


HAVA TAŞIMACILIĞI, BİLGİ İLETİŞİM TEKNOLOJİSİ, EKONOMİK BÜYÜME VE NÜFUSUN CO2 EMİSYONLARINA ETKİSİ: TÜRKİYE ÖRNEĞİ

Esra Yaşar* 

Gönderim Tarihi: 24.05.2022

Kabul Tarihi: 27.09.2022

Araştırma Makalesi/ Research Article

Doi: <https://doi.org/10.38009/ekimad.1120689>

Öz

Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de bilgi iletişim teknolojisi, ekonomik büyüme, havayolu taşımacılığı ve nüfusun karbondioksit emisyonları üzerindeki etkilerini analiz ederek literatüre katkıda bulunmaktır. Bu bağlamda değişkenler 1995-2018 dönemlerine ait yıllık verilerden faydalanılarak analiz edilmiştir. ARDL modeli kullanılmıştır. Yapılan analizler sonucunda elde edilen bulgularda; analize dâhil edilen değişkenlerin arasında uzun vadeli eş bütünlük ilişkisi olduğu belirlenmiştir. Kısa dönem sonuçlarına göre, bilgi iletişim teknolojisi, ekonomik büyüme ve nüfus değişkenlerinin karbondioksit emisyonları üzerinde pozitif ve anlamlı bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Uzun dönem sonuçlarında ise, karbondioksit emisyonu üzerinde ekonomik büyüme ve havayolu taşımacılığının pozitif ve anlamlı, nüfus ile negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenirken, bilgi iletişim teknolojisi değişkenine ait katsayının pozitif olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamsız olduğu tespit edilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havayolu Taşımacılığı, BİT, CO2 Emisyonu, GSYİH, ARDL.

JEL Sınıflandırması: C22, C51, F43, L93.

THE EFFECT OF AIR TRANSPORTATION, INFORMATION COMMUNICATION TECHNOLOGY, ECONOMIC GROWTH AND POPULATION ON CO2 EMISSIONS: THE CASE OF TURKEY

Abstract

The aim of this study is to contribute to the literature by analyzing the effects of information communication technology, economic growth, air transport and population on carbon dioxide emissions in Turkey. In this context, the variables were analyzed by making use of the annual data of the 1995-2018 periods. ARDL model was used. In the findings obtained as a result of the analyzes; It was determined that there was a long-term cointegration relationship between the variables included in the analysis. According to the short-term results, it has been determined that information communication technology, economic growth and population variables have a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. In the long-term results, it has been determined that there is a positive and significant relationship between economic growth and air transport on carbon dioxide emissions, and a negative and significant relationship with the population, while the coefficient of the information communication technology variable is positive, but statistically insignificant.

Keywords: Air Freight, ICT, CO2 Emissions, GDP, ARDL.

JEL Classification: C22, C51, F43, L93.

* Öğr. Gör., İstanbul Şişli Meslek Yüksekokulu, Sivil Havacılık ve Kabin Hizmetleri Programı, esra.yasar@sisli.edu.tr

1. Giriş

Dünyada, son otuz yılda bilgi ve iletişim teknolojisi (BİT) kullanımının büyümesinde önemli bir artışa tanık olunmuştur (Salahuddin vd., 2016:1226). Bununla birlikte, BİT'in toplum üzerindeki etkisi sıcak bir tartışma konusu haline gelmiştir. BİT'in artan öneminin toplumu yeniden şekillendireceği ve aynı zamanda yarının toplumu üzerinde de etkileri olacağı düşünülmektedir (Danish, 2019:1).

Dünyanın dört bir yanındaki ülkeler, ekonomik büyümede ve kaynakları bilgi iletişime dönüştürmedeki gücü fark etmektedirler (Danish vd., 2018:9461). Mevcut dijital çağda, BİT, bilgi temelli bir ekonomiye ve topluma geçişin temel direği haline gelmiştir. Ayrıca, BİT daha adil, kapsayıcı, sürdürülebilir ve rekabetçi bir ekonomi ve toplum için değişimin itici gücü olarak kabul edilmektedir (Lahouel vd., 2021:2). Dünyanın gelişmiş ve gelişmekte olan ülkelerinin çoğu, BİT devriminin gelecekteki ekonomiler üzerinde olumlu bir etkisi olacağı için internet tabanlı ekonomilere doğru çabalamaktadır (Usman vd., 2021b:3). BİT'in üretim, ulaşım, gıda, sağlık, eğitim, inşaat ve işletme gibi alanlardaki gelişmelerle 2030 yılına kadar yılda 11 trilyon dolardan fazla ekonomik avantaj yaratması beklenmektedir (Barış-Tüzemen vd., 2020:2086).

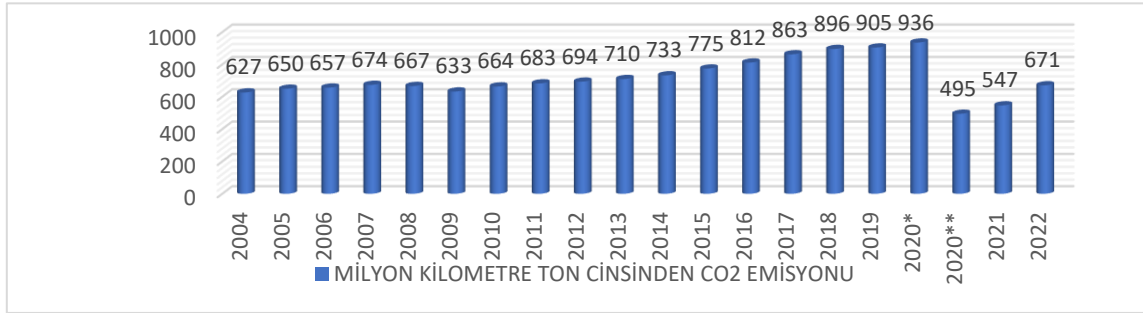
BİT, ekonomik büyüme ve sosyal kalkınmada önemli bir rol oynamasına rağmen, aynı zamanda çevreyi de bozmaktadır (Park vd., 2018:30708). BİT'in çevre üzerinde hem olumsuz hem de olumlu etkileri olabilmektedir. BİT üretimi, kullanımı ve bertarafı olumsuz çevresel etkilere sahiptir ve CO₂'yi artırmaktadır (Higon vd., 2017:85). BİT sektörü şu anda, küresel emisyonların yaklaşık %2'sine katkıda bulunmaktadır (Halder ve Sethi, 2022:1). Günümüzün dijital çağında, iklim değişikliği zorluklarını ele alırken BİT'in karbon etkilerini anlamak çok önemlidir (Danish, 2019:1). İklim değişikliğinin artmasını sınırlamak için CO₂ emisyonlarının azaltılması acilen gereklidir (Lahouel vd., 2021:1). Son 20 yıla yayılan devasa internetin, insan yaşamının dinamiklerini dijital bir yaşam tarzına dönüştürmesiyle birlikte, bu dönüşümlerin ekonomik büyüme için kaynak oluşturması ve kirlilik konsantrasyonunu azaltması beklenmektedir (Usman vd., 2021b:1).

Gelişen teknolojiyle birlikte BİT uygulamaları iş hayatından iletişime, seyahatten eğlenceye kadar hayatımızın her alanında merkezi bir rol oynamaya başlamıştır (Barış-Tüzemen vd. 2020:2086). BİT'in gelişmesindeki en önemli katkı; daha akıllı şehirler ve ulaştırma sistemleri için büyük fırsatlar yaratmasıdır (Barış-Tüzemen vd., 2020:2087). Ulaştırma bağlantılarının iyileştirilmesi, bir ülkedeki ekonomik büyümeyi arttırmanın ana unsurlarından birisidir (Law vd., 2022:1). Ulaştırma sektörü hem ülkelerin kalkınmasında hem de ekonomik büyümelerinde kritik rol oynamakta ve önde gelen faktörlerden biri konumundadır (Shafique vd., 2021:61).

Ulaştırma sektörü, ekonominin farklı sektörlerini birbirine bağlayarak bir ekonominin gelişmesinde önemli bir rol oynasa da olumlu rolünün aksine, aynı zamanda küresel karbon emisyonlarının büyük bir bölümünü oluşturmaktadır. Farklı ulaşım modları arasında karayolu taşımacılığı, emisyonlara en büyük katkıyı sağlayan unsur olarak gösterilmektedir. Karayolu taşımacılığından sonra, havacılık sektörü emisyonlara en büyük katkıyı yapan sektördür (Sohail vd., 2018:29046). Artan havacılık faaliyetleri sanayileşme ile birlikte hızlanmış ve küreselleşen dünyada artan rekabet ortamına zemin hazırlamıştır (Sarigül ve Coşkun, 2022:366). Ancak havacılık sektöründen kaynaklanan emisyonlar, yüksek irtifalarda çevreyi bozdukları ve yüzeyde çevre kalitesini bozdukları için çevreye daha zararlıdır (Sohail vd., 2018:29046).

Havacılık endüstrisinin çevresel bozulmaya katkısı, uzun vadeli ekonomik büyümeyi hedefleyen politika yapıcılar için önemli bir zorluk teşkil etmektedir. Dünya bağlamında havacılığın ve taşımacılığın sosyal maliyetleri inkâr edilemez hale gelmiştir (Habib vd., 2021:13). Küresel havacılık sektörü; insan kaynaklı tüm CO₂ emisyonlarının yaklaşık %2.1'ini üretmektedir. Havayolu ulaşımı ise; tüm ulaşım modlarından kaynaklanan CO₂ emisyonlarının %12'sinden sorumludur ve bu CO₂ emisyonlarının yaklaşık olarak %80'i, pratik bir alternatif ulaşım modunun bulunmadığı, 1500 kilometrenin üzerindeki uzun uçuşlardan yayılmaktadır (ATAG, 2020). 2016 yılında Uluslararası

Sivil Havacılık Örgütü (ICAO), herhangi bir azaltma önlemi olmaksızın, hava taşımacılığı karbon emisyonlarının 2050 yılına kadar 2,6 milyar tona ulaşacağını ve bu da küresel toplamın yüzde 22'sini temsil ederek mevcut karbon emisyonu seviyesinden (yaklaşık yüzde 2) yaklaşık 11 kat daha fazla olacağını tahmin etmektedir (Habib vd., 2021:12). 2004 yılından 2022 Mart ayına kadar dünya çapında ticari havacılıktan kaynaklanan CO2 emisyonlarına ait değişime Şekil 1’de yer verilmiştir.



Şekil 1: 2004’ten 2022’ye kadar dünya çapında ticari havacılıktan kaynaklanan CO2 emisyonu

Not: “*” Covid-19 pandemisinin önceki, “**” Covid-19 sonrasındaki dönemi belirtmektedir. Ayrıca şekil yazar tarafından oluşturulmuştur (Kaynak: Statista, 2022).

