



Araştırma Makalesi

Avrupa havayolu işletmelerinde ESG performansı ve operasyonel etkinlik: İki aşamalı VZA-Tobit analizi

Murat Ahmet Doğan¹

Öz. Bu çalışma, 2017 ile 2024 yılları arasında Avrupa merkezli borsada işlem gören 12 havayolu işletmesinden elde edilen panel verilerini (N=96) kullanarak, Avrupa havayolu sektöründe Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) performansı ile operasyonel etkinlik arasındaki ilişkiyi incelemektedir. Ölçüm zorluklarını ve sansürlenmiş bağımlı değişkenleri ele almak için, sabit etkiler panel regresyonu, veri zarflama analizi (VZA) ve Tobit regresyonunu birleştiren iki aşamalı bir analitik yaklaşım kullanılmıştır. Bulgular, ESG performansının operasyonel etkinlikte kayda değer bir artışla ilişkili olduğunu göstermektedir. ESG puanındaki 10 puanlık bir artışın, etkinlikte %6,5'lik bir iyileşmeyle ilişkili olduğu gösterilmiştir. Bu etki ekonomik açıdan anlamlı olup pandemi döneminde de sürmüş ve yüksek ESG performansına sahip havayolları operasyonel dayanıklılıklarını büyük ölçüde korumuştur (etkinlik düşüşü: %16). Tam hizmet sunan havayollarının (FSC) düşük maliyetli (LCC) rakiplerine kıyasla %15,6 daha düşük etkinlikle çalıştığı bulgusu, iş modelinin temel bir etkinlik belirleyicisi olduğunu ortaya koymaktadır. Bulgular, paydaş teorisi ve kaynak temelli görüşle uyumlu olarak ESG yatırımlarının bir maliyet kalemi değil, operasyonel etkinliği pekiştiren stratejik bir araç olduğunu göstermektedir. Bulgular, ESG yatırımlarının yalnızca uyum maliyeti değil, operasyonel performansı artıran stratejik girişimler olduğunu göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Havayolu, etkinlik, ESG, veri zarflama analizi, tobit.

Research Paper

ESG performance and operational efficiency in European airlines: A two-stage DEA-Tobit analysis

Abstract. The present study examines the relationship between Environmental, Social and Governance (ESG) performance and operational efficiency in the European airline industry using panel data (N=96) from 12 publicly listed European-based airlines between 2017 and 2024. To address the measurement challenges and censored dependent variables, a two-stage analytical approach combining fixed-effects panel regression, Data Envelopment Analysis (DEA), and Tobit regression was employed. The findings indicate that ESG performance is associated with a substantial enhancement in operational efficiency. A 10-point increase in the ESG score has been demonstrated to be associated with a 6.5% improvement in efficiency. This represents a substantial and economically meaningful effect. This positive relationship persisted even during the period of the pandemic, which led to a 16.0% decrease in efficiency. This finding suggests that organizations with stronger ESG practices demonstrate greater operational resilience. In addition, the efficiency of full-service airlines (FSC) was found to be 15.6% lower than that of low-cost airlines (LCC). This finding highlights the business model as a key determinant of operational efficiency. The findings of this study call into question the assumption that investments in sustainability are a cost. Instead, consistent with stakeholder theory and a resource-based perspective, they demonstrate that sustainability enhances airlines' operational efficiency. The findings suggest that ESG investments are strategic initiatives that enhance core operations rather than mere compliance costs.

Keywords: Airline, efficiency, ESG, data envelopment analysis, tobit.

¹ Havacılık Yönetimi Bölümü, Samsun Üniversitesi, 55420, Samsun, Türkiye; muratahmet.dogan@samsun.edu.tr (Sorumlu Yazar)
<https://doi.org/10.52995/jass.1864477>

Geliş Tarihi: 15 Ocak 2026; Kabul Tarihi: 13 Nisan 2026; Yayımlanma Tarihi: 31 Ağustos 2026

© 2026 Yazar(lar). Türk Hava Kurumu Üniversitesi tarafından yayımlanmıştır.

Bu makale Creative Commons Atıf-GayriTicari-AynıLisanslaPaylaş 4.0 Uluslararası Lisansı ile lisanslanmıştır.



1. GİRİŞ

Küresel iklim değişikliği ve sürdürülebilirlik, günümüzün önemli gündem maddeleri arasında yer almakta olup, tüm sektörler çevresel etkilerini azaltma yönünde uygulamalar geliştirmeye çalışmaktadırlar. Bu bağlamda, dünya çapındaki karbon (CO₂) emisyonlarının yaklaşık %2-3'ünü (597 Milyon Ton) oluşturan ve serbestleşme süreçleriyle birlikte hızla büyüyen sivil havacılık endüstrisi, bu alanda en fazla incelenen sektörlerden biri olarak öne çıkmaktadır (IATA, 2021; Zieba & Johansson, 2022).

Endüstrinin artan çevresel etkisi, Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü'nün (ICAO) Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma Programı (CORSIA) gibi küresel düzenlemeleri beraberinde getirmiştir (CORSIA, 2024). Buna ek olarak, Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA), 2050 yılına kadar net sıfır karbon emisyonu hedefine ulaşmak amacıyla 2023 yılında beş temel yol haritası (uçak teknolojisi, enerji altyapısı, operasyonlar, finansman ve politika) geliştirmiş ve özellikle Sürdürülebilir Havacılık Yakıtlarının (SAF) kullanımıyla karbon azaltımının %65'ini hedeflemektedir (IATA, 2024b). Söz konusu planlamanın, Birleşmiş Milletler'in (BM) Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları'ndan özellikle Sanayi, Yenilikçilik ve Altyapı (Amaç 9), Sorumlu Üretim ve Tüketim (Amaç 12), İklim Eylemi (Amaç 13) ve Amaçlar İçin Ortaklıklar (Amaç 17) hedeflerine doğrudan katkı sağlaması beklenmektedir (BM).

Bu dönüşüm sürecinde, Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) puanları, kuruluşların sürdürülebilirlik performansını değerlendirmek ve şeffaf bir şekilde raporlamak için yaygın olarak kullanılan göstergeler haline gelmiştir (Clément vd., 2022). IATA (2024b)'da tüm paydaşların hesap verebilir ve sürdürülebilir uygulamalarını yaygınlaştırması gerektiğini vurgulayarak ESG kriterlerini etkileyen sürdürülebilirlik faaliyetlerinin şeffaf sunumunun önemine dikkat çekmektedir. Ancak, havayolu işletmeleri sürdürülebilir kalkınma için sosyal sorumluluk unsurlarını iş stratejilerine entegre etmeye çalışmalarına rağmen, yüksek sermaye yoğunluğu ve dış borç yükü gibi finansal kısıtlamalar ve kurumsal finansal performans kaygıları nedeniyle ESG uygulamalarına tereddütlü yaklaşmakta ve bu alandaki uygulama oranları diğer sektörlerle göre düşük kalmaktadır (Caraveo Gomez Llanos vd., 2024). Bu durum, finansal performans ile sürdürülebilirlik hedefleri arasında bir denge kurma, diğer bir ifadeyle mübadele yapma, zorunluluğunu ortaya koymaktadır. Bu bağlamda, dijital dönüşüm girişimleri ve risk yönetimi gibi unsurlar, havayolu işletmelerinin ESG performansını artırmada kritik öneme sahip temel performans göstergeleri olarak öne çıkmaktadır (Caraveo Gomez Llanos vd., 2024). Bu çerçevede çalışmada şu dört hipotez test edilmiştir:

Hipotez 1 (H1): ESG performansı, havayollarının operasyonel etkinliğini olumlu yönde etkiler.

Hipotez 2 (H2): COVID-19 salgını, havayollarının operasyonel etkinliğini olumsuz etkilemiştir.

Hipotez 3 (H3): ESG performansı, COVID-19 salgını sırasında olumlu etkinlik etkilerini sürdürmüştür.

Hipotez 4 (H4): Düşük maliyetli havayolu işletmeleri (LCC), tam hizmet havayolu işletmelerinden (FSC) daha yüksek operasyonel etkinlik sergilemektedir.

Özellikle COVID-19 pandemisinin endüstri üzerindeki olumsuz etkilerinin ardından, havayollarının uzun vadeli hayatta kalabilmesi ve rekabet gücünü sürdürebilmesi için sürdürülebilir operasyonel büyüme temel bir gerekliliktir (Gudmundsson vd., 2021). Bu temeli sağlamlaştırmak için havayollarının, optimal kaynak kullanımıyla daha düşük birim maliyetler ve piyasa koşullarına uygun bir karlılık elde etmeleri gerekmektedir. Bu operasyonel etkinliği de ölçmek için Veri Zarflama Analizi (VZA) yaygın bir yaklaşım haline gelmiştir (Cui & Yu, 2021). Bu çalışmanın ilk aşamasında da VZA analizi yapılmıştır. İkinci aşamada, ESG performansının operasyonel etkinlik üzerindeki etkisini incelemek amacıyla bir Tobit regresyon modeli uygulanmıştır (Banker & Natarajan, 2008). Çalışma, Avrupa havacılığında ESG'nin operasyonel etkilerine ilişkin bir analiz sunarak, değişkenler arası ilişkileri incelemektedir. Çalışma bulguları, ESG yatırımlarının sadece itibar faydaları veya uyum gereklilikleri yerine somut operasyonel getiriler sağladığını göstermektedir.

Çalışma planlaması şu şekildedir: literatür taraması, ESG performansı, havayolu operasyonel etkinliği üzerine ilgili literatür özetlenmektedir. Metodoloji ve veri, iki aşamalı VZA-Tobit metodolojisini ve örneklem yapısını açıklamaktadır. Bulgular ve tartışma, tanımlayıcı istatistikler, VZA etkinlik skorları, Tobit regresyon tahminleri ve sağlık kontrolleleri dahil olmak üzere sonuçları sunmaktadır. Buna ek olarak, seçili değişkenler çerçevesinde bulguları tartışmaktadır. Sonuç bölümü ise katkıları özetleyerek, sınırlılıkları kabul ederek gelecekteki araştırma yönlerini önererek sonuçlanmaktadır.

2. LİTERATÜR TARAMASI

2.1. ESG

ESG ve firma performansı arasındaki pozitif ilişkiyi açıklayan temel teorik çerçeveler, Kaynak Temelli Görüş ve Paydaş Teorisidir. Kaynak Temelli Görüş, ESG uygulamalarının, bir firmaya sürdürülebilir rekabet avantajı sağlayan değerli kaynaklar yarattığını savunur (Barney, 1991; Hart, 1995). Buna göre Çevresel yönetim yetenekleri, atıkları azaltarak, kaynak verimliliğini ve etkinliğini artırarak ve yasal uyumu güçlendirerek doğrudan maliyetleri düşürürken, aynı zamanda firmanın itibar sermayesini de artırır (King & Lenox, 2001; Russo & Fouts, 1997). Çalışan ilişkileri, müşteri memnuniyeti ve topluluk katılımını içeren güçlü sosyal performans, insan sermayesinin kalitesini yükseltir, çalışan devir oranını düşürür, müşteri sadakatini pekiştirir ve paydaşlar arası işbirliğini teşvik eder (Edmans, 2011; Turban & Greening, 1997). Kurumsal yönetim yapıları, stratejik karar alma kalitesini artırır, yöneticiler ve hissedarlar arasındaki vekalet çatışmalarını (acente problemini) azaltır ve şeffaflığı artırarak sermaye maliyetlerini düşürür ve uzun vadeli değer oluşumunu destekler (Gompers vd., 2003; La Porta vd., 2002). Paydaş Teorisi ise tamamlayıcı bir bakış açısı sunarak, çalışanlar, müşteriler, tedarikçiler, topluluklar ve düzenleyiciler gibi çok sayıda paydaşla ilişkilerini rakiplerinden daha etkili bir şekilde yöneten firmaların stratejik avantajlar elde ettiğini öne sürer (Freeman, 2010; Godfrey vd., 2009).

Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) performansı ile firma performansı arasındaki ilişki, son otuz yılda akademik alanda yoğun bir şekilde incelenmiş ve bu süreçte geniş ve çeşitli bir bulgu kanıt bütünü ortaya çıkmıştır. İlk dönem araştırmaları, ağırlıklı olarak finansal performans göstergelerine odaklanmış olup, ancak çalışmalar arasındaki yaklaşım farklılıkları nedeniyle birbiriyle çelişen bulgular sunmuştur (Margolis & Walsh, 2003; Orlitzky vd., 2003). Bununla birlikte, birçok çalışmayı sentezleyen güncel kapsamlı analizler, bu ilişkiye dair daha anlamlı sonuçlar sağlamaktadır. Örneğin, Friede vd. (2015) tarafından yapılan ve 2000'den fazla ampirik çalışmayı kapsayan kapsamlı bir analiz, çalışmaların yaklaşık %90'ının ESG ve finansal performans arasında negatif olmayan bir ilişki bildirdiğini, %48'inin ise istatistiksel olarak anlamlı pozitif bir ilişki belgelediğini ortaya koymuştur. Benzer şekilde, Whelan vd. (2021) tarafından 2015-2020 yılları arasında yayınlanan 1000'den fazla çalışmayı inceleyen analiz, ESG yatırımlarının, özellikle temel iş operasyonları ve paydaş beklentileriyle uyumlu olduğunda, finansal getirilerini azaltmak yerine artırdığını teyit etmektedir. Ampirik çalışmalar da bu değerlendirmeleri desteklemektedir. Örneğin Eccles vd. (2014), güçlü sürdürülebilirlik uygulamalarına sahip firmaların 18 yıllık bir dönemde hem muhasebe hem de borsa metriklerinde benzerlerinden daha iyi performans gösterdiğini kanıtlamıştır. Fatemi vd. (2018) ise ESG performansının firma değerini pozitif etkilediğini ve bu etkinin, firmaların ESG faaliyetlerini şeffaf bir şekilde açıklamasıyla daha da güçlendiğini bulmuştur. Kiracı vd. (2026), 2010–2022 döneminde 14 büyük havayolunu panel veri yöntemiyle incelemiş ve ESG açıklama skorlarının hem karlılık hem de piyasa değeri üzerinde anlamlı pozitif etkisi olduğunu tespit etmiştir.

Bu pozitif bulgulara rağmen, farklı görüşler de mevcuttur. Bu görüşler, ESG yatırımlarının, yöneticilerin kişisel hedeflerini (örneğin, itibar artırma) hissedarların kaynakları pahasına takip ettiği bir vekalet sorununu temsil ettiğini savunur (Jensen, 2002). Bu bakış açısına göre, ESG faaliyetleri kaynakları verimli yatırımlardan uzaklaştırabilir ve orantılı bir fayda sağlamadan işletme maliyetlerini artırabilir (Surroca vd., 2010). Ancak, bu negatif etkilere yönelik ampirik çalışmalar oldukça sınırlıdır. Örneğin, Barnett ve Salomon (2006) ESG yatırımları ile finansal performans arasında doğrusal olmayan (eğrisel) bir ilişki olduğunu, hem çok az hem de çok fazla yatırımın, orta düzeyde yatırıma kıyasla daha iyi finansal sonuçlar doğurabileceğini öne sürmüştür. Türkiye çerçevesinde yapılan çalışmalarda da benzer farklılıkların olduğu gözlemlenmektedir (Arslan & Erdoğan, 2025; Çetenak vd., 2023; Şişman & Çankaya, 2021).

Bu alanda yapılan çalışmaların büyük bir çoğunluğu finansal sonuçlara (hisse senedi getirileri, Tobin's Q, varlık kârlılığı vb.) odaklanırken, operasyonel performans boyutları göz ardı edilmektedir (Whelan vd., 2021). Bu kapsamda, havayolları gibi yüksek sabit maliyetler, yoğun fiyat rekabeti ve önemli çevresel dışsallıklarla karakterize edilen sektörlerde, ESG-performans dinamiklerini diğer sektörlerden farklılaştırabilir (Suau-Sanchez vd., 2020). Bu nedenle, bu çalışmanın odaklandığı gibi, ESG'nin operasyonel sonuçlarına yönelik sektöre özgü araştırmalar hem teorik anlayışı iletirmek hem de yöneticilere farklı değerlendirmeler sunma imkânı sağlayabilir.

2.2. Operasyonel Etkinlik

Operasyonel etkinlik ve verimlilik, havacılık sektörünün kendine özgü özellikleri nedeniyle havayolu araştırmalarında merkezi bir konu oluşturmaktadır: yüksek sermaye yoğunluğu, döngüsel talep modelleri, yoğun

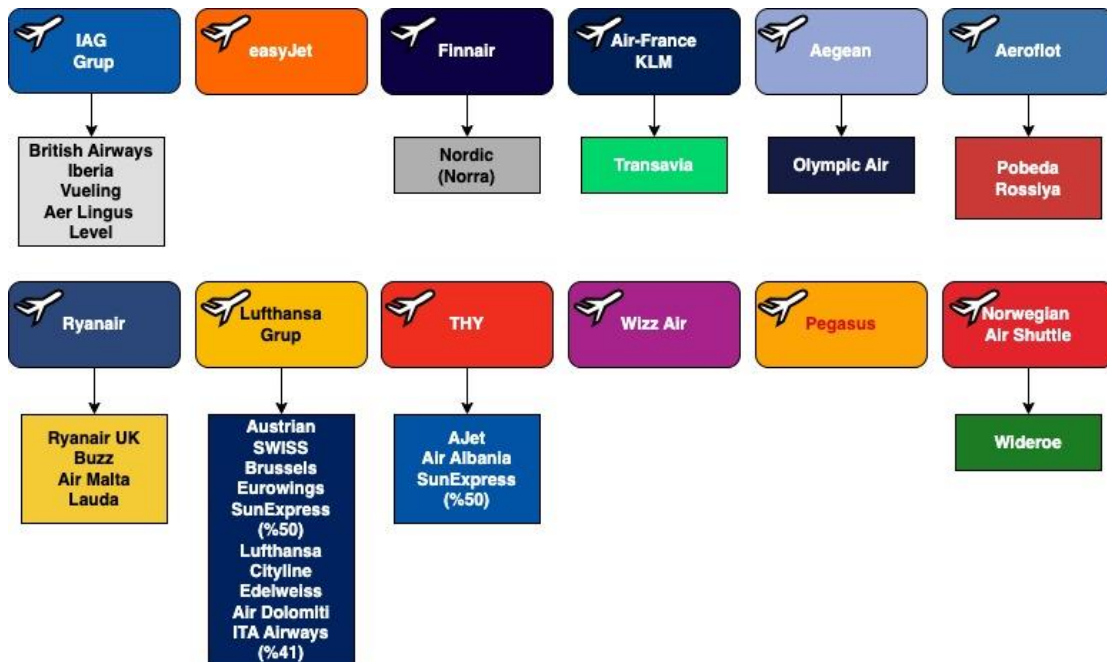
rekabet, düzenleyici karmaşıklık ve yakıt fiyatlarındaki dalgalanmalar, ekonomik gerilemeler ve sağlık krizleri gibi dış şoklara karşı savunmasızlık (Alsulami, 2025; Gudmundsson vd., 2021; Merkert & Hensher, 2011). Etkin ve verimli havayolları, girdileri (uçak, işgücü, yakıt, sermaye) çıktıya (yolcu-kilometre, gelir, hizmet kalitesi) rakiplerinden daha etkili bir şekilde dönüştürerek, daha düşük birim maliyetler, daha yüksek karlılık ve olumsuz koşullarda üstün dayanıklılık elde ederler (Scheraga, 2004).

Veri Zarflama Analizi (VZA), havayolu operasyonel verimliliğini ve etkinliğini ölçmek için baskın bir metodoloji olarak ortaya çıkmış ve 1980'lerde havayolu araştırmalarına girmesinden bu yana yüzlerce çalışmada kullanılmıştır (Cui & Yu, 2021; Schefczyk, 1993). VZA'nın uygulanabilirliği, kısıtlayıcı fonksiyonel form varsayımlarından kaçınırken aynı anda birden fazla girdi ve çıktıyı barındıran parametrik olmayan doğasından kaynaklanmaktadır (Banker vd., 1984; Charnes vd., 1978). Üretim veya maliyet fonksiyonlarının belirtilmesini gerektiren parametrik yaklaşımların aksine, VZA gözlemlenen verilerden ampirik bir verimlilik sınırı oluşturur ve her karar verme birimini (KVB) teorik optimum değerler yerine en iyi uygulamaları gerçekleştiren benzer birimlerle karşılaştırır (Cooper vd., 2006). Havayolu verimliliği ve etkinliği konusunda kapsamlı araştırmalar yapılmasına rağmen, ESG boyutları standart modellerde net bir şekilde yer almamaktadır. Çalışmalar, filo büyüklüğü, uçak türleri, ağ yapısı, işgücü, yakıt maliyeti gibi geleneksel operasyonel değişkenleri içermekte, ancak çevre yönetimi kalitesi, çalışan ilişkileri gücü, yönetim uygulamaları, paydaş katılımının etkinliği ve daha geniş kapsamlı sürdürülebilirlik taahhütlerini sistematik olarak dışlamaktadır (Chen vd., 2022; Merkert & Hensher, 2011; Tavassoli vd., 2014). Bu eksiklik, artan çevre düzenlemeleri, paydaşların sürdürülebilirlik talepleri ve havayollarının kendi net sıfır taahhütleri göz önüne alındığında giderek daha sorunlu hale gelmektedir (Caraveo Gomez Llanos vd., 2024). ESG uygulamalarının operasyonel etkinliği artırıp artırmadığını veya kısıtlayıp kısıtlamadığını anlamak, önemli teorik ve pratik sonuçları olan kritik bir bilgi boşluğunu temsil etmektedir (Yildiz vd., 2024).

