



**HAVALİMANLARI İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK
ENDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ VE BU ENDEKSLERE
YÖNELİK BİR DURUM ÇALIŞMASI**

Doktora Tezi

Orhan YÜCEL

Ekişehir 2024

**HAVALİMANLARI İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSLERİNİN
BELİRLENMESİ VE BU ENDEKSLERE YÖNELİK BİR DURUM ÇALIŞMASI**

Orhan YÜCEL

DOKTORA TEZİ

**Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. T. Hikmet KARAKOÇ
(İkinci Danışman: Seval KARDEŞ SELİMOĞLU)**

Eskişehir Anadolu Üniversitesi

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Temmuz 2024

Bu tez çalışması BAP Komisyonunca kabul edilen BAP2108E177 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Orhan YÜCEL'in "Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması" başlıklı tezi 01/07/2024 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek "Anadolu Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği'nin ilgili maddeleri uyarınca, Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim dalında Doktora olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri	Unvanı Adı Soyadı	İmza
Üye (Tez Danışmanı) :	Prof. Dr. T. Hikmet KARAKOÇ	
Üye :	Prof. Dr. Özlem ATALIK	
Üye :	Prof. Dr. Arman Aziz KARAGÜL	
Üye :	Prof.Dr. Ayşe Banu BAŞAR	
Üye :	Doç. Dr. Alper DALKIRAN	

Prof.Dr. Saime ÖNCE
Enstitü Müdürü

ÖZET

HAVALİMANLARI İÇİN SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSLERİNİN BELİRLENMESİ VE BU ENDEKSLERE YÖNELİK BİR DURUM ÇALIŞMASI

Orhan YÜCEL

Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temmuz 2024

Danışman: Prof. Dr. T. Hikmet KARAKOÇ

(İkinci Danışman: Seval KARDEŞ SELİMOĞLU)

B u çalışmada havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından değerlendirmesi için bir değerlendirme yöntemi geliştirilmesi hedeflenmiştir. Uluslararası ölçekte hizmet veren havalimanı işletmelerini kapsayan çalışmada nicel araştırma yöntemi kullanılmış olup, Uzman Paneli çalışması ile elde edilen veriler ‘Best Worst Method (BWM)’ yöntemi kullanılarak analiz edilmiştir. Sonrasında elde edilen sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi 6 adet büyük havalimanına Durum Çalışması yöntemi ile uygulanmıştır. Elde edilen verilerin analizi sonucunda söz konusu havalimanlarının sürdürülebilirlik değerlendirilmesi yapılmıştır. Çalışma kapsamında; Çevre, Sosyal ve Ekonomi endeksleri ana başlıkları altında 18 adet sürdürülebilirlik göstergesi ve bu endekslerin ölçülmesine imkân veren 42 adet metrik elde edilmiştir. Havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirilmesinde çevresel konularının ağırlığının ekonomi ve sosyal konulara göre çok daha fazla olduğu, ekonomi ve sosyal konuların etkilerinin daha az olduğu görülmektedir. Göstergeler içerisinde ise Çevre endeksi altında yer alan Emisyonlar ve Hava Kirliliği en fazla ağırlığa sahiptir. İkinci sırada Ekonomi göstergelerinden Doğrudan Ekonomik Katkılar yer alırken, diğer Çevresel göstergelerden Enerji Yönetimi, Su Kullanımı, Gürültü Yönetimi ve Atık Yönetimi bunu takip etmektedir. Sosyal göstergeler ise en yüksek Kurumsal Yönetim ve İş Etiği olmak üzere çok düşük ağırlıklara sahiptir. Durum çalışması sonuçları 6 havalimanının 2021 ve 2022 yılları için ekonomik, sosyal, çevre ve toplam sürdürülebilirlik endeksleri açısından sürdürülebilirlik performans ve sıralamalarını vermiştir. Ayrıca her bir havalimanının 3 endeks ve toplamda sürdürülebilirlik performansları 2021 ve 2022 yılları arasında karşılaştırmalı olarak bulunmuştur.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Havalimanı, Sürdürülebilirlik, Sürdürülebilirlik endeksleri, ÇKKV yöntemleri, Durum çalışması, Uzman paneli

ABSTRACT

DETERMINATION OF SUSTAINABILITY INDICES FOR AIRPORTS AND A CASE STUDY ON THESE INDICES

Orhan YÜCEL

Department of Civil Aviation Management

Anadolu University, Graduate School of Social Sciences, July 2024

Supervisor: Prof. Dr. T. Hikmet KARAKOÇ

(Co-supervisor: Seval KARDEŞ SELİMOĞLU)

In this study, it is aimed to develop an evaluation method that uses the best indices and indicators for the evaluation of airport sustainability. The field of study consists of large airport operators providing services on an international scale. Quantitative research method was used in the study, and the data obtained from the expert group study was analyzed using the best-worst method. Afterwards, the sustainability evaluation method obtained was applied to 6 large airports with the Case Study method. As a result of the analysis of the data obtained, the sustainability assessment of the airports in question was made. Within the scope of the study, 18 sustainability indicators and 42 metrics that enable the measurement of these indices were obtained under the main headings of Environment, Social and Economy indices. It is seen that the weight of environmental issues in airport sustainability evaluation is much greater than economic and social issues, and the effects of economic and social issues are less, respectively. Among the indicators, Emissions and Air Pollution, which are included under the Environment index, have the most weight. While Direct Economic Contributions are in the second place among the Economy indices, Energy Management, Water Use, Noise Management and Waste Management are followed by other environmental indicators. Social Indicators have very low weights, the highest of which are Corporate Governance and Business Ethics. The case study results gave the sustainability performance and rankings of the airports for each of the economic, social, environmental and total sustainability indices of 6 airports in 2021 and 2022. In addition, it was possible to examine the comparative sustainability performances in 3 indices and in total for each airport between 2021 and 2022.

Keywords: Aviation, Airport, Sustainability, Sustainability Indices, MCDM, Case study, Expert panel

ÖNSÖZ

“Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması” başlıklı tez çalışmamda tüm süreç boyunca beni cesaretlendiren, yönlendiren ve değerli katkılarıyla çalışmama katkı sağlayan danışman hocam sayın Prof. Dr. T. Hikmet KARAKOÇ 'a ve doktora eğitimim sürecinde bilgi ve desteklerini esirgemeyen tüm değerli öğretim üyelerine,

Çalışmamın her aşamasında yönlendirici tavsiyeleriyle değerli katkılar sunan, bilgi ve tecrübelerini paylaşarak çalışmamın gelişimine katkı sağlayan Prof. Dr. Seval KARDEŞ SELİMOĞLU'na, Prof. Dr. Özlem ATALIK'a ve Doç. Dr. Alper DALKIRAN'a,

Uzman Paneli çalışmasına katılarak değerli görüşleri ile katkı sağlayan tüm hocalarıma, kurum yetkililerine ve özel sektör uzmanlarına,

Araştırma süresince beni destekleyen ve tezimin gözden geçirilmesinde büyük emeği olan değerli meslektaşım ve arkadaşım Mustafa ECE'ye,

Beni sabırla destekleyen, çalışmalarımı yapabilmem için uygun zaman ve ortam sağlayan sevgili eşime ve çocuklarıma, sevgili anneme ve rahmetli babama, her zaman yanımda olan tüm aile fertlerime sonsuz saygı ve sevgilerimi sunarım.

Orhan YÜCEL

Ankara, 2024

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

Bu tezin bana ait, özgün bir çalışma olduğunu; çalışmamın hazırlık, veri toplama, analiz ve bilgilerin sunumu olmak üzere tüm aşamalarında bilimsel etik ilke ve kurallara uygun davrandığımı; bu çalışma kapsamında elde edilen tüm veri ve bilgiler için kaynak gösterdiğimi ve bu kaynaklara kaynakçada yer verdiğimi; bu çalışmanın Anadolu Üniversitesi tarafından kullanılan “bilimsel intihal tespit programı”yla tarandığını ve hiçbir şekilde “intihal içermediğini” beyan ederim. Herhangi bir zamanda, çalışmamla ilgili yaptığım bu beyana aykırı bir durumun saptanması durumunda, ortaya çıkacak tüm ahlaki ve hukuki sonuçları kabul ettiğimi bildiririm.

ORHAN YÜCEL

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
BAŞLIK SAYFASI.....	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iii
ÖZET	iii
ABSTRACT.....	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
TABLOLAR DİZİNİ	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ	xv
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Araştırmanın Amacı	2
1.2. Araştırmanın Önemi.....	3
1.3. Araştırmanın Kapsamı.....	4
1.4. Sınır ve Kısıtlılıklar.....	4
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	5
2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Dayandığı Kuramlar	5
2.1.1. Doğal Sermaye Kuramı.....	6
2.1.2. Sosyal Ekoloji Kuramı	6
2.1.3. Ekosistem Hizmetleri Kuramı	7
2.1.4. Ekolojik Modernizasyon Kuramı.....	8
2.1.5. Sosyal Sürdürülebilirlik Kuramı.....	9
2.2. Havacılık Sektörü Açısından Sürdürülebilirlik	10
2.3. Havalimanı Sürdürülebilirlik Etkileri	12
2.3.1. Hava Kirliliği.....	13
2.3.2. Gürültü	15
2.3.3. Üçüncü Taraf Riski.....	16
2.3.4. Atıklar.....	17
2.3.5. Enerji Kullanımı	20
2.3.6. Su Kullanımı ve Kirliliği	21
2.3.7. Biyoçeşitlilik	22
2.3.8. Sosyal Etkiler	24

2.3.9.	Ekonomik Etkiler.....	25
2.4.	Havalimanlarını Bölümleri ve Sürdürülebilirlik Etkileri	26
2.4.1.	Havalimanlarında Terminal İşletmeleri ve Sürdürülebilirlik.	27
2.4.2.	Hava Tarafı İşletmeleri ve Sürdürülebilirlik	28
2.4.3.	Havalimanlarında Ticari Hizmetler ve Sürdürülebilirlik	29
2.4.4.	Havalimanlarında Destek Hizmetleri ve Sürdürülebilirlik	31
2.4.5.	Havalimanlarında Yönetim ve İdari Bölümler Açısından	
	Sürdürülebilirlik	32
2.5.	Havalimanı Sürdürülebilirlik Raporlaması	33
2.5.1.	Havalimanı Sürdürülebilirlik Raporlamasına Olan İhtiyacın ...	
	Nedenleri.....	34
2.5.2.	Havalimanı Paydaşları İçin Sürdürülebilirlik Raporlarının	
	Faydaları.....	35
2.6.	Havalimanı Sürdürülebilirlik Değerlendirme.....	36
3.	ARAŞTIRMA YÖNTEMİ	39
3.1.	Araştırma Modeli ve Aşamalar	40
3.1.1.	Literatür Taraması.....	40
3.1.2.	Uzman Paneli Çalışması.....	41
3.1.3.	Uzman Paneli Kapsam ve Katılımcı Bilgileri.....	42
3.1.4.	Durum Çalışması: Örnek Havalimanlarında Uygulama	43
3.1.5.	Araştırma Verilerinin Analiz ve Değerlendirmesi.....	44
3.1.6.	Çalışma Kapsamında Kullanılan ÇKKV Yöntemleri	45
3.1.7.	BWM Yöntemi	47
3.1.8.	Min-Max Normalizasyon Yöntemi.....	48
3.1.9.	VIKOR Yöntemi	50
3.1.10.	PROMETHEE-II Yöntemi	52
3.1.11.	TOPSIS Yöntemi	55
3.1.12.	Copeland Yöntemi	57
4.	BULGULAR VE YORUM	59
4.1.	Endeks Seti ve Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	59
4.2.	Birinci anket: Nihai Endeks Setinin belirlenmesi	63
4.3.	İkinci Anket: En iyi ve en kötü endeks ve göstergelerin seçimi.....	64
4.4.	Üçüncü Anket: Endeks ve Göstergelerin En İyi ve En Kötü Kriterlerle	

Karşılaştırılması.....	65
4.5. BWM Yöntemi ile Endeks ve Göstergelerin Ağırlıklarının Bulunması	66
4.6. Endeks ve Göstergelerin Önem Durumu.....	68
4.7. Literatürdeki Benzer Çalışmalar ve Bulguları	69
4.8. Havalimanı Sürdürülebilirliğinde Çevre Boyutunun Öne Çıkma Nedenleri.....	72
4.9. Endeks, Gösterge ve Metriklerin Açıklaması ve Ölçüm Yöntemleri	73
4.9.1. Doğrudan Ekonomik Katkılar.....	74
4.9.2. Büyüme	74
4.9.3. Dolaylı Ekonomik Katkılar.....	75
4.9.4. İstihdam	75
4.9.5. Atık Yönetimi	76
4.9.6. Su Kullanımı.....	76
4.9.7. Gürültü Yönetimi.....	77
4.9.8. Enerji Yönetimi.....	78
4.9.9. Emisyonlar ve Hava Kirliliği	79
4.9.10. Sertifikasyon ve Sistemik Çabalar	79
4.9.11. Biyoçeşitlilik	80
4.9.12. Müşteri Memnuniyeti.....	81
4.9.13. Çalışan Refahı ve Memnuniyeti	81
4.9.14. Kazalar ve Emniyet	82
4.9.15. İnsan Hakları ve İstismar	83
4.9.16. Paydaş İlişkileri.....	83
4.9.17. Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	84
4.9.18. Sosyal Sorumluluk Projeleri	84
4.10. Durum Çalışması Bulgularının Değerlendirilmesi	85
4.10.1. Örnek Havalimanlarının 2021 Yılı Sürdürülebilirlik Analizleri ve Bulgular	88
4.10.1.1 2021 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Analizi ve	
Bulgular.....	97
4.10.1.2 2021 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Analizi ve	
Bulgular.....	98
4.10.1.3 2021 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Analizi ve	

	Bulgular.....	100
4.10.1.4	2021 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular.....	101
4.10.2.	Örnek Havalimanlarının 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Analizleri ve Bulgular	102
4.10.2.1.	2022 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular.....	110
4.10.2.2.	2022 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular.....	111
4.10.2.3.	2022 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular.....	112
4.10.2.4.	2022 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular.....	113
4.10.3.	Örnek Havalimanlarının 2021 ve 2022 yılı sürdürülebilirlik durumlarının Analizi ve Bulgular	114
4.10.3.1.	Atina Havalimanı	115
4.10.3.2.	Heathrow Havalimanı.....	122
4.10.3.3.	Hong Kong Havalimanı	123
4.10.3.4.	Incheon Havalimanı	125
4.10.3.5.	Münih Havalimanı	127
4.10.3.6.	Dallas Fort Worth Havalimanı	128
5.	SONUÇ VE ÖNERİLER	131
	KAYNAKÇA.....	140
	EKLER	157
	ÖZGEÇMİŞ	211

TABLÖLAR DİZİNİ

Sayfa

Tablo 2.1.	Havalimanlarında Üretilen Atık Türleri ve Kaynakları (ACI, 2023b; ICAO, 2017; FAA, 2013).....	18
Tablo 2.2.	Havalimanı Bölümleri	26
Tablo 3.1.	Uzman Paneli üyelerine ait demografik bilgiler.....	43
Tablo 3.2.	Tutarlılık Endeksi değerleri	48
Tablo 3.3.	Min-max örnek uygulama verileri	49
Tablo 4.1.	Literatürde Çevre Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları	59
Tablo 4.2.	Literatürde Sosyal Endeks için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları	61
Tablo 4.3.	Literatürde Ekonomi Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları	62
Tablo 4.4.	Endeks Seti	63
Tablo 4.5.	En İyi-En Kötü Endeks ve Göstergeler- 2. Anket Sonuçları.....	65
Tablo 4.6.	Göreceli ağırlıklar ve sıralama ile nihai endeks seti - 3. Anket Sonuçları	67
Tablo 4.7.	Tutarlılık Parametrelerinin Değerleri	68
Tablo 4.8.	Durum Çalışması yapılacak havalimanlarının seçilme durumları.....	86
Tablo 4.9.	Ekonomik göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları	86
Tablo 4.10.	Çevresel göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları	86
Tablo 4.11.	Sosyal göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları..	87

Tablo 4.12.	Durum Çalışması kapsamında kullanılan havalimanı raporları	88
Tablo 4.13.	2021 Yılı ekonomik göstergelere ait karar matrisi	89
Tablo 4.14.	2021 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi	89
Tablo 4.15.	2021 Yılı sosyal göstergelere ait karar matrisi	90
Tablo 4.16.	2021 yılı normalize karar matrisi	91
Tablo 4.17.	2021 yılı ağırlıklı normalize karar matrisi	92
Tablo 4.18.	VIKOR 2021 analizi (Adım 6: Alternatiflerin sıralama sonuçları)	93
Tablo 4.19.	PROMETHEE-II 2021 analizi (Alternatiflerin sıralama sonuçları)	93
Tablo 4.20.	TOPSIS 2021 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)	94
Tablo 4.21.	Copeland 2021 analizi (Diğer yöntemlerin sonuçlarının alınması)	94
Tablo 4.22.	Copeland 2021 analizi (Adım 1: Alternatiflerin ikişerli olarak karşılaştırılması)	94
Tablo 4.23.	Copeland 2021 analizi (Adım 2: Mukayese sonuçlarına göre puanlanma ve sıralama)	95
Tablo 4.24.	Copeland 2021 analizi (Adım 3: Alternatiflerin sıralama sonuçları)	96
Tablo 4.25.	Havalimanlarının endekslere göre 2021 yılı sürdürülebilirlik performansları	97
Tablo 4.26.	2022 Yılı ekonomik göstergelere ait karar matrisi	102
Tablo 4.27.	2022 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi	102
Tablo 4.28.	2022 Yılı sosyal göstergelere ait karar matrisi	103
Tablo 4.29.	2022 yılı normalize karar matrisi	104
Tablo 4.30.	2022 yılı ağırlıklı karar matrisi	105

Tablo 4.31. VIKOR 2022 analizi (Adım 4:Alternatiflerin sıralama sonuçları).....	106
Tablo 4.32. PROMETHEE-II 2021 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)	106
Tablo 4.33. TOPSIS 2022 analizi (Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması ve sonuç)	107
Tablo 4.34. TOPSIS 2022 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)	107
Tablo 4.35. Copeland 2022 analizi (Adım 1: Diğer yöntemlerin sonuçlarının alınması)	107
Tablo 4.36. Copeland 2022 analizi (Adım 2: Alternatiflerin ikiyeşerli olarak mukayese edilmesi)	108
Tablo 4.37. Copeland 2022 analizi (Adım 3: Mukayese sonuçlarına göre puanlanma ve sıralama)	109
Tablo 4.38. Copeland 2022 analizi (Adım 3: sıralanması ve sonuç)	109
Tablo 4.39. Havalimanlarının endekslere göre 2022 yılı sürdürülebilirlik performansları.....	110
Tablo 4.40. Atina Havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler	116
Tablo 4.41. Ekonomi endeksi sürdürülebilirlik önerileri.....	117
Tablo 4.42. Çevre endeksi sürdürülebilirlik önerileri.....	118
Tablo 4.43. Sosyal endeks sürdürülebilirlik önerileri.....	120
Tablo 4.44. Heathrow havalimanının düşük performans gösterdiği metrik ve göstergeler	123
Tablo 4.45. Hong Kong havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler	124

Tablo 4.46. Incheon havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler	126
Tablo 4.47. Münih havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler	128
Tablo 4.48. Dallas Fort-Worth havalimanının düşük performans gösterdiği alanlar .	129



ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 3.1. Araştırma Modeli.....	40
Şekil 3.2. Lineer tercihli kriter (J. P. Brans vd., 1986)	55
Şekil 4.1. Ekonomi Endeksi için Birinci ve İkinci anket yanıtları	66
Şekil 4.2. Çevre Endeksi için Birinci ve İkinci anket yanıtları	66
Şekil 4.3. Sosyal Endeks için birinci ve ikinci anketlerden alınan yanıtlar.....	67
Şekil 4.4. Havalimanı Sürdürülebilirlik Endeksleri ve Göstergelerinin Görelî Önemi	69
Şekil 4.5. 2021 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması.....	98
Şekil 4.6. 2021 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	99
Şekil 4.7. 2021 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	100
Şekil 4.8. 2021 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	101
Şekil 4.9. 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	111
Şekil 4.10. 2022 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	112
Şekil 4.11. 2022 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	113
Şekil 4.12. 2022 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması	114
Şekil 4.13. Atina Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları	115
Şekil 4.14. Heathrow Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları	122
Şekil 4.15. Hong Kong Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları	124

Şekil 4.16.	Incheon Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları	126
Şekil 4.17.	Münih Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları	127
Şekil 4.18.	Dallas Fort-Worth Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları.....	129



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACA	: Airport Carbon Accreditation
ACI	: Airports Council International
AHP	: Analytic Hierarchy Process
ANP	: Analytic Network Process
ATAG	: Air Transport Action Group
ATC	: Air Traffic Control
ATH	: Atina Havalimanı
ATM	: Air Traffic Movement
BEMS	: Building Energy Management Systems
BWM	: Best Worst Method
CDA	: Continuous Descent Approach
CDA	: Chicago Havacılık Departmanı
CI	: Consistency Index
CO₂	: Karbondioksit
CORSIA	: Carbon Offsetting and Reduction Scheme for International Aviation
COVID	: Coronavirus disease
CR	: Consistency Ratio
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme
DEA	: Data Envelopment Analysis

DFW	: Dallas Fort Worth Airport
ELECTRE	: Elimination Et Choix Traduisant la REalit)
EMAS	: Eco-Management and Audit Scheme
ESG	: Environment, Sustainment and Governance
ETS	: Emission Trading System
EUROCONTROL	: European Organisation for the Safety of Air Navigation
EWP	: Exponentially Weighted Product
FAA	: Federal Aviation Administrartion
FAVÖK	: Faiz, Amortisman ve Vergiler Öncesi Kar
GRESB	: Global Real Estate Sustainability Benchmark
GRI	: Global Reporting Initiative
HC	: Hidrokarbon
HVAC	: Heating, Ventilation, and Air Conditioning
HKG	: Hong Kong International Airport
HKIA	: Hong Kong International Airport
IATA	: International Air Transport Association
ICAO	: International Civil Aviation Organization
ICN	: Incheon Airport
ISO	: International Organization for Standardization
KOBİ	: Küçük ve Orta Boy İşletme

KPI	: Key Performance Indicator
KSS	: Kurumsal Sosyal Sürdürülebilirlik
LAWA	: Los Angeles Dünya Havalimanları
LHR	: London Heathrow Airport
LTO	: Landing take-off
MUC	: Munich Airport
NMVOC	: Non-Methane Volatile Organic Compounds
NASA	: National Aeronautics and Space Administration
NO_x	: Azot oksit
PROMETHEE	: Preference Ranking Organisation. Method For Enrichment Evaluations
RPK	: Revenue Passenger Kilometer
RTK	: Revenue Tonne Kilometer
SAF	: Sustainable Aviation Fuel
SO_x	: Sülfür Oksit
TOPSIS	: Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solutions
UNDP	: United Nations Development Programme
UNFCC	: United Nations Framework Convention on Climate Change
VIKOR	: ViseKriterijumsa Optimizacija I Kompromisno Resenje
YVR	: Vancouver International Airport

1. GİRİŞ

Teknolojik ilerlemeler ve küresel ticaretin gelişimi ile havayolu ulaşım talebi artmakta, buna bağlı olarak da havayolu işletmeleri, devlet kurumları ve ilgili iş çevreleri sürekli olarak büyüme ve altyapı kapasite artırımı isteği içinde bulunmaktadır. İşletmeler açısından ekonomik kaygıların yanında çevresel ve sosyal etkilerin de dikkate alınmasını içeren sürdürülebilirlik anlayışı giderek yaygınlık kazanmaktadır. Havayolu ulaştırma endüstrisi çevresel etkilerinin büyüklüğü nedeniyle sürdürülebilirlik konusunda en fazla gündeme gelen sektörlerden biri durumundadır. Havalimanları ise, iniş ve kalkış ile bunların arasında gerçekleşen birçok faaliyetler nedeniyle başta hava kirliliği ve gürültü olmak üzere sürdürülebilirlik etkilerinin incelenmesi önem taşıyan bir odak noktası durumundadır.

