



Havayolu Taşımacılığında Sürdürülebilirlik Analizi; Türkiye
Sustainability Analysis in the Aviation Sector; Türkiye

Sadık Burak BARUTÇU¹
Ülker ÇOLAKOĞLU²

¹Uzman, Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm İşletmeciliği, ORCID ID: 0000-0002-5877-459X, barutcuburak@msn.com

²Doç. Dr., Aydın Adnan Menderes Üniversitesi, Turizm Fakültesi, ORCID ID: 0000-0003-1265-3319, ucolakoglu@adu.edu.tr

Özet

Bu derleme çalışmasında, havacılık sektöründeki güncel gelişmelere odaklanılarak sürdürülebilir bir gelecek adına önemli bilgiler sunulmaktadır. Özellikle havayolu şirketleri, havalimanı işletmeleri ve uçak inşa şirketlerinin güncel düzenlemeleri ve faaliyetleri hakkında güncel veriler paylaşılmakta ve bu verilerin literatürde yer alması amaçlanmaktadır. Çalışma bir derleme olup çalışmanın ana konusu, ülkemizde faaliyet gösteren Türk Havayolları, AJet, Pegasus ve Sunexpress havayolu şirketlerinin sürdürülebilir kalkınma adına attığı adımları incelemektir. Bunun yanı sıra çalışmada, küresel ölçekte sürdürülebilir hava taşımacılığına örnek teşkil eden uygulamalara da yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilir Havacılık, Sürdürülebilir Turizm

Abstract

This review study provides significant information for a sustainable future by focusing on current developments in the aviation sector. Specifically, it shares up-to-date data on the current regulations and operational activities of airline companies, airport operators, and aircraft manufacturers, with the aim of incorporating this data into the literature. The main focus of the study is to examine the steps taken towards sustainable development by airline companies operating in our country, such as Turkish Airlines, AJET, Pegasus, and Sunexpress. Additionally, examples of practices that set a precedent for sustainable air transportation on a global scale are also included.

Keywords: Sustainability, Sustainable Aviation, Sustainable Tourism

GİRİŞ

Havacılık sektörü, modern dünyanın en önemli ulaşım araçlarından biri olarak ekonomik ve sosyal kalkınmaya büyük katkı sağlamaktadır. Ancak, bu sektörün çevresel etkileri, özellikle karbon dioksit (CO₂) ve diğer sera gazı emisyonları (GHG), sürdürülebilirlik açısından ciddi endişeler yaratmaktadır. Küresel ısınma ve iklim değişikliği, insanlık için hayati tehditler oluştururken, havacılık sektörünün bu bağlamdaki rolü giderek daha fazla sorgulanmakta ve düzenlemelere tabi tutulmaktadır.

Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA), 2050 yılına kadar net sıfır karbon emisyonuna ulaşma hedefini ortaya koymuştur (IATA, 2023). Bu hedef, sürdürülebilir havacılık yakıtları (SAF), yenilikçi teknoloji çözümleri ve operasyonel iyileştirmeler gibi çeşitli stratejilerle desteklenmektedir. Airbus (2023), sürdürülebilir havacılık yakıtlarının karbon emisyonlarını önemli ölçüde azaltma potansiyeline sahip olduğunu belirtirken, SkyNRG (2023), bu yakıtların üretim ve kullanım süreçlerindeki teknolojik ilerlemeleri vurgulamaktadır.

Havacılık sektörünün karbon ayak izini azaltma çabaları, yalnızca yakıt teknolojileriyle sınırlı kalmayıp, aynı zamanda karbon denkleştirme ve azaltım programlarıyla da desteklenmektedir. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) tarafından geliştirilen Karbon Dengeleme ve Azaltma Planı (CORSIA), sektördeki karbon emisyonlarını dengelemek için küresel bir çerçeve sunmaktadır (ICAO, 2022). Bunun yanı sıra, Avrupa Birliği'nin Fit For 55 paketi gibi bölgesel düzenlemeler, havacılık sektöründe daha katı emisyon azaltım hedefleri belirlemektedir (European Council, 2024).

Türkiye'de de havacılık sektörü, sürdürülebilirlik konusunda önemli adımlar atmaktadır. Türk Hava Yolları, Pegasus Hava Yolları ve SunExpress gibi büyük havayolu şirketleri, sürdürülebilirlik raporları ve programları ile çevresel etkilerini azaltma çabalarını belgelemektedir. Ayrıca, Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü'nün faaliyet raporları, havalimanlarının çevresel sürdürülebilirlik politikalarını yansıtmaktadır (DHMI, 2023).

Bu derleme makalesi, havacılık sektörünün CO₂ ve sera gazı emisyonlarına ilişkin mevcut durumu, azaltım stratejilerini ve geleceğe yönelik öngörülerini ele almayı

amaçlamaktadır. Kullanılan kaynaklar arasında akademik makaleler, sektörel raporlar ve resmi belgeler bulunmaktadır.

LİTERATÜR TARAMASI

Dünya iklimi, büyük ölçüde atmosferik katmanın kimyasal bileşimine bağlıdır ve bu bileşim Sanayi Devrimi'nden bu yana dramatik bir şekilde değişmiştir. Ormanların yok olması, fosil yakıt tüketimi, tarımsal faaliyetler metan (CH₄), karbondioksit (CO₂), diazotmonoksit (N₂O) gibi doğal sera gazları emisyonlarında aşırı derecede artışa sebep olmuştur (Kanat ve Keskin, 2018). Atmosferimizin bileşimindeki bu değişiklikler, yaşamın tüm yönlerini ciddi şekilde etkilemektedir. Etkileri, küresel ısınma ve iklim değişikliğinin olası sonuçlarıyla çok boyutludur (Özerdem ve Barlas, 2021). Giderek artan küresel iklim değişikliği ve çevresel değişim süreçleri bu etkiler arasında yer alır. Aşırı hava koşulları arasında sel, orman yangınları, kuraklık, sıcak hava dalgaları, aşırı yağış ve fırtınalar bulunmaktadır. Daha uzun bir zaman çizelgesine sahip yavaş başlangıçlı süreçler arasında ise deniz seviyesinin yükselmesi, biyolojik çeşitlilik kaybı, permafrostun azalması, çölleşme ve tuzlanma, buzul geri çekilmesi ve okyanus asitlenmesi yer almaktadır. Tüm bu etkiler, sağlık, geçim kaynakları, gıda güvenliği, su temini, insan güvenliği ve ekonomik büyüme için ciddi riskler oluşturur. (Küresel Risk Programı, İklim Değişikliğine Uyum için Değerlendirme ve Yönetim Kayıp ve Hasar, 2021) Fosil yakıtlara olan küresel bağımlılık bu etkileri artırmış ve iklim değişikliği artık olağanüstü durum olarak nitelendirilmiştir. (Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, 2022).