3. METODOLOJİ VE VERİ

Bu çalışma, Avrupa havayollarında ESG performansı ile operasyonel etkinlik arasındaki ilişkiyi incelemek için Veri Zarflama Analizi (VZA) ve Tobit regresyonunu birleştiren iki aşamalı bir analitik yaklaşım kullanmaktadır. İki aşamalı metodoloji, farklı ancak birbirini tamamlayan araştırma sorularını ele almaktadır: 1. aşama, VZA'nın parametrik olmayan sınır yaklaşımını kullanarak operasyonel etkinliği ölçerken, 2. aşama Tobit regresyonunu kullanarak 1. aşamadan elde edilen etkinlik puanlarının ESG ve bağlamsal belirleyicilerini tanımlamakta ve 0 ile 1 arasında sınırlı olan etkinlik ölçümlerinin sansürlenmiş doğasını uygun şekilde ele almaktadır (Banker & Natarajan, 2008; Scheraga, 2004; Simar & Wilson, 2007).

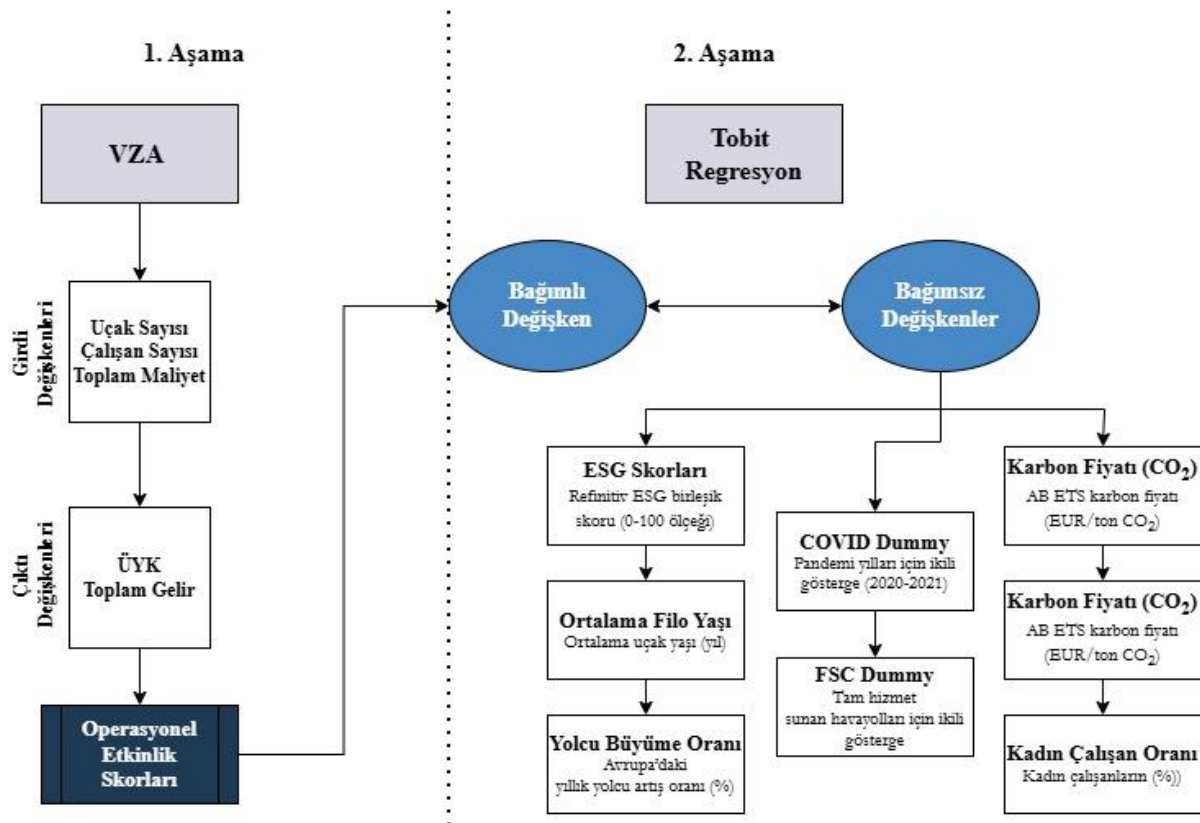
Çalışmanın örneklemi, 2017-2024 döneminde gözlemlenen borsada işlem gören 12 Avrupa havayolu işletmesinden (38 havayolu operatöründen) oluşmakta ve 96 havayolu-yıl gözlemi içermektedir.



Şekil 1. Avrupa'da Faaliyet Gösteren ve İncelenen Havayolları

2017–2024 döneminde Refinitiv Workspace veri tabanında kesintisiz ESG skoru bulunan bu havayolları, dünya yolcu trafiğinin yaklaşık %20'sini ve Avrupa yolcu trafiğinin yaklaşık %60'ını temsil etmektedir (Dünya Bankası; eurostat). Örneklem seçiminde Türkiye ile güçlü ekonomik bağları bulunan Avrupa havayolu pazarı esas alınmıştır. Avrupa Birliği (AB)-Türkiye Gümrük Birliği, iki taraf arasındaki imalat ticaretini önemli ölçüde artırmıştır (Larch vd., 2021). Bu ticaret akışlarının taşıyıcısı konumundaki Avrupa havacılık ağının stratejik konumunu güçlendirmiştir (Cristea vd., 2015; Oesingmann, 2022). Türkiye'nin Avrupa Havacılık ortak alanı anlaşmalarıyla ve otoriteleriyle olan uyumu ve AB kurumlarıyla kurumsal ilişkileri, incelenen havayollarının ortak bir düzenleyici çerçevede faaliyet gösterdiğini ve örneklem homojenliğini desteklemektedir (Muftuler-Bac, 2023). 2017-2024 dönemi, hem normal işletme koşullarını (2017-2019), hem COVID-19 pandemisinin yol açtığı aksaklıkları (2020-2021), hem de erken toparlanma aşamalarını (2022-2024) kapsamaktadır, bu da ESG-Etkinlik ilişkilerinin hava taşımacılığı endüstrinde nasıl değiştiğini incelemektedir. Verilerin doğruluğunu ve güvenilirliğini sağlamak için birden fazla kaynaktan veri toplanmıştır. Finansal ve operasyonel veriler, işletmelerin yatırımcı ilişkileri sitelerinde yayınlanan yıllık faaliyet raporları, mali tabloları ve yatırımcı sunumlarından alınmıştır (AEGEAN; Aeroflot; AirFrance; easyJet; Finnair; IAG; Lufthansa; Norwegian; Pegasus; Ryanair; THY; WizzAir). ESG performans ve finansal verileri de standartlaştırılmış ESG skorları sağlayan Refinitiv Workspace veri tabanından alınmıştır. Karbon fiyatı Dünya Bankası'ndan ve Avrupa yolcu sayısı gelişimi eurostat'tan temin edilmiştir (Dünya Bankası; eurostat). Çalışmanın izleyeceği metodoloji ve veriler Şekil 2'de gösterilmektedir.

Girdi ve çıktı özellikleri VZA sonuçlarını önemli ölçüde etkiler ve teorik uygunluk, veri kullanılabilirliği ve ampirik ayırt edici güç arasında denge sağlaması beklenmektedir (Banker vd., 1984). Girdi ve çıktı değişkenleri, Scheraga (2004), Barros ve Peypoch (2009), Merkert ve Hensher (2011) ve Yu (2016) havayolu etkinliği araştırmalarına dayanarak ve havayollarının temel üretim sürecini yansıtacak biçimde belirlenmiştir. Bu alanda yapılmış çalışmalarda benzer veriler kullanan daha birçok çalışma bulunmaktadır (Asker, 2021; Cui & Yu, 2021; Kiracı & Asker, 2019).



Şekil 2. Kullanılan Yöntemler ve Veriler Özet Tablosu

3.1. Veri Zarflama Analizi

Veri Zarflama Analizi (VZA), gözlemlenen verilerden ampirik bir üretim sınırını oluşturan ve her bir karar verme biriminin (KVB) bu üretim sınırına göre etkinliğini ölçen parametrik olmayan bir doğrusal programlama tekniğidir (Banker vd., 1984; Charnes vd., 1978). VZA'nın parametrik yaklaşımlara göre en önemli avantajı, üretim fonksiyonunun yapısının önceden belirlenmesini gerektirmediği için fonksiyonel ilişkilerin teorik olarak belirsiz kaldığı

havayolu operasyonları gibi karmaşık, çok girdili, çok çıktılı üretim süreçleri için özellikle uygun olmasıdır (Cooper vd., 2006).

Charnes vd. (1978) tarafından geliştirilen girdi odaklı sabit ölçek getirisi (CRS) VZA modeli kullanılmaktadır. Bu model, teknik etkinliği, mevcut çıktı seviyelerini korurken mümkün olan maksimum orantılı girdi azaltımı olarak ölçmektedir. Girdi odaklılık havayolları için uygun olup içsel faktörlerin kullanımı üzerinde daha fazla kontrol imkanı bulunmaktadır (Doğan vd., 2024). Özellikle de kapasite ayarlamalarının stratejik önceliklerin başında geldiği talep düşüşleri zamanlarında bu daha da önem kazanmaktadır (Coelli, 1996; Scheraga, 2004). CRS varsayımı, havayolu işletmeleri optimal ölçekte faaliyet gösterdiğinde uygundur, ancak pratikte eksik rekabet ve finansal kısıtlamaların optimal ölçekten sapmalara neden olabileceği kabul edilmektedir (Banker vd., 1984).

Tüm VZA hesaplamaları, akademik araştırmalarda kapsamlı bir şekilde doğrulanmış, verimlilik ve üretkenlik analizi için yaygın olarak kullanılan bir bilgisayar programı olan DEAP Sürüm 2.1 kullanılarak gerçekleştirilmiştir (Coelli, 1996). DEAP, Fare vd. (1994) tarafından özetlenen matematiksel programlama yöntemlerini uygular ve VZA analizinde yer alan doğrusal programlama problemlerine sağlam çözümler sunmaktadır.

CRS (sabit ölçek getirisi) girdi odaklı VZA modeli şu şekilde formüle edilmiştir:

$$\text{Min } \theta_{\lambda}. \quad (1)$$

$$\text{Kısıtlar:} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j y_{rj} \geq y_{r0}, \quad r = 1, \dots, s, \quad (2)$$

$$\sum_{j=1}^n \lambda_j x_{ij} \leq \theta_{i0}, \quad i = 1, \dots, m, \quad (3)$$

$$\lambda_j \geq 0, j = 1, \dots, n, \quad (4)$$

$$\text{VRS (değişken ölçek getirisi) – BCC modeli için ek kısıt:} \quad \sum_{j=1}^n \lambda_j = 1. \quad (5)$$

$$\text{Ölçek etkinliği:} \quad SE = \frac{\theta_{CRS}}{\theta_{VRS}}. \quad (6)$$

Operasyonel etkinlik skoru $\lambda_j = 1$, DMU k'nin etkin sınırdaki (tamamen etkin) çalıştığını gösterirken, $\lambda_j < 1$ teknik etkinsizliği gösterir ve $(1 - \lambda_j)$ çıktıları korurken mümkün olan orantılı girdi azaltımını temsil etmektedir.