Havayolu işletmeleri hem mevcut faaliyetlerini hem de ileriye dönük genişleme planlarını sürdürülebilirlik temelli beklentilere uygun olarak gerçekleştirmek durumundadır. Bunun için havalimanları; mevcut faaliyetlerinin sürdürülebilirlik etkilerini, bu etkileri azaltmaya yönelik çalışmalarını ve altyapı genişleme planlarını daha şeffaf bir şekilde raporlamak ve bu konularda ilgili paydaşlarla çalışma ihtiyacı duymaktadır. Bu kapsamda, tüm havalimanı faaliyetlerinin çevre, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik açısından inceleme ve değerlendirilmeye tabi tutulmasını ve benzer havalimanları ile karşılaştırılmasını içeren sürdürülebilirlik değerlendirmesi son derece önem kazanmıştır. Bu bağlamda, işletme sürdürülebilirlik performansının ortaya çıkarılması için endeks, gösterge ve metriklerin belirlenmesi ve bunlara dayalı bir sürdürülebilirlik değerlendirme yönteminin geliştirilmesi bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır. Ayrıca, literatürde havalimanı sürdürülebilirliği konusunda az sayıda çalışma bulunması nedeniyle bu çalışma ile mevcut literatüre katkıda bulunulması hedeflenmektedir. Çalışmada başta havalimanı işletmeleri olmak üzere havalimanında bulunan tüm işletmelerin faaliyetleri, söz konusu faaliyetler nedeniyle havalimanı ve çevresinde oluşan çevresel, sosyal ve ekonomik etkileri ve bu etkileri iyileştirmek üzere yapılan çalışmalar kapsam olarak ele alınmıştır.

Çalışma kapsamında havalimanları konusunda deneyim ve çalışmaları olan 17 adet uzmanın görüşleri Uzman Paneli yöntemi ile elde edilmiş ve BWM (Best Worst Method) Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yöntemi ile yapılan analiz sonucunda havalimanlarının sürdürülebilirlik değerlendirmesinde önem taşıyan endeks, gösterge ve metrikler ile bunlara ait önem ağırlıkları belirlenmiştir. Bu şekilde Çevre, Ekonomi ve Sosyal ana endeksleri başlığı

altında 18 gösterge ve 45 adet metrik ve bunların önem ağırlıklarından oluşan özgün bir havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir.

Geliştirilen yöntem, 6 adet uluslararası büyük havalimanına durum çalışması yöntemi kullanılarak uyarlanmış ve bu havalimanlarının sürdürülebilirlik performanslarının birçok açıdan karşılaştırması mümkün olmuştur.

Çalışmada temel olarak nicel araştırma yöntemleri kullanılmıştır. Nicel araştırma yöntemi, sayısal verileri kullanarak araştırma hipotezlerini test etmek için kullanılan bir araştırma yaklaşımıdır. Bu yöntem, araştırmacıların bir fenomenin neden ve sonuçlarını anlamalarına yardımcı olmak için kullanılabilir. Nicel araştırmada sayısal veriler; anketler, testler, gözlemler ve deneyler yoluyla toplanır ve analiz edilir (Creswell, 2014). Bu çalışmada nicel araştırma yöntemi olarak Uzman Paneli yöntemi, anket uygulaması ile birleştirilerek uygulanmış ve elde edilen veriler BWM Yöntemi ile analiz edilerek incelenmiştir. Ayrıca durum çalışması kapsamında 6 adet örnek havalimanına ait işletme yıllık faaliyet raporları, sürdürülebilirlik raporları, finansal raporlar ve web sayfalarından elde edilen veriler TOPSIS (Technique for Order of Preference by Similarity to Ideal Solution), VIKOR (VIseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje) ve PROMETHEE II (Preference Ranking Organization METHod for Enrichment of Evaluations) yöntemleri kullanılarak analiz edilmiş ve bu havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından sıralaması yapılmıştır.

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın amacı, havalimanlarının sürdürülebilirliği için önem taşıyan faktörlerin incelenmesi ve sürdürülebilirlik performanslarını belirlemek için kullanılacak endeks, gösterge ve metriklerin bulunmasıdır. Havacılık sektörü başta emisyonlar ve hava kirliliği, gürültü ve atıklar olmak üzere çevresel etkileri çok fazla olan bir sektördür. Havacılık işletmeleri; sektörün uluslararası mahiyeti, güvenlik ve uçuş emniyeti ile çevre konularındaki etkileri nedeniyle yoğun bir denetim altında bulunur. Bu nedenle sektördeki çok çeşitli paydaşların en önemli hassasiyetlerinden biri de çevre, ekonomi ve sosyal boyutlarıyla birlikte sürdürülebilirlik olmaktadır. Havalimanları da havacılık faaliyetlerinin odak noktasında olması nedeniyle sürdürülebilirlik açısından önem taşımaktadır. Havalimanı işletmeleri açısından sürdürülebilirlik; büyüme, gelişme ve karlılığın devamı olarak algılanırken, diğer tüm paydaşlar için havalimanının olumlu etkilerinin artması ve olumsuz etkilerinin azalması anlamı taşımaktadır. Bu durumda

havalimanlarının sürdürülebilirlik performanslarının çok çeşitli başlıklar altında takip edilmesi, incelenmesi ve raporlanmasına ihtiyaç duyulacaktır. Havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirilmesi ve raporlaması ile işletmeler sürdürülebilirlik performanslarındaki artış veya azalışı görerek düzeltici ve geliştirici çalışmalar yapabilirler. Ayrıca benzer ve rakip işletmelerin durumlarıyla da karşılaştırma imkânı elde edilmektedir.

Havalimanları başta ‘Global Reporting Initiative (GRI)’ olmak üzere çeşitli platformlar aracılığı ile sürdürülebilirlik durumlarını çok çeşitli başlıklar altında raporlamaktadırlar. Ancak çoğu konuda bu raporlarda paylaşılan veriler içerik yönünden farklı olmakta ve işletmeleri karşılaştırmaya imkân vermemektedir. Havalimanları ayrıca Skytrax ve ‘Airport Council International (ACI)’ tarafından belirli konularda sıralamaya tabi tutulmakla birlikte sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını kapsayacak şekilde bir havalimanı sıralama ve karşılaştırma yöntemi bulunmamaktadır. Literatürde de havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından değerlendiren az sayıda çalışma bulunmakta ancak bu çalışmalar da kapsamlı bir sürdürülebilirlik değerlendirmesi içermemektedir. Bu çalışma, havalimanlarının sürdürülebilirlik değerlendirilmesi için kapsamlı bir yöntem geliştirmek amacıyla gerçekleştirilmiştir. Geliştirilen yöntem ile havalimanlarının sürdürülebilirlik performansları farklı ağırlıklara sahip çok çeşitli faktörler yönüyle değerlendirme imkanına kavuşulmaktadır. Çalışma ile ayrıca, bir Uzman Paneli çalışması ve analizler için ÇKKV yöntemlerinin kullanımı şeklinde özgün bir yöntem takip edilmesi hedeflenmiştir.

1.2. Araştırmanın Önemi

Havalimanı işletmeciliği sektöründe rakiplerin sayısı az olmakla birlikte rekabetin etkileri çok fazla olmaktadır. Diğer yandan küresel krizler ve doğal afetler işletmeleri olumsuz etkileyebilmektedir. Sektörün uluslararası mahiyeti, emniyet ve uçuş güvenliği ve çevreye olan etkileri nedeniyle akreditasyon ve denetimler yoğundur. Havalimanı işletmeleri kârlılık ve büyüme yanında çevre ve sosyal sürdürülebilirlik açısından da iyi performans göstermek durumundadır. Bu nedenle havalimanı sürdürülebilirliğinin çok çeşitli yönlerinden incelenmesi ve benzer işletmelerle karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır. Havalimanları, sürdürülebilirlik etkileri nedeniyle, faaliyetlerini ve gelecekteki büyüme ve gelişme planlarını çok geniş bir yelpazede yer alan paydaşlarını sürece dahil ederek yapmak durumundadır. Bu nedenle hem işletmeler hem de paydaşları tarafından

işletmenin sürdürülebilirlik durumunu detaylı bir şekilde görmek, iyi giden ve aksayan yerlerde düzeltici ve geliştirici çalışmalar yapmak üzere havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme faaliyetinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Yapılan çalışma ile bu ihtiyaca yönelik bir havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Bu kapsamda havalimanlarının sürdürülebilirliğinde belirleyici öneme sahip en iyi faktörlerin ve bunların etki ağırlıklarının belirlenmesi için Uzman Paneli çalışması ve ÇKKV Yöntemleri kullanılmıştır. Geliştirilen yöntem kapsamında; 3 adet sürdürülebilirlik endeksi, bunlara ait 18 adet gösterge ve 42 adet metrik bulunmaktadır. Literatürde de bu konudaki çalışmaların az sayıda ve yetersiz içerikte olması nedeniyle bu çalışma havalimanı işletmeciliği ve akademik camia açısından önemli bir katkı sağlayacaktır.

1.3. Araştırmanın Kapsamı

Araştırmanın kapsamı uluslararası büyük havalimanı işletmeleridir. Yolcu sayıları ve sürdürülebilirliğe olan yaklaşımları açısından dünyada üst sırada olan havalimanları incelemeye dahil edilmiştir. Büyük havalimanlarının sečilmesinin nedeni uçuř operasyonlarının fazla olması durumunda sürdürülebilirlik etkilerinin de fazla olacağı varsayımdır.

Araştırma kapsamında, olayları açıklamak üzere çeşitli yöntemlerle verilerin elde edilmesi ve bu verilerin istatistiki ve matematiksel temelli yöntemler kullanılarak analiz edilmesine dayanan nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır (Creswell, 2014). Çalışmanın kapsamı; maddi ve zamansal kısıtlar dahilinde tamamlanabilmesini sağlamak üzere ülkemizde havalimanlarının sürdürülebilirliği konusunda çalışan ve deneyime sahip olan bir uzman paneli sečilerek sınırlandırılmıştır. Uzman Paneli üyeleri Amaçlı Örneklemeye yöntemine göre sečilmiř ve bir anket çalışması ile veriler toplanmıştır. Anket araştırması bilimsel örnekleme ve anket tasarımına dayalı olup, seçilen bir örneklemden elde edilen veriler ile belirli bir doğruluk ile tüm popölasyona genelleştirilebilecek tahminler sağlar. Amaçlı örnekleme tekniği ise, bir alanda yalnızca belirli kişilerin uzmanlığa veya bilgiye sahip olduğu durumlarda kullanılan, olasılıksal olmayan bir örnekleme tekniğidir (Tongco, 2007, sayfa 147; Eshtaiwi vd., 2018, sayfa 30).

1.4. Sınır ve Kısıtlılıklar

Araştırmanın kapsamı tüm büyük havalimanlarını kapsamaktadır ancak çalışmanın sonucu olan sürdürülebilirlik değerlendirme yönteminin geliştirilmesinde ülkemizde yer alan sınırlı sayıda akademisyen ve uzmanın görüşlerinden yararlanılmıştır. Söz konusu

uzmanlar uluslararası nitelikte olsa bile görüşlerinin ülkemiz şartlarını daha fazla yansıtmaları mümkün olabilir.

Araştırma sonuçlarının örnek havalimanlarına uygulanmasını içeren durum çalışması aşamasında seçilen havalimanlarının verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma ile elde edilen sonuçların doğruluğu, incelenen işletmelerin yayınlamış oldukları yıllık faaliyet raporları, finansal raporlar, sürdürülebilirlik raporları, web sayfaları ve sosyal medya hesaplarında yer alan verilerin doğruluğuna bağlıdır.

Uzman paneli çalışmasında kullanılan aşamalı anketlerin tasarımı araştırmacının görüşleri ile şekillenmiştir. Bu durumun uzmanların görüşlerini az da olsa etkilemiş olabileceği değerlendirilmiştir.

Anketler ile uzman panelinden elde edilen verilerin geçerliliği katılımcıların bilgi ve deneyimleri ile sınırlıdır. Ayrıca, uzman paneli üyelerinin mesailerinin yoğunluğu nedeniyle araştırmaya ayırabildikleri zaman da çalışmanın sınırlılıklarındandır.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

Teknolojik gelişmeler ve küresel ticaretin büyümesiyle birlikte hava taşımacılığına olan talep de giderek artmaktadır. Buna paralel olarak havacılık işletmeleri, devlet kurumları ve iş çevreleri de sürekli büyüme ve altyapı kapasitesi artırma istek ve çabası içerisinde. Havalimanları, özellikle hava kirliliği ve gürültü başta olmak üzere, uçuşlar ve destekleyici operasyonlardan kaynaklanan sürdürülebilirlik etkilerinin incelenmesinde önemli odak noktalarıdır. Modern işletmelerde çevresel ve sosyal etkiler ile ekonomik kaygıları dikkate alan sürdürülebilirlik anlayışı yaygınlık kazanmıştır. Benzer şekilde havalimanları da sürdürülebilir yönetim ilke ve uygulamalarını her geçen gün daha fazla benimsemektedir. Sürdürülebilirlik anlayışı işletmelerin kârlılık, büyüme ve sosyal fayda gibi varoluş amaçlarının ne derece gerçekleşmekte olduğunu sorgularken aynı zamanda daha geniş bir bakış açısı ile tüm paydaşlar ve doğal çevre açısından olumlu ve olumsuz yönleriyle bir geleceğe bakış ve hayatta kalma vizyonunu yansıtmaktadır. Tüm işletmelerde sürdürülebilirlik yaklaşımı son derece önem taşır ancak havalimanları ve havacılık endüstrisi için bu durum daha da kritiktir ve hayati öneme sahiptir.

2.1. Sürdürülebilirlik Kavramı ve Dayandığı Kuramlar

Sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal faktörlerin dengeli bir şekilde ele alınmasıyla gelecek nesillerin ihtiyaçlarını karşılama yeteneğini sürdürme kavramını

içerir. Sürdürülebilirlik kavramını farklı bakış açılarına dayalı olarak açıklayan çeşitli kuramlar mevcuttur. Bu kuramlardan bazıları aşağıda açıklanmaktadır.

2.1.1. Doğal Sermaye Kuramı

Bu kuram, ekosistemler, su kaynakları, hava ve toprak gibi doğal kaynakların sınırlı olduğunu hatırlatır ve bu kaynakların sürdürülebilir olması için yönetilmesi gerektiğine vurgu yapar. Bu kuram kapsamında, insan faaliyetlerinin doğal kaynaklar üzerinde olan etkileri incelenmekte, doğal kaynakların korunması ve verimli olarak kullanımı için stratejiler geliştirilmektedir (Costanza ve Daly, 1992, Sayfa 40; Hawken vd., 2010, Sayfa 10-11). Doğal Sermaye Kuramı, sürdürülebilirlik literatüründe önemli bir yere sahiptir. Bu kurama göre, ekosistemler, su kaynakları, hava ve toprak gibi doğal kaynaklar, tıpkı bir işletmenin sahip olduğu maddi varlıklar gibi bir sermaye olarak kabul edilir. Bu doğal sermaye, insan refahı ve ekonomik kalkınma için temel oluşturur. Doğal Sermaye Kuramı aşağıda yer alan temel unsurlara dayanmaktadır (Costanza ve Daly, 1992, Sayfa 40):

- Doğal kaynaklar sınırlı ve tükenebilir bir karaktere sahiptir.
- Gelecek nesiller için doğal kaynakların korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması önemlidir.
- Doğal kaynakların ekonomik ve sosyal değeri göz ardı edilmemelidir.
- İnsan faaliyetlerinin doğal kaynaklar üzerinde olumsuz etkileri olabilir.
- Doğal kaynakların korunması ve verimli kullanımı için stratejiler geliştirilmelidir.

Havalimanları, faaliyetleri sırasında doğal kaynaklardan yoğun bir şekilde yararlanır. Hava, su, toprak ve enerji gibi doğal kaynakların kullanımı, havalimanlarının çevresel etkilerini belirler. Doğal Sermaye Kuramı, havalimanlarının çevresel etkilerini minimize etmelerine ve doğal kaynakları sürdürülebilir şekilde kullanmalarına yardımcı olabilir.

2.1.2. Sosyal Ekoloji Kuramı

Sosyal Ekoloji Kuramına göre, insan ve toplum, çevreden ayrı bir varlık değil, onunla iç içe geçmiş bir sistemin parçalarıdır. Sürdürülebilirliği sağlayabilmek için sadece doğal çevreyi korumak yeterli değildir, aynı zamanda insan topluluklarının sosyo-kültürel yapılarının da dikkate alınması gerekir (Bookchin, 2009, Sayfa 285). Bu kuramda, insan ve toplumun çevre ile olan ilişki ve etkileşimi temel alınır. Kuram, sürdürülebilirlik için doğal çevrenin korunmasına odaklanmanın yeterli olmayacağını,

bunun yanında insan topluluklarının sosyo-kültürel yapısının da dikkate alınması gerektiğini belirtir. Sosyal Ekoloji Kuramı aşağıda yer alan temel unsurlara dayanmaktadır (Ostrom, 2009, Sayfa 419):

- İnsan ve çevre birbirleriyle sürekli etkileşim halindedir.
- İnsan topluluklarının sosyo-kültürel yapıları, çevre ile olan ilişkilerini belirler.
- Sürdürülebilirliği sağlayabilmek için insan ve çevreyi bir bütün olarak ele almak gerekir.
- Yerel toplulukların bilgi ve deneyimleri, sürdürülebilirlik çözümleri için önemlidir.
- Sürdürülebilirlik için tüm paydaşların katılımıyla yönetim sistemleri oluşturulmalıdır.

Sosyal Ekoloji Kuramı kapsamında havalimanları; faaliyetleri hakkında yerel topluluklarla açık ve şeffaf bir şekilde iletişim kurmalı ve onları planlama süreçlerine dahil etmeli, faaliyetlerinin bölgenin sosyal ve kültürel değerlerine zarar vermemesine özen göstermeli, bölgesel ekonomiye katkıda bulunacak şekilde faaliyet göstermeli, yerel işletmeleri desteklemeli ve gürültü, hava kirliliği ve atık yönetimi gibi çevresel etkilerini minimize etmek için yatırımlar yapmalıdır.

2.1.3. Ekosistem Hizmetleri Kuramı

Ekosistem Hizmetleri Kuramı, doğal ekosistemlerin insanlara sağladığı faydaları ve bu faydaların sürdürülebilir şekilde kullanmanın önemini vurgular. Başta temiz su sağlama, toprak verimliliği, iklim düzenlemesi ve biyolojik çeşitliliğin korunması gibi konular olmak üzere doğal ekosistemler tarafından insanlara sağlanan çeşitli faydalar hayati bir değere sahiptir. Bu nedenle, doğal ekosistemlerin korunması önemlidir ve kullanımı esnasında sürdürülebilirlik açısından gereken hassasiyet gösterilmelidir. Ekosistem Hizmetleri Kuramı aşağıda yer alan temel unsurlara dayanmaktadır (Reid vd., 2005, Sayfa 5).

- Doğal ekosistemler, insanlara ve diğer canlılara çeşitli faydalar sağlar.
- Bu faydaların gelecek nesiller için de korunması ve sürdürülebilir şekilde kullanılması önemlidir.
- İnsan faaliyetleri, doğal ekosistemlere ve sağladıkları faydalara zarar verebilir.
- Doğal ekosistemlerin korunması ve sağladıkları faydaların sürdürülebilir şekilde kullanılması için gerekli adımlar atılmalıdır.