Dünyamızın atmosferik karbondioksit düzeylerini incelediğimizde her geçen yıl bir önceki yıla göre artış olduğunu görmekteyiz. Ulaştırma sektörü, küresel CO₂ emisyonlarının %20'sinden fazlasını oluşturarak, enerji sektöründen sonra CO₂ emisyonları açısından en zararlı ikinci sektör konumundadır (Ritchie, 2024). Heyes ve diğerleri (2023), çalışmalarında sürdürülebilirlik için kapsamlı stratejik analiz gerçekleştirmiş ve kuruluşların karşılaştıkları riskleri tanımlamayı ve dayanıklılıklarını artırmak için uygun tepkiler geliştirmeyi hedefleyen inovasyona yönelik öneriler sunmuşlardır. İklim değişikliğinin olumsuzluklarını hafifletmek ve düşük karbonlu iş modellerine geçiş için iş dünyasına yönelik olarak geliştirilebilecekleri stratejileri belirtmişlerdir. Gabric (2023), iklim değişikliğinin etkilerinin daha erken ortaya çıkmaya

başladığını ve gezegenin ekosistemleri üzerinde korkunç sonuçları olabileceğini vurgulamıştır. Bilim camiasında kontrolsüz ısınmanın etkilerinin daha da şiddetli sonuçlar doğurmadan önlenmesi için yapılması gerekenlerin hararetle tartışıldığını belirtmiştir.

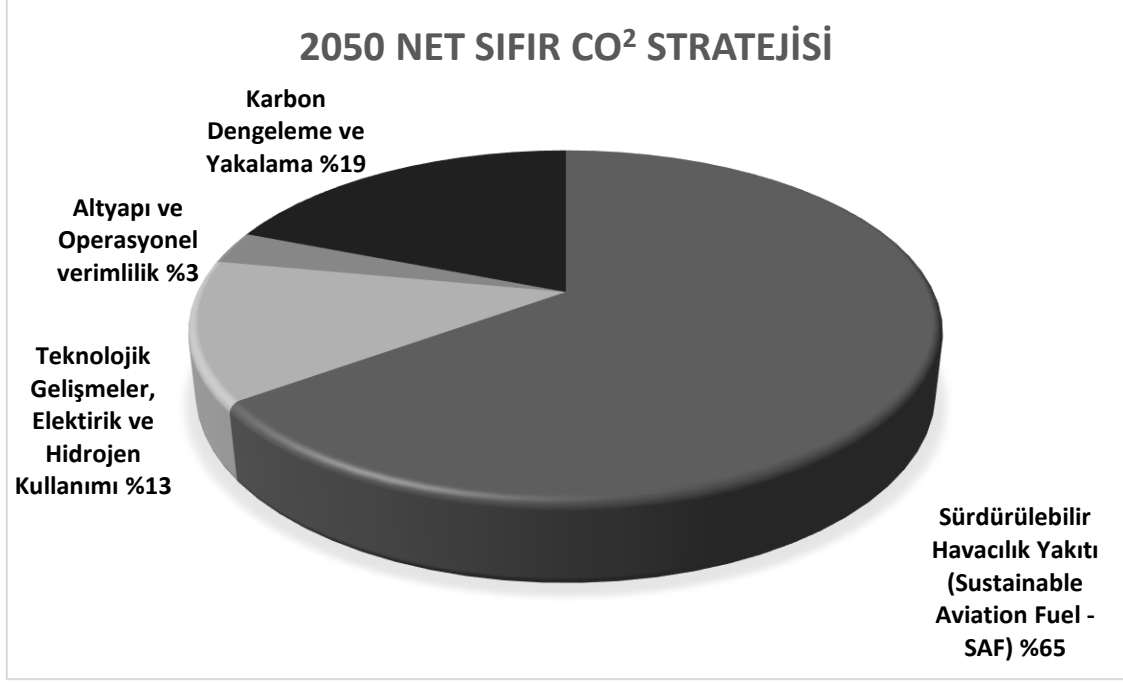
Sürdürülebilir kalkınmaya ilişkin en yeni ve kritik gelişme ise Birleşmiş Milletler üye devletleri tarafından 25 Eylül 2015 tarihinde New York'ta kabul edilen Sürdürülebilir Kalkınma için 2030 Ajandasıdır. 17 amaç, 169 hedeften oluşan sürdürülebilir kalkınma modeli; açlık ve yoksullukla mücadele, kara ve su habitatlarının korunması, iklim değişikliği ile mücadele vb. hedeflerle yönelik küresel işbirliğinin önemine vurgu yapmaktadır. Sürdürülebilir Kalkınma Hedeflerinin on ikincisi Sürdürülebilir Tüketim ve Üretim, on üçüncüsü ise iklim eylemidir. (Birleşmiş Milletler, Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları, 2022).

Sürdürülebilirlik için havacılık faaliyetleri ele alındığında, pek çok operasyonun sürdürülebilirliği kötü yönde etkilediği görülmektedir. Bu olumsuzlukların başında, sektörün yüksek enerji gereksinimi ve ilişkili yüksek karbon emisyonları gelirken, gürültü kirliliği, katı atıklar ile ilişkili çevre kirliliği ve operasyonlar faaliyetlere bağlı yer altı su kirliliği gibi sorunlar da buna eşlik etmektedir. Dolayısıyla, giderek artan havacılık faaliyetlerinin sonucunda çevre kirliliği de artmaktadır (Alpman ve Göğüş, 2017).

Birleşmiş Milletler, 2050' ye kadar karbon-nötr bir gezegen hedefine ulaşmayı amaçlayan Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri belirlemiştir. Bu bağlamda, dünya genelinde sera gazı emisyonlarının %2-2,5'ini oluşturan havayolu endüstrisinin sürdürülebilirlik uygulamaları, kamuoyunun büyük ilgisini çekmektedir.

Uluslararası Hava Taşıyıcıları Birliği'nin (IATA) Ekim 2021'deki 77. Olağan Genel Kurulu'nda kabul edilen "2050 Net Sıfır Karbon Emisyonu" kararı, havacılık endüstrisinin gelecekteki sürdürülebilirlik hedeflerini belirlemede önemli bir adımı temsil etmektedir. Bu karar, IATA üyesi havayolu şirketlerinin 2050 yılına kadar net sıfır karbon emisyonu hedefine ulaşma taahhüdünü içermektedir.

2050 yılına kadar net sıfır karbondioksit (CO₂) emisyonuna ulaşmak, emisyon kaynaklarının mümkün olan en yüksek düzeyde ortadan kaldırılmasını, dengeleme yöntemlerini ve karbon yakalama teknolojilerinin bir kombinasyonunu gerektirecektir.



Grafik 1: (Uluslararası Hava Taşıyıcıları Birliği) IATA 2050 Net Sıfır CO₂ Stratejisi

Havacılık sektör yöneticilerinin sürdürülebilirlikle ilişkili düzenlemeleri (Yeşil Mutabakat, Karbon Akreditasyon Programı ve Vergilendirme Sistemi), havayolu şirketlerinin ve uçak üreticilerinin sürdürülebilirlik uygulamaları (Katı atık dönüştürme, A320neo, B737max), yeşil hava taşıtı tasarımları (B787, A350) ve alternatif yakıt seçeneklerinden (Biyodizel, hidrojen) oluşmaktadır (Yıldız, O., Kelleci, A. Başakçı, T., 2024).