Ulaşım sektörüyle ilgili emisyonları yönetmek; çağdaş dünyada endüstriyel, ulusal ve küresel düzeylerde yenilikçi çözümler gerektiren küresel bir zorluk haline gelmiştir. Bu bağlamda, ulaşım ile ilgili emisyonları yönetmek için ulaşım sektöründe yenilikçi çözümlerin başlatılması ve uygulanmasında BİT’ler önemlidir (Chatti ve Majeed, 2021:12). BİT birçok çevre sorununa olası bir çözüm olarak görülmektedir. İklim değişikliği ve ilgili çevresel zorluklarla mücadelede BİT’in çözümün önemli bir parçası olabileceği düşünülmektedir (Higon vd., 2017:85). Bu sebeple BİT’in çevre üzerindeki net etkisini anlamak önemlidir (Higon vd., 2017:86).

Geleceğin politika yapımcılarının ulaştırma sektörü için özellikle sürdürülebilir yakıt seçeneklerini benimseyebilmeleri için taşımacılığın sürdürülebilir kalkınma üzerindeki olumsuz etkilerinin araştırılması esastır (Shafique vd., 2021:62). Bilgi ve iletişim teknolojilerinin çevre üzerindeki etkisi konusunda da büyüyen bir tartışma mevcuttur. Bu artan ilgi şu gerçeğe haklı çıkarılabilmektedir; dünya son yıllarda dijital bir devrim yaşamaktadır ve gelişmiş ülkeler BİT’in benimsenmesi ve kullanımı açısından neredeyse doygunluk noktalarına ulaşırken, gelişmekte olan ülkeler hala düşük penetrasyon oranlarına sahiptir. (Avom vd., 2020:1).

Gelişmekte olan ülkelerle ilgili olarak, önceki çalışmalar ekonomik büyüme üzerindeki BİT etkileri konusunda oldukça karışık olarak görülmektedir. Ayrıca, gelişmekte olan ülkelere odaklanan çalışmalar halen yetersiz bulunmaktadır (Kallal vd., 2021:2). Bilgi iletişim teknolojisiyle birlikte yaşanan dijital devrimde, çevreye verilebilecek olası etkilerin de ele alınması gerekmektedir. Bu bağlamda, bilgi iletişim teknolojilerinden yoğun olarak faydalanan havacılık endüstrisinin ilişkisi de incelenmelidir. Bilgi iletişim teknolojilerinin çevreye karşı olası etkilerine çekilen dikkat, havacılık sektörünü sürdürülebilir ve çevre dostu kılmak için gerçekleşen çalışmalar bu çalışmanın motivasyonu olmuştur. Bu bağlamda CO2 emisyonu, hava taşımacılığı, ekonomik büyüme, nüfus, çevresel bozulma ve bilgi iletişim teknolojisinin arasındaki ilişkinin araştırılması gerekmektedir. Bu gereklilik doğrultusunda çalışmanın amacı, 1995-2018 döneminde Türkiye’deki karbondioksit emisyonu ile ekonomik büyüme, hava kargo taşımacılığı, bilgi iletişim teknolojisi ve nüfus arasındaki ilişkiyi 1995-2018 dönemine ait verileri kullanarak analiz etmektir. Türkiye’deki çevre kalitesi ve bilgi iletişim teknolojisinin, havacılık sektörü üzerindeki olası etkilerinin incelendiği bu çalışmanın ilgili literatüre sağlayacağı katkı çalışmanın bir diğer amacıdır. Bu amaçlara yönelik uygulanan ARDL yöntemi, güncel olması, kısa ve uzun dönem etkilerine güvenilir sonuçlar sunabilmesinden

dolayı literatüre katkı sağlanabilecek başka bir hedeftir. Elde edilecek ampirik bulgular Türkiye ekonomisi ve havacılık endüstrisi için CO2 emisyonlarının azaltılmasında politika yapıcılarına bazı öneriler sunabilecektir.

Çalışma şu şekilde planlanmıştır; ikinci bölümde ilgili konudaki literatüre yer verilmiştir. Üçüncü bölümde metodoloji açıklanmaktadır. Dördüncü bölümde çalışmanın sonucu yer almaktadır.

2. Literatür İncelemesi

Uluslararası literatür incelendiğinde; karbondioksit emisyonlarının hava taşımacılığı ve büyüme üzerindeki rolü sıkça analiz edilen konular arasında yer almaktadır. Bilgi iletişim teknolojilerinin rolü ise literatürde diğer değişkenlere nispeten daha yeni bir konudur. Bu çalışmada ilgili literatür; karbondioksit emisyonu, bilgi iletişim teknolojileri ve büyüme arasındaki ilişkiyi ülke bazında ele alan çalışmalar, hava taşımacılığı sektörüyle ilişkisini ele alan çalışmalar ve karbondioksit emisyonları ile bilgi iletişim teknolojileri arasındaki ilişkiyi ele alan çalışmalar olmak üzere üç başlık altında incelenecektir.

2.1. Karbondioksit Emisyonu, Büyüme ve Bilgi İletişim Teknolojileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

İlgili literatürde CO2 emisyonu, ekonomik büyüme ve BİT değişkenlerinin; farklı ülkeler, farklı veri setleri ve metotlar ile analiz edildiği görülmektedir. Bu sebeple benzer ve çelişkili sonuçlar yer almaktadır. Nedensellik testlerinin gerçekleştirdiği çalışmalarda Yang (2015) Japonya’da BİT ticareti ile GSYİH arasında nedensellik olmadığını belirtirken, Shabani ve Shahnazi (2019) İran için yaptıkları çalışmalarında BİT’den GSYİH’e tek yönlü uzun vadeli nedenselliğin olduğunu tespit etmişlerdir. Azam vd. (2021) ise BİT ticaretinin ekonomik büyüme ve CO2’ye neden olduğu sonucuna ulaşmıştır. Raheem vd. (2020) G7 ülkeleri için yaptıkları çalışmada CO2 emisyonları ve ekonomik büyüme arasında olumlu ve çift yönlü bir ilişkinin olduğunu saptamışlardır. Ahmed ve Le (2021), ASEAN-6 ülkelerinde BİT’den CO2 emisyonlarına nedensellik ilişkisi olduğunu, Park vd. (2018) de bu çalışmanın sonucuna benzer şekilde AB ülkelerinde internet kullanımından CO2’ye tek yönlü nedensellik ilişkisi tespit etmişlerdir.

Sarısoy ve Yıldız, (2013), 1992-2009 yılları arasında 15 tanesi gelişmiş ve 15 tanesi gelişmekte olan ülkelere ait verileri kullanarak ekonomik büyüme, CO2 ve nüfus yoğunluğu arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. Panel veri analizi gerçekleştirilen bu çalışmada, Granger nedensellik testi ve panel regresyon analizi kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda; gelişmekte olan ülkelerde, ekonomik gelişmenin ilk aşamalarında gelirin belirli bir seviyeye ulaşınca kadar kirlilik düzeyini arttırdığını tespit etmişlerdir. Gelişmiş ülkeler için ise; gelir arttıkça kirlilik düzeyinin arttığını tespit etmişlerdir.

Zhang ve Liu, (2015), 2000-2010 dönemlerinde Çin için bilgi iletişim endüstrisinin CO2 üzerindeki etkisini incelemişlerdir. STIRPAT modeli kullanmışlardır. Sonuç olarak bilgi iletişim endüstrisinin Çin’deki CO2 emisyonunu azaltmaya katkıda bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Begum vd., (2015), 1970-2009 dönemleri arasında Malezya için GSYİH büyümesi, enerji tüketimi ve nüfus artışının CO2 üzerindeki etkilerini araştırmışlardır. ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak 1970-1980 dönemi boyunca kişi başına düşen CO2 miktarının, artan kişi başına GSYİH ile azaldığını fakat 1980-2009 dönemlerine kadar kişi başına GSYİH’nin daha da artmasıyla kişi başına CO2 miktarının keskin bir şekilde arttığını tespit etmişlerdir. Ayrıca sonuçlarda, kişi başına GSYİH’nin kişi başına CO2 emisyonları üstünde uzun vadeli pozitif etkileri olabildiğini ancak nüfus artış hızının kişi başına düşen CO2 emisyonu üstünde önemli etkisi olmadığını belirlemişlerdir. Fakat uzun vadede GSYİH artışının ülkedeki CO2 emisyonları üstünde negatif bir etkisi olabileceğini öne sürmüşlerdir.

Asumadu-Sarkodie ve Owusu (2017), ARDL modeli ve Granger nedensellik testi kullanarak 1965’ten 2011 dönemine kadar Ruanda’dan elde edilen verilerle, CO2 emisyonları, kişi başına düşen

GSYİH, sanayileşme ve nüfusun arasındaki nedensellik ilişkisini araştırmışlardır. Granger nedenselliğinden elde edilen sonuçlarda; nüfustan karbondioksit emisyonlarına, nüfustan kişi başına GSYİH'ye uzanan tek yönlü bir nedensellik tespit etmişlerdir. Kişi başına düşen GSYİH'deki %1'lik artışın, karbondioksit emisyonlarını %1,45 oranında azaltacağını belirlemişlerdir. Ruanda'da artan ekonomik büyümenin uzun vadede çevre kirliliğini azaltacağını ifade etmişlerdir.

Mansoor ve Sultana (2018), 1975-2016 dönemlerinde Pakistan'da CO2 emisyonu, ekonomik büyüme, nüfus ve enerji tüketimi arasındaki bağlantıyı incelemişlerdir. ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak; nüfus artışının ve enerji talebinin hem CO2 emisyonunu arttırdığını hem de GSYİH ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkinin uzun vadede negatif olduğunu doğrulamışlardır.

Asongu (2018), 2000-2012 dönemleri boyunca 44 Sahra Altı Afrika ülkesinde CO2 emisyonlarını etkilemek için bilgi iletişim teknolojisinin küreselleşmeyi nasıl tamamladığını araştırmıştır. Genelleştirilmiş Momentler Metodu kullanılmıştır. Sonuç olarak, küreselleşmenin CO2 emisyonları gibi çevresel bozulma üzerinde potansiyel olumsuz etkisini azaltmak için bilgi iletişim teknolojilerinin kullanılabilmesini tespit etmiştir.

Danish vd. (2018b), gelişmekte olan ekonomilerde 1990-2015 dönemleri için bilgi iletişim teknolojileri, ekonomik büyüme, finansal gelişme ve çevresel kalite arasındaki bağı araştırmışlardır. MG ve AMG tahminlerini kullanmışlardır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojilerinin CO2 emisyonlarını önemli ölçüde etkilediğini tespit etmişlerdir. Ekonomik büyümenin CO2 emisyonuna katkıda bulunduğunu, bununla birlikte bilgi iletişim teknolojileri ve GSYİH arasındaki etkileşimin kirlilik seviyesini azalttığını tespit etmişlerdir.

Rasool vd. (2019), Pakistan'da 1974-2014 döneminde ulaşımdan kaynaklı CO2 emisyonlarını incelemek için, petrol fiyatlarının, karayolu taşımacılığının, enerji yoğunluğunun, ekonomik büyümenin ve nüfus yoğunluğunun CO2 üzerindeki etkisini incelemek için ARDL, Granger nedensellik testi ve VECM modeli kullanmışlardır. Uzun vadeli sonuçlarda, ekonomik büyümedeki artışların ulaşım sektöründen kaynaklanan CO2 emisyonlarını azaltmaya yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca artan nüfus yoğunluğunun, baskın bir rol oynamasıyla emisyonları arttırdığını belirlemişlerdir.