Ölçek etkinliği (SE) değeri [0,1] aralığında tanımlanmıştır. SE=1 ise KVB optimum ölçekte faaliyet göstermekte; SE <1 ise ölçek etkinsizliği mevcut olup KVB'ye artan ölçek getirisine (IRS) ya da azalan ölçek getirisine (DRS) tabi bulunmaktadır. Ölçek ekonomilerinin belirgin olduğu havacılık sektöründe (Johnston & Ozment, 2013), Banker vd. (1984) tarafından geliştirilen VRS modeli de uygulanmış ve her iki modelden elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak sunulmuştur. Bu çalışmada ise CRS modeli inceleme döneminde karşılaştırmalı etkinlik ölçümünün temel göstergesi olarak kullanılmıştır (Charnes vd., 1978; Li vd., 2021).

3.2. Tobit Regresyonu

2. aşama, ESG performansı ve diğer bağımsız değişkenlerin 1. Aşama VZA'dan elde edilen etkinlik skorlarını nasıl etkilediğini analiz eder. VZA etkinlik skorlarının sansürlüdür: bu skorlar 0 ile 1 arasında sınırlıdır ve gözlemlerin önemli bir kısmı (örnekleme %45,8) maksimum etkinlik skoru olan 1'e ulaşmaktadır (sağ sansürlenmiş). Bağımlı değişken sansürlendiğinde, sıradan en küçük kareler (OLS) regresyonu, sürekli, sınırsız normal dağılımları varsaydığı için önyargılı ve tutarsız parametre tahminleri üretir (McDonald, 2009; Simar & Wilson, 2007). Tobin (1958) tarafından geliştirilen Tobit modeli, sansürleme mekanizmasını modelleyerek sansürlenmiş bağımlı değişkenleri uygun şekilde ele alır. Tobit modeli, normal dağılım izleyen ancak yalnızca kısmen gözlemlenen gizli bir değişken varsayar:

$$y_i^* = \beta x_i + \varepsilon_i, \quad (7)$$

$$\varepsilon_i \sim N(0, \sigma^2). \quad (8)$$

Modelde y_i^* gizli (gözlemlenemeyen) etkinlik potansiyelini, x_i açıklayıcı değişkenlerin vektörünü, β tahmin edilecek parametrelerin vektörünü ve ε_i hata terimini göstermektedir. Gözlemlenen etkinlik skoru (y) ile gizli değişken (y_i^*) arasındaki ilişki sansürleme mekanizmasıyla tanımlanmaktadır. Etkinlik skoru sansürlenen gözlemlerde ($0 < y_i^* < 1$) doğrudan $y = y_i^*$ olarak gerçekleşirken, sağ sansürlenmiş gözlemlerde ($y_i^* \geq 1$) üst sınıra yapışmakta ve $y=1$ olarak gözlemlenmektedir. Bu iki koşulun bir arada ele alınması, VZA etkinlik skorlarının $[0,1]$ aralığıyla sınırlı yapısından kaynaklanan yığılmayı uygun biçimde modellemektedir.

Tobit modeli, sansürlenmiş ve sansürlenmemiş gözlemlerin olasılık katkılarını farklılaştırarak sansürlemeyi uygun şekilde hesaba katan maksimum olasılık tahmini (Tobit regresyonu) kullanarak β ve σ^2 parametrelerini tahmin eder (Maddala, 1983). Banker ve Natarajan (2008), etkinlik skorları sansürleme gösterdiğinde Tobit regresyonunun ikinci aşama VZA analizi için tutarlı ve verimli tahminler sağladığını, OLS'nin ise bağlamsal değişken etkilerinin aşağı yönlü önyargılı tahminlerini ürettiğini göstermiştir. Çalışmanın Tobit regresyon modeli, ESG performansı ve yedi kontrol değişkeninin operasyonel etkinliği nasıl etkilediğini incelemektedir (i = havayolu ($i = 1, \dots, 12$) ve t = yıl ($t = 2017, \dots, 2024$)):

$$\begin{aligned} \text{Operasyonel Etkinlik}_{it} &= \beta_0 + \beta_1(\text{ESG Skoru}_{it}) + \beta_2(\text{Filo Yaşı}_{it}) + \beta_3(\text{COVID Dummy}_{it}) \\ &+ \beta_4(\text{FSC Dummy}_{it}) + \beta_5(\text{Yolcu Büyümesi}_{it}) + \beta_6(\text{Kadın Çalışan Oranı}_{it}) \\ &+ \beta_7(\text{Karbon Fiyatı}_{it}) + \beta_8(\text{Dar Gövdeli}_{it}) + \varepsilon_{it}. \end{aligned} \quad (9)$$

Bu tanımlama, β_1 (ESG etkisi) aracılığıyla Hipotez 1'i, β_3 (COVID etkisi) aracılığıyla Hipotez 2'yi, COVID Dummy dahil edildiğinde β_1 'in anlamlı olup olmadığını inceleyerek Hipotez 3'ü ve β_4 (tam hizmet sunan taşıyıcılar ve düşük maliyetli taşıyıcılar) aracılığıyla Hipotez 4'ü test etmektedir. Tanımlama testleri, model varsayımlarının ve özelliklerinin geçerliliği için yapılmaktadır. Biçimsel testler, klasik varsayımlardan bazı sapmalar ortaya çıkarmıştır: Jarque-Bera (istatistik=6,08, $p=0,048$) ve Shapiro-Wilk (istatistik=0,97, $p=0,035$) testleri, artıkların normalliğini reddederken, Breusch-Pagan testi (istatistik=42,16, $p<0,001$) heteroskedastisiteyi göstermiştir. Ancak, bu aykırılıklar sansürlü regresyonda bir sorun teşkil etmemektedir. Etkinlik skorlarının %45,8'inin 1,0 üst sınırında sağ sansürlendiği ve bu da doğal bir dağılım asimetrisi oluşturduğu göz önüne alındığında, dağılımın normal olmaması beklenmektedir (Long, 1997; Wooldridge, 2010). Tobit modelleri için maksimum olasılık tahmincileri, örneklem büyüklükleri yeterli olduğunda (çalışmada $N=96$) normal olmayan durumlarda bile tutarlı ve asimptotik olarak normal tahminler sağlamaktadır (Newey & McFadden, 1994). Heterojenliği ele almak için, Huber-White heteroskedastisiteye uygun kovaryans matrisi tahmincisi kullanarak doğru standart hatalar kullanılmış olup, bu da sabit olmayan varyans altında da tutarlı çıkarımlar sağlamaktadır (MacKinnon & White, 1985; White, 1980). Ramsey RESET testi de (istatistik=1,77, $p=0,176$) doğru doğrusal tanımlamanın sıfır hipotezini reddetmemiş ve böylece fonksiyonel yapının uygun olduğunu ve sonuçları etkileyecek önemli bir değişken eksikliği olmadığını doğrulamıştır. Tüm açıklayıcı değişkenler için varyans artış faktörleri (VIF) 5,0'ın oldukça altında kalmıştır (en yüksek VIF = FSC kuklası için 4,468; dar gövdeli uçak yüzdesi için VIF = 2,544, Tablo 1). Bu değerler kabul edilebilir eşiklerin sınırları içinde kalmaktadır ve katsayı tahminlerini etkileyebilecek çoklu doğrusallık olmadığını doğrulamaktadır (Hair vd., 2010).

4. BULGULAR VE TARTIŞMA

Tablo 1, bu çalışmada kullanılan tüm değişkenlerin tanımlayıcı istatistiklerini sunmaktadır. Örneklem, 2017-2024 dönemi boyunca 12 büyük Avrupa havayolunu kapsayan 96 havayolu-yıl gözlemini içermekte olup, pandemi öncesi ve sonrası dönemleri kapsayan bir panel veri seti sunmaktadır.

Tablo 1. Tanımlayıcı İstatistikler

Değişken	N	Ortalama	Std. Sapma	Min	Max	Skewness	Kurtosis	VIF
ESG Skoru	96	57,45	17,76	16,69	87,98	-0,553	-0,617	2,35
Filo Yaşı Ort.	96	8,94	2,89	3,60	14,60	-0,092	-1,133	2,45
Dar Gövde Uçak %	96	85,48	14,09	65,10	100,00	-0,07	-1,812	2,54
Kadın Çalışan %	96	46,55	6,43	31,57	57,00	-0,255	-0,174	1,77
Karbon Fiyatı	96	44,55	31,61	5,65	96,30	0,372	-1,387	2,24
Yolcu Büyümesi %	96	14,61	42,97	-69,65	87,47	-0,165	0,153	2,08

Dummy Değişkenler: FSC Dummy: 1=53 (%55,2), 0=43 (%44,8) VIF Değeri: 4,47. COVID Dummy: 1=24 (%25,0), 0=72 (%75,0) VIF Değeri: 1,22.

Tablo 2. Havayolu Bazında Ölçek Etkinliği Ortalamaları

Havayolu	CRS Ort.	VRS Ort.	Ölçek Etkinliği Ort.	CRS Min.	CRS Maks.
Pegasus	0,984	1,000	0,984	0,925	1,000
Air France-KLM	0,980	0,981	0,999	0,905	1,000
Turkish Airlines	0,955	0,967	0,987	0,884	1,000
IAG	0,948	0,950	0,998	0,738	1,000
Wizz Air	0,941	0,985	0,950	0,527	1,000
Ryanair	0,935	0,954	0,980	0,625	1,000
EasyJet	0,930	0,936	0,993	0,607	1,000
Lufthansa	0,918	1,000	0,918	0,830	1,000
Aeroflot	0,852	0,907	0,938	0,675	1,000
Finnair	0,852	0,971	0,874	0,542	1,000
Norwegian	0,841	0,956	0,876	0,570	1,000
Aegean	0,837	1,000	0,837	0,514	1,000

Tablo 2, CRS ve VRS modellerinden elde edilen etkinlik skorlarını ve ölçek etkinliğini sunmaktadır. Örneklem genelinde ortalama CRS etkinliği 0,914 (SD=0,125), ortalama VRS etkinliği 0,967 (SD=0,079) ve ortalama ölçek etkinliği 0,944 (SD=0,097) olarak hesaplanmıştır. CRS ve VRS ortalamaları arasındaki fark istatistiksel olarak anlamlıdır (eşleştirilmiş t-testi: $t=5,61$; $sd=95$; $p<0,001$). Bu bulgu havayollarının optimum ölçekten sapabileceğini göstermektedir. Ölçek etkinsizliği gözlemlerin yarısında ($SE<0,99$: %50) gözlemlenmiştir. Tam hizmet sunan havayolları (Air France-KLM, IAG) yüksek ölçek etkinliğine sahipken, bazı havayolları (Aegean ($SE=0,837$), Finnair ($SE=0,874$), Norwegian ($SE=0,876$)) daha büyük ölçek etkinsizliği sergilemiştir.