Havacılık sektöründe karbon emisyonlarını düzenleme görevi Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) tarafından yürütülmektedir ve bu düzenleme Karbon Ofset ve Azaltma Şeması olarak adlandırılmaktadır (Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation – CORSIA, 2022). CORSIA'ya katılım 2021 ve 2026 arasında gönüllüdür, ancak 2027 yılından itibaren programa katılım zorunlu hale gelecektir.

Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma Planı (CORSAIR), uluslararası havacılık sektörünün 2020'den itibaren düşük karbonlu büyümesini sağlamaya yönelik küresel bir programdır. Ekim 2016'da Montreal'deki Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) tarafından kararlaştırılan bu plan, çoğu havayolunu 2019'dan itibaren emisyonlarını izlemeye ve raporlamaya başlamıştır.

1 Ocak 2023'ten itibaren CORSIA'ya katılma niyetlerini açıklayan katılımcı devlet sayısı ise 115'tir. Program, rota esaslı olarak işlemektedir ve iki ülke arasındaki uçuşlar üzerinden fazla uçuşa sahip olan ülkenin, diğer ülkedeki yeşil projelere yatırım yaparak

karbon salınımlarını dengelemesi temeline dayanmaktadır. Bu model, havacılığın çevresel etkilerini azaltmayı amaçlamaktadır. Programın içeriğinde iki ülke arasındaki uçuş trafiği analiz edilir ve hangi ülkenin daha fazla uçuş yaptığı tespit edilir. Bu ülke, fazla uçuşlardan kaynaklanan karbon emisyonlarının sorumluluğunu üstlenir. Daha fazla uçuş gerçekleştiren ülke, karbon emisyonlarını dengelemek amacıyla diğer ülkede çevre dostu projelere yatırım yapar. Bu projeler, yenilenebilir enerji kaynaklarının geliştirilmesi, ormanların korunması veya yeni ağaç dikimi gibi sürdürülebilirlik odaklı girişimleri içerir. Yapılan bu yatırımlar, uçuşlardan kaynaklanan karbon emisyonlarını dengelemeyi hedefler. Böylece, uçuşların çevresel etkileri azaltılır ve sürdürülebilirlik desteklenir. Program karbon emisyonlarının ölçüldüğü “haritalama” süreci ile başlayıp, karbon azaltmaya yönelik uygulamalar ile devam etmektedir. Havalimanı ile birlikte iş birliği yapılan üçüncü tarafların programa katıldığı “optimizasyon” basamağı ile ilerlemekte olup karbon nötr noktaya ulaşılan “dengeleme” basamağı ile son bulmaktadır (Yıldız, 2023).

2022 yılında IATA (International Air Transport Association), ticari yolcu uçuşları için en doğru CO₂ emisyon hesaplamalarını sağlayan IATA CO₂ Hesaplama Metodolojisine dayanan çevrimiçi bir araç olan IATA CO₂ Connect'i başlatmıştır. Bu araç, gerçek havayolu verileri üzerine geliştirilmiş bir emisyon hesaplayıcıdır ve endüstri tarafından onaylanmış tavsiye edilen uygulamalara dayanmaktadır. (IATA CO₂ Connect) Bu hesaplama aracının amacı, kişilerin uçuşlarındaki karbon ayak izini takip etmelerini, azaltmalarını, raporlamalarını ve dengelemelerini sağlamaktır. Günümüzde, bu gibi uygulamalar sayesinde havayolu şirketleri biletleme aşamasında yolcularına karbon ayak izi hakkında bilgi vermektedir.

Karbon Saydamlık Projesi (CDP) kapsamında sunulan CDP raporları kayda değer öneme sahiptir. 2000 yılında Londra'da başlatılan CDP, firmaların sera gazı emisyonları öncelikli olmak üzere su kaynakları yönetimi ve iklim değişikliği stratejilerinin ölçülmesi ve açıklaması konularında katkıda bulunmaktadır (CDP Türkiye, 2012). Diğer bir deyişle CDP, halka açık firmalarından kaynaklanan iklim değişikliği ile ilgili tehlikelerin yönetilmesi ve paylaşılmasına aracılık eden, kar amacı gütmeyen bir küresel bilgi açıklama sistemidir (Borsa İstanbul, 2020).

Yeşil Mutabakat, Avrupa Birliği'ni 2050 yılına kadar karbon-nötr bir bölge yapmayı hedeflemektedir. Bu amaç doğrultusunda, 2030 yılına kadar AB bölgesinin

emisyollarının 1990 yılı d zeyeilerine göre en az %55 azaltılması hedeflenmektedir ("European Commission", 2023). Havacılık sektörünün "Fit for 55" olarak da adlandırılan sera gazı emisyonlarının en az %55'inin 2030 yılına kadar azaltılması hedefine ulaşılması için Avrupa Parlamentosu ve Avrupa Konseyi anlaşmaya varmıştır ("European Commission", 2022). AB Emisyon Ticaret Sistemi kurallarının havacılık sektörüne özel şartlar dahilinde gözden geçirilmesi kararı alınmıştır.

Birçok ülkenin hava sahasının birleşiminden oluşan AB hava sahası, "Single European Sky" projesi kapsamında bölgesel olarak birleştirilmiştir. Bu proje, hava sahasının birlik bölgesinde etkin ve verimli kullanımını mümkün kılarak operasyonel maliyetlerin düşürülmesini sağlamayı amaçlamaktadır (Pernice ve Debyser, 2023). Projenin bir diğer katkısı ise havadaki beklmelerin azaltılması yoluyla karbon salınımlarının %10 civarında düşürülmesi olacaktır (K hl, 2023).

Hava yolculuğu, özellikle 1944 Chicago Sözleşmesi nedeniyle, birçok vergi türünden muaf tutulmuştur ve uluslararası havacılık yakıtı vergiden muaf kalmıştır. Ancak, sera gazı emisyonlarını azaltma ihtiyacı göz önüne alındığında, hava yolculuğunun  vresel etkilerini azaltmak için çeşitli vergilendirme yöntemleri düşünülmektedir. Bunlar hava yolcu vergisi, ton başına CO₂ vergisi, sık uçan yolcu vergisi ve sık uçuş mili vergisi gibi vergilendirme önerileridir. (Buchs, 2022).

Sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF), geleneksel jet yakıtlarına alternatif olarak kullanılabilir yenilenebilir bir yakıttır. Bu yakıt, tükenmeyen biyolojik veya biyolojik olmayan kaynaklardan üretilir. SAF'ın kaynakları arasında atık yağlar ve gresler, belediye katı atıkları, tarımsal ve ormanlık alanlardaki kalıntılar, ıslak atıklar ve marjinal arazilerde yetiştirilen gıda dışı bitkiler yer alır. Ayrıca, atmosferden doğrudan karbon yakalama yöntemleri ile sentetik olarak da üretilir.

SAF, karbon nötr olarak kabul edilir  nk  üretiminde kullanılan biyokütle, yaşam döngüsü boyunca atmosferden CO₂ emer. Bu süreç, SAF'ın yanma sırasında CO₂ yaymasına rağmen, genel karbon dengesini sağlar. Yani, SAF  retimi sırasında atmosferden çekilen CO₂ miktarı, yanma sırasında salınan CO₂'yi dengeler, böylece net bir karbon artışı olmaz (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği, 2023b).