Kırca ve Akkuş (2020) çalışmalarında AB-15 ülkelerinde internet kullanımı ve ekonomik büyümenin elektrik tüketimi üzerindeki etkilerini panel eşbütünleşme testi kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda internet kullanımının ve ekonomik büyümenin uzun dönemde elektrik tüketimi üzerinde önemli bir etkiye sahip olduğunu tespit etmişlerdir.

Barış-Tüzemen vd. (2020), 1980-2017 yılları arasında Türkiye'de çevresel bozulma ile bilgi iletişim teknolojilerinin arasındaki ilişkinin yapısını incelemişlerdir. ARDL ve Çevresel Kuznets Eğrisi kullanmışlardır. Sonuç olarak, bilgi iletişim teknolojileri ile CO2 arasında ters N şeklinde bir ilişki olduğunu tespit etmişlerdir ancak sonuçları istatistiksel olarak anlamlı bulmamışlardır.

Khanal (2021), Avustralya'da 1990-2019 dönemleri arasındaki yıllık verileri kullanarak, CO2 emisyonu, bilgi iletişim teknolojileri ve enerji tüketimi ile GSYİH ve toplam nüfus arasındaki ilişkiyi incelemiştir. ARDL modeli kullanılmıştır. Elde edilen bulgulara göre; değişkenlerin aralarında uzun dönemli bir ilişkinin olduğunu belirlemiştir. Uzun vadeli bulgularda; bilgi iletişim teknolojilerinin, çevre üzerinde olumsuz bir etkisi olduğunu, kısa vadeli bulgularda ise; bilgi iletişim teknolojilerinin olumlu ve istatistiksel olarak anlamlı etkisi olduğu sonucuna ulaşmıştır.

Lahouel vd. (2021), Tunus için 1970-2018 dönemlerini ele alarak ekonomik büyüme ve CO2 arasındaki ilişkiyi lojistik yumuşak geçiş regresyon modelini kullanarak analiz etmektedir. CO2 emisyonlarının, modelin toplam faktör verimliliği ve CO2 emisyonları arasındaki ilişkiyi etkileyen bir geçiş değişkeni olarak bilgi iletişim teknolojileri ile doğrusal olmayan bir modeli takip ettiği ifade edilmiştir. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojisi kullanımının karbon verimliliğini arttırdığı tespit

edilmiştir. Bilgi iletişim teknolojilerinin ekonomik büyümeyi arttırabileceği ve iklim değişikliğini azaltabileceği ifade edilmiştir.

Kallal vd. (2021), Tunus için 1997-2015 dönemlerini ele alarak bilgi iletişim teknolojisinin ekonomik büyüme üzerine etkisini incelemektedirler. ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojilerinin yayılması Tunus'un ekonomik büyümesi üzerinde uzun vadeli olumlu bir etkisi olduğu tespit edilmiştir. Olumsuz bir kısa vadeli etki olarak ise; önemli yatırım yanlılığı olabileceği ifade edilmiştir.

Magazzino vd. (2021), 1990-2017 dönemlerinde 25 OECD ülkesi için bilgi iletişim teknolojisi, elektrik tüketimi, ekonomik büyüme, kentleşme ve çevre kirliliği arasındaki etkileri ele almışlardır. Yapılan bazı panel veri analizlerinden sonra yeni bir algoritma olan Machine Learning adlı yöntemi kullanmışlardır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojisi kullanımının ekonomik büyümeyi geliştirdiğini ve aynı zamanda elektrik tüketiminin önemli bir itici gücü olduğunu ve bunun da kirlenici emisyonlara dönüştüğünü tespit etmişlerdir. İnternet kullanımının önemli bir CO2 olarak ortaya çıktığını vurgulamışlardır.

Haini (2021), ASEAN ekonomilerinde 1996-2019 dönemleri arasında bilgi iletişim teknolojileri ve insan sermayesinin karbon emisyonları üzerindeki etkisini incelemiştir. Sabit etkiler regresyonu uygulamıştır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojisinin karbon emisyonlarını azalttığını, insan sermayesi oluşumunun ise arttırdığını tespit etmiştir.

Usman vd. (2021a), Asya kıtasında çevre kirliliğine en çok sebebiyet veren 9 seçilmiş Asya ülkesi için 1990-2018 dönemlerinde bilgi ve iletişim teknolojisi 'nin (BİT) karbon emisyonu üzerindeki simetrik ve asimetrik etkilerini ARDL modeli kullanarak incelemiştir. Çalışmada CO2 bağımlı değişken olmak üzere, mobil hücresel abonelikler, GSYİH ve ticaret bağımsız değişken olarak kullanılmıştır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojileri ile Hindistan hariç sekiz ülkede en az bir kısa vadeli tahminin anlamlı olduğu, uzun vadede bilgi iletişim teknolojileri değişkeninin yedi ülkede önemli bir katsayıya sahip olduğu ve Suudi Arabistan, Malezya, Türkiye, Japonya, Vietnam ve Hindistan'da çevre kalitesinin, bilgi iletişim teknolojileri kullanımındaki artıştan olumsuz etkilendiği tespit edilmiştir. Ticaret faaliyetlerinin de karbon emisyonlarını arttıran bir faktör olduğu belirlenmiştir.

Usman vd. (2021b), 1990-2018 dönemi için Bangladeş, Hindistan, Pakistan ve Sri Lanka gibi seçili Güney Asya ekonomilerinin ekonomik performansı ve enerji tüketimi üzerindeki bilgi iletişim teknolojilerinin etkilerini analiz etmişlerdir. ARDL modeli kullanılmıştır. Sonuç olarak uzun vadede bilgi iletişim teknolojilerinin yalnızca Hindistan'ın ekonomik büyümesine önemli ve olumlu bir katkısı olduğunu tespit etmişlerdir. Enerji tüketiminin, Hindistan ve Pakistan'da GSYİH'nin önemli bir belirleyicisi olduğu kanıtlanmış, GSYİH'nin yine Hindistan ve Pakistan'da enerji tüketimi üzerine pozitif ve önemli bir etkisi olduğu bulgusuna ulaşmışlardır.

Haldar ve Sethi, (2022), 2000-2018 dönemleri için 16 gelişmekte olan ülke için Driscoll-Kraay panel düzeltilmiş tahminleri kullanılarak bilgi iletişim teknolojilerinin çevre üzerindeki doğrudan etkilerinin yanı sıra, yenilenebilir enerji, inovasyon, ticaret ve finansal gelişme ile dolaylı etkilerini analiz etmişlerdir. Çevresel Kuznets Eğrisi hipotezi kullanmışlardır. Sonuç olarak artan internet kullanımının yenilenebilir enerji tüketimi ve ticaretin CO2'yi azalttığını, yenilenemez enerji tüketimindeki artışın ise emisyonu önemli ölçüde arttırdığını belirlemişlerdir. İnovasyon ve internet kullanımı arasındaki etkileşimin de CO2 emisyonunu azalttığını belirtmişlerdir.

Çetin vd. (2022) çalışmalarında 1990-2018 döneminde 18 üst-orta gelirli ülke için ekonomik büyüme, yenilenebilir enerji tüketimi, ticarete açıklık ve kentleşmenin CO2 ile ilişkisini incelemiştir. AMG, DOLS ve FMOLS yöntemleri kullanmışlardır. Çalışmanın sonucunda finansal gelişme ve yenilenebilir enerji tüketiminin CO2'yi azalttığını, ekonomik büyüme, kentleşme ve ticarete açıklığın çevre kalitesini bozduğunu tespit etmişlerdir.

2.2. Karbondioksit Emisyonu, Hava Taşımacılığı, Büyüme ve Bilgi İletişim Teknolojileri ile İlgili Yapılan Çalışmalar

Hava taşımacılığının çevre kalitesi, ekonomik büyüme ve BİT ile ilişkisini ele alan literatürdeki çalışmalara bakıldığında, genel olarak hava taşımacılığının çevre kalitesini olumsuz etkilediği yönündedir (Hassan ve Nosheen (2018), Chatti (2021), Sohail vd. (2021), Habib vd. (2022)). CO2 emisyonu, hava taşımacılığı, büyüme ve BİT değişkenleri ile yapılan diğer çalışmaların kronolojik sıralamasına aşağıda yer verilmiştir.

Chi ve Baek (2013), Amerika Birleşik Devletleri için ekonomik büyüme ve piyasa şoklarının (11 Eylül terör saldırısı vb.) hava yolcu ve yük hizmetleri üstündeki kısa ve uzun vadeli etkilerini ARDL modeli ile analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, uzun vadede hava yolcu ve yük hizmetlerinin ekonomik büyümeyle birlikte artış gösterdiğini tespit etmişlerdir. Kısa vadede ise yalnızca hava yolcu hizmetlerinin ekonomik büyümeye duyarlı olduğunu belirlemişlerdir.

Hakim ve Merkert (2016), Güney Asya bağlamında hava taşımacılığı ve ekonomik büyüme arasındaki nedensel ilişkiyi ele almışlardır. 1973 yılı ile 2014 yılı arasındaki verileri kullanarak Granger uzun dönem, Wald kısa dönem nedensellik testleri uygulamışlardır. Sonuç olarak GSYİH'den hava yolcu trafiğine ve ayrıca hava taşımacılığı hacimlerine uzanan uzun vadeli tek yönlü bir Granger nedenselliği tespit etmişlerdir.

Işık vd. (2017) çalışmalarında 1974-2014 dönemi için Yunanistan'da ekonomik büyüme, finansal gelişme, uluslararası ticaret, turizm harcamaları ve CO2 emisyonları arasındaki dinamik nedensellikleri incelemişlerdir. ARDL ve VECM modelleri ve nedensellik testi kullanmışlardır. Sonuç olarak ekonomik büyüme, finansal gelişme, uluslararası ticaret ve turizm harcamalarının Yunanistan'da CO2 emisyonlarında artışa sebep olduğunu tespit etmişlerdir.

Hassan ve Nosheen (2018), Pakistan için 1990-2017 yılları arasında hava taşımacılığının karbondioksit emisyonları, azot emisyonları ve metan emisyonları üzerindeki etkisini üç ayrı model kullanarak incelemiştir. ARDL, Granger nedensellik ve vektör otoregresyonu (VAR) kullanılmıştır. ARDL modeli için üç bağımlı, yedi bağımsız değişken kullanılmıştır. Sonuç olarak, hava taşımacılığının karbondioksit, azot ve metan emisyon grupları ile önemli ve pozitif bir ilişkinin varlığı tespit edilmiştir. Ayrıca GSYİH, nüfus yoğunluğu ve enerji talebinin, her üç emisyon kategorisinde de önemli ve pozitif etki gösterdiği belirlenerek çevreyi önemli ölçüde etkilediği ifade edilmiştir.

Danish vd. (2018), Pakistan'da 1990-2015 yılları arasında ulaşım sektöründen kaynaklanan enerji tüketimi, ekonomik büyüme ve CO2 arasındaki ilişkiyi ARDL ve VECM modelleri kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak doğrudan yabancı yatırımların CO2 emisyonlarına katkıda bulunduğunu bulmuşlardır. Ekonomik büyüme ve kentleşmenin ulaşım sektöründen kaynaklanan CO2 emisyonu üzerindeki etkisini istatistiksel olarak anlamsız bulmuşlardır.