Havalimanları, faaliyetleri sırasında doğal ekosistemlerden çeşitli faydalar sağlar.

Örneğin, havalimanları su kaynaklarını kullanır, hava kirliliğine neden olur ve arazileri işgal eder. Ekosistem Hizmetleri Kuramı, havalimanlarının bu faydaları sürdürülebilir şekilde kullanmalarına ve doğal ekosistemlere olan zararlarını en aza indirmelerine yardımcı olabilir. Bu Kuram kapsamında havalimanları; su tasarrufu için teknolojiler kullanmalı ve su kaynaklarını kirletmemeye özen göstermeli, daha az emisyonu sahip uçaklar kullanmalı ve hava kirliliğini kontrol etmek için yatırımlar yapmalı, arazilerinde biyoçeşitliliği korumak için çalışmalar yapmalı, habitat restorasyonu gibi faaliyetler yürütmeli ve doğal ekosistemlerin korunması ve sürdürülebilir kullanımı için yerel topluluklarla iş birliği yapmalıdır (Niu vd., 2021, Sayfa 2).

2.1.4. Ekolojik Modernizasyon Kuramı

Bu kuram, teknolojinin ilerlemesi ve endüstriyel çabalarla çevre problemlerinin çözülebileceği tezini savunur. Çevre sorunlarıyla baş edebilmek için ekonomik büyüme ve teknolojik ilerleme gereklidir ve teşvik edilmelidir. Ekolojik modernizasyon kuramında, yenilenebilir enerji kaynakları, enerji verimliliği ve yeşil teknolojiler gibi teknolojik ilerlemeyi esas alan gelişmeler önemli bir yer tutar (Mol ve Sonnenfeld, 2000, Sayfa 6). Ekolojik Modernizasyon Kuramı aşağıda yer alan temel unsurlara dayanmaktadır (Hajer, 2002, Sayfa 25):

- Teknolojik ilerleme, çevre problemlerini çözmek için en önemli araçlardan biridir.
- Ekonomik büyüme ve çevre koruma birbiriyle çelişmek zorunda değildir.
- Ekonomik kalkınma, çevrenin korunması ile dengelenmelidir.
- Çevre problemlerini çözmek için devlet, sivil toplum ve özel sektör birlikte çalışmalıdır.

Havalimanları, faaliyetleri sırasında çeşitli çevre problemlerine neden olur. Ekolojik modernizasyon kuramı, havalimanlarının bu problemleri çözmesine ve daha sürdürülebilir bir şekilde faaliyet göstermesine yardımcı olabilir. Ekolojik Modernizasyon Kuramı kapsamında havalimanları; güneş ve rüzgâr enerjisi gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanarak enerji tüketimlerini ve emisyonlarını azaltabilir, enerji tasarrufu için teknolojiler kullanarak enerji tüketimlerini azaltabilir, gürültü kirliliğini azaltan ve atık yönetimini iyileştiren yeşil teknolojilere yatırım yapabilir ve fosil yakıtlara alternatif olarak sürdürülebilir havacılık yakıtlarını kullanabilir.

2.1.5. Sosyal Sürdürülebilirlik Kuramı

Bu kurama göre sürdürülebilirlik yalnızca çevre konularına odaklanmamalı, sürdürülebilirlik üzerinde önemli etkileri olan sosyal ve ekonomik faktörler de sürdürülebilirliğin önemli bir alanını teşkil etmelidir. Sosyal sürdürülebilirlik kuramına göre; sosyal adalet, eşitlik, insan hakları ve sosyal refah gibi konular sürdürülebilirlik çabalarının odak noktası olarak görülmelidir (Robinson, 2004, Sayfa 375).

Sosyal sürdürülebilirlik kuramı, havalimanlarının planlanması, inşası ve işletilmesi için önemli bir çerçeve sunmaktadır. Havalimanları, yerel topluluklar üzerinde önemli bir etkiye sahip olabilir ve bu nedenle, havalimanı operasyonlarının sosyal açıdan sürdürülebilir olması önemlidir. Havalimanları sosyal sürdürülebilirliği sağlamak için; yerel halkla açık ve şeffaf bir şekilde istişare yapabilir, istihdam ve eğitim fırsatları sunarak yerel ekonomiye katkıda bulunabilir, gürültü ve hava kirliliği gibi çevresel etkileri en aza indirebilir, engelli ve dezavantajlı yolcular için erişilebilirlik sağlayabilir ve yerel kültürü ve mirası koruyabilir (ACI, 2023a).

Belirtilen kuramlar, sürdürülebilirlik konusunda farklı bakış açıları sunar ve yeni sürdürülebilirlik stratejileri geliştirilmesi için faydalar sağlar. Bununla birlikte bu kuramlarla ilgili uzmanlar arasında kesin bir uzlaşma bulunduğu söylenemez. Bu nedenle her birinin önem taşıdığı ve vurgu yaptığı alanlar olması nedeniyle, genellikle bir arada değerlendirilmeleri şeklinde bir yaklaşım izlenmektedir (Robinson, 2004, Sayfa 375)

Sürdürülebilirlik kavramının tarihsel gelişimi, insanlığın doğa ile olan ilişkisinin ve gelecek nesiller için sorumluluk bilincimizin evrimini yansıtır. Bu kavramın gelişimini ve insanlık tarihi içerisinde kavramın dayandığı temellere yapılan vurguları çok eski tarihlere kadar izlemek mümkündür. Ancak bu kavramın oluşumunda 18. Yüzyılda ortaya çıkan sanayileşme ve nüfus artışının da etkisiyle doğal kaynakların tükenmesi endişesinin ortaya çıkması etkili olmuştur. Bu dönemde, bazı düşünürler, doğal kaynakların sınırlı olduğunu ve gelecek nesiller için korunması gerektiğini savunmaya başlamışlardır (Redclift, 2002, Sayfa 82).

1713 yılında, Hans Carl von Carlowitz'in ormanların sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gerektiğini savunan "Sylvicultura oeconomica" adlı eseri sürdürülebilirlik kavramının ilk somut örneklerinden biri olarak kabul edilmektedir (Caradonna, 2022, Sayfa 36)

19. yüzyılda, doğal kaynakların korunması ve gelecek nesillere aktarılması gerektiği fikri yaygınlık kazanmaya başlamış ve bu doğrultuda doğa koruma hareketleri

gittikçe artış göstermiştir. 20. yüzyılın ikinci yarısında, artan çevre kirliliği ve doğal kaynakların tükenmesi, küresel bir çevre hareketinin oluşmasına yol açmıştır. Bu hareket, sürdürülebilirlik kavramının yaygınlaşmasına katkıda bulunmuştur. Birleşmiş Milletler tarafından 1987 yılında yayınlanan Brundtland Raporu, çevresel ve sosyal kaygılardan doğan 'sürdürülebilirlik' kavramına önemli katkılarda bulunmuştur. Brundtland raporu, artan çevre sorunlarının ancak çevresel iyileştirme ile ekonomik kalkınma arasında bir bağlantı kurulmasıyla çözülebileceğini ilan etmiştir. Rapor, "Günümüz ihtiyaç ve isteklerini karşılarken gelecek nesillerin kendi ihtiyaçlarını karşılama yeteneğinden ödün vermeyen bir kalkınma yaklaşımıdır" şeklindeki sürdürülebilirliğin en yaygın tanımını sunmuştur (Brundtland, 1987). Brundtland Raporu'ndan sonra Sürdürülebilir Kalkınma kavramı, yaşamın her alanına uygulanabilir standart bir değerler sistemi olarak görülmeye başlamıştır.

1992 yılında Rio de Janeiro'da düzenlenen BM Çevre ve Kalkınma Zirvesi, sürdürülebilir kalkınmanın temel bir politika olarak evrensel olarak kabul edilmesine katkıda bulunmuştur. Bu zirve ile, sürdürülebilir kalkınma için, yoksulluğun azaltılması, çevrenin korunması ve ekonomik kalkınmanın sağlanması gibi unsurları içeren bir dizi hedefler belirlenmiştir (Caradonna, 2022, Sayfa 155). Sonrasında, sürdürülebilirliğin önemine yönelik küresel bağlılık daha da yaygınlaşmış ve sürdürülebilirlik vurgusu başta Birleşmiş Milletler Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri (UNDP, 2024) ve Paris İklim Anlaşması (UNFCCC, 2024) olmak üzere birçok uluslararası girişim, anlaşma ve kalkınma planında yer almıştır.

Günümüzde, sürdürülebilirlik kavramı birçok farklı alanda kendini göstermekte ve uygulamaya konmaktadır. Yenilenebilir enerji, yeşil binalar, sürdürülebilir tarım ve atık yönetimi gibi alanlarda yapılan çalışmalar, sürdürülebilir bir gelecek inşa etmeye yönelik çabalar içerisinde önemli bir yer tutmaktadır.

2.2. Havacılık Sektörü Açısından Sürdürülebilirlik

Havacılık sektöründe sürdürülebilirlik, çevresel, ekonomik ve sosyal sorumlulukları dengeli olarak birleştiren bir kalkınma yaklaşımı olarak tanımlanabilir. Bu çerçevede, havacılık faaliyetlerinin çevreye olan etkilerini en aza indirmek, sektörün ekonomik kalkınmasına katkıda bulunmak ve havacılık faaliyetlerinin sektör çalışanları ve toplum için adil ve sorumlu bir şekilde yürütülmesini sağlamak önem taşımaktadır.

Sürdürülebilirlik, ekonomik kalkınma, sosyal sorumluluk ve çevre korumaya dayalı

olarak tüm insanlık için daha iyi bir yaşam kalitesi sağlamak demektir. Sürdürülebilirlik gelecekteki doğal çevre kalitesi için bir temel teşkil eder ve aynı zamanda bir iş fırsatı, geleceğe yatırım ve inovasyona giden yolu temsil eder (White, 2009).

(Elkington, 2008)'a göre sürdürülebilirlik, doğası gereği birbirine bağımlı olan ekonomik, çevre ve sosyal boyutları içeren sürdürülebilir kalkınma kavramının üçlü sacayağını geliştirmektir. Dolayısıyla havalimanı sürdürülebilirliğini değerlendirmek, bu üç boyutun temel faktörler olarak dikkate alınmasını gerektirmektedir.

(Janic, 2010), havalimanı sürdürülebilirliğini, "havalimanlarının orta ve uzun vadede olumsuz etkileri durdurur veya azaltırken genel sosyo-ekonomik faydalarını artırmak" olarak tanımlamaktadır.

ACI, havalimanı sürdürülebilirliğini “ekonomik sürdürülebilirlik, operasyonel verimlilik, doğal kaynakların korunması ve sosyal sorumluluğun bir arada gerçekleşmesini sağlamak üzere bütünsel bir havalimanı yönetimi yaklaşımı” olarak nitelemiştir (ACI Europe, 2024). FAA, havalimanı sürdürülebilirliğini; Çevre, Toplum, Ekonomi ve Operasyonlar olmak üzere dört ana temele dayandırmaktadır. FAA'ya göre, havalimanı sürdürülebilirlik çabaları yalnızca organizasyonel hedeflere ulaşmakla kalmamalı, aynı zamanda çevresel etkileri azaltmalı, yüksek ve istikrarlı ekonomik büyümeyi sürdürmeli ve toplumun ihtiyaç ve değerlerine paralel bir şekilde "sosyal ilerleme" sağlamalıdır (FAA, 2023).

(IATA, 2022)'ya göre sürdürülebilir havacılık, ekonomik ve sosyal kalkınmayı sağlarken, 2050 yılına kadar net sıfır karbon ayak izine ulaşmaya yönelik bir yolculuktur. Havalimanı endüstrisinin sürdürülebilir olma yolunda ilerlemesi ve 2050 yılına kadar sıfır karbon hedefine ulaşabilmesi için tüm havacılık paydaşlarının aktif katılımı gereklidir. Ayrıca, havacılık faaliyetleri ekonomik açıdan sürdürülebilir olma ve iklim değişikliği etkilerini azaltma kapasitesi yönüyle önceliklendirilmelidir.

Havacılık açısından sürdürülebilirlik, bir yandan sektörün çevresel ve sosyal etkilerini en aza indirmeyi hedeflerken, diğer yandan da uzun vadeli olarak hayatta kalma çabalarını kapsar. Bu nedenle; ekonomik büyüme sorumlu kaynak yönetimi ile dengelenmeli, karbon emisyonları ve gürültü kirliliği azaltılmalı ve havacılık hizmet ve faydalarına tüm paydaşların adil olarak erişimi sağlanmalıdır. (ATAG, 2022)'a göre sürdürülebilir kalkınma, ekonomi, toplum ve çevreden oluşan üç kritik konuyu birlikte ve dengeli olarak almak suretiyle toplumun çoğunluğuna fayda sağlayacak sonuçları üretme çabasıdır. Havacılık açısından sürdürülebilir büyümeden söz edebilmek için, hava

taşımacılığı ile sağlanan büyümenin avantajları ile iklim değişikliğiyle mücadele çabaları arasındaki dengeyi kurmak hayati bir gerekliliktir.

Havacılığı sürdürülebilir kılmak için; verimli uçak teknolojileri geliştirilmeli, Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı (SAF) kullanımı yaygınlık kazanmalı ve operasyonlar ve altyapıda sürekli iyileştirmeler yapılmalıdır. Verimli uçak teknolojilerinin geliştirilmesi ile uçakların daha az enerji ve yakıt kullanması ve böylece daha az ömür devri emisyonları üretmesi mümkün olur. SAF kullanımı ile karbondioksit (CO₂) salınımı önlenir ve atmosferde ısıyı hapseden konraillerin azalması sağlanır. Operasyonlar ve altyapı iyileştirmeleri ile de yer operasyonların ve uçuş rotaları optimize edilir, daha az enerji kullanılır, daha az yakıt tüketilir ve maliyetlerden tasarruf sağlanır (NASA, 2023).

2.3. Havalimanı Sürdürülebilirlik Etkileri

Son yıllarda yolcu trafiğindeki önemli artışlar; daha fazla yakıt ve enerji tüketimi ile daha yüksek düzeyde sera gazı emisyonuna yol açmakta ve havacılık sektörüne yönelik kaygıları derinleştirmektedir (Kılıç vd., 2019, Sayfa 54).

Küresel toplumun havalimanlarının çevre üzerindeki etkisine daha fazla hassasiyet göstermesi nedeniyle, birçok havalimanı kendilerini daha çevre dostu hale getirmek için çaba göstermektedir. Bu durumda havalimanının konumu, mevcut durumu ve mevcut fırsatlar da önemli rol oynamaktadır (Vanker vd., 2013; Baxter vd., 2014, Sayfa 227).

Havalimanı operasyonları, küresel ve yerel ölçekte hem toplum hem de doğal çevre üzerinde olumsuz etkiler oluşturmaktadır (Baxter vd., 2014, Sayfa 227). İklim değişikliğine yol açan insan etkilerinin yaklaşık %3'ü havacılık faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır (Lee vd., 2021, Sayfa 1). Sektörün diğer önemli problemleri arasında gürültü kirliliği, atık yönetimi, enerji tasarrufu, su yönetimi, biyolojik çeşitlilik, arazi kullanımı vb. yer almaktadır (Ferrulli, 2016, Sayfa 3788; Kumar vd., 2020, Sayfa 1).

Yerel düzeyde ise, zararlı emisyonlar ve gürültü; havalimanı çevresindeki insanlara, hayvanlara, bitkilere, suya, toprağa vb. zararlı etkileri nedeniyle en büyük endişe kaynağıdır. Emisyonlar; solunum, beyin hastalıkları ve kanser gibi ağır sağlık etkilerine neden olurken, gürültü de işitme bozukluğu, hipertansiyon, iskemik kalp hastalığı, uyku bozukluğu, anksiyete ve strese neden olabilmektedir (Grampella vd., 2017, Sayfa 525).

Havacılık endüstrisinin uluslararası mahiyete sahip olması, olumsuz etkileri sınırların ötesinde de yaymakta ve nihayetinde küresel iklim değişikliğine katkıda bulunmaktadır (Schäfer ve Waitz, 2014, Sayfa 2; Kılıç vd., 2019, Sayfa 54). Şu anda hava

taşımacılığı sektörünün küresel ısınmaya %3 civarında olan katkısının, sektörün büyümesiyle birlikte 2050 yılına kadar %10-20'ler mertebesine çıkabileceği ön görülmektedir. Hava taşımacılığı talebindeki artışın gerektirdiği büyüme ihtiyacını karşılamak ve aynı zamanda potansiyel zararlı etkileri de azaltmak için, sürdürülebilir havalimanı tasarımı ve operasyonel sürdürülebilirlik yönünde gelişmeler sağlanması önem taşımaktadır (Baxter vd., 2014, Sayfa 232).

Hava taşımacılığı sektörünün büyüme hızı, çevresel etkileri azaltan teknolojik ve operasyonel gelişmelerin üretim ve uygulama oranından çok daha yüksektir. Bu nedenle başta sera gazı emisyonları olmak üzere çevresel etkilerin giderek artması beklenmektedir. Bu durum, çevresel bozulma eğiliminin sürdürülemez hale geldiği anlamını taşımakta ve iklim, yaşam kalitesi ve sağlık üzerindeki etkileri nedeniyle tersine çevrilmesi gerekmektedir (Upham vd., 2003, Sayfa 145).

Hava taşımacılığı hizmetlerinde yaşanacak herhangi bir artışın sürdürülebilirlik açısından sorunlara yol açacağı yönünde sürekli bir endişe mevcuttur. Bu nedenle havalimanı fiziki ve operasyonel kapasitelerinde yapılacak herhangi bir artışa paralel olarak bu artışın etkilerini ortadan kaldıracak çevresel önlemlerin alınması esastır (Graham ve Guyer, 1999, Sayfa 179).

2.3.1. Hava Kirliliği

Uçak emisyonları, hava kalitesinin bozulması yoluyla insan sağlığını olumsuz yönde etkiler. Uçaklar, yakıt tüketerek CO₂, Nitrojen Oksit (NO_x), kükürt oksit partikülleri, karbon monoksit ve ayrıca çeşitli hidrokarbon emisyonları üretir (Baxter vd., 2014, Sayfa 234; Abdullah vd., 2016, 248).

Atmosferdeki karbondioksit miktarının artması küresel ısınma ve iklim değişikliğinin en büyük nedenidir. Atmosferdeki karbondioksit yoğunluğu, insan faaliyetleri nedeniyle son 200 yıl içerisinde %50 oranda artmıştır (NASA, 2024). Ulaştırma endüstrisi Dünya'daki karbondioksit salınımlarının yaklaşık %20'sine yol açarken, havacılık sektörü ulaşım sektörü içerisinde %13 ve toplam karbondioksit salınımı içerisinde yaklaşık %3'lük bir paya sahiptir (Abdullah vd., 2016, Sayfa 248).

Literatürde havacılık faaliyetlerinin yol açtığı hava kirliliği içerisinde en yüksek paya sahip olan karbondioksit emisyonu konusu detaylı olarak incelenmektedir. Ancak havacılık faaliyetlerinin başlangıç ve bitiş yerleri bakımından uluslararası niteliği ve yüksek irtifa emisyonlarından kimin sorumlu olması gerektiği konusundaki belirsizlikler,

önleyici tedbirlerin ve sınırlamaların getirilmesine yönelik kararların alınmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle zararlı emisyonların önlenmesi için yalnızca bağlayıcılığı olmayan endüstri hedefleri ve siyasi baskılar söz konusudur (Irvine vd., 2016, Sayfa 68).

Havacılık faaliyetlerinin çevresel etkileri nedeniyle ortaya çıkan maliyetlerin sebep olan işletmeler tarafından karşılanması beklentisi nedeniyle, küresel, bölgesel ve yerel düzeylerde çeşitli çevre standartları ve organizasyonlar oluşturulmuştur. Küresel düzeyde, 1997 Kyoto Protokolü atmosferdeki sera gazı yoğunluğunu azaltarak küresel ısınmayla mücadele etme hedefini gütmektedir (Grampella vd., 2017, Sayfa 525). Kyoto Protokolü, Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO)'nü, havacılık emisyonlarını azaltmaya yönelik yolları araştırmak üzere harekete geçirmiştir. Havacılık endüstrisi 2008 yılında aldığı kararla, küresel havacılıkta 2020 yılından itibaren karbon nötr büyümeyi sürdürme ve 2050 yılına kadar emisyonları 2005 yılına göre %50 oranında azaltma hedefini benimsenmiştir (IATA, 2022; Irvine vd., 2016, Sayfa 67).

Bölgesel düzeyde uygulanmaya başlayan Avrupa Birliği Emisyon Ticareti Planı (ETS), 2012 yılına gelindiğinde havayollarını da kapsayacak şekilde genişletilmiştir (Grampella vd., 2017, Sayfa 525). ETS tarafından, AB havalimanlarını kullanan tüm havayolu işletmelerinin emisyon tahsisatı alması zorunlu kılınmış ancak AB harici havayolu işletmelerinin muhalefeti nedeniyle bu plan hiçbir zaman tam olarak uygulanamamış ve uygulama AB içerisindeki havayollarıyla sınırlı olarak devam etmiştir (Brueckner ve Abreu, 2017, Sayfa 10)

AB'nin çabalarının ardından 2016 yılında ICAO tarafından, 2028'de yürürlüğe girecek şekilde, yeni uçaklar için yakıt verimliliği standardı belirleyen bir emisyon azaltma programı önerilmiştir. Çevreciler, havayolu emisyonlarını yalnızca kademeli olarak azaltmayı ön gören bu planı hayal kırıklığı ile karşılamış ancak daha sonra ICAO, Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma Planı (CORSIA) adını taşıyan bir karbon dengeleme programı ilan etmiştir. Bu program kapsamında havayolu işletmelerinin, karbon emisyonlarında 2020 temel çizgisinin ötesinde olan artışlarını telafi etmek için, karbon ofsetleri (karbon azaltma faaliyetleri yürüten diğer işletmeler tarafından satılan) satın alması gerekmektedir. CORSIA, farklı yapılandırılmış olmakla birlikte, tahsisat satın alınmasının zorunlu kılınması yönünden ETS ile benzerlik taşımaktadır (Brueckner ve Abreu, 2017, Sayfa 10).