ESG skorları ortalama 57,45 (SD = 17,76) olup, havayolları arasında 16,69 ile 87,98 arasında önemli farklılıklar bulunmaktadır. Bu geniş dağılım, Avrupa havayolu endüstrisindeki sürdürülebilirlik uygulamalarının henüz standartlaşmadığını göstermektedir. Bazı taşıyıcılar yüksek ESG puanlarına ulaşırken, diğerleri belirgin bir şekilde geride kalmaktadır. Hafif negatif çarpıklık (-0,553), ESG puanlarının yüksek olduğu yönünde küçük bir yoğunlaşmayı göstermektedir. Bu eğilim, inceleme dönemi boyunca sürdürülebilirliğin Avrupa havayolları arasında giderek daha fazla öncelik kazandığına işaret etmektedir. Filo yaşı ortalaması 8,94 yıldır (SD = 2,89). Dar gövdeli uçakların yüzdesi ortalama %85,48'dir (SD = 14,09). Bu oran, Avrupa'daki kısa ve orta mesafeli operasyonlarda dar gövdeli uçakların hâkim olduğunu yansıtmaktadır. Kadın çalışan oranı ile ölçülen cinsiyet dağılımı ortalaması %46,55 (SD = %6,43) olup, sektör genelinde cinsiyet dağılım eşitliğine yaklaşılmaktadır. Çalışma süresi boyunca karbon fiyatlandırması ton başına ortalama 44,55 €'dur (SD=31,61 €). Avrupa'daki yolcu artışı ortalama %14,61 (SD=42,97) olarak gerçekleşmiştir. Bu artışta, COVID-19 pandemisinin neden olduğu önemli dalgalanmalar etkili olmuştur. Pandemi, % -69,65 ile % +87,47 arasında değişen düzeyde talep dalgalanmalarına neden olmuştur. COVID-19 dönemi (2020-2021), gözlemlerin %25'ini (96'nın 24'ü) oluşturarak, pandemi etkilerini izole etmek için yeterli zamansal varyasyon sağlamıştır. Tam hizmet sunan havayolu işletmeleri (FSC), havayolu-yl gözlemlerinin %67'sini oluştururken, düşük maliyetli havayolu işletmeleri %33'ünü oluşturmaktadır. Avrupa bölgesinde her iki iş modelinin var olma dağılımını yansıtmaktadır.

Tablo 3, tüm değişkenler için Pearson korelasyon matrisini göstermektedir. ESG puanı, yolcu büyümesi ve karbon fiyatının operasyonel etkinlik ile istatistiksel olarak pozitif bir korelasyon sergilemektedir. Buna karşılık filo yaşı ortalaması, dar gövde uçak oranı ve kadın çalışan oranı etkinlik skoru ile negatif bir korelasyonu bulunmaktadır.

Tablo 3. Korelasyon Matrisi

Değişken	CRS Etkinlik Skoru	ESG Skoru	Filo Yaşı Ort.	Dar Gövde Uçak %	Kadın Çalışan %	Karbon Fiyatı	Yolcu Büyümesi %
CRS Etkinlik Skoru	1	0.202	-0.094	-0,047	-0,242	0,051	0,236
ESG Skoru	0,202	1	0,577	-0,578	0,071	0,249	0,072
Filo Yaşı Ort.	-0,094	0,577	1	-0,581	0,432	0,223	0,092
Dar Gövde Uçak %	-0,047	-0,578	-0,581	1	-0,274	0,035	0,025
Kadın Çalışan %	-0,242	0,071	0,432	-0,274	1	0,093	0,077
Karbon Fiyatı	0,051	0,249	0,223	0,035	0,093	1	0,639
Yolcu Büyümesi %	0,236	0,072	0,092	0,025	0,077	0,639	1

Tablo 4, havayolu operasyonel CRS etkinliğinin belirleyicilerini inceleyen Tobit regresyon sonuçlarını göstermektedir. Genel model, istatistiksel olarak güçlü bir anlamlılık göstermektedir (Wald $\chi^2 = 50,49$, $p < 0,001$), bu da tahmin değişkenlerinin topluca etkinlik skorlarındaki önemli farklılıkları açıkladığını göstermektedir. Bağımlı değişkenin sansürlenmiş yapısı (gözlemlerin %45'i 1,000 üst sınırında) sansürleme durumunda önyargılı ve tutarsız tahminler verecek olan sıradan en küçük kareler (OLS) yerine Tobit regresyonunun kullanılmasını geçerli kılar (Greene, 2018; Tobin, 1958). VRS etkinlik skorlarıyla tahmin edilen Tobit modelinde (Tablo 5) ESG katsayısı marjinal düzeyde anlamlı bulunmuştur ($\beta=0,00469$; $SE=0,00259$; $p=0,07$). Bu sonuç, ESG etkisinin ölçek etkinsizliğini de içeren genel etkinlik çerçevesinde incelemede CRS'nin VRS'den daha uygun olduğunu göstermektedir.

ESG puanı, operasyonel etkinlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir pozitif etki göstermektedir ($\beta=0,0065$). Bu etki Hipotez 1'i desteklemektedir. Ayrıca bu katsayı, ESG puanındaki 10 puanlık bir artışın, etkinlik puanında 0,065 puanlık bir artışla ilişkili olduğunu ve bu da örneklem ortalamasına (0,914) göre operasyonel etkinliğin yaklaşık %6,5 oranında bir artışa karşılık geldiğini göstermektedir. Yüksek ESG performansının birçok kanal aracılığıyla operasyonel avantajlar sağladığını göstermektedir (Abdi vd., 2022; Kaffash vd., 2024; Sun vd., 2025). Bu etkinin büyüklüğü ekonomik açıdan önemlidir ve ESG yatırımlarının yalnızca uyum maliyetleri değil, aynı zamanda temel operasyonel performansı artıran stratejik girişimler olduğunu göstermektedir. Kim (2025) belirttiği gibi ESG-etkinlik ilişkisi çevresel ve sosyal yatırımların yalnızca maliyet oluşturduğu şeklindeki geleneksel varsayımı sorgulamakta ve bunun yerine Kramer ve Porter (2011) ortak değer oluşturmadaki "iyilik yap" perspektifini desteklemektedir.

Tablo 4. Tobit Regresyon Sonuçları (CRS Etkinlik Sonuçlarıyla)

Değişken	Katsayı	Std. Hata	z-değeri	p-değeri
Sabit Terim	1,1984	0,2418	4,96	<0,001***
ESG Skoru	0,0065	0,0016	4,10	<0,001***
Filo Yaş Ortalaması	-0,0161	0,0095	-1,69	0,091
Dar Gövde Uçak %	-0,0013	0,0018	-0,70	0,485
FSC Dummy	-0,1558	0,0684	-2,28	0,023*
COVID Dummy	-0,1601	0,0410	-3,90	<0,001***
Kadın Çalışan %	-0,0034	0,0033	-1,01	0,313
Karbon Fiyatı	-0,0015	0,0008	-1,90	0,058
Yolcu Büyümesi %	0,0011	0,0006	1,93	0,054

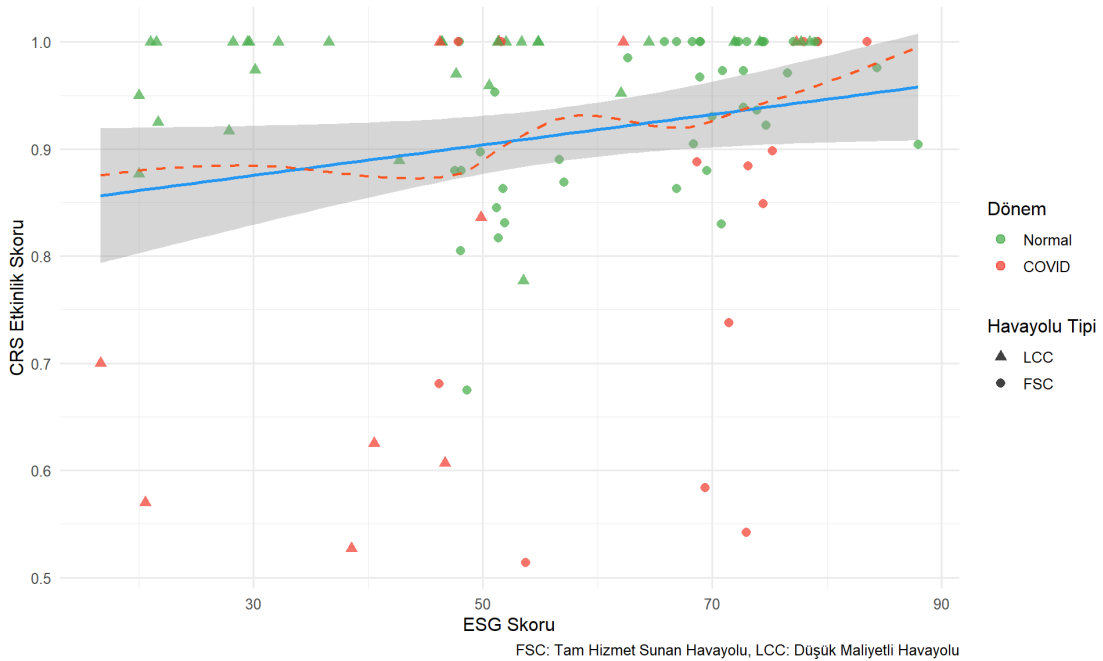
N=96, Log-likelihood=2,072, AIC=15,86, BIC=41,50, Wald $\chi^2=50,49$ *** Not: *** $p < 0,001$, ** $p < 0,01$, * $p < 0,05$. Model: İki taraflı Tobit regresyonu (sol sansür=0, sağ sansür=1). Bağımlı değişken: VZA etkinlik skor. Sansürleme: Sol=0 (%0), Sansürlü=52 (%54,2), Sağ=44 (%45,8). Standart hatalar robust.

Tablo 5. Tobit Regresyon Sonuçları (VRS Etkinlik Sonuçlarıyla)

Değişken	Katsayı	Std. Hata	z-değeri	p-değeri
Sabit Terim	0,4352	0,4080	1,067	0,2861
ESG Skoru	0,0046	0,0002	1,814	0,0696
Filo Yaş Ortalaması	0,0253	0,0147	1,717	0,0860
Dar Gövde Uçak %	0,0065	0,0033	1,963	0,0496*
FSC Dummy	-0,0880	0,1305	-0,674	0,5003
COVID Dummy	-0,2431	0,0662	-3,673	<0,001***
Kadın Çalışan %	-0,0020	0,0062	-0,328	0,7427
Karbon Fiyatı	-0,0028	0,0014	-1,934	0,0530
Yolcu Büyümesi %	0,0058	0,0008	0,714	0,4753

N=96, Log-likelihood=-16,83, AIC=53,65, BIC=79,29, Wald $\chi^2=18,94^{***}$ Not: *** p<0,001, ** p<0,01, * p<0,05. Model: İki taraflı Tobit regresyonu (sol sansür=0, sağ sansür=1). Bağımlı değişken: VZA etkinlik skor. Sansürleme: Sol=0 (%0), Sansürlü=22 (%22,9), Sağ=74 (%77,1). Standart hatalar robust.