Ananda ve Mahmud (2020), ASEAN-10 ülkeleri için 2002-2017 yılları arasında havayolu taşımacılığı, havayolu yolcu sayısı, hava kargo taşımacılığı miktarı ve GSYİH arasındaki ilişkiyi ARDL modeli kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak kısa vadede hava taşımacılığı ile ekonomik büyüme arasında anlamlı bir ilişki olmadığını, ancak uzun vadede hava taşımacılığı dışında, hava taşımacılığı yolcuları, hava taşımacılığı havayolu ve yolcular arasındaki etkileşimin önemli bir etkiye sahip olduğunu ifade etmişlerdir.

Öcal vd. (2020) çalışmalarında Türkiye'de enerji kullanımı, ekonomik büyüme ve çevre kirliliği arasındaki ilişkiyi 1968'den 2016'ya kadar ARDL sınır testi kullanarak araştırmışlardır. Çalışma sonucunda ekonomik büyüme ve ticari açıklıktaki artışın tüm modellerde çevresel bozulmaya sebep olduğunu tespit etmişlerdir. Türkiye'de çevre kirliliği ile ekonomik büyüme arasında pozitif bir ilişki olduğunu, yalnızca kirlilik emisyonlarının değil aynı zamanda çevresel bozulma için ekolojik ayak izinin de dikkate alınması gerektiğini belirtmişlerdir.

Balsalobre-Lorente vd. (2021), İspanya’da 1970-2015 dönemleri arasında hava taşımacılığının ekonomik büyüme üzerindeki asimetrik uzun vadeli etkisini küreselleşme süreci olduğunu varsayarak incelemişlerdir. N-ARDL ile Diks ve Panchenko Granger nedensellik testi kullanmışlardır. Sonuç olarak hava taşımacılığı, kentleşme süreci ve sosyal küreselleşmenin ekonomik büyüme üzerinde olumlu ve önemli etkileri olduğunu tespit etmişlerdir. Nedensellik testinin sonucunda ise, hava taşımacılığının ekonomik büyüme üzerinde çift yönlü olumlu bir etkisi olduğunu tespit etmişlerdir.

Chatti ve Majeed (2021), 1998-2016 yılları arasında 46 ülkeyi kapsayan bir veri seti ile bilgi iletişim teknolojileri, yolcu taşımacılığı ve çevresel sürdürülebilirlik arasındaki bağlantıları araştırmışlardır. Genelleştirilmiş Momentler Metodu kullanılmıştır. Sonuç olarak bilgi iletişim teknolojileri ve yolcu taşımacılığı faaliyetleri arasındaki ilişkinin karbon emisyonu azaltımları açısından çevresel sürdürülebilirliği olumlu yönde etkileyebileceğini tespit etmişlerdir. Ayrıca internet bağlantısının hava ve demiryolu yolcu sektörlerinde daha iyi kullanıldığını belirtmişlerdir.

Chatti (2021), 2002-2014 yılları arasında 43 ülkeye ait veriler kullanılarak, bilgi iletişim teknolojileri, ulaşım (karayolu, demiryolu ve havayolu) ve CO₂ arasındaki ilişkiyi incelemiştir. Genelleştirilmiş Momentler Metodu kullanılmıştır. Sonuç olarak, bilgi iletişim teknolojisinin ve yük taşımacılığının CO₂’yi arttırdığını, bu iki değişken arasındaki etkileşimin karbon emisyonlarının azaltılması açısından çevresel kaliteyi iyileştirebileceğini tespit etmiştir. Ayrıca internet kullanımının hava kargo taşımacılığı ile etkileşim halindeyken CO₂ emisyonlarını azaltmada en verimli teknoloji olduğunu ifade etmiştir.

Sohail vd. (2021), 1991-2019 dönemleri için Pakistan’da hava-demiryolu taşımacılığının çevre kirliliği üzerindeki asimetrik etkisini ARDL modeli kullanarak analiz etmişlerdir. Sonuç olarak, taşınan havayolu yolcu sayısının ve demiryolu yolcu sayısının karbon emisyonlarını arttırdığını tespit etmişlerdir. Bu sonucun Pakistan’da hava yoluyla taşınan yolcu sayısındaki %1’lik artışın, çevre kirliliğini uzun vadede %0,21 arttırdığını ifade ettiğini belirtmişlerdir.

Shafique vd. (2021), en yüksek CO₂ değerine sahip 10 Asya ekonomisinde 1995-2017 dönemleri için ulaşım, ekonomik büyüme ve çevresel bozulma arasındaki bağı ARDL modeli ve Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi kullanarak analiz etmişlerdir. Nedensellik testinin sonucunda; ulaşım ile ekonomik büyüme arasında ve ulaşım ile çevresel bozulma arasında tek yönlü nedensellik tespit etmişlerdir. Ek olarak; ulaşım, ekonomik büyüme ve CO₂ arasında içsel bir ilişkinin olduğu sonucuna ulaşmışlar ve emisyon ile çevresel bozulmanın temel olarak ekonomik büyüme ve ulaşım sektöründen etkilendiğini ifade etmişlerdir.

Özer vd. (2021) çalışmalarında Türkiye’de 1991-2016 dönemi yıllık verilerini kullanarak deniz ve demiryolu konteyner taşımacılığının ekonomik büyüme üzerindeki etkilerini ARDL tabanlı sınır testi yaklaşımı kullanarak analiz etmişlerdir. Çalışma sonucunda değişkenler arasında eşbütünleşme ilişkisi olduğunu, ekonomik büyüme ile demiryolu konteyner taşımacılığı arasında anlamlı bir ilişki bulunamadığını belirtmişlerdir. Deniz yolu konteyner taşımacılığının ise ekonomik büyüme üzerinde hem kısa hem de uzun vadede pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkisi bulunduğunu ifade etmişlerdir.

Law vd. (2022), Güneydoğu Asya’daki Kamboçya, Laos, Myanmar ve Vietnam (CLMV ülkeleri) için 1995-2018 dönemleri arasındaki hava taşımacılığı, ekonomik büyüme ve gelen turizm arasındaki ilişkiyi incelemişlerdir. ARDL ve Granger nedensellik testi uygulanmıştır. Sonuç olarak uzun dönemde hava yolcu trafiği ile ekonomik büyüme arasında çift yönlü nedensellik tespit etmişlerdir.

Habib vd. (2022), 1990-2016 dönemi için G20 ülkelerinde hava taşımacılığı yoğunluğunun, havayolu yolcu taşımacılığının ve hava kargo taşımacılığının, hava taşımacılığı kaynaklı karbon emisyonları üzerindeki etkisini araştırmışlardır. Panel kantil regresyon modeli ve Dumitrescu ve Hurlin nedensellik testi kullanmışlardır. Sonuç olarak, hava taşımacılığı yoğunluğunun, havayolu yolcu taşımacılığının ve hava kargo taşımacılığının karbon emisyonları üzerindeki etkisinin pozitif

olduğunu tespit etmişlerdir. Ekonomik büyüme, kentleşme ve turizmin, hava taşımacılığı kaynaklı CO2 emisyonlarını arttırmada önemli katkı sağlayan faktörler olduğunu belirtmişlerdir. Nedensellik testinin sonuçlarında ise, hava taşımacılığı yoğunluğu, havayolu yolcu taşımacılığı ve hava kargo taşımacılığından, hava taşımacılığı kaynaklı CO2 emisyonlarına çift yönlü bir nedenselliğin olduğunu bulmuşlardır.

2.3. Karbondioksit Emisyonları ve Bilgi İletişim Teknolojileri İle İlgili Yapılan Çalışmalar

Ele alınan çalışmaların sonuçlarında çelişkiler olduğu, literatürün CO2 ve BİT arasındaki ilişki konusunda kesin bir fikir birliğine varamadığını göstermektedir. Salahuddin vd. (2016) 1991-2012 dönemlerinde OECD ülkelerini ele aldığı çalışmada BİT ile CO2 arasında olumlu ve anlamlı uzun vadeli bir ilişki tespit ederken, Lu (2018) 1993-2013 dönemlerinde 12 Asya ülkesi için analiz gerçekleştirdiği çalışmada BİT'in CO2 emisyonları üzerinde önemli ölçüde olumsuz etkisi olduğunu belirlemiştir. Avom vd. (2020) ise 1996-2014 dönemlerinde 21 ülke için gerçekleştirdiği çalışmada, BİT kullanımının CO2'yi önemli ölçüde uyardığını tespit etmişlerdir. Higon vd. (2017) BİT ile çevre kirliliği arasında ters U şeklinde bir ilişkinin var olduğunu ifade etmiş, Özcan ve Apergis (2018) ise 20 ülke için 1990-2015 dönemlerini ele alarak analiz gerçekleştirdiği çalışmada artan BİT'in daha düşük hava kirliliği seviyelerine yol açacağını tespit etmişlerdir. Danish (2019) 1990-2015 dönemleri için 53 ülke verilerini kullanarak elde ettiği sonuçlarda BİT'in CO2 seviyesini azalttığını tespit ederken, Asongu vd. (2018) 2000-2012 dönemlerinde OECD ülkelerini incelediği çalışmada, BİT'in CO2'yi önemli ölçüde etkilemediğini, BİT'in artması halinde CO2 üzerinde olumlu bir net etkiye sahip olacağını tespit etmişlerdir. Ben Lahouel vd. (2022) çalışmalarında BİT kullanımı ve penetrasyonunun belirli bir eşiğe ulaştıktan sonra çevresel bozulmayı önemli ölçüde azaltmaya başladığını belirlemiştir. Bu sonuca göre, yüksek BİT seviyelerinin çevresel kaliteyi iyileştireceğini ifade etmişlerdir. Kwakwa vd. (2022) ise Güney Afrika'nın CO2 emisyonlarında BİT'in ve ulaşım sektörünün oynadığı rolü analiz ettiği çalışmalarında, mobil, internet ve telefon kullanımının CO2 emisyonlarını arttırırken, ulaşım hizmetlerinin CO2 emisyonlarını azaltmaya yardımcı olduğunu tespit etmişlerdir.

Mevcut literatürdeki CO2 emisyonu, BİT, GSYİH, nüfus ve hava taşımacılığı değişkenleri kullanılarak gerçekleştirilen çalışmaların büyük bir kısmının ekonomik büyüme ve çevre kalitesi üzerine odaklandığı görülmektedir. Çevre kalitesinin iyileştirilebilmesi adına, çevre kalitesini olumsuz yönde etkileyen tüm faktörlerin tespit edilebilmesi önem arz etmektedir. Hava taşımacılığı ve bilgi iletişim teknolojilerine olan talebin giderek artması ve nüfustaki belirgin yükselişin de çevre kalitesini ne yönde etkileyeceği konusu araştırılması gereken önemli konulardan birisi olmuştur. Bu sebeple çalışmanın amacı; Türkiye'deki CO2 emisyonu, hava taşımacılığı, ekonomik büyüme, nüfus, çevresel bozulma ve bilgi iletişim teknolojileri arasındaki ilişkinin araştırılarak ilgili literatüre katkı sağlaması yönündedir.