Bugün, sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF)  retimi için çeşitli sertifikalı yöntemler mevcuttur. En yaygın ticari üretim yöntemlerinden biri, bitkisel yağlar, atık yağlar veya yağların SAF'a dönüştürüldüğü hidrolelenmiş esterler ve yağ asitleri (HEFA)

yöntemidir. Bu yöntem, biyolojik olarak yenilenebilir yakıtların üretiminde en çok kullanılan süreçtir (Airbus, 2023; SkyNRG, 2023; Tanzil ve diğerleri., 2021).

HEFA (Hidroşlenmiş esterler ve yağ asitleri) yöntemi, bitkisel yağlar, atık yağlar veya yağları hidrojen kullanarak (hidrojenasyon) SAF'a dönüştürür. HEFA sürecinin ilk adımında, deoksijenasyon yoluyla oksijen uzaklaştırılır. Ardından, düz parafinik moleküller kırılır ve jet yakıtı uzunluğundaki zincirlere izomerize edilir. HEFA süreci, daha uzun zincirli karbon moleküllerinin daha ciddi bir şekilde kırılması dışında, hidrojenle işlenmiş yenilenebilir dizel üretiminde kullanılan sürece benzer.

SAF'ın fiyatı teknolojiye ve petrol fiyatının gelişimine bağlıdır. Biyojenik kalıntılardan elde edilen mevcut SAF'ın piyasa fiyatı şu anda fosil gazyağı fiyatının üç ila beş katıdır. Yeni nesil SAF, şu anda fosil gazyağından on kat daha pahalıdır. Yakıt teknik özellikleri dahilinde izin verilen maksimum SAF karışım oranı şu anda yüzde 50'dir. Yasal nedenlerden dolayı şu anda %100 SAF yakıt ile doldurulan bir yolcu uçuşu mümkün değildir. (Lufthansa)

Taskinsoy ve Uyar (2017) Türkiye'nin en büyük havayolu şirketi olan Türk Hava Yolları'nda (THY) sürdürülebilirlik raporlaması konusunda araştırma yapmış olup bu araştırmanın sonuçları kapsamında sektör bağlamında bazı çıkarımlarda bulunmuşlardır. Sürdürülebilirliğin bazı boyutları her yıl düzenli olarak raporlansa da daha önemli olan diğer boyutlar, ancak son yıllarda raporlamaya başlanmıştır. Örneğin ekonomik göstergeler, yolcu hizmetleri filo bilgileri raporlanır iken son yıllarda çevresel göstergeler, iş sağlığı ve güvenliği, sponsorluk faaliyetleri de raporlanmaya katılmıştır. Ayrıca, sürdürülebilirlik kapsamında, Boeing, 787 Dreamliner modelinin gövdesinin %50'sini karbon fiber takviyeli plastiklerden üreterek uçak üretiminde büyük bir dönüşüme öncülük etmiştir (Yıldız, 2023).

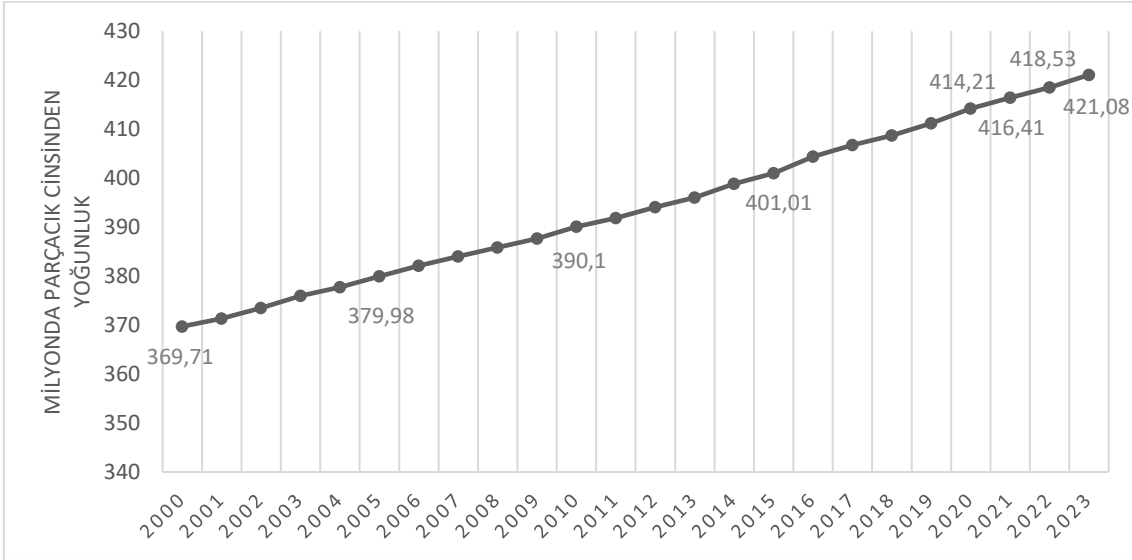
YÖNTEM

Bu derleme makalesi, havacılık sektörü ile ilgili karbon dioksit (CO₂) ve sera gazı emisyonları konusunu ele almak amacıyla çeşitli akademik, sektörel ve resmi kaynaklardan elde edilen bilgilerin sistematik olarak incelenmesi ve sentezlenmesi yöntemi ile hazırlanmıştır. Ülkemizde faaliyet gösteren Türk Havayolları, AJet, Pegasus ve Sunexpress havayolu şirketlerinin sürdürülebilir kalkınma adına attığı adımlar incelenmiştir. Her bir havayolunun sürdürülebilirlik adına sunmuş olduğu raporlar

incelenmiş ve karşılaştırmalar yapılmıştır (AJet “Misyon ve Vizyon”., Türk Hava Yolları Sürdürülebilirlik Raporu 2021, Pegasus Hava Taşımacılığı Anonim Şirketi 1 Ocak-31 Aralık 2022 Dönemi Yönetim Kurulu Yıllık Faaliyet Raporu, Sunexpress Yenilik ve Sürdürülebilirlik).

BULGULAR VE YORUM

Gün geçtikçe hızla ilerleyen teknolojinin etkisiyle, geçmişte seyahat ederken harcanan uzun süreler günümüzde oldukça kısalmıştır. Günümüzde, seyahatlerimizi kolaylaştıran ve sürelerini en aza indiren en önemli ulaşım araçları tartışmasız uçaklardır. Uçak yolculukları, şehirleri, ülkeleri ve hatta kıtaları birbirine bağlamaktadır. Havacılık sektöründe yer alan firmaların ekonomik rekabet içerisinde olması, seyahat eden kişilerin bu hizmetlere daha kolay erişmesini sağlamaktadır. 2023 yılında Türkiye genelinde sivil ticari uçak trafiğine açık 57 havalimanına gelen-giden yolcu trafiği 90.390.766 iç hat ve 123.302.397 dış hat olmak üzere toplam 213.693.163 olarak gerçekleşmiştir. (Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Faaliyet Raporu 2023). 2023 yılında iç hat yolcu trafiğinin toplam yolcu trafiği içindeki payı %42 olmuştur. İstatistiklerinde gösterdiği gibi günümüzde seyahatlerin yarısına yakını uçak ile yapılmaktadır.