COVID-19 kukla değişkeni etkinlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı ve önemli bir negatif etki göstermektedir ($\beta=-0,160$). Hipotez 2 ve Hipotez 3 ile bu sonuçlar tutarlıdır. Bu katsayı, havayollarının pandemi dönemi (2020-2021) boyunca operasyonel etkinliklerinde pandemi öncesi ve toparlanma dönemlerine kıyasla %16,01'lik bir düşüş yaşadığını göstermektedir. Bu ciddi etkinlik kaybı, sektörün karşı karşıya kaldığı zorlukları yansıtmaktadır (Chen vd., 2022; Paraschi, 2022). Şekil 3'te ESG ile etkinlik arasındaki pozitif ilişki pandemi döneminde de devam etmektedir. Geniş paydaş katılımının zor olduğu dönemlerde organizasyonları koruduğu yönündeki paydaş teorisinin öngörüsüyle tutarlı olduğu gözlemlenmektedir (Albuquerque vd., 2020; Lins vd., 2017). Yüksek ESG'ye sahip firmaların pandemi sırasında iyi hisse senedi performansı sergilediğine dair çalışmalarla da tutarlı olduğu görülmektedir (Broadstock vd., 2021; Demers vd., 2021). Bu bulgular, yüksek ESG puanlarının kriz sırasında bir dereceye kadar operasyonel dayanıklılığa katkı sağlamış olabileceğini işaret etmektedir (Chen vd., 2022; Gao & Geng, 2024). İşletmelerin, sürdürülebilirlik ölçütlerini operasyonel göstergelerine ve yönetim teşviklerine entegre ederek ESG'yi geleneksel finansal Anahtar Performans Göstergeleri (KPI)'yla aynı önceliğe yükseltmesi önerilmektedir (Eccles & Serafeim, 2013). Çalışma sonuçları, havayollarının ESG yatırımlarının uyum maliyetlerinden ziyade temel operasyonları geliştiren stratejik girişimler olduğuna işaret etmektedir.



Şekil 3. ESG ve Operasyonel Etkinlik İlişkisi

Tam hizmet sunan havayolu (FSC) kukla değişkeni, etkinlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir negatif etki göstermektedir ($\beta=-0,1558$). Bu sonuçla da Hipotez 4 kısmi olarak desteklenmektedir. Bu katsayı, diğer tüm faktörler

sabit tutulduğunda, Tam hizmet sunan havayollarının düşük maliyetli havayolu işletmelerine kıyasla %15,58 daha düşük etkinlikle çalıştığını göstermektedir. Bu sonuç, literatürdeki diğer çalışmalarla uyumlu olarak, iş modelinin temel bir etkinlik belirleyicisi olduğunu göstermektedir (Barros & Peypoch, 2009; Merkert & Hensher, 2011). Bu etkinlik kaybı, FSC'lerin daha karmaşık operasyonel modellerinin bir sonucu olarak görülmektedir. FSC etkisinin büyüklüğü (-0,1558) COVID etkisine (-0,1601) neredeyse eşit olup bu da iş modeli farklılıklarının pandeminin operasyonel aksaklıklarına benzer etkinlik kayıplarına yol açtığını göstermektedir. Ancak, FSC dezavantajı yapısal ve kalıcıdır, oysa COVID etkileri geçici ve telafi edilebilir. Bu bulgu, havayolu iş modelleri arasındaki sistematik etkinlik farklılıklarını belirten çalışmalarla da uyumludur (Asker, 2022; Barros & Peypoch, 2009; Merkert & Hensher, 2011; Wanke & Barros, 2016). Tam hizmet sunan havayolları, üstün hizmet kalitesi sunmalı veya Şekil 1'de gösterildiği gibi grup içerisinde düşük maliyetli iş modeliyle hizmet sunan hava operatörlerine yer vererek hibrit bir yapıya dönüşmektedirler. Bu dönüşüm de grup olarak maliyet yapılarını kontrol etmelerine imkân sunmaktadır.

Kontrol değişkenlerden filo yaşı ortalaması ve karbon fiyatının p değeri %5 üzerinde %10'nun altında olduğundan Pritschet vd. (2016) göre marjinal anlamlılık ile değerlendirilmiştir. Ortalama filo yaşının operasyonel etkinlik üzerinde marjinal negatif bir etkisi olduğu ($\beta = -0,0161$) tespit edilmiştir. Bu bulgu, yaşlı uçakların artan bakım maliyetleri ve düşük yakıt verimliliği nedeniyle operasyonel maliyeti artırdığı görülmektedir (Lavin vd., 2017; Liu vd., 2025). Avrupa'daki yolcu büyümesi ise etkinlik üzerinde anlamlı pozitif bir etki ($\beta = 0,0011$) göstermiş, bu durum havayolu endüstrisindeki ölçek ekonomileri ve kapasite kullanımındaki iyileşmelerle açıklanmaktadır (IATA, 2024a; Johnston & Ozment, 2013). Karbon fiyatının etkinlik üzerinde marjinal olarak anlamlı negatif bir etkisi ($\beta = -0,0015$) olduğu gözlemlenmiş olup, karbon fiyatlandırmasının kısa vadeli uyum maliyetleri veya operasyonel karmaşıklık yaratabileceği yönündeki tartışmalarla örtüşmektedir (Albert vd., 2025; Pagoni & Psaraki-Kalouptsi, 2016). Dar gövdeli uçak yüzdesi ve kadın çalışan oranı ise etkinlik üzerinde istatistiksel olarak anlamlı bir etki göstermemiştir. Bu sonuca karşılık cinsiyet dağılım eşitliğinin gelişmesinin genel performans üzerindeki olumlu etkilerini vurgulayan çalışmalara rağmen, bu durum havacılık sektörüne özgü olabileceği de değerlendirilmektedir (McKinsey, 2020).

Tablo 6. Panel Veri Analizi Sonuçları (Sağlamlık Testi)

Değişken	Sabit Etkiler (FE)		Rastgele Etkiler (RE)	
	β	p-değeri	β	p-değeri
ESG Skoru	0,00347	<0,001***	0,00265	0,002**
COVID Dummy	-	-	-0,131	<0,001***
Hausman χ^2	7,11 (sd=5, p=0,212)			
Breusch-Pagan χ^2	0,597 (p=0,440)			

Not: FE = Sabit Etkiler (dirençli standart hatalar; t=3,77). RE = Rastgele Etkiler (SE=0,000862). Hausman testi: RE tercih edilir (p=0,212). Breusch-Pagan LM testi: bireysel panel etkileri istatistiksel açıdan sınırlı (p=0,440). ** p<0,01; *** p<0,001.

Tobit bulgularının sağlamlığını sınamak amacıyla panel veri yöntemleri ek analiz olarak uygulanmıştır (Tablo 6). Hausman testi ($\chi^2=7,11$; sd=5; p=0,212) sabit etkiler ile rastgele etkiler modeli arasında sistematik bir fark bulunmadığını ortaya koymuş ve rastgele etkiler modelini desteklemiştir. Breusch-Pagan LM testi ($\chi^2=0,597$; p=0,440) bireysel panel etkilerinin istatistiksel açıdan sınırlı olduğunu teyit etmekte olup bu sonuç Tobit yaklaşımının veri yapısına uygunluğunu doğrulamaktadır. Rastgele etkiler modelinde ESG katsayısı anlamlılığını korumuştur ($\beta=0,00265$; SE=0,000862; p=0,002). Sabit etkiler modelinde dirençli standart hatalarla da ESG etkisi güçlü biçimde sürmektedir ($\beta=0,00347$; t=3,77; p<0,001). COVID-19 kukla değişkeni her iki panel modelinde de anlamlı negatif etki göstermekte (RE: $\beta=-0,131$; p<0,001) ve ana Tobit bulgusuyla örtüşmektedir. Bu sonuçlar, ESG performansı ile operasyonel etkinlik arasındaki pozitif ilişkinin farklı ekonometrik yaklaşımlar altında tutarlılığını koruduğunu göstermektedir.

5. SONUÇ

Bu çalışma, ESG performansının Avrupa havayolu endüstrisinde operasyonel etkinliği önemli artırdığına ilişkin sonuçlar sunmaktadır. 2017-2024 yılları arasında 12 havayolu olmak üzere toplamda 38 havayolu operatörünün konsolide verisi ve panel regresyonu, veri zarflama analizi ve Tobit regresyonunu birleştiren bir yaklaşım tercih edilmiştir. Bunun sonucunda, ESG puanındaki her 10 puanlık bir artışın operasyonel etkinlikte %6,5'lik bir iyileşmeyle ilişkili olduğunu ve bu sonucunda ekonomik açıdan anlamlı bir etki oluşturduğu gösterilmektedir. Bu olumlu ESG-

etkinlik ilişkisi, etkinliği %16 oranında azaltan COVID-19 pandemisi sırasında bile devam ettiği gözlemlenmektedir. Bu durum, sürdürülebilirlik uygulamalarının kriz koşullarında göreceli performansı koruyan kurumsal dayanıklılık oluşturduğunu işaret etmektedir. Ayrıca, tam hizmet sunan havayollarının düşük maliyetli havayollarına göre %15,6 daha düşük etkinlikle çalıştığını tespit edilmektedir. Bu sonuç, pandeminin etkisine benzer büyüklükte olan yapısal bir dezavantaj olduğu gözlemlenmekle birlikte, iş modelinin temel bir etkinlik belirleyicisi olduğunu vurgulama imkânı sağlamaktadır.

Teorik katkı açısından çalışma, paydaş teorisi ve kaynak temelli görüşü Avrupa havacılığına uyarlayarak sürdürülebilirliğin operasyonel performansı kısıtlamak yerine geliştirdiğini ortaya koymaktadır. Metodolojik olarak ise VZA etkinlik skorları ve Tobit regresyonunu birleştirerek sansürlenmiş bağımlı değişken sorununu sistematik biçimde ele almaktadır. Çalışma, ESG yatırımlarının yalnızca uyum harcamalarından ibaret olmadığını göstermekte; sürdürülebilirliğe öncülük eden havayollarının somut bir rekabet avantajı elde ettiğini ortaya koymaktadır.

İklim sorunlarının artması, paydaş beklentileri ve düzenleyici zorunluluklarla karşı karşıya kalırken, çalışma sonuçları ESG entegrasyonunun havacılık sektöründe operasyonel rekabet gücü için önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Sürdürülebilirlik bileşenlerine yatırım yapan havayolları, tam etkinliğe ulaşarak ve sektörün karbon salımını azaltma yönündeki dönüşüm sürecinde daha iyi yol alacağı gözlemlenmektedir.

Gelecekteki araştırmalar diğer bölgelere genişletilebilir ve ESG bileşenlerinin (çevre, sosyal ve yönetim) her birinin daha detaylı analizi yapılabilir. Havayollarının sürdürülebilirlik raporlarının daha yaygın ve ayrıntılı hale gelmesi, bu analizleri derinleştirmeye olanak tanıyacak verilere erişimi de kolaylaştıracaktır. Bu sınırlamalara rağmen, çalışma havacılık sektöründe sürdürülebilirlik ve etkinliğin birbiriyle rekabet eden hedefler değil, birbirini tamamlayan hedefler olduğuna dair sonuçlar sağlamaktadır.

ETİK BEYAN & GENEL AÇIKLAMALAR

Bu makale araştırma ve yayın etiği standartlarını karşılamaktadır.