3. Metodoloji

3.1. Veri Seti

Bu çalışmada 1995-2018 dönemlerinde Türkiye'deki CO2 emisyonu ile ekonomik büyüme, hava kargo taşımacılığı, bilgi iletişim teknolojisi ve nüfus arasındaki ilişki ARDL modeli ile analiz edilmiştir. 1995'ten 2018'e kadar olan dönem için yıllık zaman serisi verilerine odaklanılmıştır. Analizin 1995-2018 yılları arasında kısıtlandırılmasının sebebi; internet kullanan birey sayısı verilerine 1995 yılından öncesinde, CO2 emisyonu verilerine ise 2018 yılından sonrasında ulaşılamamasından kaynaklanmaktadır. Analizlerin tamamı EViews 10 programı kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada ekonomik büyümenin göstergesi olarak GSYİH kullanılmıştır. GSYİH işlevleri, bir ülke ekonomisinin iyi çalışıp çalışmadığını değerlendirmektedir. Nüfus ise, çevrenin bozulmasına yol açan faktörlerden biridir (Mansoor ve Sultana, 2018:184). Bu sebeple çalışmada nüfus değişkenine yer

verilmiştir. Bilgi iletişim teknolojisine vekil olarak ise, internet kullanan kişilerin sayısındaki artış göz önünde bulundurularak internet kullanan birey sayısı kullanılmıştır. Havacılık sektörü ile ilişkisinin tespit edilebilmesi için ise, hava kargo taşımacılığı verileri kullanılmıştır. Verilerin tamamı Dünya Bankası'ndan alınmıştır. Çalışmada analiz edilen tüm değişkenlerle ilgili bilgilere Tablo 1'de yer verilmiştir.

Tablo 1: Çalışmada Kullanılan Değişkenler

Değişkenler	Kısaltma	Tanım	Kaynak
Karbondioksit emisyonu	LNCO2	Toplam CO2 emisyonu (mt)	Dünya Bankası
Bilgi iletişim teknolojileri	LNBIT	İnternet kullanan bireyler (nüfusun yüzdesi)	Dünya Bankası
Gayri safi yurtiçi hasıla	LNGSYIH	GSYİH (constant 2015 US\$)	Dünya Bankası
Hava kargo taşımacılığı	LNHAVAKARGO	Hava taşımacılığı, yük (milyon ton-km)	Dünya Bankası
Nüfus artışı	LNUFUS	Nüfus artışı (yıllık yüzde)	Dünya Bankası

3.2. Yöntem ve Model

Çalışmada kullanılacak veriler doğrultusunda oluşturulan ekonometrik modele ait denklem aşağıda gösterilmektedir.

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 BIT + \beta_2 GSYIH + \beta_3 HAVAKARGO + \beta_4 NUFUS + \mu \quad (1)$$

Yukarıda ifade edilen ekonometrik model kullanılarak uygun zaman serisi analizi yapılacaktır. Zaman serisi analizlerinde öncelikle serilerin durağanlık düzeylerini belirlemek gerekmektedir. Serilerde durağanlık koşullarının sağlanamaması halinde tahmin edilen modellerde sahte regresyon problemi yaşanabilmektedir. Serilerin durağanlık düzeylerinin farklı olması halinde, eşbütünleşme ilişkisinin varlığının tespit edilebilmesi için Pesaran vd. (2001) tarafından geliştirilmiş olan ARDL sınır testi yöntemi kullanılabilir. ARDL modeli, değişkenlerin düzey ya da birinci fark gibi farklı mertebelerde durağan olması halinde eşbütünleşme ilişkisinin incelenmesine olanak sağlamaktadır. Bulgular bölümünde görüleceği üzere, çalışmada kullanılan değişkenlerin farklı mertebelerde durağan olduğu tespit edilmiş, bu sebeple çalışmada ARDL sınır testi kullanılmıştır.

Ekonometrik modellerin oluşturulmasında, uygun bir metodoloji kurabilmek için zaman serisi verilerinin durağanlığını test etmek önemlidir (Işık, 2010). Çalışmada öncelikle değişkenlerin durağanlık durumları Artırılmış Dickey-Fuller (ADF) ve Phillips-Perron (PP) birim kök testleri ile incelenecek ve daha sonra ARDL modeli kullanılarak analizler gerçekleştirilecektir. Değişkenler arasındaki eşbütünleşme ilişkisinin tespit edilebilmesi için ARDL sınır testi kullanılacaktır (Yiğit ve Canöz, 2021).

Çalışmada yukarıda belirtilen (1) numaralı denklemin ARDL formu (2) numaralı denklemde gösterilmektedir;

$$\begin{aligned} \ln CO_{2t} = & \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta \ln CO_{2t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{2i} \Delta \ln BIT_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{3i} \Delta \ln GSYIH_{t-i} + \\ & \sum_{i=0}^q \alpha_{4i} \Delta \ln HAVAKARGO_{t-i} + \sum_{i=0}^q \alpha_{5i} \Delta \ln NUFUS_{t-i} + \beta_1 \ln CO_{2t-1} + \beta_2 \ln BIT_{t-1} + \\ & \beta_3 \ln GSYIH_{t-1} + \beta_4 \ln HAVAKARGO_{t-1} + \beta_5 \ln NUFUS_{t-1} + u_t \end{aligned} \quad (2)$$

(2) numaralı denklemde; Δ ifadesi ilgili serilerin birinci farkını, α_0 eğim katsayısını, $\alpha_1, \alpha_2, \alpha_3, \alpha_4, \alpha_5$ katsayıları değişkenlerin arasındaki kısa dönem ilişkisini, $\beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5$ katsayıları ise

değişkenlerin arasındaki uzun dönem ilişkisini ifade etmektedir. Analizde kullanılan gecikme uzunlukları, Akaike (AIC) bilgi kriteri yardımıyla ifade edilmiştir. Model tahmini yapıldıktan sonra, aşağıda belirtilen değişkenlerin arasında uzun dönem ilişkisi, yani eşbütünleşme olmadığını ifade eden sıfır hipotez test edilmiştir.

$$H_0 = \beta_1 = \beta_2 = \beta_3 = \beta_4 = \beta_5 = 0 \text{ (Eşbütünleşme yoktur.)}$$

$$H_1 \neq \beta_1 \neq \beta_2 \neq \beta_3 \neq \beta_4 \neq \beta_5 \neq 0 \text{ (Eşbütünleşme vardır.)}$$

Bu hipotezin sınanabilmesi için Wald testi ile hesaplanmış olan F istatistiği, Pesaran vd. (2001) çalışmalarında türetilen anlamlılık değerleri ile karşılaştırılır. Eğer F istatistik değeri tablo üst sınır değerinden büyükse H_0 hipotezi reddilerek değişkenlerin arasında uzun dönemli ilişki olduğu belirtilebilmektedir. Kısa dönemli ilişkilerin analiz edilebilmesi için ise, aşağıda belirtilen Hata Düzeltme Modeli ile tahmin edilmektedir:

$$\Delta \ln CO2_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^p \alpha_{1i} \Delta \ln CO2_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_1} \alpha_{2i} \Delta \ln BIT_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_2} \alpha_{3i} \Delta \ln GSYİH_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_3} \alpha_{4i} \Delta \ln HAVAKARGO_{t-i} + \sum_{i=0}^{q_4} \alpha_{5i} \Delta \ln NUFUS_{t-i} + n_1 ECT_{t-1} + \varepsilon_t \quad (3)$$

(3) numaralı denklemde ECT_{t-1} ile gösterilen, uzun dönem ilişkisinin elde edildiği modelin kalıntılarının bir gecikmeli değeri olan hata düzeltme terimini ifade etmektedir. Bu terimin katsayısı, kısa dönemde meydana gelen bir şokun ne kadar sürede ortadan kalkarak, uzun dönem denge değerine yaklaşabileceğini belirtmektedir. Ancak bunun için katsayının negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olması gerekmektedir.

3.3. Bulgular

İlk olarak analizde kullanılan değişkenler için temel istatistik değerleri incelenecektir. Tablo 2’de ilgili dönemde CO2, BİT, GSYİH, HAVAKARGO ve NÜFUS değişkenlerinin temel istatistik değerleri özetlenmiştir.

Tablo 2: Değişkenlere İlişkin Özet İstatistikler

	CO2	BİT	GSYİH	HAVAKARGO	NÜFUS
Ortalama	271582.5	27.38358	5.90E+11	1351.181	1.491488
Medyan	274145.0	23.43500	5.64E+11	465.0000	1.524838
Maksimum	415900.0	71.04276	9.89E+11	5949.212	1.702644
Minimum	168260.0	0.081691	3.38E+11	207.3000	1.192804
Standart Sapma	74295.70	23.01936	2.03E+11	1578.649	0.153914
Çarpıklık	0.421151	0.308053	0.571870	1.583674	-0.609891
Basıklık	2.055615	1.754561	2.074176	4.627442	2.289913
Jarque-Bera	1.601337	1.930705	2.165294	12.68066	1.992093
Olasılık	0.449029	0.380849	0.338698	0.001764	0.369337
Toplam	6517980	657.2060	1.42E+13	32428.34	35.79571
Toplam Standart Sapma	1.27E+11	12187.49	9.47E+23	57319021	0.544856
Gözlem Sayısı	24	24	24	24	24

Ekonometrik modelde yer alan değişkenlerin durağanlık durumunu incelemek için değişkenlerin logaritmaları alınarak ADF ve PP birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Tablo 3’te birim kök testlerinin sonuçları özetlenmiştir.

Tablo 3: Değişkenlerin Düzey Değerlerinin Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKENLER	ADF (sabit)	ADF (trend ve sabit)	PP (sabit)	PP (trend ve sabit)
LNCO₂	-0.360934 [0.9006]	-3.020754 [0.1481]	-0.021940 [0.9470]	-3.057851 [0.1392]
LNBİT	-7.013849 [0.0000]	-2.926540 [0.1765]	-17.72017 [0.0000]	-7.058096 [0.0000]
LNGSYİH	0.252160 [0.9700]	-3.422546 [0.0752]	0.252160 [0.9700]	-2.071622 [0.5335]
LNHAVAKARGO	1.625699 [0.9991]	-1.089709 [0.9090]	1.625699 [0.9991]	-1.141423 [0.8990]
LNNUFUS	-3.494250 [0.0193]	-3.780898 [0.0426]	-1.625051 [0.4543]	-1.619868 [0.7531]
Kritik Değer %1	-3.752946	-4.532598	-3.752946	-4.416345
Kritik Değer %5	-2.998064	-3.673616	-2.998064	-3.622033
Kritik Değer %10	-2.638752	-3.277364	-2.638752	-3.248592

Not: ADF ve PP için kritik değerler MacKinnon (1996) tarafından elde edilmiştir. [] içindeki değerler olasılık değerlerini gösterir.

Yukarıdaki tabloda verilen test sonuçlarına göre, LNBİT değişkeni düzey değerinde durağan, diğer değişkenler ise seviyelerinde birim kök içermektedir. Birim kök testleri için kurulan uygun hipotezler aşağıdaki gibi olmaktadır.

H₀: LNCO₂, LNGSYİH, LNHAVAKARGO ve LNNUFUS değişkenleri birim kök içermektedir.

H₁: LNCO₂, LNGSYİH, LNHAVAKARGO ve LNNUFUS değişkenleri birim kök içermemektedir.

