Company. *International Journal of Supply Chain Management*, 6(1), 41-54.
- Manga, M. (2021). Taşımacılık Sektöründe Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Geçerliliği: Seçilmiş OECD Ülkeleri Örneği. *Atatürk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 35(1), 203-218.
- Mazareanu, E. (2021). Environmental Impact of the Aviation Industry Worldwide - Statistics & Facts. <https://www.statista.com/topics/7346/environmental-impact-of-the-aviation-industry-worldwide/>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- Mert, M. & Bozdağ, H. (2013). Environmental Kuznets Curve for Carbon Emissions in Bosnia & Herzegovina. *Dumlupınar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, EYİ 2013 Özel Sayısı, 79-84.
- Moomaw, W. R. & Unruh, G. C. (1997). Are Environmental Kuznets Curves Misleading Us? The Case of CO₂ Emissions. *Environment and Development Economics*, 2, 451-463.
- Mut, M. (2021). Yolculukların Karbonu... Hangi Ulaşım Seçeneği ile Ne Kadar Ayak İzi Bırakıyoruz? <https://www.hurriyet.com.tr/dunya/ucak-kullanirken-iki-kez-dusunun-bireysel-olarak-ne-kadar-karbon-harcayacaksınız-41955438>, (Erişim Tarihi: 06.01.2022).
- Müşlehhiddinoğlu, A. (2019). Havacılık Sektöründe Karbon Emisyonları. <https://enerjivekarbon.wordpress.com/2019/03/25/1513/>, (Erişim Tarihi: 07.04.2022).
- Nakıpoğlu Özsoy, F. (2021). Turizm Sektörü ve Çevre Kirliliği Arasındaki İlişkinin Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezi Çerçevesinde İncelenmesi. *ASBİ Abant Sosyal Bilimler Dergisi*, 21(1), 1-19.
- Öngel, V., Bozkurt, G. & Tatlı, H.S. (2021). Çevresel Kuznets Eğrisi Hipotezinin Sektörel Açından İncelenmesi: Türkiye Örneği. *Ekoist: Journal of Econometrics and Statistics*, 32, 49-68.
- Özçelik, O. (2022). Ekonomik ve Siyasi Belirsizliklerin Türkiye’nin Dış Ticarete Ödeme Şekli Tercihlerine Etkileri: Doğrusal Olmayan Asimetrik ESTAR Koentegrasyon Testi ile Sınama. *Business & Management Studies: An International Journal*, 10(1), 380-398.
- Özkoç, H. H., Yıldırım, A. & Kudubeş, E. (2017). Çevresel Kuznets Eğrisinin Geçerliliğinin Düşük ve Üst Orta Gelirli Ülkeler İçin Sınanması: 1964-2009 Dönemi. Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 9(22), 327-340.
- Panayotou, T. (1993). Empirical Tests and Policy Analysis of Environmental Degradation at Different Stages of Economic Development. *ILO Technology and Employment Programme Working Paper*, No. 238.
- Panayotou, T., Peterson, A. & Sachs, J. (2000). Is the Environmental Kuznets Curve Driven by Structural Change? What Extended Time Series May Imply for Developing Countries. *Consulting Assistance on Economic Reform II Discussion Paper*, No. 80.
- Panopoulou, E. & Pittis, N. (2004). A Comparison of