YAPAY ZEKÂ KULLANIM BEYANI

Bu çalışmanın hazırlanmasında üretken yapay zekâ veya yapay zekâ destekli herhangi bir araç kullanılmamıştır.

YAZARLARIN KATKILARI

Tüm yazarlar makalenin son halini okumuştur ve onaylamıştır.

FON

Söz konusu değildir.

VERİ VE MALZEME MÜSAİTLİĞİ

Söz konusu değildir.

ÇIKAR ÇATIŞMALARI

Yazarlar herhangi bir çıkar çatışmalarının bulunmadığını belirtmektedir.

KAYNAKÇA

- Abdi, Y., Li, X., & Càmara-Turull, X. (2022). Exploring the impact of sustainability (ESG) disclosure on firm value and financial performance (FP) in airline industry: the moderating role of size and age. *Environment, Development and Sustainability*, 24(4), 5052–5079. <https://doi.org/10.1007/s10668-021-01649-w>
- AEGEAN. *Faaliyet Raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://en.about.aegeanair.com/investor-relations/annual-reports-information-bulletins/> adresinden erişilmiştir.
- Aeroflot. *Faaliyet Raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://ir.aeroflot.com/en/reporting/annual-reports/> adresinden erişilmiştir.
- AirFrance. *Faaliyet Raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.airfranceklm.com/en/finance/publications/annual-semi-annual-documents> adresinden erişilmiştir.
- Albert, J.-F., Gómez-Fernández, N., & Boto-García, D. (2025). Up in the air: How do carbon policy shocks affect air travel? *Transport Policy*, 168, 54–68. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.04.003>

- Albuquerque, R., Koskinen, Y., Yang, S., & Zhang, C. (2020). Resiliency of environmental and social stocks: An analysis of the exogenous COVID-19 market crash. *The Review of Corporate Finance Studies*, 9(3), 593–621. <https://doi.org/10.1093/rcfs/cfaa011>
- Alsulami, F. (2025). Evaluating financial performance of airline companies through liquidity and debt ratios: An accounting approach. *Risks*, 13(4), 63. <https://doi.org/10.3390/risks13040063>
- Arslan, S., & Erdoğan, T. (2025). BİST sürdürülebilirlik endeksi'ndeki imalat işletmelerinde ESG ve finansal performans ilişkisi. *Politik Ekonomik Kuram*, 9(3), 976–987. <https://izlik.org/JA65NF69PS>
- Asker, V. (2021). Havayolu işletmelerinde iki aşamalı veri zarflama analizi ile etkinlik ölçümü. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 10(4), 2373–2385. <https://doi.org/10.33206/mjss.795885>
- Asker, V. (2022). Düşük maliyetli havayolu işletmelerinde bulanık veri zarflama analizi ile finansal ve operasyonel etkinlik ölçümü. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(23), 1–25. <https://doi.org/10.53092/duibfd.976524>
- Banker, R. D., Charnes, A., & Cooper, W. W. (1984). Some models for estimating technical and scale inefficiencies in data envelopment analysis. *Management Science*, 30(9), 1078–1092. <https://doi.org/10.1287/mnsc.30.9.1078>
- Banker, R. D., & Natarajan, R. (2008). Evaluating contextual variables affecting productivity using data envelopment analysis. *Operations Research*, 56(1), 48–58. <https://doi.org/10.1287/opre.1070.0460>
- Barnett, M. L., & Salomon, R. M. (2006). Beyond dichotomy: The curvilinear relationship between social responsibility and financial performance. *Strategic Management Journal*, 27(11), 1101–1122. <https://doi.org/10.1002/smj.557>
- Barney, J. (1991). Firm resources and sustained competitive advantage. *Journal of Management*, 17(1), 99–120. <https://doi.org/10.1177/014920639101700108>
- Barros, C. P., & Peypoch, N. (2009). An evaluation of European airlines' operational performance. *International Journal of Production Economics*, 122(2), 525–533. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2009.04.016>
- BM. *Kalkınma Hedefleri*. 05.12.2025 tarihinde <https://turkiye.un.org/tr/sdgs> adresinden erişilmiştir.
- Broadstock, D. C., Chan, K., Cheng, L. T., & Wang, X. (2021). The role of ESG performance during times of financial crisis: Evidence from COVID-19 in China. *Finance Research Letters*, 38, 101716. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101716>
- Caraveo Gomez Llanos, A. F., Vijaya, A., & Wicaksono, H. (2024). Rating ESG key performance indicators in the airline industry. *Environment, Development and Sustainability*, 26(11), 27629–27653. <https://doi.org/10.1007/s10668-023-03775-z>
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European Journal of Operational Research*, 2(6), 429–444. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(78\)90138-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(78)90138-8)
- Chen, C.-D., Su, C.-H. J., & Chen, M.-H. (2022). Understanding how ESG-focused airlines reduce the impact of the COVID-19 pandemic on stock returns. *Journal of Air Transport Management*, 102, 102229. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2022.102229>
- Clément, A., Robinot, É., & Trespeuch, L. (2022). Improving ESG scores with sustainability concepts. *Sustainability*, 14(20), 13154. <https://doi.org/10.3390/su142013154>
- Coelli, T. (1996). *A guide to DEAP version 2.1: a data envelopment analysis (computer) program*. Centre for Efficiency and Productivity Analysis, University of New England, Australia, 96(08), 1–49.
- Cooper, W. W., Seiford, L. M., & Tone, K. (2006). *Introduction to Data Envelopment Analysis and Its Uses: With DEA-Solver Software and References*. Springer. https://doi.org/10.1007/0-387-29122-9_5
- CORSIA. (2024). *CORSIA Uygulamaları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.icao.int/CORSIA> adresinden erişilmiştir.
- Cristea, A. D., Hillberry, R., & Mattoo, A. (2015). Open skies over the Middle East. *The World Economy*, 38(11), 1650–1681. <https://doi.org/10.1111/twec.12314>
- Cui, Q., & Yu, L.-T. (2021). A review of data envelopment analysis in airline efficiency: state of the art and prospects. *Journal of Advanced Transportation*, 2021(1), 2931734. <https://doi.org/10.1155/2021/2931734>
- Çetenak, E. H., Aytaç, A., & Yağlı, İ. (2023). Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) değerlerinin banka performansı üzerine etkisi: ABD bankaları örneği. *Çukurova Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 32(2), 424–434. <https://doi.org/10.35379/cusosbil.1136191>
- Demers, E., Hendrikse, J., Joos, P., & Lev, B. (2021). ESG did not immunize stocks during the COVID-19 crisis, but investments in intangible assets did. *Journal of Business Finance & Accounting*, 48(3–4), 433–462. <https://doi.org/10.1111/jbfa.12523>
- Doğan, M. A., Doğan, E. M., & Eren, M. (2024). Comparative network efficiency analysis of the airlines in Turkey after deregulation. *Bulletin of Economic Theory and Analysis*, 9(1), 185–218. <https://doi.org/10.25229/beta.1361311>

- Dünya Bankası. *Dünya Bankası karbon fiyatlaması*. 22.12.2025 tarihinde <https://carbonpricingdashboard.worldbank.org/compliance/price> adresinden erişilmiştir.
- Dünya Bankası. *Hava taşımacılığı, taşınan yolcu sayısı*. 22.12.2025 tarihinde <https://data.worldbank.org/indicator/IS.AIR.PSGR> adresinden erişilmiştir.
- easyJet. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://corporate.easyjet.com/investors/reports-and-presentations/default.aspx> adresinden erişilmiştir.
- Eccles, R. G., Ioannou, I., & Serafeim, G. (2014). The impact of corporate sustainability on organizational processes and performance. *Management Science*, 60(11), 2835–2857. <https://doi.org/10.1287/mnsc.2014.1984>
- Eccles, R. G., & Serafeim, G. (2013). The performance frontier. *Harvard Business Review*, 91(5), 50–60.
- Edmans, A. (2011). Does the stock market fully value intangibles? Employee satisfaction and equity prices. *Journal of Financial Economics*, 101(3), 621–640. <https://doi.org/10.1016/j.jfineco.2011.03.021>
- eurostat. *Havayolu taşınan yolcu sayısı*. 22.12.2025 tarihinde https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/avia_paoc__custom_19554353/default/table adresinden erişilmiştir.
- eurostat. (2025). *Hava yolcu taşımacılığı istatistikleri*. 22.12.2025 tarihinde https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Air_passenger_transport_statistics adresinden erişilmiştir.
- Fare, R., Grosskopf, S., & Lovell, C. K. (1994). *Production Frontiers*. Cambridge University Press.
- Fatemi, A., Glaum, M., & Kaiser, S. (2018). ESG performance and firm value: The moderating role of disclosure. *Global Finance Journal*, 38, 45–64. <https://doi.org/10.1016/j.gfj.2017.03.001>
- Finnair. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde https://investors.finnair.com/en/reports_and_presentations adresinden erişilmiştir.
- Freeman, R. E. (2010). *Strategic Management: A Stakeholder Approach*. Cambridge University Press.
- Friede, G., Busch, T., & Bassen, A. (2015). ESG and financial performance: Aggregated evidence from more than 2000 empirical studies. *Journal of Sustainable Finance & Investment*, 5(4), 210–233. <https://doi.org/10.1080/20430795.2015.1118917>
- Gao, M., & Geng, X. (2024). The role of ESG performance during times of COVID-19 pandemic. *Scientific Reports*, 14(1), 2553. <https://doi.org/10.1038/s41598-024-52245-7>
- Godfrey, P. C., Merrill, C. B., & Hansen, J. M. (2009). The relationship between corporate social responsibility and shareholder value: An empirical test of the risk management hypothesis. *Strategic Management Journal*, 30(4), 425–445. <https://doi.org/10.1002/smj.750>
- Gompers, P., Ishii, J., & Metrick, A. (2003). Corporate governance and equity prices. *The Quarterly Journal of Economics*, 118(1), 107–156. <https://doi.org/10.1162/00335530360535162>
- Greene, W. H. (2018). *Econometric Analysis (8th ed.)*. Pearson.
- Gudmundsson, S. V., Cattaneo, M., & Redondi, R. (2021). Forecasting temporal world recovery in air transport markets in the presence of large economic shocks: The case of COVID-19. *Journal of Air Transport Management*, 91, 102007. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.102007>
- Hair, J., Black, W., Babin, B., & Anderson, R. (2010). *Multivariate Data Analysis*. Pearson.
- Hart, S. L. (1995). A natural-resource-based view of the firm. *Academy of Management Review*, 20(4), 986–1014. <https://doi.org/10.5465/amr.1995.9512280033>
- IAG. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.iagroup.com/investors-and-shareholders/financial-reporting/annual-reports/> adresinden erişilmiştir.
- IATA. (2021). *Yıllık rapor*. 11.12.2025 tarihinde <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2021.pdf> adresinden erişilmiştir.
- IATA. (2024a). *Global outlook for air transport: Deep change*. 12.12.2025 tarihinde <https://www.iata.org/en/iata-repository/publications/economic-reports/global-outlook-for-air-transport-june-2024-report/> adresinden erişilmiştir.
- IATA. (2024b). *Yıllık rapor*. 11.12.2025 tarihinde <https://www.iata.org/contentassets/c81222d96c9a4e0bb4ff6ced0126f0bb/iata-annual-review-2024.pdf> adresinden erişilmiştir.