Elde edilen sonuçlara göre %5 anlamlılık düzeyinde H₀ temel hipotezi reddedilememektedir. Yani sonuç olarak LNCO₂, LNGSYİH, LNHAVAKARGO, LNNUFUS değişkenleri düzey değerlerinde durağan dışı bir yapı sergilemektedir. Diğer bir ifade ile değişkenler birim kök içermektedir.

Seviyelerinde birim kök içeren değişkenlerin birinci farklarında durağanlık durumunu incelemek için değişkenlerin birinci farkı alınarak birim kök test sonuçları incelenecektir. Tablo 4'te birinci farkları alınmış değişkenlerin ADF ve PP birim kök test sonuçları özetlenmiştir.

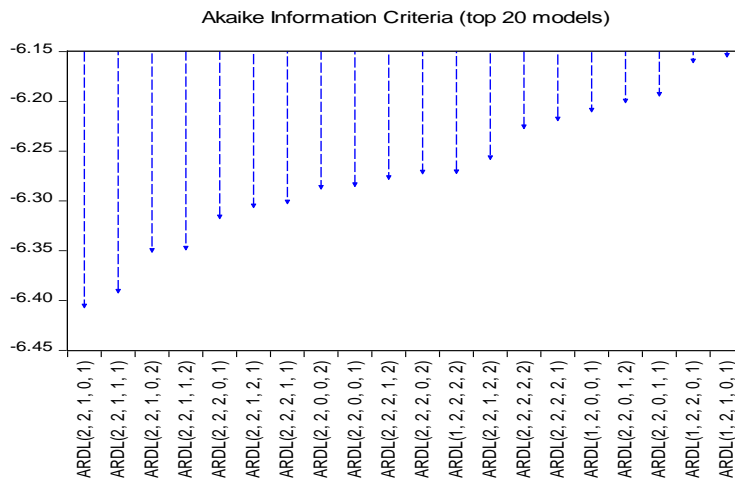
Tablo 4: Değişkenlerin Birinci Farklarının Birim Kök Testi Sonuçları

DEĞİŞKENLER	ADF (sabit)	ADF (trend ve sabit)	PP (sabit)	PP (trend ve sabit)
DLNCO ₂	-5.863231 [0.0001]	-5.815283 [0.0006]	-6.473320 [0.0000]	-7.584609 [0.0000]
DLNBIT	-2.461233 [0.1405]	-4.634575 [0.0067]	-2.846158 [0.0682]	-4.634009 [0.0067]
DLNGSYIH	-4.364108 [0.0027]	-4.395085 [0.0110]	-4.361538 [0.0027]	-4.395085 [0.0110]
DLNHAVAKARGO	-3.834994 [0.0087]	-4.201928 [0.0163]	-3.834994 [0.0087]	-4.201928 [0.0163]
DLNNUFUS	-1.932259 [0.3116]	-5.292963 [0.0081]	-4.523261 [0.0034]	-4.667373 [0.0035]
Kritik Değer %1	-3.857386	-4.440739	-3.769597	-4.440739
Kritik Değer %5	-3.040391	-3.632896	-3.004861	-3.632896
Kritik Değer %10	-2.660551	-3.254671	-2.642242	-3.254671

Not: ADF ve PP için kritik değerler MacKinnon (1996) tarafından elde edilmiştir. [] içindeki değerler olasılık değerlerini gösterir.

Yukarıdaki tabloda özetlenen sonuçlara göre değişkenlerin hepsinin birinci farklarının durağan bir yapı sergilediği görülmüştür. Yani birinci farkı alınmış değişkenler birim kök içermemektedir.

Ekonometrik modelde yer alan değişkenlerin hepsi birinci dereceden durağan olduğu için söz konusu değişkenler kullanılarak ARDL modeli tahmin edilebilmektedir. Uygun ARDL modeli tahmin edilebilmesi için ilk önce Akaike bilgi kriteri kullanılarak model seçimi yapılması gerekmektedir. Şekil 2’de Akaike bilgi kriteri doğrultusunda uygun model seçimleri yer almaktadır

**Şekil 2:** Akaike Bilgi Kriterine Göre Uygun Model Seçimi

Yukarıda gösterilen sonuçlara bakıldığı zaman uygun modelin ARDL (2,2,1,0,1) olduğu görülmektedir. Tablo 5’te ARDL (2,2,1,0,1) testinin sonuçları verilmiştir.

Tablo 5: ARDL (2,2,1,0,1) Testinin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistik	Olasılık
LNCO2(-1)	-0.194324	0.166676	-1.165875	0.2683
LNCO2(-2)	-0.326013	0.153725	-2.120761	0.0575
LNBIT	0.071429	0.029255	2.441618	0.0327
LNBIT(-1)	0.028947	0.027058	1.069806	0.3076
LNBIT(-2)	-0.082193	0.022551	-3.644796	0.0039
LNGSYIH	0.553488	0.111651	4.957289	0.0004
LNGSYIH(-1)	0.293956	0.182022	1.614945	0.1346
LNHAVAKARGO	0.130103	0.035249	3.690982	0.0036
LNNUFUS	0.184580	0.157178	1.174335	0.2651
LNNUFUS(-1)	-0.720088	0.170929	-4.212801	0.0015
C	-2.046768	0.904195	-2.263635	0.0448
R²	0.996938			
F-istatistik	358.0848			
Olasılık	0.000000			

ARDL (2,2,1,0,1) modelinin sonuçlarına bakıldığında modelin genel olarak anlamlı olup olmadığını belirten F testinin olasılık değeri 0.0000 olarak hesaplanmıştır. Bu sonuca göre model bir bütün olarak anlamlıdır. Değişkenlerin anlamlılık düzeylerine bakıldığı zaman LNCO2(-2) %10 anlamlılık düzeyinde, LNBIT ve sabit katsayı %5 ve %10 anlamlılık düzeyinde, LNGSYIH, LNBIT(-2), LNHAVAKARGO ve LNNUFUS(-1) değişkenleri ise %1, %5 ve %10 anlamlılık düzeylerinde anlamlı olarak tespit edilmiştir.

ARDL (2,2,1,0,1) modelinde temel varsayım testlerinin sınanması gerekmektedir. Sırasıyla modelde otokorelasyon, değişen varyans, model spesifikasyon testleri yapılacaktır. Ayrıca modelin istikrarlılık koşulunu sağlayıp sağlamadığı CUSUM ve CUSUMSQ testleri kullanılarak incelenecektir. Tablo 6’da model için otokorelasyon test sonuçları özetlenmiştir.

Tablo 6: Otokorelasyon LM Testi

Breusch-Godfrey Testi			
F İstatistik	5.12	Olasılık	0.0327
N*R²	11.71	Olasılık	0.0029

Tablo 6’da ARDL (2,2,1,0,1) modeli için uygulanan Breusch-Godfrey otokorelasyon test sonuçları görülmektedir. Otokorelasyon testinde kurulan uygun hipotezler aşağıdaki şekilde olmaktadır.

H_0 : Modelde otokorelasyon sorunu yoktur.

H_1 : Modelde otokorelasyon sorunu vardır.

Test sonuçlarına bakıldığı zaman modelde H_0 temel hipotezinin reddedildiği yani modelde otokorelasyon sorunu bulunduğu görülmektedir. ARDL (2,2,1,0,1) modelinde otokorelasyon problemi olduğu için, otokorelasyonu dikkate alan White ARDL modeli ile tahmin gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar Tablo 7’de verilmiştir.

Tablo 7: ARDL (2,2,1,0,1) White-Hinkley Tahmin Sonuçları

Değişken	Katsayı	Standart Hata	t-istatistik	Olasılık
LNCO2(-1)	-0.194324	0.126294	-1.538664	0.1521
LNCO2(-2)	-0.326013	0.162015	-2.012236	0.0693
LNBIT	0.071429	0.032925	2.169464	0.0528
LNBIT(-1)	0.028947	0.025523	1.134123	0.2809
LNBIT(-2)	-0.082193	0.014180	-5.796382	0.0001
LNGSYIH	0.553488	0.077254	7.164529	0.0000
LNGSYIH(-1)	0.293956	0.165131	1.780142	0.1027
LNHAVAKARGO	0.130103	0.032452	4.009065	0.0021
LNUFUS	0.184580	0.166585	1.108020	0.2915
LNUFUS(-1)	-0.720088	0.164727	-4.371396	0.0011
C	-2.046768	0.706270	-2.897998	0.0145
R ²	0.996938			
F-istatistik	358.0848			
Olasılık	0.000000			

Tablo 7’de verilen sonuçlarda, modelin bir bütün olarak anlamlı olduğu F testi sonucunda anlaşılmaktadır. Modelde yer alan değişkenlerden LNCO2(-2), LNBIT, LNBIT(-2), LNGSYIH, LNHAVAKARGO, LNUFUS(-1) ve sabit terim anlamlı şekilde tahminlenmiştir. Yani bağımsız değişkenler, bağımlı değişkendeki değişimin %99.6’sını açıklamaktadır.

Tablo 8: Breusch-Pagan-Godfrey Değişen Varyans Testi

Breusch-Pagan-Godfrey Testi			
F İstatistik	0.44	Olasılık	0.8978
N*R ²	6.27	Olasılık	0.7924

Tablo 8’de ARDL (2,2,1,0,1) modeli için değişen varyans testi yapılmıştır. Değişen varyans testinde kurulan uygun hipotezler aşağıdaki şekilde olmaktadır.

H₀: Modelde sabit varyans varsayımı geçerlidir.

H₁: Modelde değişen varyans varsayımı geçerlidir.

Sonuçlara göre Breusch-Pagan-Godfrey testinde saptanan F istatistiğinin olasılık değeri 0.8978 olarak hesaplanmıştır. Bu bulguya göre H₀ temel hipotezi %5 anlamlılık düzeyinde reddedilememektedir. Yani ARDL (2,2,1,0,1) modelinde değişen varyans sorunu bulunmamaktadır.

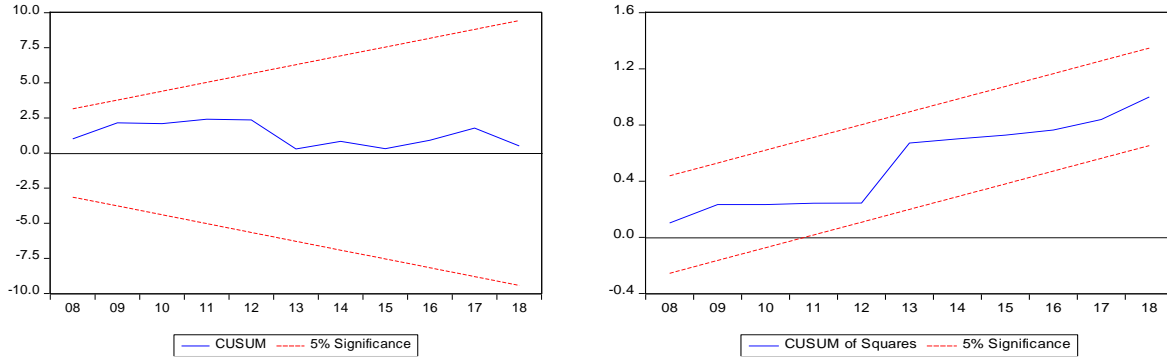
ARDL (2,2,1,0,1) modelinde model spesifikasyon hatasının olup olmadığı Ramsey Reset testi yardımıyla ele alınmış ve ulaşılan sonuçlar Tablo 9’da özetlenmiştir.