Grafik 2: Dünya çapında ortalama atmosferik karbondioksit düzeyleri (Milyon parçacık cinsinden) (Global Monitoring Laboratory,2024.)

Yazar tarafından oluşturulan bu grafikte 2000- 2023 yılları arasındaki dünya çapında ortalama atmosferik karbondioksit düzeyleri (Milyon parçacık cinsinden) belirtilmiştir. 2000-2020 yılları arasında 5 yıllık periyotlar baz alınarak oluşturulan tabloda, güncel verilerin literatürde yer alması amaçlanarak 2020-2021-2022 ve 2023 yıllarına ait veriler paylaşılmıştır. (Global Monitoring Laboratory,2024.) Grafik incelendiğinde dünyamızda her geçen gün CO₂ miktarının artışta olduğu ve bu artışın önüne geçilemediği görülmektedir. Gelecek nesillere sürdürülebilir kaynaklar ve yaşanabilir bir çevre bırakmak için ulaştırma hizmetlerinin lokomotif sektörü olan hava taşımacılığı konusunda Türkiye’de faaliyet gösteren hava yolu şirketlerinin aldıkları önlemler büyük bir önem taşımaktadır.

2022 yılında Türk Hava Yolları, sürdürülebilirlik yönetimi süreçlerinin ortak bir kurumsal anlayışla yönetilmesini sağlamak amacıyla "Tomorrow On-Board" adını verdiği sürdürülebilirlik vizyonunu tanıttı. Bu motto, ortaklığın gelecekteki sürdürülebilirlik uygulamalarına yön verecek ve bütüncül bir iletişim yaklaşımı geliştirmeyi hedeflemektedir. "Tomorrow On-Board" ile Türk Hava Yolları, sürdürülebilirlik konusundaki taahhütlerini ve stratejilerini tek bir çatı altında toplarken, bu vizyonla gelecekte daha çevre dostu ve sürdürülebilir operasyonlar gerçekleştirmeyi planlamaktadır.

Türk Hava Yolları, emisyon ve gürültü seviyelerini azaltma çabaları kapsamında filo modernizasyon yatırımları yapmakta ve atık yönetimi uygulamalarıyla kentlerde çevreye yönelik olumsuz etkileri azaltmaya katkıda bulunmaktadır. Bu çerçevede, havayolu şirketi daha çevre dostu ve yakıt verimli uçakları filosuna katmayı hedeflemektedir. Ayrıca, atık yönetimi süreçlerini geliştirerek, atıkların azaltılması, geri dönüşümü ve doğru bir şekilde bertaraf edilmesi yoluyla çevresel etkiyi minimize etmeyi amaçlamaktadır (Türk Havayolları Sürdürülebilirlik Raporu 2022).

Türk Hava Yolları, IATA’nın da desteklediği, yaban hayvanlarının yasadışı ticaretinin önlenmesi ve bu konuda sektörel farkındalığın artırılmasını amaçlayan “United for Wildlife Buckingham Palace Declaration” (UFW) bildirisini imzalamıştır. Böylece fildişi, gergedan boynuzu, kaplumbağa kabuğu gibi yaban hayvanlarının parçalarının yasadışı ticaretinin engellenmesi yönünde çaba sarf edilmektedir. Bunun yanında yolculara seyahatleri sırasında kullanımına sunulan kulaklık ve battaniye setlerinde çevre dostu malzemeler tercih edilirken, çocuk yolculara “Orman Yönetim Konseyi (FSC)” sertifikalı ürünler sunulmaktadır (Türk Havayolları Sürdürülebilirlik Raporu 2021).

Türk Hava Yolları'nın "2023 Yılı En Sürdürülebilir Bayrak Taşıyıcı Havayolu" ödülünü alması, havacılık sektöründe sürdürülebilirlik alanında yaptığı önemli çalışmaları ve öncü rolünü bir kez daha vurgulamaktadır.

Türk Hava Yolları'nın gönüllü karbon dengeleme platformu CO₂emission ile karbon ayak izini azaltmaya yönelik adımlar atması ve Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) kullanımı gibi yenilikçi yaklaşımlarıyla öne çıkması önemli bir örnek teşkil etmektedir. Uçak içi sürdürülebilir ürünlerin kullanımı ve atık yönetimi gibi operasyonel alanlarda da sürdürülebilirlik ilkelerine uygun hareket ettiği görülmektedir. Ancak Karakuş (2023), gerçekleştirdiği çalışmada THY sürdürülebilirlik raporlarının yıllar içerisinde hem genel çerçevede hem de içerikte farklılıklar gösterdiğini ve verilerin tutarsızlıklar içerdiğini vurgulamıştır.

Bu tür girişimler, sadece havacılık endüstrisinde değil, genel olarak iş dünyasında da sürdürülebilirlik çabalarının ne kadar önemli olduğunu gösteriyor. Türk Hava Yolları'nın bu ödülü alması, şirketin sadece karlılık odaklı değil, aynı zamanda çevresel ve toplumsal sorumluluğunu da gözettiğini göstermektedir.

Türkiye'de hizmet veren önde gelen havayolu şirketlerinden biri olan Pegasus Hava Yolları, çevreye duyarlılık ve sürdürülebilirlik konularına büyük önem vermektedir. Bu bağlamda, Pegasus'un sürdürülebilirlik mottosu olan "Rotamız Sürdürülebilir Bir Gelecek" öne çıkmaktadır. Bu slogan, Pegasus'un sadece günümüzün ihtiyaçlarını karşılamayı değil, aynı zamanda geleceğe yönelik sorumluluklarını da göz önünde bulundurarak hareket ettiğini vurgulamaktadır (Pegasus Hava Taşımacılığı Anonim Şirketi 1 Ocak-31 Aralık 2022 Dönemi Yönetim Kurulu Yıllık Faaliyet Raporu, 2023).

2023 yılında, sürdürülebilirlik bakış açısını hızlandıran Pegasus, İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı'ndaki ana üssünde yer hizmetleri konusunda önemli değişikliklere imza atarak, yer operasyonlarında kullanılan elektrikli araç ve ekipman payını önemli ölçüde artırarak çevre dostu uygulamalara odaklanmıştır. Yeni nesil elektrikli yer araçlarıyla hem gökyüzüne hem de yere sürdürülebilirlik anlayışını yansıtarak, operasyonlarında çevresel ve sosyal verimliliği arttırmaktadır (Pegasus Hava Taşımacılığı Anonim Şirketi 1 Ocak-31 Aralık 2022 Dönemi Yönetim Kurulu Yıllık Faaliyet Raporu, 2023).