- Autoregressive Distributed Lag and Dynamic OLS Cointegration Estimators in the Case of a Serially Correlated Cointegration Error. *The Econometrics Journal*, 7(2), 585-617.
- Pekkaya, M. (2014). *İşletme ve İktisat için Genel Matematik ve Matematiksel Yöntemler*. Ekin Yayınları, Bursa.
- Perron, P. (2017). Unit Roots and Structural Breaks. *Econometrics*, 5 (22), 1-3.
- Phillips, P.C.B. & Perron, P. (1988). Testing for Unit Roots in Time Series Regression. *Biometrika*, 75, 335-346.
- Phillips, P.C. & Ouliaris, S. (1990). Asymptotic Properties of Residual Based Tests for Cointegration. *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 58(1), 165-193.
- Poudel, B.N., Paudel, K. & Bhattarai, K. (2009). Searching for an Environmental Kuznets Curve in Carbon Dioxide Pollutant in Latin American Countries. *Journal of Agricultural and Applied Economics*, 41(1), 13-27.
- Rashid, S. (2009). The Environmental Kuznets Curve Case for the USA and the BRIC Countries. *Georgia Institute of Technology, School of Economics, Masters Thesis*.
- Rodriguez, M., Pena-Boquete, Y. & Pardo-Fernández, J.C. (2016). Revisiting Environmental Kuznets Curves through the Energy Price Lenses. *Energy Policy*, 95, 32-41.
- Saikkonen, P. (1992). Estimation and Testing of Cointegrated Systems by an Autoregressive Approximation. *Econometric Theory*, 8, 1-27.
- Sayed, A.R.M. & Sek, S.K. (2013). Environmental Kuznets Curve: Evidences from Developed and Developing Economies. *Applied Mathematical Sciences*, 7(22), 1081-1092.
- Sevüktekin, M. & Çınar, M. (2012). *Ekonomik Zaman Serileri Analizi Evrişimsel Uygulamalı*. (4. Baskı). Dora Yayınları, Bursa.
- Shafik, N. (1994). Economic Development and Environmental Quality: An Econometric Analysis. *Oxford Economic Papers*, 46(Special Issue), 757-773.
- SHGM (2022a). Tek Avrupa Hava Sahası Hava Trafik Yönetimi Araştırma Geliştirme (Sesar) Ortak Girişimine (Ju) Üye Olmak İçin Avrupa Birliği Tarafından Yapılan İhale Duyurusu. <https://web.shgm.gov.tr/tr/genel-duyurular/1044-tek-avrupa-hava-sahasi-hava-trafik-yonetimi-arastirma-gelistirme-sesar-ortak-girisimine-ju-uye-olmak-icin-avrupa-birligi-tarafindan-yapilan-ihale-duyurusu#:~:text=Bilindi%C4%9Fi%20%C3%BCzere%20SESAR%20projesi%20Avrupa,Tan%C4%B1mlama%2C%20Geli%C5%9Firme%20ve%20Uygulama%20safhalar%C4%B1d%C4%B1r>. (Erişim Tarihi: 06.04.2022).
- SHGM (2022b) Arazi kullanımı ve Çevre Kontrolü https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/pdf/kurumsal/yayinlar/Arazi_Kullanimi_ve_Cevre_Kontrolu.pdf (Erişim Tarihi: 10.04.2022).
- Sinha, A. & Bhatt, M.Y. (2017). Environmental Kuznets Curve for CO₂ and NO_x emissions: A Case Study of India. *European Journal of Sustainable Development*, 6(1), 267-276.
- Sneed, A. (2017). A New Airplane Design Could Save up to 66 Percent in Fuel and Fly by 2035. <https://www.scientificamerican.com/article/new-airplane-design-could-reduce-greenhouse-gas-emissions/>, (Erişim Tarihi: 07.04.2022).
- Song, T., Zheng, T. & Tong, L. (2008). An Empirical Test of The Environmental Kuznets curve in China: A Panel Cointegration Approach. *China Economic Review*, 19(3), 381-392.
- Statista (2022). Annual CO₂ Emissions Worldwide. <https://www.statista.com/statistics/276629/global-co2-emissions/>, (Erişim Tarihi: 25.12.2021).
- Stock, J.H. & Watson, M. (1993). A Simple Estimator of Cointegrating Vectors in Higher Order Integrated Systems. *Econometrica*, 61, 783-820.
- Şahinöz, A. & Fotourehchi, Z. (2013). Çevresel Kuznets Eğrisi: İndirgenmiş ve Ayrıştırılmış Modellerle Ampirik Bir Analiz. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 31(1), 199-224.
- Tarı, R. (2012). *Ekonometri*. (8. Baskı). Umuttepe Yayınları, Kocaeli.
- Taşdemir, M. & Aydın, E. (2021). Havacılıkta Karbon Azaltım Uygulamaları ve Şirket Stratejileri. *International Symposium of Scientific Research and Innovative Studies*, 22-25 February, Bandırma, Balıkesir.
- Tevie, J., Grimsrud, K.M. & Berrens, R.P. (2011). Testing the Environmental Kuznets Curve Hypothesis for Biodiversity Risk in the US: A Spatial Econometric Approach. *Sustainability*, 3, 2182-2199.
- Thinktech (2021). Havacılık Sektör Raporu 2020. https://thinktech.stm.com.tr/tr/uploads/raporlar/pdf/1472017135627669_stm_bb_16_0260_havacilik_sektor_%20raporu_230517.pdf, (Erişim Tarihi: 30.12.2021).
- TOBB (2020). Türkiye Sivil Havacılık Meclisi 2019 Yılı Sektör Raporu. <https://www.tobb.org.tr/Documents/yayinlar/2020/T%C3%BCrkiye%20Sivil%20Havac%C4%B1l%C4%B1k%20Meclisi%20Sekt%C3%B6r%20Raporu%202019.pdf>. (Erişim Tarihi: 13.11.2021).
- Topuz, S. G. & Dağdemir, Ö. (2016). Ekonomik Büyüme ve Gelir Eşitsizliği İlişkisi: Kuznets Ters-U Hipotezi'nin Geçerliliği. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 11(3), 115- 130.