Tablo 9: Ramsey Reset Model Spesifikasyon Testi

Ramsey Reset Testi			
t İstatistik	1.68	Olasılık	0.1246
F İstatistik	2.81	Olasılık	0.1246

ARDL (2,2,1,0,1) modeli için yapılan model spesifikasyon test sonuçlarına göre modelde spesifikasyon hatasının olmadığını savunan H₀ temel hipotezi reddedilememektedir. Yani modelde spesifikasyon hatası yoktur.

ARDL (2,2,1,0,1) modelinin istikrarlılık koşulunu sağlayıp sağlamadığının incelenmesi gerekmektedir. Bunun için çizilen CUSUM ve CUSUMSQ grafikleri şekil 3’te gösterilmektedir.



Şekil 3: ARDL (2,2,1,0,1) Modeli İstikrarlılık Testi

Yukarıda verilen grafiklere bakıldığında CUSUM ve CUSUMSQ istatistiklerinin kritik çizgiler içerisinde kaldığı görülmektedir. Yani ARDL (2,2,1,0,1) modeli istikrarlılık koşulunu sağlamaktadır. Tablo 10’da ARDL sınır testi sonuçları verilmiştir.

Tablo 10: ARDL Sınır Testi

Hesaplanan F istatistiği: 11.49	Kritik Değerler	
	Alt Sınır I (0)	Üst Sınır I (1)
%1 anlam düzeyi	4.09	5.53
%5 anlam düzeyi	2.95	4.09
%10 anlam düzeyi	2.46	3.46

Tablo 10’da ARDL sınır testi sonuçları özetlenmiştir. Hesaplanan F istatistik değeri 11.49 olmaktadır. Bu değer hesaplanan üst sınır değerlerinden büyük olduğundan değişkenler arasında uzun vadeli eş bütünleşmenin olmadığını ifade eden H_0 temel hipotezi reddedilmektedir. Yani sonuç olarak değişkenler arasında uzun vadeli eşbütünleşme ilişkisi bulunmaktadır.

Tablo 11: Uzun Dönem Katsayıları

Değişken	Bağımlı Değişken: LNCO2		
	Katsayılar	T-istatistik	Olasılık
LNBIT	0.011959	1.790037	0.1010
LNGSYIH	0.557406	9.836073	0.0000
LNHAVAKARGO	0.085575	4.793372	0.0006
LNUFUS	-0.352230	-5.985998	0.0001
C	-1.346259	-2.152992	0.0544

Tablo 11’de LNBIT değişkeni dışındaki tüm değişkenlerin uzun dönem katsayılarının anlamlı olduğu görülmektedir. Elde edilen bulgulara göre, GSYIH ve hava kargo taşımacılığında meydana gelen değişikliklerin CO2 salınımını uzun dönemde pozitif etkilediğini, nüfusta meydana gelen değişikliklerin CO2 salınımını uzun dönemde negatif etkilediğini söyleyebiliriz. Uzun dönemde GSYIH’deki %1’lik artışın CO2’yi %0.55 arttırdığını, hava kargo taşımacılığındaki %1’lik artışın CO2 oranını %0.08 arttırdığını, nüfusta meydana gelen %1’lik artışın ise karbondioksit salınımını %1.34 oranında azalttığı ifade edilmektedir.

ARDL (2,2,1,0,1) modeli için hata düzeltme modeli tahmini yapılması gerekmektedir. Tablo 12’de sonuçlar özetlenmiştir.

Tablo 12: ARDL (2,2,1,0,1) Modeli İçin Kısa Dönem Katsayı Tahmini Ve Hata Düzeltme Modeli

Bağımlı Değişken: DLNCO2			
Değişkenler	Katsayılar	t istatistiği	Olasılık Değerleri
DLNCO2(-1)	0.326013	4.036336	0.0020
DLNBIT	0.071429	5.250289	0.0003
DLNGSYİH	0.553488	8.510982	0.0000
DLNNUFUS	0.184580	2.021084	0.0683
ECM_{t-1}	-1.520337	-10.01263	0.0000

Tablo 12’de verilen hata düzeltme modeli tahmin sonuçlarına bakıldığı zaman, hata düzeltme katsayısının (-1.520337) beklenildiği üzere negatif ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülebilmektedir. Elde edilmiş olan bu değer, kısa dönemde ortaya çıkan sapmaları düzeltmeyi sağlayan hata düzeltme modelinin düzgün çalıştığını ifade etmektedir. Sonuçlar incelendiğinde, tüm değişkenler istatistiksel olarak anlamlı olarak görülmüştür. Ayrıca CO2 değişkeninin bir dönem önceki değerindeki %1’lik artış cari CO2 değerini %0.33 artırmaktadır. BIT değişkenindeki %1’lik bir artış CO2 değişkenini %0.07 artıracaktır. GSYİH’deki %1 değerindeki bir artış CO2’yi yaklaşık %0.08 değerinde artıracaktır. Son olarak nüfustaki %1’lik bir artış CO2 değerini %0.55 artırmaktadır.

4. Sonuç

Teknolojinin günlük hayatımızda kullanımı, mevcut küreselleşme dalgası ile birlikte daha fazla önem kazanmıştır. Genel olarak BİT uygulamaları, iş hayatından iletişime, seyahatten eğlenceye kadar hayatımızın her alanında önemli bir rol oynamaktadır. BİT, özellikle sanayileşme için çok önemlidir ve nihayetinde ekonomik büyümeyi ve çevresel kaliteyi etkilemektedir. Bu bağlamda, bu çalışmanın amacı; BİT ile günümüzde yaygın olarak kullanılan ulaşım modu olan havayolu taşımacılığının CO2 emisyonları üzerindeki etkisini inceleyerek, çevresel kaliteyi ne ölçüde etkilediğini analiz etmektir.

Çalışmada Türkiye’de CO2 emisyonu ile BİT, hava taşımacılığı, ekonomik büyüme ve nüfus arasındaki ilişki 1995-2018 dönemi için incelenmiştir. BİT göstergesi olarak internet kullanan birey sayısı, hava taşımacılığı için hava kargo taşımacılığı, ekonomik büyümenin göstergesi olarak ise GSYİH verileri kullanılmıştır. İlgili değişkenlerin arasındaki ilişki ARDL modeli ile incelenmiştir.

Çalışmada ilk olarak tüm değişkenlere birim kök testleri gerçekleştirilmiştir. Değişkenlerin durağanlık durumları ve birim kök içerip içermedikleri Arttırılmış Dickey-Fuller (ADF) ve Philips-Perron (PP) testleriyle analiz edilmiştir. Birim kök testleri sonucunda LNBİT değişkeni hariç diğer tüm değişkenlerin düzey değerlerinde birim kök içerdiği yani durağan olmadığı belirlenmiştir. LNCO2, LNGSYİH, LNHAVAKARGO ve LNUFUS değişkenlerinin birinci dereceden farkları alınarak, değişkenler birinci farkta durağan hale getirilmiştir.

Yapılan ARDL sınır testi sonucunda elde edilen bulgularda; değişkenlerin arasında uzun vadeli eş bütünleşme ilişkisi bulunduğu belirlenmiştir. Uzun dönemde karbondioksit emisyonları üzerinde gayri safi yurtiçi hâsıla ve hava taşımacılığının pozitif ve anlamlı, nüfus değişkeni üzerinde ise negatif ve anlamlı bir ilişki olduğu belirlenmiştir. Bilgi iletişim teknolojisi değişkeni katsayısının ise pozitif olmasına rağmen istatistiksel olarak anlamsız olduğu görülmüştür. Kısa dönem hata düzeltme modeli sonuçlarına göre ise, BİT, GSYİH ve nüfus değişkenleri karbondioksit emisyonları üzerinde pozitif ve istatistiksel olarak anlamlı bir etkiye sahiptir. Özetle, BİT değişkenindeki %1’lik artışın, CO2 emisyonlarını %0.07 arttıracığı, GSYİH değişkenindeki %1 değerindeki bir artışın CO2’yi yaklaşık

%0.08 değerinde arttıracığı, son olarak nüfustaki %1'lik bir artışın CO2 değerini yaklaşık %0.55 arttıracığı tespit edilmiştir.

Uzun dönemde CO2 emisyonları ile BİT, hava kargo, GSYİH ve nüfus arasındaki pozitif yönlü ilişki göz önüne alındığında, çevre kirliliğinin önüne geçilebilmesi için Türkiye'deki havayolu şirketlerinin sürdürülebilir havacılık yakıtına (SAF) geçişini hızlandırmaları, çevreci teknolojiye yatırım yapmaları ve ülkemizdeki nüfus artışının kontrol altına alınması gerekmektedir. Bu açıdan, ülkede kısa ve uzun dönemde CO2 emisyonu artışının engellenebilmesi için önlemlere ihtiyaç vardır. Sonuç olarak, hava taşımacılığı Türkiye ekonomisinde uzun dönemde CO2 emisyonunu artırdığı için çevre kirliliğinin azaltılması isteniyorsa havayolu şirketlerinin sürdürülebilir havacılık yakıtına (SAF) geçişinin hızlanması ve çevreci teknolojiye daha fazla AR-GE yatırımları yapmaları gerekmektedir. Ayrıca yük taşımacılığı için yeşil uygulamaların benimsenmesi, CO2 emisyonlarının azaltılmasında yardımcı olacaktır. Bu nedenle hükümetin çevre dostu düzenleyici politikaları benimseyerek, CO2'yi azaltabilmek amacıyla yeşil yük taşımacılığını ve SAF kullanımını teşvik etmesi gerekmektedir. Bu süreç sadece CO2'yi azaltmakla kalmayacak, aynı zamanda ekonomik refahı da arttıracaktır.

Işık (2013) çalışmasında BİT'lere yapılan yatırımların Türkiye'nin ekonomik büyümesine kısa vadede olumlu etkiler yarattığını ve aynı zamanda toplam faktör verimliliğindeki artış oranlarının da ana nedeni olduğu sonucuna ulaşmıştır. Bu bağlamda gelişmekte olan bir ülke konumunda olan Türkiye'de BİT'lere yapılacak çevre dostu AR-GE yatırımları ekonomik kalkınmayı arttırmayı sağlarken, çevre kirliliğini de azaltacaktır. Ayrıca çevre dostu BİT yatırımlarının artırılması, ekonominin diğer sektörlerinde pozitif dışsallıklar da üretebilecektir. Bu sebepler çerçevesinde çevre dostu politikalara odaklanmak, çevreyi korumak ve Türkiye'nin dünyadaki rekabet gücünü arttırmak için önem arz etmektedir (Kılavuz vd., 2021:134).

YAZARLARIN KATKISI

Bu çalışmada tüm başlıklar tek yazara aittir.

ÇIKAR ÇATIŞMASI BEYANI

Herhangi bir kurum, kuruluş, kişi ile mali çıkar çatışması yoktur.