- Jensen, M. C. (2002). Value maximization, stakeholder theory, and the corporate objective function. *Business Ethics Quarterly*, 12(2), 235–256. <https://doi.org/10.2307/3857812>
- Johnston, A., & Ozment, J. (2013). Economies of scale in the US airline industry. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 51, 95–108. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2012.09.002>
- Kaffash, S., Chomachaei, F., & Aktas, E. (2024). Environmental sustainability performance of US airlines: Implications of financial performance and technical efficiency. *Journal of the Operational Research Society*, 1–21. <https://doi.org/10.1080/01605682.2024.2429567>
- Kim, E. (2025). The effect of foreign investors on ESG investment efficiency: Evidence from South Korea. *Sustainability*, 17(5), 2267. <https://doi.org/10.3390/su17052267>
- King, A. A., & Lenox, M. J. (2001). Does it really pay to be green? An empirical study of firm environmental and financial performance. *Journal of Industrial Ecology*, 5(1), 105–116. <https://doi.org/10.1162/108819801753358526>
- Kiracı, K., Akan, N., & Akan, E. (2026). Exploring the impact of sustainability components on financial performance: Evidence from the airline industry. *Journal of the Air Transport Research Society*, 100105. <https://doi.org/10.1016/j.jatrs.2026.100105>
- Kiracı, K., & Asker, V. (2019). Etkinlik ve etkinliği belirleyen faktörler: Havayolu şirketleri üzerine ampirik bir inceleme. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 14(1), 25–50. <https://doi.org/10.17153/oguüibf.408862>
- Kramer, M. R., & Porter, M. (2011). *Creating Shared Value (Vol. 17)*. FSG.
- La Porta, R., Lopez-de-Silanes, F., Shleifer, A., & Vishny, R. (2002). Investor protection and corporate valuation. *The Journal of Finance*, 57(3), 1147–1170. <https://doi.org/10.1111/1540-6261.00457>
- Larch, M., Schmeißer, A. F., & Wanner, J. (2021). A tale of (almost) 1001 coefficients: The deep and heterogeneous effects of the EU-Turkey customs union. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 59(2), 242–260. <https://doi.org/10.1111/jcms.13058>
- Lavin, C. W., McNab, R. M., & Sullivan, R. S. (2017). The long term effects of an aging fleet on operational availability and cost: Evidence from the US Coast Guard. *Defence and Peace Economics*, 28(6), 634–651. <https://doi.org/10.1080/10242694.2016.1192833>
- Li, Y., Lin, T. Y., Chiu, Y. h., Lin, S. N., & Chang, T. H. (2021). Impact of alliances and delay rate on airline performance. *Managerial and Decision Economics*, 42(6), 1607–1618. <https://doi.org/10.1002/mde.3330>
- Lins, K. V., Servaes, H., & Tamayo, A. (2017). Social capital, trust, and firm performance: The value of corporate social responsibility during the financial crisis. *The Journal of Finance*, 72(4), 1785–1824. <https://doi.org/10.1111/jofi.12505>
- Liu, J., Wang, S., Dou, Z., & Gao, Y. (2025). Do aging aircraft run late? Evidence from the United States domestic flights. *Journal of the Air Transport Research Society*, 100090. <https://doi.org/10.1016/j.jatrs.2025.100090>
- Long, J. S. (1997). Regression models for categorical and limited dependent variables. *Advanced Quantitative Techniques in the Social Sciences*, 7.
- Lufthansa. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://investor-relations.lufthansagroup.com/en/financial-reports-publications/financial-reports.html> adresinden erişilmiştir.
- MacKinnon, J. G., & White, H. (1985). Some heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimators with improved finite sample properties. *Journal of Econometrics*, 29(3), 305–325. [https://doi.org/10.1016/0304-4076\(85\)90158-7](https://doi.org/10.1016/0304-4076(85)90158-7)
- Maddala, G. S. (1983). Limited-dependent and qualitative variables in econometrics. *Econometric Society Monographs*, 3.
- Margolis, J. D., & Walsh, J. P. (2003). Misery loves companies: Rethinking social initiatives by business. *Administrative Science Quarterly*, 48(2), 268–305. <https://doi.org/10.2307/3556659>
- McDonald, J. (2009). Using least squares and Tobit in second-stage DEA efficiency analyses. *European Journal of Operational Research*, 197(2), 792–798. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2008.07.039>
- McKinsey. (2020). *Diversity Wins: How Inclusion Matters*. McKinsey & Company.
- Merkert, R., & Hensher, D. A. (2011). The impact of strategic management and fleet planning on airline efficiency: A random effects Tobit model based on DEA efficiency scores. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 45(7), 686–695. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2011.04.015>
- Muftuler-Bac, M. (2023). Turkey's influence as a third country on the European Union: From association to a key partner. *JCMS: Journal of Common Market Studies*, 61(6), 1471–1487. <https://doi.org/10.1111/jcms.13430>
- Newey, W. K., & McFadden, D. (1994). Large sample estimation and hypothesis testing. *Handbook of Econometrics*, 4, 2111–2245. [https://doi.org/10.1016/S1573-4412\(05\)80005-4](https://doi.org/10.1016/S1573-4412(05)80005-4)

- Norwegian. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.norwegian.com/nl/about/company/investor-relations/reports-and-presentations/> adresinden erişilmiştir.
- Oesingmann, K. (2022). The determinants of air cargo flows and the role of multinational agreements: An empirical comparison with trade and air passenger flows. *The World Economy*, 45(8), 2370–2393. <https://doi.org/10.1111/twec.13245>
- Orlitzky, M., Schmidt, F. L., & Rynes, S. L. (2003). Corporate social and financial performance: A meta-analysis. *Organization Studies*, 24(3), 403–441. <https://doi.org/10.1177/0170840603024003910>
- Pagoni, I., & Psaraki-Kalouptsidi, V. (2016). The impact of carbon emission fees on passenger demand and air fares: A game theoretic approach. *Journal of Air Transport Management*, 55, 41–51. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.04.004>
- Paraschi, E. P. (2022). Why ESG reporting is particularly important for the airlines during the COVID-19 pandemic. *Journal of Business and Management Studies*, 4(3), 63–67. <https://doi.org/10.32996/jbms.2022.4.3.6>
- Pegasus. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.pegasusyatirimciliskileri.com/tr/operasyonel-ve-finansal-veriler/faaliyet-raporlari> adresinden erişilmiştir.
- Pritschet, L., Powell, D., & Horne, Z. (2016). Marginally significant effects as evidence for hypotheses: Changing attitudes over four decades. *Psychological Science*, 27(7), 1036–1042. <https://doi.org/10.1177/0956797616645672>
- Russo, M. V., & Fouts, P. A. (1997). A resource-based perspective on corporate environmental performance and profitability. *Academy of Management Journal*, 40(3), 534–559. <https://doi.org/10.5465/257052>
- Ryanair. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://investor.ryanair.com/results-centre/> adresinden erişilmiştir.
- Schefczyk, M. (1993). Operational performance of airlines: An extension of traditional measurement paradigms. *Strategic Management Journal*, 14(4), 301–317. <https://doi.org/10.1002/smj.4250140406>
- Scheraga, C. A. (2004). Operational efficiency versus financial mobility in the global airline industry: A data envelopment and Tobit analysis. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 38(5), 383–404. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2003.12.003>
- Simar, L., & Wilson, P. W. (2007). Estimation and inference in two-stage, semi-parametric models of production processes. *Journal of Econometrics*, 136(1), 31–64. <https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2005.07.009>
- Suau-Sanchez, P., Voltes-Dorta, A., & Cugueró-Escofet, N. (2020). An early assessment of the impact of COVID-19 on air transport: Just another crisis or the end of aviation as we know it? *Journal of Transport Geography*, 86, 102749. <https://doi.org/10.1016/j.jtrangeo.2020.102749>
- Sun, L., Bai, C., & Sarkis, J. (2025). Corporate ESG performance and operational efficiency: The moderating effect of supply chain concentration. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 204, 104446. <https://doi.org/10.1016/j.tre.2025.104446>
- Surroca, J., Tribó, J. A., & Waddock, S. (2010). Corporate responsibility and financial performance: The role of intangible resources. *Strategic Management Journal*, 31(5), 463–490. <https://doi.org/10.1002/smj.820>
- Şişman, M. E., & Çankaya, S. (2021). Çevresel, sosyal ve kurumsal yönetim (ESG) verilerinin firmaların finansal performansına etkisi: Hava yolu sektörü üzerine bir çalışma. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 25(1), 73–91. <https://doi.org/10.51945/cuiibfd.880468>
- Tavassoli, M., Faramarzi, G. R., & Saen, R. F. (2014). Efficiency and effectiveness in airline performance using a SBM-NDEA model in the presence of shared input. *Journal of Air Transport Management*, 34, 146–153. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2013.09.001>
- THY. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://investor.turkishairlines.com/tr/mali-ve-operasyonel-veriler/faaliyet-raporlari> adresinden erişilmiştir.
- Tobin, J. (1958). Estimation of relationships for limited dependent variables. *Econometrica*, 24–36. <https://doi.org/10.2307/1907382>
- Turban, D. B., & Greening, D. W. (1997). Corporate social performance and organizational attractiveness to prospective employees. *Academy of Management Journal*, 40(3), 658–672. <https://doi.org/10.5465/257057>
- Wanke, P., & Barros, C. P. (2016). Efficiency in Latin American airlines: A two-stage approach combining virtual frontier dynamic DEA and simplex regression. *Journal of Air Transport Management*, 54, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2016.04.001>
- Whelan, T., Atz, U., Van Holt, T., & Clark, C. (2021). ESG and financial performance: Uncovering the relationship by aggregating evidence from 1,000 plus studies published between 2015–2020. *NYU Stern Center for Sustainable Business*.

- White, H. (1980). A heteroskedasticity-consistent covariance matrix estimator and a direct test for heteroskedasticity. *Econometrica*, 817–838. <https://doi.org/10.2307/1912934>
- WizzAir. *Faaliyet raporları*. 01.12.2025 tarihinde <https://www.wizzair.com/en-gb/information-and-services/investor-relations/results-calendar> adresinden erişilmiştir.
- Wooldridge, J. M. (2010). *Econometric Analysis of Cross Section and Panel Data*. MIT Press.
- Yildiz, F., Dayi, F., Yucel, M., & Cilesiz, A. (2024). The impact of ESG criteria on firm value: A strategic analysis of the airline industry. *Sustainability*, 16(19), 8300. <https://doi.org/10.3390/su16198300>
- Yu, C. (2016). Airline productivity and efficiency: Concept, measurement, and applications. In *Airline Efficiency* (pp. 11–53). Emerald Group Publishing Limited. <https://doi.org/10.1108/S2212-160920160000005002>
- Zieba, M., & Johansson, E. (2022). Sustainability reporting in the airline industry: Current literature and future research avenues. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 102, 103133. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2021.103133>