Birçok Avrupa kentinde ise, havayolu işletmelerini hava kirliliği etkilerini azaltmaya zorlamak amacıyla uçuş kısıtlamaları ile emisyon ve gürültü ek vergileri

uygulanmaktadır (Chèze vd., 2011, Sayfa 5150). Hava taşımacılığındaki emisyonların; Hava Trafik Yönetimi (ATM), mevcut uçaklardaki iyileştirmeler ve yeni uçak teknolojisindeki enerji verimliliği kazanımlarıyla azaltılabileceği düşünülmektedir (Grampella vd., 2017, Sayfa 526).

(Upham vd., 2003, Sayfa 149)'a göre havayolu işletmeleri, havalimanları çevresindeki hava ve kara trafiğini azaltmak amacıyla, uçakların ve yakıtın daha verimli kullanılmasını sağlamak ve doluluk oranlarını artırmak üzere bazı uçuş güzergahlarını yüksek hızlı trenlere devretmek gibi konularda çalışmalarını yoğunlaştırmalıdır.

Havacılık kaynaklı hava kirliliğinin gelecek yıllarda azalması için; uçak teknolojilerinde gelişmeler sağlanmalı, alternatif yakıtlar kullanılmalı, operasyonlar daha verimli hale getirilmeli ve maliyetlerin kirliliğe neden olan ve azaltma çalışmaları ile daha az kirlilik sağlayanlar arasında aktarımını esas alan 'karbon ticareti' uygulamaları yaygınlaştırılmalıdır. Havalimanlarında uçakların taksi yollarında beklemesi esnasında önemli ölçüde fazladan yakıt harcanmakta olması nedeniyle, bu bekleme sürelerinin azaltılması için de tedbirler alınması gereklidir. Ayrıca, yoğun havalimanlarının etrafındaki hava trafiğinin etkin bir şekilde yönlendirilmesi ve iniş yapan uçaklar arasında mesafe yerine zamana göre ayırım yapılması gibi tedbirlerle hava kirliliğini azaltma çareleri aranmalıdır. Ancak, havacılık teknolojilerinde bahsedilen ilerlemeler ile daha az yakıt tüketimi ve emisyon yayımı mümkün olsa bile, bu gelişmelerin yeterince hızlı gerçekleşmediği ve havacılıktan kaynaklanan kirliliği azaltmaya yeterli gelmeyeceği değerlendirilmektedir (Irvine vd., 2016, Sayfa 68).

2.3.2. Gürültü

Havalimanlarında gürültü kirliliği, uçakların kalkış ve inişleri, yer hizmet ekipmanlarının çalışması ve yolcu trafiğinden kaynaklanan istenmeyen seslerin çevreye yayılmasıdır. Bu durum, havalimanı çevresinde yaşayan insanlar için önemli bir sağlık ve yaşam kalitesi sorunudur. Havalimanlarındaki gürültünün ana kaynağı uçak faaliyetleridir. Gürültü çoğunlukla uçakların kalkış ve inişi ile terminale ve apron alanına gidiş-dönüşü (taksi) sırasında ortaya çıkar (Neufville vd., 2013; Baxter vd., 2014, Sayfa 228). Uçak motorları, özellikle kalkış ve iniş sırasında yüksek ses üretir. Bu ses, havalimanı çevresinden kilometrelerce uzaklığa kadar duyulabilir. Yer hizmet ekipmanları, itme-çekme traktörleri, apron araçları ve konveyör bantları gibi gürültülü ekipmanlar da havalimanlarında gürültü kirliliğine katkıda bulunur. Ayrıca,

havalimanlarında yoğun yolcu trafiği, araç kullanımı ve kalabalık da gürültü kirliliğine neden olabilir (FAA, 2022a; Postorino ve Mantecchini, 2016, Sayfa 72)

Gürültü, havalimanlarının lokasyonunu etkileyen en önemli çevresel etki olup, uçak tiplerine, uçuş sıklıklarına, iniş-kalkış rotalarının geçtiği yerlere göre değişiklik göstermektedir. Genellikle bu etkilerin en çok görüldüğü yerler büyük şehirler ve yoğun uçuş olan havalimanlarıdır (Upham vd., 2003, Sayfa 147). Başta en kalabalık yolcu trafiğine sahip havalimanlarından olan Londra Heathrow, Chicago O'Hare, Paris Charles de Gaulle ve Amsterdam Schiphol Havalimanları olmak üzere birçok havalimanı gürültü kirliliği sorununu yoğun olarak yaşamaktadır. Bu havalimanlarında gürültü kirliliğini azaltmak için aşağıda verilen yöntemler uygulanmaktadır (O'Hare Noise Compatibility Commission, 2024; Heathrow, 2024; Schiphol, 2024; ICAO, 2024; Guerrieri, 2019):

- Havalimanları ve yerel yönetimler tarafından; gürültülü uçakların kullanımına ilişkin kısıtlamalar, gece uçuş yasakları ve gürültüye duyarlı saatlerde yer hizmet ekipmanlarının kullanımında sınırlamalar getirilmektedir.
- Uçakların kalkış ve iniş rotaları optimize edilmekte ve hava trafik kontrolünde otomasyona ağırlık verilmektedir.
- Gürültü seviyesini düşürmek için havalimanı binaları ve çevresindeki evler ses yalıtımlı hale getirilmekte ve ses bariyerleri inşa edilmektedir.
- Havalimanları tarafından, gürültü kirliliğinden etkilenen çevre sakinlerinin şikâyetlerini yönetmek amacıyla ev sahiplerine maddi destek sağlanmaktadır.
- Uzun vadede, yeni gürültü azaltma teknolojileri geliştirmek ve mevcut teknolojilerin etkinliğini artırmak üzere araştırma ve geliştirme projeleri yürütülmekte, yeni teknoloji uçak ve motorların kullanımı veya mevcut uçak ve motorlara gürültü azaltıcı kitlerin takılması gibi uygulamalar gerçekleştirilmektedir.
- Yine uzun vadede en etkili çözüm olarak uçuş ve kalkış güzergahlarına yakın alanların yerleşime açılmaması yönünde planlamalar yapılmaktadır.

2.3.3. Üçüncü Taraf Riski

Üçüncü taraf riski, havalimanının faaliyetlerini ve sürdürülebilirlik performansını etkileyebilecek, ancak havalimanı tarafından doğrudan kontrol edilemeyen riskler anlamına gelir. Çoğu uçak kazası inişe yaklaşma veya kalkış rotalarında meydana gelir. Bu güzergahların bulunduğu bölgelerde yerleşim yerleri varsa kazalar burada yaşayan

insanları da etkileyebilir. Hava trafiğinin artması durumunda, daha geniş yerleşim alanları risk sahası içerisine dahil olur ve risk daha da artar. Bu durum, havalimanı için önemli sosyal ve ekonomik riskler oluşturur. Kazalar sonucunda bölgede yaşayan insanlar hayatını kaybedebilir veya yaralanabilir, taşınmazlar ve diğer mülkler zarar görebilir. Sonuç olarak da havalimanının itibarı zedelenir ve yolcu sayısında düşüş yaşanabilir. Bu durumda ya hava trafiği ve büyümeye sınırlama getirilir ya da tehlikeli bölgelerde bulunan ev ve yerleşim yerlerinin tahliyesi söz konusu olur (Upham vd., 2003, Sayfa 148). Havalimanları, iniş ve kalkış rotalarında oluşan kaza riskini azaltmak için; uçuş güvenliğini artırmak için prosedürler ve standartlar uygulamak, hava trafik kontrol sistemlerini modernize ederek uçuşların daha güvenli bir şekilde yapılmasını sağlamak ve pilotların daha güvenli bir şekilde uçmalarını sağlamak için eğitim programları sunmak şeklinde önlemler almalıdır.

2.3.4. Atıklar

Havalimanı Atıkları; havalimanı sahasında üretilen veya dışarıdan getirilen, özel yöntemlerle işlenmesi gereken, istenmeyen veya kullanılmayan ürünler/malzemeler/maddeler anlamına gelir (Baxter ve Srisaeng, 2022, Sayfa 178). Atık kirliliği diğer endüstriyel faaliyetlerde olduğu gibi havalimanları için de büyük bir sorundur (Pitt ve Smith, 2003, Sayfa 103). Havalimanları, özellikle yoğun bir trafiğe sahip olanlar olmak üzere, küçük şehirler gibi büyük miktarda atık üretmektedir. Atığın türü ve özellikleri bilinirse uygun atık yönetimi programı ile arıtma ve imha teknikleri oluşturulabilir. Tablo 2.1’de havalimanlarında üretilen atık türleri ve kaynakları verilmektedir.

Yolcu sayısının artmasına paralel olarak atık miktarlarının da artması nedeniyle havalimanlarında atık yönetimi konusu önem kazanmıştır. Havalimanlarında oluşan katı ve tehlikeli atıklar; geri dönüşüm, yakma veya depolama işlemine tabi tutulur. Diğer tüm sektörler gibi havalimanları da devletin atık mevzuatı ve düzenlemelerine uymakla yükümlüdür. Atıkların en aza indirilmesi, geri kazanılması ve geri dönüşümü şeklindeki atık yönetimi uygulamaları sonucunda toplum yalnızca değerli ve sınırlı kaynaklardan tasarruf etmekle kalmaz, aynı zamanda bu atıkların çevreye zararını da en aza indirir (Baxter ve Srisaeng, 2022, Sayfa 178-179).

Tablo 2.1. Havalimanlarında Üretilen Atık Türleri ve Kaynakları (ACI, 2023b; ICAO, 2017; FAA, 2013)

Atık Türleri		Atığın Kaynaklandığı Yerler
Katı Atıklar	Yiyecek atıkları	Yolcular ve personelin tükettiği yiyecek ve içeceklerden arta kalanlar. Restoranlar, kafeler, catering firmaları ve yiyecek standları gibi işletmeleri
	Kâğıt	Biletler, biniş kartları, faturalar, broşürler, reklamlar ve diğer basılı materyaller. Havayolu şirketleri, check-in kioskuları, ofisler ve mağazalar
	Plastik	Ambalajlar, şişeler, bardaklar, poşetler ve diğer plastik ürünler. Gümrüksüz mağazaları, kafeler, restoranlar ve perakende mağazaları
	Metal	Alüminyum kutular, konserve kutuları, teneke kutular ve diğer metal ürünler. Havayolu şirketleri, catering firmaları ve restoranlar
	Cam	Şişeler, kavanozlar ve diğer cam ürünler. Gümrüksüz mağazaları, kafeler ve restoranlar
	Tekstil	Giysi, ayakkabılar ve diğer tekstil ürünleri. Havayolu şirketleri, gümrüksüz mağazaları ve perakende mağazaları.
	Diğer	Kullanılmış piller, elektronik cihazlar, mobilya ve diğer atıklar. Yolcular, havalimanı personeli ve havalimanı işletmeleri
Tehlikeli Atıklar	Pil	Kullanılmış piller ve elektronik cihazlardan çıkan piller. Yolcular, havalimanı personeli ve havalimanı işletmeleri
	Kimyasallar	Temizlik ürünleri, laboratuvar malzemeleri ve diğer kimyasallar. Havayolu şirketleri, catering firmaları, temizlik şirketleri ve havalimanı işletmeleri
	Tıbbi atıklar	Kullanılmış iğneler, enjektörler, bandajlar ve diğer tıbbi atıklar. Havalimanı klinikleri, ambulanslar ve ilk yardım istasyonları
	Diğer	Spreyler, boya kutuları ve diğer tehlikeli maddeler. Yolcular ve havalimanı işletmeleri
Atık Su	Lavabo	Lavabo, tuvalet ve duşlardan gelen atık su. Yolcular, havalimanı personeli ve havalimanı işletmeleri
	Mutfak	Restoranlar, kafeler ve catering firmaları
	Uçak	Uçak tuvaletlerinden ve lavabolarından. Havayolu şirketleri tarafından özel tankerler ile boşaltılır.

Havalimanı atık yönetimi, havalimanlarında üretilen tüm atıkların toplanması, taşınması, geri dönüştürülmesi ve imha edilmesi işlemlerini kapsayan bir sistemdir. Bu sistem, havalimanlarının çevresel etkilerini en aza indirmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için önemlidir (ACI, 2023b).

Atık yönetim sistemi, havalimanı atıklarının geri dönüştürülmesi ve imha edilmesi yoluyla çevresel etkilerini en aza indirmeye yardımcı olur. Böylece, hava kirliliği, su kirliliği ve toprak kirliliği gibi çevresel sorunların önlenmesine katkıda bulunur. Atık yönetimi sistemi, atıkların geri dönüştürülmesi ve yeniden kullanılması yoluyla kaynakların korunmasına ve gelecek nesiller için sürdürülebilirlik sağlanmasına yardımcı olur. Etkili bir atık yönetimi sistemi, havalimanlarının atık yönetimi ile ilgili maliyetlerini düşürmesine yardımcı olabilir. Bu, atıkların azaltılması, geri dönüştürülmesi ve geri kazanılması yoluyla elde edilebilir. Temiz ve sağlıklı bir havalimanı ortamı, yolcu memnuniyeti için önemlidir. Atık yönetimi sistemi, havalimanlarında temiz ve hijyenik bir ortamın mevcut olmasını sağlar. Havalimanı Atık Yönetimi Sistemi çeşitli alt

süreçlerden oluşur. Bu süreçler ve her bir süreçte yapılan işlemler aşağıda sunulmaktadır (Baxter ve Srisaeng, 2022, Sayfa 178-179):

- **Atık Toplama:** Atıklar türüne göre ayrıştırma için uygun kaplarda toplanır. Farklı atık türleri için ayrı renk kodlu kaplar ve konteynerler kullanılır. Atıkların kaynağında ayrıştırılması teşvik edilmelidir. Atıkların düzenli ve hijyenik bir şekilde toplanması esastır.
- **Atık Taşıma:** Atıklar geri dönüşüm tesislerine, imha alanlarına veya diğer tesislere taşınır. Taşıma sırasında atıklar türüne uygun şekilde muhafaza edilmelidir. Taşıma için lisanslı ve yetkili taşıyıcı firmalar kullanılmalı ve çevre kirliliğine yol açılmamalıdır.
- **Geri Dönüşüm:** Atıklar içindeki geri dönüştürülebilir malzemeler ayrıştırılır. Geri dönüştürülebilir malzemeler geri dönüşüm tesislerine gönderilir. Geri dönüştürülmüş malzemelerden yeni ürünlerin üretilmesi teşvik edilir.
- **İmha:** Geri dönüştürülemeyen atıklar güvenli ve çevreye duyarlı bir şekilde imha edilir. Atık türüne uygun imha yöntemi kullanılır. Tehlikeli atıklar özel tesislerde imha edilir. Çevre kirliliğini ve halk sağlığını riske atacak imha yöntemleri kullanılmamalıdır.

Havalimanlarında atık yönetimi sistemini optimize etmek ve çevresel etkileri minimize etmek için birçok adım atılabilir. Aşağıda, bu adımlardan bazıları yer almaktadır (ICAO, 2017):

- Atık Ayrıştırma ve Geri Dönüşüm Programları ile; daha fazla geri dönüşüm kutusu ve ayrıştırma noktası kurulabilir, farklı atık türleri için renk kodlu kaplar ve konteynerler kullanılabilir, yolcu ve personele atık ayrıştırma ve geri dönüşüm konusunda eğitim verilebilir, geri dönüşebilir malzemelerin toplanması ve geri dönüşüm tesislerine taşınması için sistemler kurulabilir ve geri dönüşmüş malzemelerden yapılmış ürünlerin satın alınması teşvik edilebilir.
- Atık Taşıma ve İmha Sistemleri optimize edilerek; atıkların türüne uygun şekilde taşınması için sistemler kurulabilir, lisanslı ve yetkili taşıyıcı firmalar ile çalışılabilir, taşıma sırasında atıkların çevreye zarar vermesi engellenebilir, geri dönüştürülemeyen atıkların güvenli ve çevreye duyarlı bir şekilde imhası için sistemler kurulabilir ve atık alanlarının çevresel standartlara uyması sağlanabilir.
- Personel ve yolculara atık yönetimi konusunda eğitim verilerek; atık yönetimi ve geri dönüşümün önemi hakkında farkındalık yaratılabilir, atıkların doğru şekilde

nasıl ayrılacağı ve geri dönüştürüleceği konusunda bilgi verilebilir, atık yönetimi ile ilgili personelin eğitimi ve bilinçlenmesi sağlanabilir ve yolcu ve personele atık yönetimi ile ilgili bilgilendirme materyalleri sunulabilir.

- Teknolojik imkanların kullanımı ile; atık toplama ve taşıma sistemlerini optimize etmek için sensörler ve veri analizi kullanılabilir, geri dönüşebilir malzemeleri otomatik olarak ayırmak için robotik sistemler kullanılabilir ve atık yönetimi sisteminin daha verimli ve sürdürülebilir hale getirilmesi için yeni teknolojiler araştırılabilir ve uygulamaya sokulabilir.
- Diğer Önlemler kapsamında; atık miktarını azaltmak için kaynak tasarrufu ve sürdürülebilir ürünler kullanılabilir, atık yönetim sisteminin performansını izlemek ve iyileştirmek için düzenli olarak denetimler yapılabilir ve atık yönetimi ile ilgili paydaşlarla iş birliği ve ortak çalışmalar yapılabilir.

Havalimanı atık yönetimi, havalimanlarının çevresel etkilerini en aza indirmek ve sürdürülebilirliği sağlamak için önemli bir unsurdur. Havalimanları, atık yönetimi sistemlerini geliştirmek için sürekli olarak çalışmalı ve bu konuda yatırımlar yapmalıdır.

2.3.5. Enerji Kullanımı

Havalimanları, karmaşık altyapıları ve gün boyu kesintisiz işleyişleri nedeniyle büyük miktarda enerji tüketen tesislerdir. Enerji yönetimi ve kullanımı, havalimanlarının işletme maliyetlerini ve çevresel etkilerini doğrudan etkileyen önemli bir konudur.

Havalimanları, aydınlatma, ısıtma, soğutma, havalandırma, bagaj taşıma sistemleri ve uçak operasyonları gibi çeşitli faaliyetler için büyük miktarda enerji tüketir. Enerji fiyatlarındaki artışlar, havalimanlarının işletme maliyetlerini önemli ölçüde etkileyebilir. Fosil yakıtlara dayalı enerji kullanımı, sera gazı emisyonlarına ve hava kirliliğine katkıda bulunur (Baxter vd., 2014, Sayfa 229).

Havalimanlarını kullanan yolcu sayısındaki artış, enerji tüketimini de artırır. Eski binalar ve sistemler, yeni bina ve sistemlere göre daha fazla enerji tüketirken enerji tasarrufuna uygun prosedür ve teknolojilerin kullanılmaması, enerji israfına yol açabilir.

Havalimanları enerji tasarruflu aydınlatma, ısıtma ve soğutma sistemleri gibi yatırımlar ile enerji tüketimini önemli ölçüde azaltabilir ve bu sayede enerji maliyetlerini ve çevre ayak izlerini azaltabilirler. Güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları, havalimanlarının enerji ihtiyacını daha sürdürülebilir bir şekilde karşılamasına imkân sağlar. Enerji tüketimini izlemek ve optimize etmek için enerji

yönetim sistemleri kullanılabilir. Personelin enerji tasarrufu bilincinin artırılması, enerji israfının önlenmesine yardımcı olabilir (Baxter vd., 2018, Sayfa 4-5)

Büyük havalimanları enerji maliyetlerini ve çevre ayak izlerini azaltabilmek amacıyla enerji kullanımını azaltma ve sürdürülebilir enerji kullanımı konusunda başarılı çalışmalar yapmaktadırlar. Bu kapsamda Kansai Havalimanı, hidrojen enerjisinin kullanımını yaygınlaştırmak için hidrojen sağlayıcıları ve araç üreticileriyle birlikte çalışarak “Hidrojen Şebekesi Projesi”ni hayata geçirmiştir. Havalimanında hidrojen yakıtı kullanan araçlar için iki adet hidrojen yakıt ikmal tesisi bulunmaktadır. Bu tesisler havalimanındaki yakıt hücreli araçlar, kargo taşıyan Yakıt Hücreli Forklift ve yakıt hücreli otobüslere hizmet sağlamaktadır. Özellikle, Yakıt Hücreli Forklift olmak üzere bu araçlar daha az gürültü ve egzoz gazı üretmektedir. Bu havalimanında hidrojen yakıtlı araçların kullanımı yalnızca çevresel etkiyi azaltmakla kalmamış aynı zamanda çalışma ortamının iyileştirilmesini de sağlamıştır (Scavuzzi vd., 2022).

Incheon Havalimanı, 2040 yılına kadar %100 yenilenebilir enerji kullanma ve 2050 yılına kadar karbon nötr olmayı hedeflemektedir. Havalimanı bu hedef doğrultusunda sürekli olarak yenilenebilir enerji kullanımını artırarak 2022 yılında %6 yenilenebilir enerji kullanım oranına ulaşmıştır. Havalimanında bulunan 18 MW'lık yenilenebilir enerji üretim tesisinin genişletilmesi ile 2040 yılına kadar 220 MW'lık bir kapasiteye ulaşılması planlanmaktadır. Havalimanı ayrıca, havalimanı binalarının enerji kullanımını gerçek zamanlı olarak izlemek ve kontrol etmek için Bina Enerji Yönetim Sistemini (BEMS) kullanmaktadır (Incheon Airport, 2023, Sayfa 11).