Türkiye Cumhuriyeti Dışişleri Bakanlığı (2022) Avrupa Hava Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatı (EUROCONTROL) [https://www.mfa.gov.tr/eurocontrol.tr.mfa#:~:text=Te% C5% 9Fkiilat% C4% B1n% 20Amac% C4% B1% 3A,Y% C3% B6netim% 20\(ATM\)% 20sistemi% 20geli% C5% 9Ft,\(Erişim Tarihi: 10.04.2022\).](https://www.mfa.gov.tr/eurocontrol.tr.mfa#:~:text=Te% C5% 9Fkiilat% C4% B1n% 20Amac% C4% B1% 3A,Y% C3% B6netim% 20(ATM)% 20sistemi% 20geli% C5% 9Ft,(Erişim Tarihi: 10.04.2022).)

Vogelsang, T. J. & Perron, P. (1998). Additional Tests for a Unit Root Allowing the Possibility of Breaks in the Trend Function. *International Economic Review*, 39, 1073–1100.

Wired (2008). Greener Jet Engine Could Reduce Aviation's Carbon Footprint. <https://www.wired.com/2008/06/greener-jet-engine-could-reduce-aviations-carbon-footprint/>, (Erişim Tarihi: 07.04.2022).

World Bank (2021). GDP Per Capita (Current US\$). <https://data.worldbank.org/indicator/NY.GDP.PCAP.CD?view=chart>, (Erişim Tarihi: 08.12.2021).

Yilanci, V. & Pata, U.K. (2020). Convergence of Per Capita Ecological Footprint among the ASEAN-5 Countries: Evidence from a Non-Linear Panel Unit Root Test. *Ecological Indicators*, Volume 113, 106178, <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2020.106178>.

Zhang, J. (2021). Environmental Kuznets Curve Hypothesis on CO₂ Emissions: Evidence for China. *Journal Risk Financial Management*, 14(93), 1-16, <https://doi.org/10.3390/jrfm14030093>.

EKLER

Ek 1: Ülke Listesi

Sıra No	Ülke	Sıra No	Ülke	Sıra No	Ülke	Sıra No	Ülke
1	Arnavutluk	12	Finlandiya	23	Malta	34	Slovakya
2	Ermenistan	13	Fransa	24	Moldova	35	Slovenya
3	Avusturya	14	Gürcistan	25	Monako	36	İspanya
4	Belçika	15	Almanya	26	Karadağ	37	İsveç
5	Bosna ve Hersek	16	Yunanistan	27	Hollanda	38	İsviçre
6	Bulgaristan	17	Macaristan	28	Kuzey Makedonya	39	Türkiye
7	Hırvatistan	18	İrlanda	29	Norveç	40	İngiltere
8	G. Kıbrıs	19	İtalya	30	Polonya	41	Ukrayna
9	Çekya	20	Letonya	31	Portekiz		
10	Danimarka	21	Litvanya	32	Romanya		
11	Estonya	22	Lüksemburg	33	Sırbistan		

Kaynak: <https://www.eurocontrol.int/our-member-and-comprehensive-agreement-states>. **Not:** Ayrıca İsrail ve Fas kapsamlı anlaşma devletleri olarak birlikte ilişki içindedir. Bu tabloda gri ile gösterilenler, verilerine ulaşamadığı için analize dahil edilmeyen ülkelerdir.