KAYNAKÇA

- Ahmed, Z., & Le, H. P. (2021). Linking information communication technology, trade globalization index, and CO2 emissions: evidence from advanced panel techniques. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(7), 8770-8781.
- Ananda, R., Jamal, A., & Mahmud, M. S. (2020). Is the economic growth of ASEAN-10 related to air transportation? A panel ARDL approach. *Jurnal Ekonomi dan Studi Pembangunan*, 12(1), 10-17.
- Asongu, S. A. (2018). ICT, openness and CO2 emissions in Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9351-9359.
- Asongu, S. A., Le Roux, S., & Biekpe, N. (2018). Enhancing ICT for environmental sustainability in sub-Saharan Africa. *Technological Forecasting and Social Change*, 127, 209-216.

- Asumadu-Sarkodie, S., & Owusu, P. (2017). Carbon dioxide emissions, GDP per capita, industrialization and population: An evidence from Rwanda. *Environmental Engineering Research*, 22(1).
- ATAG, facts & figures, (2020, Eylül). Erişim adresi: <https://www.atag.org/facts-figures.html>.
- Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, 155, 120028.
- Azam, A., Rafiq, M., Shafique, M., & Yuan, J. (2021). An empirical analysis of the non-linear effects of natural gas, nuclear energy, renewable energy and ICT-Trade in leading CO2 emitter countries: Policy towards CO2 mitigation and economic sustainability. *Journal of Environmental Management*, 286, 112232.
- Balsalobre-Lorente, D., Driha, O. M., Bekun, F. V., & Adedoyin, F. F. (2021). The asymmetric impact of air transport on economic growth in Spain: fresh evidence from the tourism-led growth hypothesis. *Current issues in tourism*, 24(4), 503-519.
- Barış-Tüzemen, Ö., Tüzemen, S., & Çelik, A. K. (2020). Does an N-shaped association exist between pollution and ICT in Turkey? ARDL and quantile regression approaches. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(17), 20786-20799.
- Begum, R. A., Sohag, K., Abdullah, S. M. S., & Jaafar, M. (2015). CO2 emissions, energy consumption, economic and population growth in Malaysia. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 41, 594-601.
- Ben Lahouel, B., Taleb, L., Managi, S., & Guesmi, K. (2022). The threshold effects of ICT on CO2 emissions: evidence from the MENA countries. *Environmental Economics and Policy Studies*, 1-21.
- Chatti, W. (2021). Moving towards environmental sustainability: information and communication technology (ICT), freight transport, and CO2 emissions. *Heliyon*, 7(10), e08190.
- Chatti, W., & Majeed, M. T. (2022). Investigating the links between ICTs, passenger transportation, and environmental sustainability. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(18), 26564-26574.
- Chi, J., & Baek, J. (2013). Dynamic relationship between air transport demand and economic growth in the United States: A new look. *Transport Policy*, 29, 257-260.
- Çetin, M., Aslan, A., & Sarıgül, S. S. (2022). Analysis of the dynamics of environmental degradation for 18 upper middle-income countries: the role of financial development. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-18.
- Danish (2019). Effects of information and communication technology and real income on CO2 emissions: The experience of countries along Belt and Road. *Telematics and Informatics*, 45.
- Danish, Baloch, M. A., & Suad, S. (2018). Modeling the impact of transport energy consumption on CO2 emission in Pakistan: evidence from ARDL approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(10), 9461-9473.
- Danish, Khan, N., Baloch, M. A., Saud, S., & Fatima, T. (2018). The effect of ICT on CO2 emissions in emerging economies: does the level of income matters?. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(23), 22850-22860.
- Güvenek, B., Alptekin, V., & Çetinkaya, M. (2010). Enflasyon ve dolaylı vergilerden elde edilen gelirler arasındaki ilişkinin var yöntemiyle analizi. *Kamu-İş Dergisi*, 11(3), 1-28.

- Habib, Y., Xia, E., Hashmi, S. H., & Yousaf, A. U. (2022). Testing the heterogeneous effect of air transport intensity on CO₂ emissions in G20 countries: An advanced empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-22.
- Haini, H. (2021). Examining the impact of ICT, human capital and carbon emissions: Evidence from the ASEAN economies. *International Economics*, 166, 116-125.
- Hakim, M. M., & Merkert, R. (2016). The causal relationship between air transport and economic growth: Empirical evidence from South Asia. *Journal of Transport Geography*, 56, 120-127.
- Haldar, A., & Sethi, N. (2022). Environmental effects of Information and Communication Technology-Exploring the roles of renewable energy, innovation, trade and financial development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 153, 111754.
- Hassan, S.A. & Nosheen, .M. (2017). The Impact of Air Transportation on Carbon Dioxide, Methane, and Nitrous Oxide Emissions in Pakistan: Evidence from ARDL Modelling Approach. *International Journal of Innovation and Economic Development*, 3(6), 7-32.
- Higón, D. A., Gholami, R., & Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability: A global perspective. *Telematics and Informatics*, 34(4), 85-95.
- Işık, C. (2010). Natural gas consumption and economic growth in Turkey: a bound test approach. *Energy Systems*, 1(4), 441-456.
- Işık, C. (2013). The importance of creating a competitive advantage and investing in information technology for modern economies: an ARDL test approach from Turkey. *Journal of the Knowledge Economy*, 4(4), 387-405.
- Işık, C., Kasımatı, E., & Ongan, S. (2017). Analyzing the causalities between economic growth, financial development, international trade, tourism expenditure and/on the CO₂ emissions in Greece. *Energy Sources, Part B: Economics, Planning, and Policy*, 12(7), 665-673.
- Kallal, R., Haddaji, A., & Ftiti, Z. (2021). ICT diffusion and economic growth: Evidence from the sectorial analysis of a periphery country. *Technological Forecasting and Social Change*, 162, 120403.
- Khanal, A. (2021). The role of ICT and energy consumption on carbon emissions: an Australian evidence using cointegration test and ARDL long-run and short-run methodology. *670216917*.
- Kılavuz, E., Oralhan, B., Sarıgül, S. S., & Uluğ, E. E. (2021). The Validity of the Tourism-induced EKC Hypothesis: The Case of Turkey. *International Journal of Business and Economic Studies*, 3(2), 124-138.
- Kırca, M., & Akkuş, Ö. Internet Usage, Economic Growth and Electricity Consumption: The Case of EU-15. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 576-594.
- Kwakwa, P. A., Adjei-Mantey, K., & Adusah-Poku, F. (2022). The effect of transport services and ICTs on carbon dioxide emissions in South Africa. *Environmental Science and Pollution Research*, 1-12.
- Lahouel, B. B., Taleb, L., Zaied, Y. B., & Managi, S. (2021). Does ICT change the relationship between total factor productivity and CO₂ emissions? Evidence based on a nonlinear model. *Energy Economics*, 101, 105406.
- Law, C. C., Zhang, Y., Gow, J., & Vu, X. B. (2022). Dynamic relationship between air transport, economic growth and inbound tourism in Cambodia, Laos, Myanmar and Vietnam. *Journal of Air Transport Management*, 98, 102161.

- Lu, W. C. (2018). The impacts of information and communication technology, energy consumption, financial development, and economic growth on carbon dioxide emissions in 12 Asian countries. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 23(8), 1351-1365.
- Magazzino, C., Mele, M., Morelli, G., & Schneider, N. (2021). The nexus between information technology and environmental pollution: Application of a new machine learning algorithm to OECD countries. *Utilities Policy*, 72, 101256.
- Mansoor, A., & Sultana, B. (2018). Impact of population, GDP and energy consumption on carbon emissions: Evidence from Pakistan using an analytic tool IPAT. *Asian Journal of Economics and Empirical Research*, 5(2), 183-190.
- Öcal, O., Altınöz, B., & Aslan, A. (2020). The effects of economic growth and energy consumption on ecological footprint and carbon emissions: Evidence from Turkey. *Ekonomi Politika ve Finans Araştırmaları Dergisi*, 5(3), 667-681.
- Özcan, B., & Apergis, N. (2018). The impact of internet use on air pollution: evidence from emerging countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(5), 4174-4189.
- Özer, M., Canbay, Ş., & Kırca, M. (2021). The impact of container transport on economic growth in Turkey: An ARDL bounds testing approach. *Research in Transportation Economics*, 88, 101002.
- Park, Y., Meng, F., & Baloch, M. A. (2018). The effect of ICT, financial development, growth, and trade openness on CO2 emissions: an empirical analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 25(30), 30708-30719.
- Pesaran, M. H., Shin, Y., & Smith, R. P. (2001). Bounds testing approaches to the analysis of level relationships. *Journal of Applied Econometrics*, 16(3), 289-326.
- Raheem, I. D., Tiwari, A. K., & Balsalobre-Lorente, D. (2020). The role of ICT and financial development in CO2 emissions and economic growth. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(2), 1912-1922.
- Rasool, Y., Zaidi, S. A. H., & Zafar, M. W. (2019). Determinants of carbon emissions in Pakistan's transport sector. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(22), 22907-22921.
- Salahuddin, M., Alam, K., & Ozturk, I. (2016). The effects of Internet usage and economic growth on CO2 emissions in OECD countries: A panel investigation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 62, 1226-1235.
- Sarıgül, S. S., & Coşkun, S. (2022). Effects of Innovation Strategies in the Aviation Industry. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 5(2), 365-380.
- Sarısoy, S., & Yıldız, F. (2013). Karbondioksit (CO2) emisyonu ve ekonomik büyüme ilişkisi: gelişmiş ve gelişmekte olan ülkeler için panel veri analizi. *Sosyal Bilimler Metinleri*, 2013(1), 1-19.
- Shabani, Z. D., & Shahnazi, R. (2019). Energy consumption, carbon dioxide emissions, information and communications technology, and gross domestic product in Iranian economic sectors: A panel causality analysis. *Energy*, 169, 1064-1078.
- Shafique, M., Azam, A., Rafiq, M., & Luo, X. (2021). Investigating the nexus among transport, economic growth and environmental degradation: Evidence from panel ARDL approach. *Transport Policy*, 109, 61-71.
- Sohail, M. T., Ullah, S., Majeed, M. T., & Usman, A. (2021). Pakistan management of green transportation and environmental pollution: a nonlinear ARDL analysis. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(23), 29046-29055.

- Statista, Carbon dioxide emissions from commercial aviation worldwide from 2004 to 2022. (2022, Mart). Erişim adresi: <https://www.statista.com/statistics/1186820/co2-emissions-commercial-aviation-worldwide/>
- Usman, A., Ozturk, I., Hassan, A., Zafar, S. M., & Ullah, S. (2021b). The effect of ICT on energy consumption and economic growth in South Asian economies: an empirical analysis. *Telematics and Informatics*, 58, 101537.
- Usman, A., Ozturk, I., Ullah, S., & Hassan, A. (2021a). Does ICT have symmetric or asymmetric effects on CO2 emissions? Evidence from selected Asian economies. *Technology in Society*, 67, 101692.
- Yang, C. G. (2015). A study on the relevance of ICT trade and GDP. *Advanced Science and Technology Letters*, 84, 35-39.
- Yiğit, F., & Canöz, İ. (2021). Determining The Country-Specific Variables Affecting The Market Value of Turkish Eurobonds: NARDL Approach. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 19(41), 723-744.
- Zhang, C., & Liu, C. (2015). The impact of ICT industry on CO2 emissions: a regional analysis in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 44, 12-19.