Pegasus Hava Yollarının Mart 2022'den bu yana uçaklarına Sürdürülebilir havacılık yakıtı (SAF) ikmali gerçekleştiren Petrol Ofisi ile iş birliğini güçlendirme

kararı, havacılık endüstrisinde sürdürülebilirlik çabalarını destekleyen önemli bir adımı temsil etmektedir. Bu iş birliği kapsamında Türkiye’de SAF kullanımlı ilk iç hat uçuşu, 1 Mart 2022 tarihinde İzmir Adnan Menderes Havalimanı ile İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı arasında gerçekleştirilmiştir.

Pegasus Hava Yolları; iklim teknolojisi şirketi CHOOOSE ile gerçekleştirdiği iş birliği kapsamında, misafirlerine, doğrulanmış iklim çözümlerini destekleyerek, uçuşlarından kaynaklanan karbon emisyonlarını nötrleme imkânı sunmaktadır. Pegasus web-sitesinde yer alan seyahat detaylarınız sonucunda, tahmini toplam emisyon miktarınız yer almaktadır. Hesaplamanın sonucunda size destekleyeceğiniz iklim projeleri hakkında bilgi verilmekte ve yapılması önerilen bağış miktarı yer almaktadır (Pegasus Hava Yolları Sürdürülebilirlik Merkezi).

Sunexpress Hava Yollarının 2018 yılında iklim koruma organizasyonu olan “atmosferi” tarafından 6. sırada ödüllendirilmesi, şirketin çevresel sürdürülebilirlik konusundaki taahhüdünü ve çabalarını yansıtmaktadır. Atmosferi, 190 havayolu şirketinin filolarının iklim verimliliği açısından karşılaştırıldığı önemli bir organizasyondur.

Sunexpress Hava Yolları tüm uluslararası uçuşlarda plastik ürünlerden oluşan yemek takımlarını, ahşap veya kâğıt gibi sürdürülebilir alternatif ürünlerle değiştirerek 70.000 parça ürünü kapsayan tasarruf sağlamıştır. Uçak içerisinde genç nesillere sürdürülebilirlik hakkında hassasiyet kazandırmak için, çöp ayrıştırma veya mikro plastikler gibi çevre sorunları hakkındaki bilgileri oyun ortamında veren, FSC sertifikalı kâğıttan basılmış bulmacalar sunmuştur.

Sunexpress Hava Yolları “Yeşil Kabinli” bir hava yolu olmak amacı ile 2018’den beri kabin içinde ultra hafif ekipman kullanmaya başlamıştır. Örneğin, Almanya- Türkiye gidiş dönüş yolculuğunda toplamda 14 kg tasarruf sağlayan, yeni ultra hafif servis arabaları kullanılmaya başlanmıştır (Sunexpress Yenilik ve Sürdürülebilirlik).

Ülkemizin en yeni havayolu şirketi olan AJET 31 Mart 2024 tarihinde ilk tarifeli seferine Ankara Esenboğa – İstanbul Sabiha Gökçen arasında başlamıştır. Henüz sürdürülebilirlik raporu bulunmayan firmanın vizyon ve misyonları incelendiğinde yeni nesil filo yatırımları ve yeşil uygulamalar ile çevresel sorumluluğu teşvik eden girişimleri desteklediği ve karbon tüketimini en aza indirmeyi hedeflediği görülmektedir. (AJet “Miyon ve Vizyon”).

Tablo 1: Türkiye’de faaliyet gösteren hava yollarının sürdürülebilirlik alanında üye oldukları iş birlikleri, projeler ve endekslerinin ve üyelik tarihlerine göre karşılaştırılması. (Global Monitoring Laboratory, 2024)

| | Türk Hava Yolları | Pegasus Hava Yolları |
|---|-------------------|----------------------|
| UN Global Compact (Küresel İlkeler Sözleşmesi) | 30.08.2022 | 30.10.2019 |
| IEnvA (IATA) IATA Çevre Değerlendirme Yönetim Sistemi | 24.01.2022 | Üye Değildir. |
| Karbon Saydamlık Projesi (CDP) İklim Değişikliği Programı * Rapor gönderme yılı | 2021 | 2015 |
| Global Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) Deklarasyonu | 07.10.2022 | Üye Değildir. |
| BIST Sürdürülebilirlik Endeksin | 01.11.2022 | 29.11.2023 |

Yazar tarafından oluşturulan bu tabloda Sunexpress Hava Yollarının üye olduğu bir iş birliği, proje ve endeks bulunmamaktadır, AJET Hava Yollarının sürdürülebilirlik raporu yayınlanmamış ve üye olduğu bir iş birliği, proje ve endeks bulunmamaktadır. Uluslararası havacılık alanında sürdürülebilirlik konusunda önde gelen kuruluşlara Türk Hava Yolları’nın üyeliklerinin çoğu 2022 yılında gerçekleşmiştir. Sürdürülebilir bir havayolu olma yolunda günümüz trendlerini yakalamak adına yapılan bu atılım ile Türk Hava Yolları’nın özellikle iştiraki olan Ajet ve Sunexpress havayollarına örnek teşkil edeceği görüşünde bulunmaktayız. Pegasus havayolları ise uluslararası üyelik iş birliklerine daha erken başlamasına rağmen üye olduğu kuruluşlar bakımından Türk Hava Yollarının arkasında kalmıştır.

Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI), havaalanlarının çevresel etkilerini azaltmalarını teşvik etmek amacıyla 2009 yılında Havalimanı Karbon Akreditasyonu (Airport Carbon Accreditation) programını başlatılmıştır. Konseyin 2 Mayıs 2024 tarihli üye listesi kitapçığında, bu tarih itibari global olarak 581 hava limanının üye olduğu görülmektedir. Ülkemizdeki üye havalimanları ve IATA kodları ; Adana (ADA) , Adıyaman (ADF), Ağrı Ahmed-i Hani (AJI), Kayseri Erkilet (ASR), Batman (BAL), Bingöl (BGG), Balıkesir (BZI), Balıkesir (BZI), Çanakkale (CKZ), Diyarbakır (DIY), Denizli Çardak (DNZ), Balıkesir Koca Seyit (EDO), Erzincan Yıldırım Akbulut (ERC), Erzurum (ERZ), Elazığ (Ezs), Çanakkale Gökçeada (GKD), Şanlıurfa GAP (GNY), Gaziantep Oğuzeli (GZT), Hatay (HTY), Iğdır Şehir Bülent Aydın (IGD), Isparta

Süleyman Demirel (IST), Atatürk Airport (ISL), Kahramanmaraş Uluslararası (KCM), Cengiz Topel (KCO), Kastamonu (KFS), Kars Harakani (KSY), Konya (KYA), Malatya Erhaç (MLX), Mardin (MQM), Muş (MSR), Amasya Merzifon (MZH), Nevşehir Kapadokya (NAV), Şırnak Şerafettin Elçi (NKT), Sinop (NOP), Ordu-Giresun (OGU), Siirt (SXZ), Samsun Çarşamba (SZF), Tekirdağ Çorlu (TEQ), Tokat (TJK), Trabzon (TZX), Uşak (USQ), Van Ferit Melen (VAN), Sivas Nuri Demirağ (VAS), Bursa Yenişehir (YEI), Hakkari-Yüksekova Selahaddin Eyyubi (YKO), Antalya (AYT), İzmir Adnan Menderes (ADB), Milas-Bodrum (BJV), Ankara Esenboğa (ESB), Gazipaşa-Alanya (GZP), Dalaman (DLM) , İstanbul (IST) ve İstanbul Sabiha Gökçen (SAW) olmak üzere Devlet Hava Meydanları İşletmesine ait 44 havalimanı, TAV Airport Holding Şirketine ait 4 havalimanı, Fraport Tav Antalya Terminal İşletmeciliği A.Ş.' e ait 1 havalimanı, YDA Havalimanı Yatırım ve İşletme A.Ş.' e ait 1 havalimanı, IGA İstanbul Airport işletmesine ait 1 havalimanı ve İstanbul Sabiha Gökçen Uluslararası havalimanı işletmesine ait 1 havalimanı olmak üzere toplam 52 havalimanı üye olarak yerini almıştır.