2.3.6. Su Kullanımı ve Kirliliği

Nüfus artışı, kuraklık ve öngörülemeyen iklim koşulları nedeniyle içme suyuna yönelik yüksek talep, dünyanın birçok yerinde endişe verici bir gerçek haline gelmiştir (Carvalho vd., 2013, Sayfa 28).

Atık sular, havalimanlarında önemli bir çevresel tehdit oluşturur (Sulej vd., 2011, Sayfa 190) ve nispeten yüksek yoğunlukta kirletici madde içerdiğinden hem toprak hem de yeraltı suları üzerinde olumsuz etkiler oluşturabilir (Vanker vd., 2013, Sayfa 15). Uçakların yıkanması, kar ve buz temizleme amaçlı olarak kimyasalların kullanımı, havalimanı park alanlarına kazara yakıt dökülmesi ve uçakta acil durumlarda yangın söndürme köpüğü boşaltılması gibi operasyonlar nedeniyle havalimanlarında yağmur suları kirli hale gelebilir. Bu kirli sular, kanalizasyon sistemi aracılığıyla havalimanı

yakınında bulunan göl ve dere gibi su kaynaklarına taşınabilir. Havalimanında ayrıca uçak boyası sökümü, motor parçalarının temizlenmesi ve yeniden kromlama işlemi gibi büyük uçak bakımları ve diğer hafif sanayi tipi faaliyetler için kullanılan zararlı kimyasal atıklar yağmur suyuna karışarak su kalitesini etkileyebilmektedir (Culberson ve Laws, 2011, Sayfa 732; Baxter vd., 2014, Sayfa 228).

Havalimanlarının mevcut ve gelecekteki uçuş taleplerinin istenilen düzeyde karşılanmasının garanti altına alınması için gerekliliklerden önemli bir tanesi de su kaynakları yönetimidir (Carvalho vd., 2013, Sayfa 28). Bu bağlamda kilit bir öneme sahip olan “su tasarrufu” kavramı, su kaynaklarının kontrollü ve verimli kullanımının yanı sıra yeniden kullanım tedbirlerini de içerir. Suyu korumak, arz ve talebin yönetiminde sistemli bir şekilde hareket etmek anlamı taşır (Hespanhol, 2008, Sayfa 131). Kentsel su yönetimi çalışmaları genellikle kayıpları ve israfı azaltmak amacıyla su kaynaklarının akılcı kullanımını teşvik eden talep politikalarına odaklanmaktadır. Talep yönetimi, su tasarrufu sağlayan su tesisatlarının kullanımı gibi yöntemlerle son tüketicilerin daha az su tüketmesinin sağlanmasına odaklanır ve dünya çapında her alanda en çok üzerinde durulan konulardan biridir (ACI, 2020, Sayfa 7). Amaç, maliyeti yüksek olan ve çevresel ve sosyal açıdan zararlara yol açabilecek olan su temini ve atık su arıtma ihtiyacını en aza indirmektir (Willis vd., 2011, Sayfa 1996). Tedarik yönetimi ise, yağmur sularının, atık suların ve kirli suların yeniden kullanımı gibi yöntemlerle alternatif su kaynaklarının araştırılmasını içerir (Ghisi ve Ferreira, 2007, Sayfa 2515). Havalimanları, çoğunlukla su soğutma sistemleri, yangın söndürme araçların, pistlerin ve uçakların temizlenmesi ve yıkanması gibi içme dışı amaçlara yönelik büyük tüketimleri nedeniyle su tasarrufuna yönelik politika ve teknolojilerin uygulanması gereken ortamlardır (Neto vd., 2012, Sayfa 36). Dünya çapında pek çok havalimanı suyun verimli kullanımını teşvik etmek için çalışmalar gerçekleştirir (Heathrow, 2023; AIA, 2022; Incheon Airport, 2023). Ancak su talebi yönetimi genellikle su kıtlığıyla karşı karşıya olan havalimanlarında daha çok uygulama alanı bulur. Bu kapsamda, atık suların yeniden kullanımı ve yağmur sularının tuvalet sifonunda kullanılması gibi çözümler için havalimanı altyapısında büyük değişiklikler gerekir ve bu çözümlere genellikle yeni terminallerin inşası aşamasında veya su kıtlığı durumlarında başvurulur (Carvalho vd., 2013, Sayfa 28).

2.3.7. Biyoçeşitlilik

Havalimanları, geniş arazileri ve yoğun faaliyetleri ile biyoçeşitlilik üzerinde

önemli bir etkiye sahiptir. Havalimanları bizzat biyolojik çeşitlilik açısından büyük bir öneme sahip olmasa da çevrelerinde biyolojik çeşitlilik için korunan alanlar bulunur ve bu alanlar havalimanlarının artan talebi karşılamak üzere genişleme kabiliyetini sınırlandırabilir (Upham vd., 2003, Sayfa 148).

Havalimanı inşaatı ve operasyonları, ormanlık alanlar ve sulak alanlar gibi doğal habitatların tahrip olmasına ve parçalanmasına yol açabilir. Uçaklardan kaynaklanan gürültü ve hava kirliliği, doğal habitatları ve türleri olumsuz etkileyebilir. Habitat tahribatı ise, böcekler, kuşlar ve memeliler gibi birçok türün yok olmasına neden olabilir. Havalimanları, istenmeyen bitki ve hayvan türlerinin yayılmasına katkıda bulunabilir. Havalimanlarında artan yolcu ve kargo trafiği, doğal habitatlara ve türlere baskı yaratabilir. gürültü, ışık ve hava kirliliği, doğal ekosistemleri olumsuz etkileyebilir (Anagnostopoulos vd., 2015, Sayfa 281).

Havalimanlarının yol açtığı ışık kirliliği, hayvanları doğrudan veya dolaylı olarak çekebilir. Bu durum, hayvanların ışıktan etkilenecek rotalarının dışına çıkmasına ve göç modellerinin değişmesine yol açabilir. Kuşlar, ışık kaynağı ile karşılaştıklarında, kaynağın etrafında dönebilir, yönlerini şaşırabilir, bitkin düşebilir ve binalara veya yönünü kaybetmiş diğer kuşlara çarpabilir. Işık kirliliği aynı zamanda hayvanların uyanma, uyuma ve kış uykusuna yatma ritimlerini de etkiler (Rich ve Longcore, 2006). Havalimanlarında ışık kirliliği; binaların uygun şekilde tasarımı, ışık kaynakları ve etkilenecek canlılar arasına duvar, ağaçlandırma, set vb kurulması, aydınlatmanın güvenlik için gereken asgari seviyelerde tutulması ve aydınlatma elemanlarının dikkatli seçilmesi gibi yöntemlerle azaltılabilmektedir (AEF, 2008).

Havalimanları biyoçeşitliliği geliştirmek için; tahrip edilmiş habitatların restorasyonu için çalışmalar yapmakta, yeşil alanlar ve parklar oluşturarak doğal habitatlar ve türler için yeni yaşam alanları yaratmakta (Incheon Airport, 2023), istilacı türleri kontrol altına alma ve yayılmalarını önlemek için çalışmalar yapmakta ve gürültü, ışık ve hava kirliliğini azaltmak için teknolojik çözümler ve prosedürler uygulamaktadır (Heathrow, 2023; AIA, 2022). Bu kapsamda Vancouver Uluslararası Havalimanı (YVR), doğal habitatları korumaya ve geliştirmeye yönelik çalışmalarıyla dikkati çekmiş ve 2008 yılından itibaren "Yaban Hayatı Koruma Alanı" statüsüne sahip olmuştur. Havalimanı, arazisindeki doğal habitatları korumak için bir "Yaban Hayatı Koruma Planı" uygulamaya koymuştur. Plan kapsamında, sulak alanlar restore edilmiş, yaban hayatı koridorları oluşturulmuş ve istenmeyen türlerle mücadele edilmiştir (YVR, 2024).

2.3.8. Sosyal Etkiler

Havacılık sektörü, uluslararası yolcu taşımacılığı sağlaması, çeşitli ve geniş çalışan gruplarını istihdam etmesi nedeniyle insan hayatı ve güvenliği konularının merkezinde yer alır ve bu nedenle de önemli sosyal etkilere sahiptir (Kemp ve Vinke, 2012, Sayfa 277; Kılıç vd., 2019, Sayfa 54). Havalimanları, sadece ulaşım merkezleri olmanın ötesinde, önemli birer sosyal ve ekonomik aktördür. Faaliyetleri, çalışanlar, yerel topluluklar ve bölgesel kalkınma üzerinde çeşitli sosyal etkilere sahiptir. Sosyal sürdürülebilirlik, havalimanlarının bu etkileri sorumlu bir şekilde yönetmesini ve tüm paydaşlara fayda sağlayacak şekilde faaliyet göstermesini ifade eder.

Havalimanları, doğrudan ve dolaylı olarak çok sayıda kişiye istihdam imkânı sunar. Doğrudan istihdam havalimanında çalışan personel, dolaylı istihdam ise havalimanı ile bağlantılı sektörlerde çalışan kişileri kapsar. Havalimanları, havayolu şirketleri, yer hizmetleri firmaları, perakendeciler, restoranlar ve konaklama tesisleri gibi birçok farklı sektörde istihdam yaratmaktadır (Jenkins, 2020, Sayfa 2). Küresel hava taşımacılığı sektörü COVID 19 etkisi yaşanmadan önce 11,3 milyonu doğrudan olmak üzere dünya çapında toplam 87,7 milyon işi desteklemiştir (ATAG, 2020, Sayfa 3). Havalimanı taşımacılığının bu sosyal ve çevresel etkileri ve havayolu şirketlerinin uluslararası görünürlüğü, havacılık işletme stratejileri içerisinde Kurumsal Sosyal Sürdürülebilirlik (KSS) projelerinin önemli bir yer edinmesine yol açmıştır (Kılıç vd., 2019, Sayfa 54).

Havalimanlarının sosyal etkileri, çalışanların refahı, yerel toplulukların yaşam kalitesi ve bölgesel kalkınma açısından önemlidir. Bu etkilerin sorumlu bir şekilde yönetilmesi, havalimanlarının uzun vadeli başarısı için kritik önem taşır.

Havalimanlarında çalışan personelin bir bölümü, düşük ücret ve güvencesiz çalışma koşulları gibi sorunlarla karşı karşıya kalabilir. Bu sorunlar, özellikle alt taşeron firmalarda çalışan personeller için daha yaygındır. Düşük ücret, uzun çalışma saatleri, güvencesiz çalışma ve mesleki sağlık ve güvenliğe yeterince önem verilmemesi gibi sorunlar, havalimanlarında çalışan personelin yaşam kalitesini olumsuz etkileyebilmektedir (Juniar vd., 2024, Sayfa 187-188).

Diğer yandan havalimanları, bölgesel turizme ve ticarete imkân sağlayarak ekonomik kalkınmaya katkıda bulunur. Havalimanları, turistlerin bölgeye girişini kolaylaştırarak ve ihracat ürünlerinin taşınmasını sağlayarak bölgesel ekonomiye önemli katkılar sağlar. Havalimanları ayrıca, yeni işletmelerin kurulmasına ve var olan işletmelerin büyümesine imkan sağlayarak bölgesel kalkınmayı desteklemektedir

(Jenkins, 2020, Sayfa 2; ATAG, 2024).

Havalimanları sosyal sürdürülebilirliklerinde iyileşme sağlamak için; faaliyetleri hakkında yerel topluluklarla açık ve şeffaf bir şekilde iletişim kurmalı ve onları planlama süreçlerine dahil etmeli, çalışanları için adil ve güvenli çalışma koşulları sağlamalı ve insan haklarına saygı göstermelidir. Diğer yandan havalimanlarının, yerel işletmeleri destekleyici politikalar ve programlar uygulaması ve bölgesel kalkınmaya katkıda bulunması da önemlidir. Havalimanlarının, eğitim, sağlık ve çevre gibi alanlarda sosyal sorumluluk projeleri yürütmesi yerel toplulukları desteklemekte ve faydalar sağlamaktadır (Dimitriou and Sartzetaki, 2020, Sayfa 184-186).

2.3.9. Ekonomik Etkiler

Havalimanları, ulaşım merkezleri olmanın ötesinde, önemli birer ekonomik aktördür ve bölgesel ve ulusal ekonomi üzerinde bir çok etkiye sahiptir. Ekonomik sürdürülebilirlik, havalimanlarının bu etkileri sorumlu bir şekilde yönetmesini ve uzun vadede ekonomik faydalar sağlayacak şekilde faaliyet göstermesini ifade eder.

Havalimanları, iş imkanları yaratarak, ekonomik büyümeyi teşvik ederek ve refah seviyesini yükselterek topluma fayda sağlar. Havalimanları, doğrudan ve dolaylı olarak çok sayıda kişiye istihdam imkanı sunar, bölgesel ve ulusal ekonomiye katkıda bulunur, turistlerin bölgeye girişini kolaylaştırarak turizm gelirlerinin artmasını sağlar, ihracat ve ithalatı kolaylaştırarak bölgesel ve ulusal ticareti destekler ve bölgesel altyapı yatırımlarını teşvik eder (FAA, 2022b, Sayfa 3).

Havalimanlarının yakın çevresinden ürün ve hizmet tedariki yapması yerel ekonomiyi desteklemekle birlikte ürünlerin üretim sürecinde kullanılan kaynaklar ve atıklar nedeniyle havalimanı çevresinde yarardan çok zarara yol açabilmektedir.

Havalimanları ekonomik sürdürülebilirliklerini iyileştirmek için devamlı bir çaba içerisinde olmalıdır. Bu kapsamda havalimanlarının; operasyonel verimliliği artırmak için teknolojik yatırımlar yapması ve iş süreçlerini optimize etmesi, maliyetlerini kontrol altında tutmak için mali disipline önem vermesi, havacılık dışı gelir kaynaklarını geliştirerek gelirlerini çeşitlendirmesi, yerel işletmeleri destekleyici politika ve programlar uygulayarak bölgesel kalkınmaya katkıda bulunması ve çevreye duyarlı ve uzun vadede ekonomik fayda sağlayacak yatırımlar yapması sürdürülebilirlik açısından katkılar sağlamaktadır (ATAG, 2020, Sayfa 6). Kargo taşımacılığında dünyanın en önemli merkezlerinden olan Hong Kong Uluslararası Havalimanı (HKIA), bölgesel

işletmeleri destekleyen programlar uygulamakta ve böylece bölgesel ekonomiye önemli katkılar sağlamaktadır (HKIA, 2023, Sayfa 86). Amsterdam Schiphol Havalimanı, sürdürülebilir yatırımlara verdiği önem doğrultusunda enerji verimliliği ve yenilenebilir enerji kullanımı için önemli adımlar atmıştır. Havalimanı, güneş panelleri ve rüzgar türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanarak enerji tüketimini azaltmayı hedeflemektedir (Schipol, 2024).

2.4. Havalimanlarını Bölümleri ve Sürdürülebilirlik Etkileri

Havalimanları başta yolcular ve havayolu işletmeleri olmak üzere çok çeşitli paydaşların ihtiyaçlarını karşılamak için faaliyet gösterirler ve bu amaçla çok geniş bir yelpazede hizmetler sunarlar. Bu hizmetlerin bütüncül bir organizasyon yapısı dahilinde ve ahenk içerisinde yürütölmesi için gerekli görev ve sorumluluklar çoğunlukla farklı departmanlar tarafından yerine getirilir. Bu kapsamda, standart bir havalimanında verilen hizmet türleri ve bu hizmetlerle ilgili organizasyonel bölümler Tablo 2.2’de verilmiştir (Inamete, 1993, Sayfa 15-17).

Tablo 2.2. *Havalimanı Bölümleri*

Ana Bölümler	Alt Bölümler
Terminal İşletmeleri	Check-in Hizmetleri Güvenlik Hizmetleri Göç ve Gümrük Kayıp ve Bulunan Eşya Müşteri Hizmetleri
Hava Tarafı İşletmeleri	Yer Hizmetleri Hava Trafik Kontrolü (ATC) Uçak Bakımı Pist ve Taksi Yolu Bakımı
Ticari Hizmetler	Perakende ve Gümrüksüz Mağazalar Yiyecek ve İçecek İşletmeleri Reklam ve Sponsorluk Araç Kiralama ve Ulaşım Hizmetleri Otopark Hizmetleri
Destek Hizmetleri	Temizlik Hizmetleri Bakım ve Mühendislik Güvenlik ve Acil Durum Hizmetleri Çevre Hizmetleri
Yönetim ve İdari Bölüm	Havalimanı Yönetimi İnsan Kaynakları Finans ve Muhasebe Hukuk ve Düzenleyici İşler

Havalimanlarında çevre, ekonomik ve sosyal sürdürülebilirlik etkilerini incelemek

için havalimanlarında yürütülen faaliyetlerin ve bu faaliyetleri yerine getiren birimlerin bilinmesi gerekir. Bu bölümlerden bazılarının etkisi daha fazla olmakla birlikte tüm birimlerin sürdürülebilirliğe etki ettiği söylenebilir. Bu nedenle havalimanlarında icra edilen faaliyetlerin tümü bu çalışmanın kapsamı içerisine dahil edilmiştir.

2.4.1. Havalimanlarında Terminal İşletmeleri ve Sürdürülebilirlik

Havalimanlarında bulunan Terminal İşletmeleri bölümü, havalimanı operasyonlarının önemli bir bileşenidir ve Check-in, Güvenlik, Göç ve Gümrük, Kayıp ve Bulunan Eşya ve Müşteri Hizmetleri gibi çeşitli hizmetler sunarak yolcuların seyahat deneyimine katkıda bulunur. Bu hizmetlerin her biri, çevre, ekonomik ve sosyal açıdan önemli sürdürülebilirlik etkileri oluşturur (Adisasmita, 2012, Sayfa 48-49).

Havalimanlarında Terminal İşletmeleri, sundukları hizmetlerin çevre, ekonomik ve sosyal etkilerini dikkate alarak sürdürülebilir bir şekilde yönetilmesi gereken önemli bir alandır. Terminal İşletmeleri, check-in esnasında bekleme sürelerini azaltmak için mobil check-in ve kiosklar kullanarak kâğıt ve mürekkep tasarrufu sağlayabilirler. Benzer şekilde, yolcuların kimliklerini doğrulamak için parmak izi veya yüz tarama gibi teknolojileri içeren biyo-metrik kimlik doğrulama uygulaması ile kâğıt biniş kartlarına olan ihtiyaç ortadan kaldırılabilir (Sreenath vd., 2021, Sayfa 11). Singapur Changi Havalimanı, terminal binasında yolcu yüz tanıma teknolojisine sahip otomatik bagaj dağıtım makinesi kullanmaktadır. Uçuşlar öncesindeki biniş öncesi tarama süreçleri otomatikleştirilmiş, güvenlik personeli tarafından manuel kimlik kontrolüne ihtiyaç ortadan kalkmış ve yolcular için esnek, güvenli ve rahat bir biniş öncesi deneyimi imkânı sağlanmıştır. Bu ve benzeri uygulamalarla yolcuların check-in işlemi hızlandırılarak havalimanlarında yolcu kalabalığı ve sıkışıklık azaltılmış olur. Bu şekilde hem yolcu memnuniyeti sağlanır hem de çalışan sayısı ve iş yükü azaltılarak işletme maliyetlerinden tasarruf etmek mümkün olur (Rajapaksha ve Jayasuriya, 2020, Sayfa 28).

Güvenlik Hizmetleri için daha az enerji tüketen ve daha az gürültü üreten yeni nesil güvenlik tarayıcıları kullanımı, enerji kullanımını azaltır ve havalimanı terminallerinde gürültüyü azaltır. Patlayıcı ve uyuşturucu madde tespitinde köpeklerin ve elektronik algılayıcıların kullanımı ile güvenlik kontrolleri daha verimli bir şekilde yapılabilir. Bu tedbirlerin uygulanması ile havalimanlarında hem güvenlik artar hem de güvenlik işlemleri için yolcu ve yük bekleme süreleri azaltılabilir (Sreenath vd., 2021, Sayfa 9).

Yolcuların kayıp eşyalarının takip ve teslimatını sağlamak için elektronik

sistemlerin kullanımı ile kayıp eşyaların sahiplerine iade edilme şansı artırılmaktadır. Kayıp eşyaların değerlendirilmesi amacıyla, uzun süre kayıp olarak bekleyen eşyalar ihtiyaç sahiplerine bağışlanabilmekte veya geri dönüşüm programları ile bu eşyalar değerlendirilebilmektedir. Bu uygulama ile atık miktarı ve çevreye verilen zararlar azaltılabilmektedir (Halpern vd., 2021, Sayfa 2).

2.4.2. Hava Tarafı İşletmeleri ve Sürdürülebilirlik

Havalimanındaki hava tarafı hizmetleri, uçakların park edildiği, taksi yaptığı ve kalkış/iniş yaptığı alan olan "hava tarafında" meydana gelen tüm işlemleri ve aktiviteleri kapsar. Bu hizmetler, havalimanının sorunsuz ve verimli bir şekilde işletilmesinde önem taşırken aynı zamanda çevresel ayak izinin azaltılmasında da önemli bir etkiye sahiptir. Hava tarafı hizmetlerinin havalimanı sürdürülebilirliği açısından önemli olmasının nedenleri aşağıda açıklanmaktadır:

Yeni ATC sistemleri ve radar teknolojileri ile uçuşların daha verimli ve güvenli bir şekilde yönetilmesi sağlanır. Havayolu işletmeleri ile birlikte çalışılarak uçuş rotaları ve iniş-kalkış prosedürleri optimize edilir ve böylece uçakların harcadığı yakıt miktarı ve gürültü azaltılır (Heathrow, 2023). Taksi ve manevra gibi yer hizmet faaliyetlerinde önemli miktarda yakıt tüketilmesi nedeniyle, bu faaliyetlere ait prosedürleri optimize ederek ve yakıt verimli yer hizmet ekipmanlarına yatırım yaparak emisyonlar azaltabilir. Bu kapsamda dur-kalk şeklinde taksi yapmak yerine kesintisiz taksi uygulaması yakıt tüketimini önemli ölçüde azaltabilir (Eurocontrol, 2022, Sayfa 14).