Ek 2: Türkiye Üzerindeki Uçuş Trafik Yoğunluğu



Kaynak: EUROCONTROL (2022d).

Extended Summary

Purpose

Air transport is the fastest connection route for countries to the outside world and is the fastest and safest form of transportation for business, education, official, or touristic travels. Furthermore, air transport also plays an important role in the fast and intact transportation of medical and other critical shipments. Airline networks are constantly growing around the world. The development of the air transport industry is a driving force for the world economy and directly affects many sectors, including foreign trade, tourism, and health. In 2019, a total of 39 million flights were carried out worldwide and 6.75 billion people received service. The air transport industry provides direct employment to 11.3 million people and indirect employment to 87.7 million people worldwide. It generated \$2.7 trillion of revenue (3.6% of world income) in 2019. Turkey ranks 3rd in Europe and 9th in the world in terms of the number of airline passengers.

Despite its benefits for the economies, the aviation industry causes noticeable environmental pollution in terms of carbon dioxide gas emission and solid and liquid wastes it produces. The air transport industry is responsible for 1.9% of all harmful gas emissions and 2.5% of CO_2 in the world. IPCC specialists stated that air, sea, and road transport are responsible for 25% of global air pollution, and 11.6% of this amount is due to air transport. Therefore, monitoring the environmental damages caused by the aviation industry closely, making required analyzes frequently, and developing policy recommendations immediately would provide significant benefits.

In the current study, among the 41 member countries of the European Organization for the Safety of Air Navigation (EUROCONTROL), January 2010–September 2021 data of 34 countries of which are accessible were used and the relationship between national income and carbon dioxide emissions per flight was analyzed by econometric methods using the cubic function based on the Environmental Kuznets Curve Hypothesis.

Methodology and Findings

The model coefficients were estimated using the DOLS method and according to the results obtained, for the relationship between carbon dioxide emissions per flight and national income, the Environmental Kuznets Curve Hypothesis was confirmed in Belgium, Finland, Germany, Greece, Hungary, and Romania. Among these countries; inverted N-shaped Cubic Environmental Kuznets Curves were obtained for Belgium, Greece, Hungary, and Romania. On the other hand, the situation in Finland and Germany was represented by N-shape Cubic Environmental Kuznets Curves. The graphs obtained were consistent with these econometric findings.

Since the monthly national income data could not be achieved, it was proxied with Industrial Production Index

(IPI). Turning points of the Environmental Kuznets Curves were also calculated using the regression coefficients obtained. Accordingly, the air transport industry in Belgium reduces CO_2 emissions until IPI reaches 99.57, then it ignores environmentally responsible policies to increase production, and as IPI exceeds 120.81, it again considers environmentally responsible policies. On the other hand, the aviation industry increases CO_2 emissions until Finland's IPI reaches 105, then attaches importance to environmental protection efforts, and again ignores environmentally responsible policies for IPI to exceed 125. Similarly, the air transport industry allows pollution of the environment until Germany's IPI reaches 96.61, then implements environmental protective measures, and finally, the aviation industry again lifts the restrictions on CO_2 emissions for IPI to exceed 105. Furthermore, the air transport industry implements policies that reduce CO_2 emissions until Greece's IPI reaches 100, then puts environmental policies in the background to increase IPI, and finally, as IPI exceeds 110, it pays attention to environmentally responsible policies. Similarly, the air transport industry paid attention to environmentally responsible policies until IPIs of Hungarian and Romania exceeded 81 and 73, respectively, then ignored these policies, and as IPI of Hungarian and Romania exceeded 132 and 113, respectively, it again paid attention to policies aiming to reduce CO_2 emissions.