Yeşil havaalanı sertifikasyonu, emisyon kaynaklarının net bir şekilde belirlenmesi, ölçülebilir emisyon azaltımı, iklim girişimlerinin desteklenmesi, operasyonel ve maliyet verimliliği, kamu nezdinde artan güvenilirlik ve yeşil finansmana erişim gibi faydalar sağlamaktadır.

Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI) 17'nci Avrupa Ödülleri kapsamında İstanbul Havalimanı'nı 40 milyon yolcu üzerinde kategorisinde "Avrupa'nın En İyi Havalimanı" ve "Erişilebilir Havalimanı" ödüllerine layık görülmüştür. Sabiha Gökçen Havalimanı ise 2024 Ocak ayında pandemi öncesi (Ocak 2019) trafiğin %14,3 üzerine çıkarak Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI) tarafından Mega Havalimanları kategorisinde 2'inci, tüm Avrupa havalimanları arasında 8inci ve 2023 yılı toplam trafiğe göre 10uncu olmuştur.

Global ölçekte havayolu şirketlerinin örnek teşkil edebilecek sürdürülebilirlik uygulamalarını incelediğimizde; Emirates Havayollarının kabinde kullandığı plastik şişleri geri dönüştürerek yolcularına polar battaniye sunmaktadır. American havayolu şirketi ise ikramları sırasında bambudan üretilmiş çatal bıçak takımlarını yolcularına sunmaktadır. Alaska hava yolları ZeroAvia ile şirketi ile iş birliği yaparak emekliye

ayrılan bir Bombardier Q400 turboprop tipi uçağı uçurmak için sıfır emisyonlu hidrojen elektrik tahrik teknolojisini test etmeye başlamıştır.

SONUÇ VE TARTIŞMA

Küresel bir mesele olan CO₂ ve sera gazları, dünyamızın sürdürülebilirliği ve gelecek nesillerin yaşamı için ciddi bir tehdit oluşturmaktadır. Bu durum, ilgili otoriteler ve ulaşım sektörü tarafından da açıkça kabul edilmektedir. Havacılıkta sürdürülebilirlik, uçuşların artan çevresel etkisini yönetilmesi ile sağlanabilecektir. Bu sorunun üstesinden gelmek için hem sivil toplum örgütlerinin hem de sektör paydaşlarının yürüttüğü çalışmalar, makalede detaylı bir şekilde ele alınmıştır. Türkiye'deki havacılık sektörü incelendiğinde, ülkemizde bayrak taşıyıcı havayolu konumunda bulunan Türk Hava Yolları'nın 2021 ve özellikle 2022 yıllarında farkındalık yaratacak projelere imza attığı görülmektedir. Diğer yandan, Pegasus Hava Yolları bu konuda daha önce çalışmalar başlatmış olsa da son yıllarda gerekli atılımları yapamaması nedeniyle sürdürülebilirlik konusunda Türk Hava Yolları'nın gerisinde kalmıştır. Ülkemizde faaliyet gösteren bir diğer havayolu olan SunExpress, Türk Hava Yolları ve Lufthansa Hava Yolları'nın ortak girişimi olmasına rağmen, ne yazık ki sürdürülebilirlik konusunda henüz stratejik bir plan geliştirmemiştir. Son olarak ülkemizde Anadolujet'den bayrağı devir alarak yeni bir oluşum içine giren Ajet firmasının da sürdürülebilirlik raporu mevcut olmadığı için sadece vizyon ve misyon kısmında sürdürülebilir bir geleceği destekleyeceği bilgisine ulaşmak mümkün olmuştur. İleride yapılacak olan çalışmalarda firmanın sürdürülebilirlik raporunu yayınlacağı ve araştırmacılara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Ülkemizdeki havalimanları açısından değerlendirildiğinde, havaalanlarımızın büyük çoğunluğunun Havalimanı Karbon Akreditasyonu programına üye olduğu görülmektedir. Verilerin güncel tutulması ve sektördeki gelişmelerin incelenmesi açısından, bu çalışmaların belirli aralıklarla yenilenmesi hem sektör paydaşları hem de bilinçli vatandaşlar için rehber niteliğinde olacaktır. Bu alanda çalışma yapmak isteyen araştırmacıların, verileri güncelleyerek ve global uygulamaları ülkemiz perspektifinden değerlendirerek önemli akademik katkılar sağlayabileceği görülmektedir.

Yabancı Havayolları şirketlerinden biri olan Etihad Havayolu Şirketi Sürdürülebilirlik Programı'nın öncülüğünde iş ortaklarımızla birlikte, gezegen üzerindeki etkimizi azaltma konusunda kararlıyız şeklinde görüş bildirmiş ve 2050 yılına kadar net

sıfır emisyon elde etmeye kararlı olduklarını bildirmiş ve bu yönde çalışmalar gerçekleştirmektedirler. Ayrıca Corendon Airlines ve Petrol Ofisi Grubu, 2050 yılı net sıfır hedefleri doğrultusunda yeni bir işbirliğine imza atmıştır. Yabancı havayolu şirketleri Türk hava yolu şirketleri gibi sürdürülebilirlik bağlamında çabalar sarf etmekte ve 2050 yılına kadar net sıfır emisyon elde etmeyi hedeflemektedirler.

KAYNAKÇA

Airbus. (2023). “Sustainable aviation fuel”. Erişim Adresi: <https://www.airbus.com/en/sustainability/respecting-theplanet/decarbonisation/sustainable-aviation-fuels> Erişim Tarihi: 27.05.2024

AJet “Misyon ve Vizyon”. Erişim Adresi: <https://ajet.com/tr/kurumsal/vizyon-ve-misyon> Erişim Tarihi: 20.05.2025

Alpman, E., Göğüş, A. Y. (2017). Havacılıkta Sürdürülebilir Gelişme Göstergeleri. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 2(1), 1-11.

Birleşmiş Milletler Türkiye “Sürdürülebilir Kalkınma Amaçları”. Erişim Adresi: <https://turkiye.un.org/tr/sdgs> Erişim Tarihi: 23.05.2024

Borsa İstanbul. (2020). Şirketler için sürdürülebilirlik rehberi. https://www.borsaistanbul.com/files/Surdurulebilirlik_Rehberi_2020.pdf . Erişim tarihi: 27.05.2024

Büchs, M., & Mattioli, G. (2024). How socially just are taxes on air travel and ‘frequent flyer levies’? *Journal of Sustainable Tourism*, 32(1), 62–84.

Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation (CORSIA) https://www.icao.int/environmental-protection/CORSIA/Documents/CORSIA_FAQs_Dec2022.pdf Erişim Tarihi: 19.05.2024

CDP Türkiye – En İyi Uygulamalar Kitapçığı - <https://cdpturkey.sabanciuniv.edu/sites/cdpturkey.sabanciuniv.edu/files/blogs/cdp-turkey-best-practices-booklet-turkish.pdf> Erişim Tarihi: 27.04.2024

Cui, Q. (2019). Investigating the airlines emission reduction through carbon trading under CNG2020 strategy via a Network Weak Disposability DEA. *Energy*, 180, 763-771.

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü, Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı, Faaliyet Raporu 2023
<https://www.dhmi.gov.tr/Lists/FaaliyetRaporlari/Attachments/24/Faaliyet-Raporu-2023.pdf> Erişim Tarihi: 27.05.2024

Emirates, Annual Report 2022-2023 <https://c.ekstatic.net/ecl/documents/annual-report/2022-2023.pdf> Erişim Tarihi: 13.05.2024

European Council, Council of the European Union, Fit For 55, <https://www.consilium.europa.eu/en/policies/green-deal/fit-for-55/> Erişim Tarihi: 27.05.2024

Gabric, A. J. (2023). The Climate Change Crisis: A Review of its causes and Possible responses. *Atmosphere*, 14(7), 1081.

Global Monitoring Laboratory. (05.04.2024). Global Monitoring Laboratory – Carbon Cycle Greenhouse Gases. https://gml.noaa.gov/webdata/ccgg/trends/co2/co2_annmean_mlo.txt Erişim tarihi: 27.05.2024

Global Programme on Risk Assessment and Management for Adaptation to Climate Change (Loss and Damage). (2021). Climate Risk Management. In giz.de. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. https://www.giz.de/en/downloads/giz2021_en_climate-risk-management.pdf Erişim Tarihi: 27.05.2024

Heyes, G.; Urquhart, C.; Hooper, P.; Thomas, C. (2023). Comprehensive Strategic Analysis for Sustainability: An Aviation Industry Case Study. *Sustainability*, 15, 8806.

IATA CO₂ Connect/Test Our Calculator Uygulaması
<https://www.iata.org/en/services/statistics/intelligence/co2-connect/> Erişim Tarihi: 27.05.2024

IATA Sustainability Fly Net To Zero
<https://www.iata.org/en/programs/environment/flynetzero/> Erişim Tarihi: 27.05.2024

International Air Transport Association. (2023). Net zero 2050: sustainable aviation fuels. <https://www.iata.org/en/iatarepository/pressroom/fact-sheets/fact-sheet---alternative-fuels/>

Kanat, Z. Ve Keskin, A. (2018). Dünya İklim Değişikliği Üzerine Yapılan Çalışmalar ve Türkiye’de Mevcut Durum. Atatürk Üniv. Ziraat Fak. Derg., 49 (1): 67-78.

Karakuş, G. (2023). Türk Hava Yolları sürdürülebilirlik raporları üzerine bir araştırma. Aerospace Research Letters (ASREL) Dergisi, 2(2), 86-113.

Korba, P., Sekelová, I., Koščáková, M., & Behúnová, A. (2023). Passengers’ Knowledge and Attitudes toward Green Initiatives in Aviation. Sustainability, 15(7), 6187.

Köhl, F. (2023). Sustainability in Aviation: European Initiatives for More Environmental Protection. Erişim adresi: <https://grayling.com/news-and-views/sustainability-in-aviation-european-initiatives-for-more-environmental-protection/> Erişim Tarihi 20.05.2024

Özerdem, F., Barlas, B. (2021). Kopenhag Okulu Çerçevesinde 2020 ve sonrası Dünya Politikasının Yeni Sorunu: İklim Değişikliği ve İklim Göçmenleri. Süleyman Demirel Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 3(41): 273-302.

Pegasus Hava Yolları Sürdürülebilirlik Merkezi <https://www.flypgs.com/surdurulebilirlik> Erişim Tarihi: 19.05.2024

Pegasus Hava Taşımacılığı Anonim Şirketi 1 Ocak-31 Aralık 2022 Dönemi Yönetim Kurulu Yıllık Faaliyet Raporu (2023) Erişim Tarihi : 20.05.2024

Pernice, D. ve Debyser, A. (2024). Air transport: Single European Sky. Erişim adresi: https://www.europarl.europa.eu/erpl-app-public/factsheets/pdf/en/FTU_3.4.8.pdf Erişim Tarihi: 27.05.2024

Ritchie, H., Rosado P., Roser M. (2024). “Breakdown of carbon dioxide, methane and nitrous oxide emissions by sector” Erişim Adresi <http://ourworldindata.org/emissions-by-sector> Erişim Tarihi: 01.06.2024

SkyNRG. (2023). The basics of SAF Technology | The HEFA process SkyNRG. <https://skynrg.com/sustainable-aviation-fuel/technology-basics/>

Sunexpress Yenilik ve Sürdürülebilirlik Erişim Tarihi: 15.05.2024 <https://www.sunexpress.com/tr-tr/sirket/sunexpress-duenyasi/sirket-profil/yenilik-ve-surdurulebilirlik/>

Tanzil, A. H., Brandt, K., Wolcott, M. P., Zhang, X., & Garcia-Perez, M. (2021). Strategic assessment of sustainable aviation fuel production technologies: Yield improvement and cost reduction opportunities. *Biomass and Bioenergy*, 145, 105942.

Taskinsoy, J., Uyar, A. (2017). Analysis of Sustainability Reporting in the Airline Industry: The Case of Turkish Airlines. *SSRN Electronic Journal*

Türk Hava Yolları Sürdürülebilirlik Raporu 2021

Erişim Adresi:
<https://investor.turkishairlines.com/documents/surdurulebilirlik/turk-hava-yollari-2021-surdurulebilirlik-raporu.pdf> Erişim Tarihi: 27.05.2024

Türk Hava Yolları Sürdürülebilirlik Raporu 2022 Erişim Adresi:
<https://investor.turkishairlines.com/documents/surdurulebilirlik/2022-surdurulebilirlik-raporu.pdf> Erişim Tarihi: 27.05.2024

Yıldız, O. (2023). Sürdürülebilir Havacılık ve Tüketicinin Eşleştirilmesi. H. Güngör (Ed.), *Sivil Havacılık Yönetiminin Temelleri* (s. 393-434). Akdemi Titiz Yayınları.

Yıldız, O., Kelleci, A. Başakçı, T. (2024), Sürdürülebilir Havayollarının Tüketici Tarafından Kabulünü Etkileyen Teşvik Edici Faktörler. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 13(1), 174-202.

Zeroavia, (2023). Alaska Airlines and ZeroAvia developing world's largest zero-emission aircraft <https://zeroavia.com/alaska-airlines-zero-emission-q400/> Erişim Tarihi: 27.05.2024