Uçak gürültüsü, havalimanları ve çevresindekiler için önemli bir sorundur. Daha sessiz uçak teknolojileri kullanarak, hibrit veya elektrikli araçlar kullanarak, yer operasyonlarını optimize ederek ve uçak ve yer hizmetlerinde kullanılan araç ve ekipmanlarda bio-jet yakıtı ve diğer sürdürülebilir kaynaklara geçiş yaparak gürültü kirliliği azaltılabilir (Sustainable-bus.com, 2019) ; (Baxter vd., 2018, Sayfa 21).

Hava tarafı hizmetleri, yiyecek artıkları, buz çözme sıvıları ve kullanılmış yağlar gibi çeşitli atıklar üretir. Verimli atık yönetimi uygulamaları ile geri dönüşüm ve kompostlama seçeneklerini araştırarak çevresel etkileri en aza indirmek mümkündür. Buz çözme sıvıları için kapalı devre sistemi uygulamak, atık üretim hacmini önemli ölçüde azaltılabilmektedir (ICAO, 2017, Sayfa 8). Kullanılmış uçak parçalarının geri dönüştürülmesi ve pist ve taksi yolları yapım ve onarımında geri dönüştürülmüş ve sürdürülebilir malzemeler kullanılması havalimanında atık miktarını azaltmaya yardımcı

olmaktadır (HKIA, 2023, Sayfa 147).

Diğer yandan, uçak yıkama ve zemin bakımı sırasında önemli miktarda su tüketilmektedir. Su tasarrufu sağlayan teknolojiler kullanarak bu değerli kaynağı korumak mümkündür. Bu kapsamda, uçaklarda yüksek basınç ve düşük hacimli yıkama sistemleri kullanmak su kullanımını önemli ölçüde azaltabilmektedir (ACI, 2020, Sayfa 27). Pist ve taksi yollarının temizliğinde su tasarrufu sağlayan yöntemler kullanılması ve başta uçak ve yer sistemi bakım hangarları olmak üzere gerekli yerlerde atık su geri dönüşümü ve yeniden kullanımı için sistemler kurulması da sürdürülebilir su yönetimi açısından önem taşımaktadır (Müni Airport, 2022, Sayfa 90).

Hangarlar ve bakım binaları; aydınlatma, ısıtma ve soğutma sağlamak için enerji tüketir. Enerji verimli teknolojiler kullanarak enerji tüketimi ve emisyonları azaltmak mümkündür. Hangarlar ve bakım binaları ile pist ve taksi yolu aydınlatmalarında LED aydınlatma ve enerji verimli Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme (HVAC) sistemleri kullanarak önemli miktarda enerji tasarrufu sağlanabilir. Sürdürülebilirlik uygulamaları kapsamında güneş panelleri ve rüzgar türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarını kullanmakla, enerji tasarrufu sağlanır ve havalimanı karbon ayak izini azaltılabilir (Baxter vd., 2018). Su tasarruflu peyzaj ve su geri dönüşüm sistemleri uygulamaları ile, havalimanlarında su kullanımı optimize edilebilir ve değerli su kaynaklarını korumak mümkün olur (Anagnostopoulos vd., 2015, Sayfa 286).

Hava tarafı hizmetleri, sürdürülebilir uygulamalara odaklanarak ve yenilikçi çözümler ile havalimanlarını daha çevre dostu hale getirerek, havacılık sektörünün daha sürdürülebilir olmasına önemli katkılar sağlamaktadır.

2.4.3. Havalimanlarında Ticari Hizmetler ve Sürdürülebilirlik

Havalimanlarında ticari hizmetler, yolculara, ziyaretçilere ve çalışanlara mal ve hizmetler sunan çeşitli perakende mağazalarını, yiyecek ve içecek satış noktalarını, seyahat ve tatil ile ulaşım hizmetleri ve diğer ek hizmetleri kapsar. Bu hizmetler, havalimanı için gelir elde etme, yolcu deneyimini geliştirme ve yerel halka iş imkanları yaratma açısından kritik öneme sahiptir.

Havalimanları, ticari hizmetlerin sağlayacağı gelir artışı sayesinde, altyapılarını geliştirme, doğal çevreyi koruma, sosyal programları destekleme ve yerel ekonomiye katkıda bulunma konusunda daha fazla imkana sahip olmaktadır. Ticari hizmetler ile yolcuların terminallerde beklemeleri süresince ihtiyaçları karşılanarak konfor ve

memnuniyetleri artırılabilir. Ticari hizmetler bölümünün çabaları ile havalimanı ve çevresinde istihdam imkanları yaratılabilmekte ve bölge ekonomisine katkıda bulunulabilmektedir. Ayrıca, ticari hizmet sağlayıcılar arasında rekabet bulunması durumunda, sürdürülebilir uygulamalar ve operasyonel verimlilik sağlayan yenilikler artırılabilir (Graham, 2009, Sayfa 108).

Ticari hizmetler bu olumlu etkilerinin yanı sıra; enerji tüketimi, atıklar, zararlı emisyonlar ve kaynakların tükenmesi gibi olumsuz etkilere de yol açmaktadır. Ticari işletmeler tarafından sunulan hizmetler sonucu üretilen ambalajlar, gıda atıkları ve diğer malzemeler havalimanlarında atık miktarını artırır çevre kirliliğine sebep olur (Sebastian ve Louis, 2021, Sayfa 5). Yolcuların havalimanı içinde sunulan seyahat hizmetlerini kullanmaları, dolaylı olarak sera gazı emisyonlarını artırmaktadır. Ticari alanlarda temizlik, gıda hazırlama ve diğer faaliyetler için su kullanımı da yerel su kaynaklarının aşırı tüketimine katkıda bulunmaktadır (Vurmaz ve Boyacıoğlu, 2018, Sayfa 520).

Havalimanı işletmecileri ve ticari hizmet sağlayıcıları çevreye olan etkilerini azaltmak için çalışmakta ve bunun için yeni teknolojik uygulamaları hayata geçirmektedirler. Havalimanı ticari alanlarındaki aydınlatma, ısıtma, soğutma ve ekipman çalıştırma gereksinimleri enerji tüketiminin artmasına yol açar. Bu hizmetlerde enerji açısından verimli teknoloji kullanan uygulamalar ile enerji tüketimi önemli ölçüde azaltılabilmektedir. Bu kapsamda, perakende mağazalarında LED lamba kullanımı yaygınlaşmakta, enerji tasarruflu soğutma üniteleri ve yolcu ve personel sayısına göre aydınlatma ve iklimlendirme miktarını kontrol eden akıllı bina otomasyon sistemleri kullanılmaktadır (Sreenath vd., 2021, Sayfa 5).

Yiyecek ve içecek bölümlerinde ise enerji tasarruflu fırınlar kullanılmakta, müşteriler yeniden kullanılabilir kaplar kullanma konusunda özendirilmekte ve mutfak havalandırma sistemleri optimize edilerek enerji tüketimi azaltılmaktadır.

Ayrıca, bekleme salonlarının çatılarına güneş panelleri yerleştirilmesi, rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynaklarının kullanımı ve elektrikli araç kullanımının yaygınlaştırılması ve bu araçlar için şarj istasyonları kurulması ile enerji tüketimi azaltmakta ve çevreye verilen zararların önüne geçilmektedir (Jia vd., 2021, Sayfa 93; Scavuzzi vd., 2022, Sayfa 168).

Tüm bu çabalara ilave olarak sürdürülebilir ticari hizmet sunumu için yönetimsel stratejilerin de devreye sokulması önem arz etmektedir. Bunun için enerji verimliliği, atık azaltımı ve sorumlu kaynak kullanımı gibi sürdürülebilir uygulamalara bağlı işletmelerle

çalışılması önemlidir. Diğer yandan, yolcular tekrar kullanılabilir çanta ve su şişeleri gibi çevre dostu ürün ve hizmetleri kullanmaya teşvik edilmeli, enerji tasarruflu aydınlatma, su tasarruflu armatürler ve yenilenebilir enerji kaynaklarına yatırım yapılmalı, atık azaltma, geri dönüşüm ve kompost programları uygulanmalı, emisyonlarını azaltmak ve yerel ekonomiyi desteklemek için yerel tedarikçilerle ortaklık kurulmalı ve yolcu ve personelin havalimanına ulaşımında toplu taşıma veya elektrikli araç kullanımı gibi sürdürülebilir seyahat seçenekleri teşvik edilmelidir. Havalimanları bu stratejileri uygulayarak, ticari hizmetlerin ekonomik verimliliğini ve yolcu memnuniyetini sağlama imkanı elde etmektedirler (IGA, 2020, Sayfa 39).

2.4.4. Havalimanlarında Destek Hizmetleri ve Sürdürülebilirlik

Havalimanı operasyonlarında "destek hizmetleri", havalimanının sorunsuz ve verimli bir şekilde çalışmasını sağlayan, ancak doğrudan yolcular veya kargo ile etkileşime girmeyen çeşitli işlevleri kapsar. Destek hizmetleri; temizlik hizmetleri, bakım ve mühendislik, güvenlik ve acil durum hizmetleri ve çevre hizmetlerini içerir.

Destek hizmetlerinin sunumu; su, enerji ve hammadde gibi kaynakların tüketimini artırır, atık su, katı atık ve tehlikeli atık gibi atık akışları üretir ve sonuç olarak hava kirliliği, gürültü kirliliği ve su kirliliğine neden olur.

Destek hizmetleri, icra ettiği kritik fonksiyonlarla havalimanı sürdürülebilirliğine önemli katkılarda bulunabilir. Bu kapsamda:

- Temizlik Hizmetleri ile, temiz ve sağlıklı bir ortam oluşturmak suretiyle yolcular ve personel için iyi bir deneyim sağlanırken hastalıkların da yayılması önlenir. Bunun için; kimyasal madde ve atık miktarını azaltmak için biyolojik ve yeşil temizlik ürünleri tercih edilmekte, temizlik faaliyetlerinde Green Seal sertifikalı ürünler kullanmakta, düşük akışlı musluk ve mikrofiber bezler gibi su tasarrufu sağlayan ekipmanlar kullanılmaktadır (Schiphol Group, 2022, Sayfa 45).
- Bakım ve Mühendislik ile Güvenlik ve Acil Durum Hizmetleri kapsamında, havalimanı operasyonlarının güvenlik ve emniyeti sağlanır, kazalar ve acil durumlar en aza indirilerek can ve mal güvenliği korunur. Bu hizmetler havalimanlarında sürdürülebilir teknolojilerin uygulanmasında kritik role sahiptir. Kopenhag Havalimanı, tüm terminal binalarında LED aydınlatmaları, yeni ısı pompaları ve su soğutma sistemlerinin kullanımı ile enerji tüketimini %20 oranında azaltmıştır (Copenhagen Airport, 2017, Sayfa 6). San Francisco Uluslararası

Havalimanının kontrol kulesinin yapımında; yakındaki bir binanın çatısına kurulan güneş panelleri, ofislerde ve halka açık lobide doğal gün ışığı kullanımı, yansıtıcı çatı kaplama uygulaması ile ısı yalıtımı sağlanan bir çatı bahçesi, su tasarruflu muslukları, geri dönüştürülmüş yapı malzemeleri, elektrikli araç şarj istasyonu ve enerji verimli mekanik ve elektrikli ekipmanlar gibi bir çok çevreci çözüm kullanılmıştır (FAA, 2016).

- Çevre hizmetleri, her alanda sürdürülebilir uygulamalara imkân sağlayarak atık oluşumunun, su ve enerji tüketiminin ve sera gazı emisyonlarının önemli ölçüde azalmasını sağlar ve çevresel etkiyi en aza indirir. Vancouver Havalimanı 2040 yılına kadar sıfır atık hedefine ulaşma planı kapsamında; geri dönüşüm, kompostlama ve atık sahalarına gönderilen atık miktarını azaltmak için programlar uygulamakta, su arıtma ve yağmur suyu toplama sistemleri gibi su kaynaklarını optimize eden sistemler kurmakta, yenilenebilir enerji kaynakları kullanmakta ve enerji tüketimini optimize etmek üzere çalışmaktadır (YVR, 2021, Sayfa 12).

Sonuç olarak, havalimanları, destek hizmetlerinde sürdürülebilirliği benimseyerek çevresel etkilerini önemli ölçüde azaltabilir, kaynak kullanımı ve atık üretimini optimize edebilir ve daha sorumlu bir operasyon modeli sağlayabilirler.

2.4.5. Havalimanlarında Yönetim ve İdari Bölümler Açısından Sürdürülebilirlik

Havalimanı Yönetimi fonksiyonu sürdürülebilirlik için politika ve hedefler belirler. Havayolu yönetimleri, havalimanının sağladığı ekonomik ve sosyal faydalarla oluşturduğu sürdürülebilirlik etkileri arasında denge kurmak için etkili stratejiler geliştirmelidir. Havalimanlarında bulunan "Yönetim ve İdari Bölümler", havalimanı operasyonlarının ana işleyişi ve sürdürülebilirlik performansı üzerinde önemli bir role sahiptir. Bu bölümler; Havalimanı Yönetimi, İnsan Kaynakları, Finans ve Muhasebe ve Hukuk ve Düzenleyici İşleri kapsar. Havalimanı yönetim fonksiyonu, havalimanının çevresel etkisini azaltmak için net bir sürdürülebilirlik vizyonu ve stratejisi oluşturur, sürdürülebilirlik performansını izler, hedeflere ulaşmak için ilerleme durumunu izler ve paydaşlara raporlar sunar. Çalışanlar arasında çevre bilinci ve sürdürülebilir uygulamaların önemi hakkında farkındalık yaratır. Sürdürülebilirlik girişimlerini finanse eder ve gerekli insan kaynağını sağlar.

Yönetim bölümünde önemli bir yere sahip olan İnsan Kaynakları fonksiyonu kapsamında; çalışanlar arasında çevre bilinci ve sürdürülebilir uygulamaların önemi

hakkında farkındalık yaratmak üzere eğitim ve programlar düzenlenir, Sürdürülebilirlik ilkelerine bağlı çalışanlar işe alınır ve terfi ettirilir. Ayrıca, çevre dostu davranışlar ile çalışanların bisiklet ve toplu taşıma gibi alternatif ulaşım seçenekleri kullanımı teşvik edilir (DFW Airport, 2022, Sayfa 63-69).

Finans ve Muhasebe işlevi kapsamında güneş enerjisi panellerinin kurulumu ve LED aydınlatma gibi yenilenebilir enerji kullanımı ve enerji tasarrufu projelerine yatırım yapılır. Ekipman ve altyapı yatırımlarında yaşam döngüsü ve uzun vadeli çevresel maliyetleri hesaba katılır. Sürdürülebilir tedarik zinciri oluşturulur ve çevre dostu ürünler ve hizmetler sunan tedarikçilerle çalışılır (DFW Airport, 2022, Sayfa 24).

Hukuk ve Düzenleyici İşler bölümü; havalimanı faaliyetlerinin sürdürülebilirlik ile ilgili mevzuata ve çevresel düzenlemelere uygun olmasını sağlar, sürdürülebilirlik politika ve prosedürlerinin uygulanması takip eder ve çevresel etkiler ve sürdürülebilirlik girişimleri hakkında paydaşlarla açık ve şeffaf bir şekilde iletişim kurulmasına katkıda bulunur. Bu kapsamda havalimanları, yerel topluluklarla ve çevresel kuruluşlarla sürdürülebilirlik ile ilgili düzenli olarak bilgi alışverişinde bulunmaktadır (Fiege and Pforte, 2017).

Sonuç olarak, havalimanlarında bulunan "Yönetim ve İdari Bölümler"in çabalarıyla, sürdürülebilirlik ilkelerinin benimsenmesi ve bu ilkelerin tüm operasyon süreçlerine entegre edilmesiyle havalimanlarının çevresel etkilerinin azaltılması sağlanmaktadır. Bu sayede, daha sorumlu ve kaynakları tasarruflu kullanan bir havalimanı işleyişi mümkün olmaktadır.

2.5. Havalimanı Sürdürülebilirlik Raporlaması

Havalimanlarında sürdürülebilirlik raporlaması, havalimanlarının çevresel, sosyal ve ekonomik açılardan sorumlu ve şeffaf bir şekilde işletilmesini sağlayan önemli bir araçtır. Bu raporlama, havalimanı paydaşlarının sürdürülebilirlik performansını takip etmesine, iyileştirme alanlarının belirlmesine ve havalimanı faaliyetlerinin etkilerinin şeffaf bir şekilde iletilmesine olanak tanır.

Havacılık işletmelerinin paydaşları, şirketlerinin sosyal ve çevresel etkileri konusunda daha bilinçlidir. Bu nedenle, rasyonel ve güvenilir bir sürdürülebilirlik raporlaması, havacılık operasyonlarına olan güven ve meşruiyeti korumada hayati önem taşır (Cowper-Smith ve de Grosbois, 2011, Sayfa 73-74). GRI tarafından sağlanan raporlama çerçevesi yaygın olarak kullanılmakla birlikte işletmelerin GRI raporlarını

oldukça farklı içerik ve kapsamda hazırladıkları belirtilmektedir (Legendre ve Coderre, 2013; Kılıç vd., 2019, Sayfa 55).

2.5.1. Havalimanı Sürdürülebilirlik Raporlamasına Olan İhtiyacın Nedenleri

İşletmelerin sürdürülebilirlik raporu yayınlama amaçları ve bu raporların içerik ve kapsamının nasıl belirlendiği genellikle meşruiyet teorisi ve sinyalleme teorisi temelinde açıklanmaktadır (Michelon, 2011, Sayfa 79). Meşruiyet teorisine göre sürdürülebilirlik raporlaması, şirketin sosyal normlara ve beklentilere bağlılığını göstererek dış paydaşlara meşruiyet iddia etmeyi amaçlamaktadır. Sinyalleme teorisine göre sürdürülebilirlik raporlaması kurumun itibar riskini yönetmenin bir yoludur. İyi sürdürülebilirlik performansı, yatırımcılara ve önemli ekonomik paydaşlara şirketin iyi sürdürülebilir uygulamalara sahip olduğu ve piyasa değerinin iyi durumda olduğu sinyalini vermeye katkıda bulunur (Nikolaeva ve Bicho, 2011, Sayfa 139-140). Temeli bu teoriler tarafından açıklanmakla birlikte havalimanlarının aşağıdaki sebeplerle sürdürülebilirlik raporları yayınladıkları belirtilmektedir (Herzig ve Schaltegger, 2011; Kolk, 2015, Sayfa 38):

- **Çevresel Performansı İyileştirme:** Sürdürülebilirlik raporları, havalimanlarının zararlı emisyonlarını, enerji ve su tüketimini, atık yönetimini ve diğer çevresel göstergeleri takip etmesine ve iyileştirme stratejileri geliştirmesine yardımcı olur (Gray, 2006, Sayfa 809).
- **Şeffaflık ve Hesap Verebilirlik:** Güçlü sürdürülebilirlik raporları, havalimanlarının çevresel ve sosyal etkilerine dair şeffaflığı artırır ve paydaşlara hesap verebilirlik sağlar (GRI, 2024).
- **İtibar Yönetimi ve Marka Gücünün Artırılması:** Sürdürülebilirlik raporları, havalimanının itibarını ve marka bilinirliğini artırır, sorumlu bir kurum imajı oluşturmaya yardımcı olur ve havalimanına olan desteği artırır.
- **Yasal Düzenlemelere Uyum Sağlama:** Artan çevresel düzenlemelere uyum sağlamak için sürdürülebilirlik raporlarını kanıt olarak kullanabilir.
- **Risk Yönetimi ve Maliyetlerin Azaltılması:** Sürdürülebilirlik raporlama, çevresel riskleri ve maliyetleri proaktif olarak yönetmeye yardımcı olur.
- **İnovasyon ve Yeni Teknolojilere Teşvik:** Sürdürülebilirlik raporlama, yenilikçi ve sürdürülebilir teknolojilere yatırım yapmaya teşvik eder.
- **Bölgesel Kalkınmaya Katkı:** Havalimanları, sürdürülebilirlik raporları aracılığıyla bölgesel kalkınmaya ve yerel topluluklara katkıda bulunurlar.

- **Uluslararası Standartlara Uyum:** Sürdürülebilirlik raporları, Global Reporting Initiative (GRI) gibi uluslararası standartlara uyum sağlayarak küresel karşılaştırılabilirlik sağlar.
- **Stratejik Hedeflere Ulaşma ve Rekabet Avantajı Sağlama:** Sürdürülebilirlik raporları havalimanlarının hedeflerine ulaşması ve rekabet avantajı elde etmesi açısından kapsamlı ve etkili bir iletişim aracıdır.

Havalimanları tarafından sürdürülebilirlik raporu yayınlanmaması durumunda ise; pazar payı ve yatırımcı ilgisinde azalma, itibar kaybı, düzenlemelere uymada sorunlar, çalışan motivasyonunun azlığı, yeterli düzeyde risk yönetiminin yapılamaması ve yenilikçi yaklaşım eksikliği gibi sorunlarla karşılaşma ihtimal artmaktadır.

2.5.2. Havalimanı Paydaşları İçin Sürdürülebilirlik Raporlarının Faydaları

Sürdürülebilirlik raporları, işletmenin tüm paydaşları için çeşitli faydalar sunar. Paydaşlar işletmenin uygulama, politika ve eylemlerinden etkilenen ve bunun için işletmenin karar alma sürecine katılma konusunda meşru hak iddiasına sahip olan bireyler ve gruplardır (Hummels, 1998, Sayfa 1408). Aşağıda, bazı önemli paydaş gruplarının sürdürülebilirlik raporlarına ihtiyaç duyma nedenleri ve bu raporlardan elde ettikleri faydalar özetlenmiştir (Kolk, 2015):

- **Yatırımcılar:** Finansal riskleri ve yatırım getirisini değerlendirmek, şirketin uzun vadeli sürdürülebilirlik planlarını ve stratejilerini anlamak ve sorumlu yatırım ve ESG kriterlerine uyum sağlamak.
- **Müşteriler:** Şirketin çevresel ve sosyal sorumluluk performansı hakkında bilgi edinmek, sürdürülebilir ürün ve hizmetlere öncelik veren bilinçli tüketiciler için şeffaflık sağlamak ve marka sadakati ve müşteri güveni oluşturmak.
- **Çalışanlar:** Şirketin değerlerine ve sürdürülebilirlik taahhütlerine uyum sağlamak, çalışma ortamının ve koşullarının iyileştirilmesine katkıda bulunmak ve motivasyon ve şirkete bağlılık duygusunu artırmak.
- **Tedarikçiler:** Sürdürülebilir tedarik zinciri yönetimi ve risk değerlendirmesi yapmak, şirketin sürdürülebilirlik kriterlerine uyum sağlayarak iş birliği fırsatlarını artırmak ve ortak bir sürdürülebilirlik vizyonu ve değerleri oluşturmak.
- **Sivil Toplum Kuruluşları:** Şirketin çevresel ve sosyal etkilerini izlemek ve değerlendirmek, sürdürülebilirlik politika ve uygulamalarının iyileştirilmesi için savunuculuk yapmak ve şirket ile diyalog ve iş birliği kurmak.

- **Kamu Kurumları:** Şirketlerin yasal düzenlemelere uyumunu denetlemek, sektörel sürdürülebilirlik politikalarının geliştirilmesine katkıda bulunmak ve vergi ve teşvikler gibi konularda şeffaflık ve hesap verebilirlik sağlamak.
- **Yerel Topluluklar:** Şirketin faaliyetlerinin bölgeye olan etkilerini ve risklerini anlamak, sosyal ve ekonomik kalkınmaya katkıda bulunacak sürdürülebilirlik projelerini desteklemek ve şirket ile açık ve şeffaf bir iletişim kurmak.

Sonuç olarak; sürdürülebilirlik raporları, işletmelerin şeffaflık ve hesap verebilirlik ilkelerine bağlı kalarak, paydaşlarıyla güven inşa etmesine, itibarını ve marka değerini korumasına ve sürdürülebilirlik performansını geliştirmeye yardımcı olan önemli bir araç olarak nitelenebilir.

2.6. Havalimanı Sürdürülebilirlik Değerlendirme

Günümüzün yoğun rekabet ortamında, havalimanlarının hem müşterilerine kaliteli hizmet sunmaları hem de ayakta kalmayı başarmaları gerekmektedir. Havalimanları her işletme gibi mevcut müşterilerini elde tutmak ve yeni müşteriler kazanmak isterler. Bu amaçla müşterilerinin memnuniyeti için operasyonlarını sürekli olarak gözden geçirmeli ve iyileştirmeler yapmalıdırlar (Gupta, 2018, Sayfa 35). Yolculara ve havayolu işletmelerine kaliteli hizmet sunmak, bir havalimanının uzun vadeli başarısına ve rekabet gücüne katkı sağlar.

Diğer yandan, havalimanlarının performanslarının takip edilmesi, rakipler ve benzer havalimanlarıyla karşılaştırılması da doğru stratejilerin belirlenmesi ve buna uygun faaliyetlerin planlanması açısından bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Etkili bir performans değerlendirme sistemi; işletmelere maliyetlerini azaltma ve pazar payı ve yatırım getirisini artırma konusunda rehberlik eder, hükümetlere yatırımların verimli olarak kullanılıp kullanılmadığı yönünde bilgi sağlar ve hava taşımacılığı hizmetlerini kesintisiz olarak sağlayabilecek verimli havalimanlarının belirlenmesine yardımcı olur. Karşılaştırmalı analizler yardımıyla, havalimanlarının güçlü ve zayıf yönleri görülebilir ve en iyilerin seviyesine ulaşmak için atılması gereken adımlar belirlenebilir. İç içe geçmiş çok sayıda faktör ve farklı paydaşların mevcut olması nedeniyle, havalimanı performansını ölçecek uygun bir yöntem bulmak kolay değildir (Barros ve Dieke, 2008; Chakraborty vd., 2020, Sayfa 1). Bu nedenle, havalimanlarının sürdürülebilir bir şekilde tasarlanması ve işletilmesi konusunda kararlar alabilmek ve paydaşların bilgi ihtiyacını karşılamak için standart ve ampirik ölçümlere dayalı sürdürülebilirlik

değerlendirmelerine ihtiyaç duyulmaktadır (Longhurst vd., 1996, Sayfa 201).

Havalimanlarının performanslarını değerlendirmenin önemli olma nedenleri aşağıdaki gerekçelerle açıklanmaktadır (Barros ve Dieke, 2008, Sayfa 1039; Shojaei vd., 2018, Sayfa 4):

- Havayolu hizmetlerinin sürekliliğini sağlamak ancak havalimanlarının performansını izleyerek verimli hale getirmek ile mümkündür.
- Performans değerlendirmesi sayesinde hükümetler yatırımlarının verimliliğini gözlemleyebilmektedir.
- Performans değerlendirmesi, havalimanı yönetimine, havalimanının emsallerine göre gösterdiği performans ve bulunduğu konum hakkında değerli bilgiler sağlar.

Bir değerlendirme yöntemi ve kriterlere sahip olan sürdürülebilirlik değerlendirmesi, havalimanları için değerli bir araçtır ve sürdürülebilirliklerinin iyileştirilmesine ve garanti altına alınmasına yardımcı olur (Wan vd., 2020). Sürdürülebilirlik değerlendirmesi; mevcut performansın belirlenmesine ve zaman içindeki ilerleme ile gelecek hedeflere ulaşma durumunun ölçülmesine aynı zamanda ömür devri maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunur. Derecelendirme sistemleri ayrıca emsal proje ve işletmelerle karşılaştırmaya da imkân tanır ve bağımsız denetçiler tarafından uygulandığında güvenilirlik ve şeffaf hesap verebilirlik sağlar (Hubbard ve Hubbard, 2019).

Sürdürülebilirliği ölçmek ve raporlamak için standart göstergelerin kullanımı, havalimanı yöneticileri ve paydaşlarının havalimanları hakkında bilgi sahibi olmalarına ve karar vermelerine yardımcı olur. Sürdürülebilirlik göstergeleri ile toplanan veriler, benzer yolcu ve uçuş sayılarına sahip havalimanlarını karşılaştırmak için kullanılabilir (Upham ve Mills, 2005, Sayfa 167). Düzenleyiciler ve diğer paydaşlar, bir havalimanının çevresel performans ve verimliliğinde iyileştirme ihtiyacı olup olmadığını veya olumsuz etkilerin azaltılmasının gerekip gerekmediği konularında karar vermek için karşılaştırmalı sonuçları kullanabilir. Sürdürülebilirlik göstergeleri karar vericilere bilmeleri gerekenler konusunda bilgi sağlar ve doğru gösterge seçimi ile trafik veya diğer operasyonel performans arttıkça çevresel etkilerinin gerçek boyutları görülmüş olur. Havalimanlarının sürdürülebilirliği operasyonel ve finansal hedeflerin üstünde tutması gerekmemekle birlikte paydaşlara doğru çevresel bilgiler sağlamaları gerekmektedir. Ayrıca, havalimanlarının sürdürülebilirlik göstergelerinin oluşturulması sırasında paydaşların katılımını sağlayarak mutabakatlarını alması iyi paydaş ilişkilerinin

sürdürülmesine yardımcı olmaktadır (Upham ve Mills, 2005, Sayfa 176; Hooper ve Greenall, 2005, Sayfa 164).

Dünya çapında havayolu ve havalimanı işletmelerinin sürdürülebilirlik performansını değerlendiren kuruluşlar bulunmakta olup bunlardan bazılarına aşağıda verilmiştir:

CAPA/Envest Havayolu Sürdürülebilirlik Derecelendirme Sistemi: Havacılık Merkezi (CAPA) ve Envest Global tarafından geliştirilen bu sistem hem havayollarının hem de havalimanlarının sürdürülebilirlik performansını değerlendirmektedir. Derecelendirme sistemi, havalimanlarını çeşitli Çevresel, Sosyal ve Yönetişim (ESG) kriterlerine göre değerlendirir. Bu kapsamda; enerji verimliliği ve karbon emisyonları, su ve atık yönetimi, sosyal sorumluluk girişimleri, kurumsal yönetim ve şeffaflık gibi konulara dayalı olarak değerlendirme yapılır. Sonuç olarak, sürdürülebilirlik konusunda öne çıkan ve sektör genelinde yeniliği teşvik eden havalimanları belirlenir (CAPA, 2024).

Havalimanı Karbon Akreditasyon Programı (ACA): Havalimanları için özel olarak tasarlanmış küresel bir karbon yönetimi programıdır. ACI tarafından geliştirilen ACA programı, havalimanlarını karbondioksit emisyonlarını azaltmaya teşvik etmekte ve karbon ayak izlerini ölçen bir mekanizma sağlamaktadır. ACA Programı çerçevesindeki akreditasyon, havalimanı faaliyetlerinin ve emisyon ölçümlerinin ISO standartlarına uygun olarak değerlendirilmesine dayalıdır (ADR, 2019). ACA tarafından, 2022 yılına kadar programa dahil olan 395 havalimanından 59 havalimanı işletmecisi karbon nötr olarak belirlenmiştir. ACA, karbon azaltma çabalarına dayalı olarak; Haritalama (Karbon ayak izini anlama), Azaltma (Karbon azaltma eylemlerini gösterme), Optimizasyon (Üçüncü taraf ve paydaş katılımı), Karbon Nötrlüğü (Kalan emisyonların dengelenmesi), Dönüşüm (Havalimanı ve Üçüncü taraf operasyonlarının tam bir emisyon azaltımı için dönüştürülmesi), Geçiş (Kalan emisyonların güvenilir ofsetlerle telafi edilmesi) ve Seviye 5 şeklinde yedi farklı sertifikasyon sunar (ACA, 2024).

Gayrimenkul Sürdürülebilirlik Karşılaştırması (GRESB): Havalimanları gibi ulaşım altyapısı da dahil olmak üzere gerçek varlıkların ESG performansını değerlendiren, yatırımcı odaklı bir karşılaştırma programıdır. Havalimanlarının yönetim süreçlerini, politikalarını, veri toplamasını, sürdürülebilirlik önlemlerinin uygulanmasını ve performans izleme ve raporlamasını değerlendirir. Yatırımcılara havalimanlarının sürdürülebilirlik performansı hakkında bilgi sağlar ve portföyler arasında karşılaştırma yapılmasına olanak tanır (GRESB, 2024).

Skytrax Dünya Havalimanı Ödülleri: Havalimanlarını çeşitli performans göstergelerine göre sıralayan, müşteri memnuniyetine dayalı küresel platformdur. Skytrax, 100'den fazla ülkeden 550 milyondan fazla yolcunun katılımıyla her yıl anketler düzenler. Anketler, havalimanlarının terminal tesisleri, alışveriş ve yeme-içme olanakları, personel hizmeti ve çevresel performans gibi çeşitli yönlerini kapsar. Skytrax ödülleri, havalimanları için prestijli bir tanınma ve pazarlama aracı olarak kabul edilir. Çevresel sürdürülebilirlik uygulamalarında öne çıkan havalimanlarını ödüllendirmek üzere "Çevresel Yönetim için En İyi Havalimanı" kategorisi mevcuttur. Tamamen bir sürdürülebilirlik sıralaması olmasa da çevresel performansa müşteri perspektifinden öncelik veren havalimanlarını onaylar ve ödüllendirir (Skytrax, 2024).

Diğer yandan bazı havalimanları özel olarak çeşitli sürdürülebilirlik değerlendirme programları geliştirmişlerdir. Bu kapsamda Chicago Havacılık Departmanı (CDA) tarafından geliştirilen Sürdürülebilir Havalimanı El Kitabı, önerilen planlar ve kurumsal hedeflere ulaşılması amacıyla kontrol listeleri ve noktaları kullanır ve bu şekilde sürdürülebilirliği değerlendirmek için kapsamlı bir araç sağlar (CDA, 2014). Los Angeles Dünya Havalimanları (LAWA), 2010 yılında, ekonomik, çevresel ve sosyal sürdürülebilirlik çerçevesine odaklanan ve kültür değişimi, paydaş katılımı ve farkındalık oluşturmayı içeren Sürdürülebilir Havalimanı Plan, Tasarım ve İnşaat Kılavuzlarını geliştirmiştir. Kılavuz; Sürdürülebilir, Business Class ve Birinci Sınıf sürdürülebilir olarak nitelenen 3 seviyeye ulaşmak için planlama, tasarım ve inşaat kategorilerinde bir puan sistemi kullanır (Hubbard ve Hubbard, 2019, Sayfa 441).

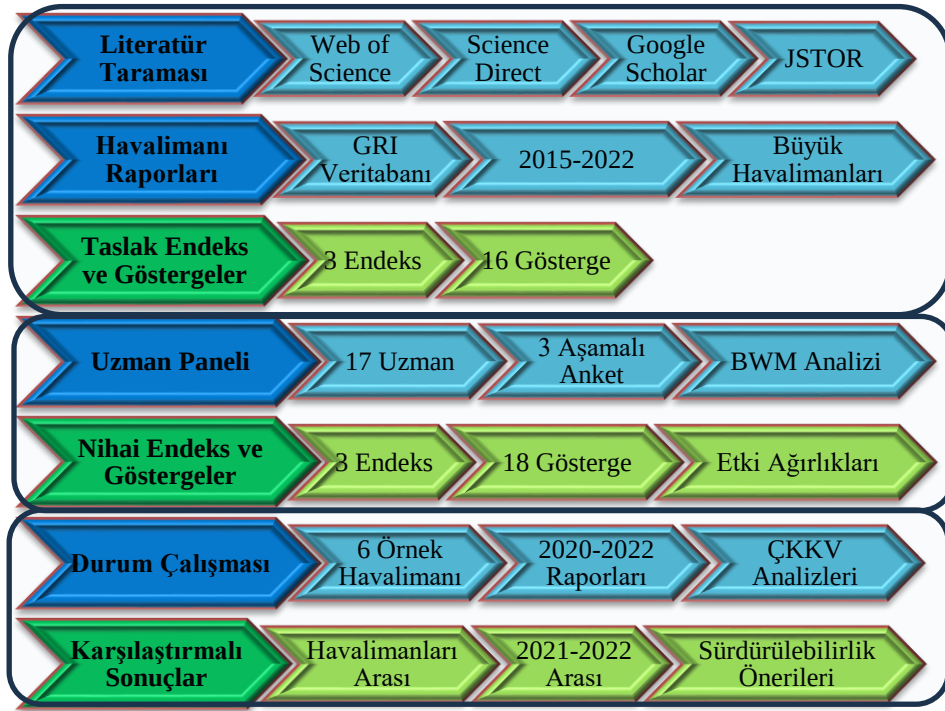
Havalimanları söz konusu derecelendirme ve sıralama girişimlerine katılarak sürdürülebilirlik değerlendirmesi yapma imkânı elde etmektedir. Böylece; performanslarını sektör liderleriyle karşılaştırma, sürdürülebilirlik uygulamalarını değerlendirerek iyileştirme alanlarını belirleme, çevresel ve sosyal sorumluluk konusunda şeffaflığı ve hesap verebilirliği artırma ve yatırımcılar, müşteriler ve paydaşlar nezdinde itibarlarını artırmak mümkün olmaktadır.

3. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu bölümde araştırmanın yöntemi, veri toplama yöntem ve uygulamaları, katılımcılarla yapılan çalışmalar, çalışmanın örnekleme ve elde edilen bulgular ile verilerin analiz yöntemleri hakkında bilgi verilmektedir.

3.1. Araştırma Modeli ve Aşamalar

Araştırma yöntemi, Literatür Taraması ve Havalimanı Sürdürülebilirlik Raporlarının analizi ile başlayan, uzman paneli çalışması ve BWM Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) Yönteminin uygulanmasıyla devam eden ve elde edilen sonuçların seçilen havalimanlarında Durum Çalışması ile sonuçlandırılan üç katmanlı bir model üzerinde yapılandırılmıştır. Araştırma modeli Şekil 3.1’de verilmiştir.



Şekil 3.1. Araştırma Modeli

3.1.1. Literatür Taraması

En iyi sürdürülebilirlik endekslerini belirlemek için havalimanı sürdürülebilirliği ve sürdürülebilirlik değerlendirmesine ilişkin literatür çeşitli yönlerden gözden geçirilmiştir. Scencedirect, Springer-Link Journals, Jstor, Wiley Online Library ve Web of Science 'ın çevrimiçi kütüphanelerindeki makaleleri bulmak için sürdürülebilirlik, havayolu, havalimanı, uçak, havacılık, ÇKKV, BWM, endeksler, endeks ve gösterge gibi anahtar kelimeler kullanılmıştır. Bu veri tabanları, Anadolu Üniversitesi ve Kapadokya Üniversitesi kütüphaneleri aracılığıyla ücretsiz olarak erişilebildiği için seçilmiştir. Tüm makalelerin konu ve içeriklerine göre yapılan sınıflandırma analizinin ardından 2005'ten 2022'ye kadar yayınlanan 142 makale incelenmiştir. Literatür taramasından elde edilen bulgular Bölüm 2'de sunulmaktadır.

Literatür inceleme aşamasından sonra, büyük havalimanlarının 2015-2022 yılları arasındaki yıllık sürdürülebilirlik raporları da GRI Veri Tabanı ve havalimanı web sitelerinden ulaşılarak incelenmiştir. Ayrıca taslak endeks ve göstergelerin belirlenmesi aşamasında BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri de dikkate alınmıştır.

Literatür ve GRI raporları incelendikten sonra, havalimanı sürdürülebilirliğine yönelik özgün bir dizi endeks ve gösterge elde edilmiştir.

3.1.2. Uzman Paneli Çalışması

Araştırmada nicel araştırma yöntemi kullanılmıştır. Yöntem kapsamında ihtiyaç duyulan veriler ankete dayalı Uzman Paneli çalışması ve sonrasında Havalimanı gerçek verilerine dayalı olarak uygulanan Durum Çalışması yöntemi ile elde edilmiştir. Havalimanı sürdürülebilirlik endeks ve göstergeleri ile bunlara ait etki ağırlıklarının belirlenebilmesi için 3 aşamalı anketlere dayalı olarak icra edilen Uzman Paneli çalışmasında yer alacak uzmanlar belirlenmiştir. Uzman panelinin oluşturulmasında amaçlı örnekleme yöntemi kullanılmıştır. Amaçlı örnekleme yöntemi araştırmanın yapıldığı konuda çalışan ve bilgi sahibi olan kişilerin az sayıda olması durumunda yaygın olarak kullanılan bir yöntemdir. Yöntem ilgili konuda çalışan ve deneyim sahibi kişilerin araştırmaya katkısının ilgisiz kişilere göre çok daha fazla olacağı varsayımına dayanır. Türkiye’de araştırma konusu ile ilgili olabilecek kişilerin az sayıda olduğu göz önüne alındığında ve literatürde uzman paneli çalışmaları için özellikle belirlenmiş bir katılımcı sayısı kriteri bulunmadığından katılımcı sayısı 17 ile sınırlandırılmıştır. Araştırma kapsamındaki Uzman Paneli, havalimanlarında sürdürülebilirlik konusunda deneyimli ve çalışmaları olan akademik personel, özel sektör uzmanları ve ilgili devlet kurumlarında yöneticilik görevinde olan kişiler arasından seçilmiştir. Bu amaçla öncelikle Uzman Panelinde yer alarak katkı sağlayacak olan alternatif aday isimleri belirlenmiş sonrasında bu kişilere e-posta ve telefon aracılığı ile ulaşılmıştır. İş yoğunlukları, isteklilikleri ve ulaşılabilirlikleri gibi durumlar dikkate alınarak 17 üye belirlenmiştir. Uzman paneli çalışması kapsamında üyelerin görüşlerini almak üzere 3 adet anket hazırlanmıştır. Anket soruları çoktan seçmeli, evet-hayır veya 8’li değerlendirme ölçeği şeklindedir. İlk ankette üyelere taslak endeks ve göstergeleri uygun bulup bulmadıklarını evet veya hayır seçeneklerini kullanarak belirtmeleri istenmiş ayrıca istemeleri durumunda ilave kriter/gösterge önerebilecekleri belirtilmiştir. Katılımcılar tarafından önerilen iki adet kriterin de ilave edilmesiyle kriter sayısı 18’e yükselmiştir. Ankete verilen cevaplar

kullanılarak kolaylıkla nicel araştırma yöntemine uygun şekilde hesaplamalar ve nicel analizler yapmak mümkün olmaktadır. Anket soruları, verilerin analizini yapmak için kullanılacak BWM Yönteminin uygulanmasına elverişli olacak şekilde hazırlanmış ve 3-4 ay aralıklarla 3 adet anketin aşamalı şekilde uygulanması kararlaştırılmıştır. Anket formları ve bilgilendirmeleri internet üzerinden Google Formlar uygulaması kullanılarak katılımcılara gönderilmiştir. Uzman paneli çalışması ve elde edilen verilerin BWM yöntemi ile analizi sonucunda havalimanlarının sürdürülebilirlik durumunu belirlemek üzere kullanılabilecek olan 3 adet sürdürülebilirlik endeksi, bunlara ait 18 gösterge ve 42 metrik görece ağırlıklarıyla birlikte elde edilmiştir.

Etik Bildirim: Uzman Paneli kapsamında anketlerin uygulanması için Anadolu Üniversitesi Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği Kurulundan 08.10.2021 tarihinde 144621 nolu etik kurul onayı alınmıştır (Ek-1).

3.1.3. Uzman Paneli Kapsam ve Katılımcı Bilgileri

Bu araştırma havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından değerlendirilmesini sağlayacak endeks, gösterge ve metriklerin kullanımını içeren bir havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yönteminin geliştirilmesini kapsamaktadır. Araştırma sonuçları tüm havalimanlarını kapsamaktadır ve ilk etapta taslak olarak belirlenen endeks ve göstergelerin oluşturulmasında konuyla ilgili literatürde yer alan çalışmalardan yararlanılmıştır. Sonraki aşamada ise Türkiye’de bulunan akademisyen, özel sektör uzmanları ve kamuda yönetici olarak görev yapan kişilerin görüşlerinden yararlanılmıştır. Uzman Paneli çalışması için üyelerin belirlenmesinden sonra, katılımcılara e-posta aracılığı ile konu ve çalışma yöntemi hakkında bilgilendirmeler sağlanmıştır. Gönderilen ilk ankette genelde, literatürde yer alan bilgiler kullanılarak araştırmacı tarafından oluşturulan taslak endeks ve göstergelerin uygun olup olmadığı ve ilave edilmesini istedikleri başka bir endeks veya gösterge olup olmadığı sorulmuştur. İlk ankette elde edilen veriler doğrultusunda ikinci anket hazırlanmıştır. İkinci ankette ise katılımcılara çoktan seçmeli şekilde taslak endeks ve göstergelerden hangilerini en iyi hangilerini en kötü olarak niteledikleri sorulmuştur. Üçüncü ankette ise 8’li değerlendirme ölçeği ile endeks ve göstergelerin kendi aralarında önem derecelerinin karşılaştırılarak puanlanması istenmiştir. Araştırma kapsamında Uzman Paneli çalışmasına katılım sağlayan 17 uzmana ait bilgiler Tablo 3.1’de sunulmuştur.

Uzman Paneli çalışmasının güvenilirlik ve geçerliliğini artırmak amacıyla

havalimanı sürdürülebilirliği konusunda farklı bilgi, deneyim ve bakış açısına sahip olabileceği düşünülen akademisyen, özel sektör uzmanı ve kamu yöneticisi olmak üzere 3 farklı uzman profilinin grupta yer alması sağlanmıştır. Uzman paneli üyeleri havalimanı ve sürdürülebilirlik konusunda en az 8 yıl ortalamada ise 17 yıl deneyime sahiptir.

Tablo 3.1. Uzman Paneli üyelerine ait demografik bilgiler

Üyeler	Cinsiyet	Görevi/Ünvanı	Alan Deneyimi	Çalıştığı Yer
Uzman 1	Kadın	Öğretim Üyesi – Doç.Dr.	11 Yıl	Üniversite
Uzman 2	Erkek	Öğretim Üyesi – Prof.Dr.	35 yıl	Üniversite
Uzman 3	Kadın	Öğretim Üyesi – Prof.Dr.	25 yıl	Üniversite
Uzman 4	Erkek	Öğretim Üyesi – Prof.Dr.	22 yıl	Üniversite
Uzman 5	Kadın	Çevre Sistemleri Müdürü	18 yıl	Özel Sektör
Uzman 6	Erkek	Havacılık Uzmanı	8 Yıl	Kamu Kuruluşu
Uzman 7	Erkek	Çevre Koordinatörü	12 yıl	Kamu Kuruluşu
Uzman 8	Erkek	Sürdürülebilirlik Danışmanı	14 yıl	Özel Sektör
Uzman 9	Erkek	Öğretim Üyesi – Doç.Dr.	18 yıl	Uluslararası Üniversite
Uzman 10	Erkek	Genel Müdür Yardımcısı	25 yıl	Özel Sektör
Uzman 11	Erkek	Öğretim Üyesi – Dr. Öğr. Üyesi	20 yıl	Üniversite
Uzman 12	Erkek	Yer Hizmetleri Direktörü	18 yıl	Özel Sektör
Uzman 13	Kadın	Kurumsal Sürdürülebilirlik Müdürü	14 yıl	Özel Sektör
Uzman 14	Erkek	Sürdürülebilirlik Müdürü	10 yıl	Özel Sektör
Uzman 15	Erkek	Ticari Yönetici	14 yıl	Özel Sektör
Uzman 16	Erkek	Genel Müdür	17 yıl	Özel Sektör
Uzman 17	Kadın	Sürdürülebilirlik Direktörü	20 yıl	Özel Sektör

Uzman Paneli üyeleri içerisinde 5 kadın ve 12 erkek olmak üzere 6 adet akademisyen, 9 adet özel sektör uzmanı ve 2 adet kamu kuruluşu yöneticisi yer almıştır.

3.1.4. Durum Çalışması: Örnek Havalimanlarında Uygulama

(Merriam-Webster, 2024) sözlüğünde Durum Çalışması, “Çevre ile ilgili gelişimsel faktörleri vurgulayan bireysel bir birimin (bir kişi veya topluluk gibi) yoğun bir analizidir.” şeklinde tanımlanmaktadır. Durum çalışmasında seçilen birim nitel veya nicel yöntemlerle, analitik veya hermenötik olarak veya bu yöntemlerin birlikte kullanımıyla araştırılabilir (Flyvbjerg, 2011, Sayfa 301). Bu çalışma kapsamında geliştirilen endeks ve gösterge setinin örnek havalimanlarında uygulanmasının çalışmanın geçerlilik ve

güvenilirliğine katkıda bulunacağı düşünülerek 6 adet örnek havalimanında Durum Çalışması yöntemi ile uygulama yapılması planlanmıştır.

Durum Çalışması kapsamında nicel araştırma yöntemine uygun şekilde havalimanlarının sürdürülebilirlik verileri kullanılmıştır. İncelenecek havalimanlarının seçiminde temel kriterler olarak; havalimanlarının Skytrax sıralaması, düzenli sürdürülebilirlik raporlama durumları ve sürdürülebilirlik değerlendirmesine uygun şekilde raporlanmış verilerinin mevcut olup olmadığı hususları incelenmiştir. Araştırma söz konusu 6 havalimanının 2021 ve 2022 yılındaki sürdürülebilirlik performanslarının belirlenmesine odaklanmıştır. Bu amaçla bu havalimanlarının yayınlamış oldukları yıllık raporlar, sürdürülebilirlik raporları, web sayfaları ve sosyal medya paylaşımları incelenmiştir. Sürdürülebilirlik değerlendirmesi 2021 ve 2022 yıllarını kapsamakla birlikte yıllar içinde değişim durumunu tespit edebilmek için 2020 yılı verileri de incelenmiştir. Söz konusu kaynaklardan tüm havalimanlarının 42 adet metrik kapsamında raporlamış oldukları veriler bir tabloya aktarılmıştır.

Araştırma kapsamında uzman paneli çalışması, anketler, durum çalışması ve havalimanı işletmelerinin verilerinin kullanımı sırasında etik ilkelere uygun bir şekilde çalışmalar yürütülmüştür. Uzman paneli katılımcılarına uygulanan anketler öncesinde araştırma hakkında gerekli bilgilendirmeler yapılarak katılım için onayları alınmıştır. Katılımcılara istemeleri durumunda çalışmadan ayrılacakları, bu durumda görüşlerinin kullanılmayacağı, kişisel verilerinin korunacağı ve araştırmanın amacı ve rızaları dışında herhangi bir yerde kullanılmayacağı konusunda bilgilendirmeler yapılmıştır.

Durum çalışması aşamasında ise havalimanı işletmelerinin açık kaynaklarda yer alan bilgilerine yer verilmektedir. İlave ve açıklayıcı bilgi gereksinimi olan durumlarda söz konusu işletmelerle yazışmalar yapılarak bilgi talep edilmiştir. Bilgi gelmesi durumunda bu bilgiler kullanılmış ve bilgi gelmemesi ve verilerin net olmaması durumunda söz konusu verilere yer verilmemiştir.

3.1.5. Araştırma Verilerinin Analiz ve Değerlendirmesi

Araştırma konusunun kuramsal açıdan incelenmesi ve taslak bir endeks ve gösterge listesi oluşturulması amacıyla Scencedirect, Springer-Link Journals, Jstor, Wiley Online Library ve Web of Science'in çevrimiçi kütüphanelerinde taramalar yapılmıştır. Taramalar sonunda konuyla doğrudan ilgili olduğu belirlenen 142 adet yayın ile büyük

havalimanlarının 2015-2022 yılları arasındaki yıllık sürdürülebilirlik raporları incelenmiştir. Ayrıca taslak endeks ve göstergelerin belirlenmesi aşamasında BM Sürdürülebilir Kalkınma Hedefleri de dikkate alınmıştır. Yapılan incelemeler sonucunda havalimanı sürdürülebilirliğine ilişkin özgün bir dizi endeks ve gösterge elde edilmiştir. Söz konusu endeks ve göstergelere Bulgular ve Yorumlar bölümünde yer verilmiştir.

Uzman Paneli çalışması kapsamında aşamalı olarak uygulanan 3 adet anketten elde edilen veriler BWM Çok Kriterli Karar verme Yöntemi ile analiz edilmiştir. İlk ankette Uzman Paneline 3 endeks ve bunlara ait 16 adet göstergenin sürdürülebilirlik değerlendirmesinde kullanımının uygun olup olmadığı sorulmuş ve bu soruları evet ya da hayır seçeneklerinden biriyle cevaplamaları istenmiştir. Ayrıca üyelere istemeleri durumunda ilave gösterge önerebilecekleri iletilmiştir. İlk anket sonucunda önerilen tüm göstergelere verilen cevaplardan, evet seçeneğinin, hayır seçeneğine göre daha fazla olduğu görüldüğünden tüm göstergelerin onaylandığı kabul edilmiştir. Ayrıca üyeler tarafından önerilen 2 adet gösterge de bu listeye ilave edilmiştir. Böylelikle toplamda 3 endeks ve 18 göstergeden oluşan bir endeks seti ortaya çıkmıştır.

İkinci ankette, ilk ankette elde edilen göstergelerin hangilerinin çevre, sosyal ve ekonomi endeksleri için en iyi veya en kötü oldukları tespit edilmeye çalışılmıştır. Üçüncü ankette ise tüm göstergelerin en iyi ve en kötü göstergelerle karşılaştırılarak onlara göre puanlanması istenmiştir. İkinci ve Üçüncü anketten elde edilen verilerin BWM Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile analiz edilmesi sonucunda tüm endeks ve göstergelerin ağırlık puanlarına ulaşılmıştır.

Durum çalışması aşamasında, seçilen 6 havalimanına ait raporlardan 3 endeks ve 18 göstergede havalimanlarının gösterdikleri performansı nicel olarak ölçen metrikler kullanılmış ve havalimanları raporlarında söz konusu metriklerin değerleri bulunarak bir tablo haline getirilmiştir. Sonrasında bu tabloda birleştirilen verilerin analizi için Min-Max normalizasyonu, VIKOR, TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution), PROMETHEE-II ÇKKV Yöntemleri ve Copeland Yöntemi kullanılarak havalimanlarının sürdürülebilirlik performansları hesaplanmış ve sıralama yapılmıştır.

3.1.6. Çalışma Kapsamında Kullanılan ÇKKV Yöntemleri

Çok kriterli karar verme yöntemleri, birden fazla kriter veya hedefin değerlendirildiği ve farklı alternatiflerin karşılaştırıldığı karmaşık karar verme problemlerini çözmek için kullanılan analitik ve matematiksel tekniklerdir. Bu yöntemler,

çeşitli sektörlerde, özellikle işletme, mühendislik, ekonomi, çevre ve halk sağlığı gibi alanlarda sıkça kullanılmaktadır. ÇKKV yöntemleri genellikle aşağıdaki amaçlarla kullanılmaktadır (Belton ve Stewart, 2002, Sayfa 5);

- Farklı kriterler veya hedefler arasında denge kurma,
- Alternatifler arasında objektif ve sistematik bir karşılaştırma yapma,
- Karar verme sürecini yapılandırma ve şeffaf hale getirme,
- Karmaşık karar verme problemlerine analitik bir çerçeve sağlama.

ÇKKV yöntemleri, karmaşık sorunları çoklu kriterleri açık bir şekilde dikkate alarak yapılandırır, bu da daha bilinçli ve daha iyi kararlara yol açar. ÇKKV birbirinden farklı özellik ve yöntemlere sahip farklı yöntemleri içerir. Bu yöntem, en iyi çözümü bulmak için değerlendirilmesi gereken farklı nitel ve nicel kriterleri dikkate alır. ÇKKV yöntemleri ile bankacılık, genel amaç, öğrenci ve öğretmen performansları, su kaynaklarının konumu ve daha birçok alanda pek çok çalışma yapılmıştır. Bu çalışmalarda genelde alternatifler ve kriterler toplanmakta ve en iyi alternatifi seçmek için kriterlerin değerlendirilmesi yapılmaktadır (Aruldoss vd., 2013, Sayfa 32).

AHP (Analytic Hierarchy Process), TOPSIS, VIKOR, PROMETHE, ELECTRE ve BWM gibi yöntemler en yaygın olarak kullanılan yöntemlerdir. Hangi yöntemin hangi durumda kullanılması gerektiği, karar verme problemine ve karar vericinin tercihlerine bağlıdır. Yaygın olarak kullanılan bazı ÇKKV yöntemleri ve temel özellikleri aşağıda sunulmuştur (Kumar vd., 2017):

- **AHP:** Kriterler ve alternatifler arasındaki hiyerarşik ilişkileri modellemek için kullanılır. AHP, karar vericinin öznelliğini azaltmak için ölçekleme ve ağırlıklandırma kullanır (Saaty, 1987).
- **TOPSIS:** Alternatiflerin en iyi ve en kötü çözümlere göre benzerliğini değerlendirir. En iyi çözüme en yakın olan alternatifler seçilir (Lai vd., 1994, Sayfa 486).
- **VIKOR:** Alternatifler arasında en iyi uzlaş çözümlerini belirler. Hem ideal hem de anti-ideal çözümlere olan yakınlığı dikkate alır (Opricovic ve Tzeng, 2007).
- **PROMETHEE:** Alternatiflerin çiftler halinde karşılaştırılmasını ve sıralanmasını sağlar. Karşılaştırma sonuçlarına dayalı olarak bir tercih sıralaması oluşturulur (Brans vd., 1986).
- **ELECTRE:** Alternatiflerin kıyaslanmasında ağırlıklı olarak kullanıcı tanımlı kriterlerin kullanılmasını sağlar. Karar matrisi üzerinden alternatifleri elemek ve sıralamak için kullanılır (Roy, 1990).

ÇKKV Yöntemleri karar verme probleminin analizinde genellikle benzer adımlar kullanmakta olup söz konusu adımlar aşağıda sunulmuştur (Kumar vd., 2017, Sayfa 598);

- Belirlenmiş hedeflere ulaşmak üzere bir karar verme probleminin tanımlanması,
- Hedeflere ulaşmada etkili olabilecek kriterlerin belirlenmesi,
- Hedeflere ulaşmayı sağlayabilecek alternatiflerin belirlenmesi,
- Kriterler için ağırlık değerleri belirlenmesi,
- Uygun ÇKKV Yönteminin belirlenmesi,
- En uygun alternatifin bulunması.

Havacılık endüstrisinde karar verme süreci genellikle önemli yatırımlar gerektirir ve çok küçük tasarruflar bile havacılık operasyonlarını önemli ölçüde etkileyebilir. Kararlarda hem nicel hem de nitel olarak çeşitli ve bazen birbiriyle çelişen kriterler dikkate alınmalıdır. Havacılık alanında yapılan bilimsel araştırmalarda ÇKKV uygulamaları genellikle; farklı seçenek veya senaryoların değerlendirilmesi, en iyi alternatifin seçimi, seçeneklerin önceliklendirilmesi ve mevcut süreçlerin iyileştirilmesi temaları ile kullanılmaktadır. Söz konusu temalar arasında en yaygın olarak kullanılan tema, değerlendirme temasıdır. Havacılık işletmeleri arasında ÇKKV Yöntemi, en çok havayolu işletmelerini konu alan araştırmalarda kullanılmaktadır (Dožić, 2019).

3.1.7. BWM Yöntemi

BWM (Best Worst Method - En İyi En Kötü Yöntemi) yöntemi, çok kriterli ortamlarda karar verme problemlerini çözmek için yaygın olarak kullanılan bir ÇKKV Yöntemidir. BWM, bir dizi kritere dayalı olarak alternatiflerin göreceli önemini belirlemek için kullanılır. BWM Yöntemi, daha az karşılaştırma verisi gerektirmesi ve daha tutarlı karşılaştırmalara ve daha güvenilir sonuçlara yol açması yönüyle diğer ÇKKV yöntemlerine göre daha başarılı sonuçlar verir. Tipik bir BWM uygulaması aşağıdaki adımlara sahiptir (Rezaei, 2015, Sayfa 51):

- Literatür ve uzman görüşlerine dayalı olarak $\{c_1, c_2, \dots, c_n\}$ karar kriterleri önerilir.
- Uzmanlar veya karar vericiler en iyi ve en kötü kriterleri seçerler.
- En iyi kriterin diğer kriterlere göre tercih puanı 1'den 9'a kadar bir ölçek kullanılarak belirtilir. En iyi ve diğerlerini karşılaştırma vektörü $A_B = (a_{B1}, a_{B2}, \dots, a_{Bn})$ olarak gösterilir. En iyi kriterin kendisiyle karşılaştırma puanı, $a_{BB} = 1$ olarak kabul edilir.
- Benzer şekilde, diğer tüm kriterlerin en kötü kritere göre tercihi 1'den 9'a kadar bir ölçek kullanılarak gösterilir. Diğer kriterlerin en kötüye karşılaştırma vektörü $A_W =$

$(a_{1W}, a_{2W}, \dots, a_{nW})^T$ şeklindedir. En iyi kriterin kendisiyle karşılaştırma puanı, doğal olarak, $a_{WW} = 1$ olarak kabul edilir.

- Tüm $w_B = w_j$ ve $w_j = w_W$ değerleri için $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ optimum ağırlıkları, $w_B/w_j = a_{Bj}$ ve $w_j/w_W = a_{jW}$ koşulları için elde edilir.

Bu koşullar, tüm j'ler için $\left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|$ ve $\left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right|$ maksimum mutlak farklarının en küçük olduğu bir çözümle sağlanır. O zaman problem Eşitlik (3.1)'deki gibi ifade edilir: $\sum_j w_j = 1$ ve tüm j değerleri için, $w_j \geq 0$ olması durumunda,

$$\min \max_j \left\{ \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right|, \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| \right\} \quad (3.1)$$

Eşitlik (3.1); en küçük ξ değeri, $\sum_j w_j = 1$ ve tüm j değerleri için $w_j \geq 0$ olması durumu için (3.2) eşitliğine dönüştürülebilir:

$$\begin{aligned} \text{Tüm j değerleri için, } \left| \frac{w_B}{w_j} - a_{Bj} \right| &\leq \xi \\ \text{Tüm j değerleri için } \left| \frac{w_j}{w_W} - a_{jW} \right| &\leq \xi \end{aligned} \quad (3.2)$$

Bu koşullar için çözüm uygulandığında $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ kriter ağırlıkları ve ξ^* optimum amaç değerleri hesaplanır.

Karşılaştırmaların güvenilirliğini kontrol etmek için Tutarlılık Oranı (CR) ve Tutarlılık Endeksini (CI) içeren (3.3) eşitliği kullanılır.

$$CR = \frac{\xi^*}{CI} \quad (3.3)$$

CI endeksleri a_{BW} tercih verilerine ve Tablo 3.2'deki ilgili tutarlılık endeksine göre belirlenir ve sonrasında ξ^* değerleri (3.3) eşitliği ile hesaplanır ve. CR değerleri 0'a yakın olması karşılaştırmaların güvenilirliğin daha yüksek olduğunu gösterir.

Tablo 3.2. Tutarlılık Endeksi değerleri

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
CI (maks. ξ)	0.00	0.44	1.00	1.63	2.30	3.00	3.73	4.47	5.23

3.1.8. Min-Max Normalizasyon Yöntemi

Min-max normalizasyonu, veri setindeki değerleri belirli bir aralığa dönüştürmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu yöntemde, veriler belirli bir minimum ve maksimum

aralığa göre yeniden ölçeklendirilir. Min-max normalizasyonunda kritere ait değer arttıkça daha iyi bir değer anlam ifade ederse (3.4) eşitliği, daha kötü bir anlam ifade ederse (3.5) eşitliği kullanılmaktadır.

$$X_{normal} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \quad (3.4)$$

$$X_{normal} = \frac{X_{max} - X}{X_{max} - X_{min}} \quad (3.5)$$

Burada: X_{normal} , ölçeklendirilmiş veya normalleştirilmiş değeri, X , orijinal değeri, X_{min} , veri setindeki en küçük değeri ve X_{max} , veri setindeki en büyük değeri temsil etmektedir.

Normalleştirme işlemi sonucunda kriter değerleri 0 ile 1 arasındaki değerlere dönüştürülmekte ve alternatiflerin kriterlere göre performansını gösteren normalize karar matrisi elde edilmektedir. Eğer karar vericiler tarafından her kritere farklı bir ağırlık atanmış ise normalize karar matrisindeki değerler bu ağırlıklarla çarpılarak ağırlıklı karar matrisi elde edilmektedir.

Min-max yöntemi ile havalimanı sürdürülebilirlik verilerini içeren karar matrisine nasıl normalizasyon işlemi yapıldığı müteakip örnekte açıklanmaktadır.

Buna göre, havalimanı işletmelerinin açık kaynaklarda yayınlamış oldukları raporlardan tüm endeks ve göstergelerin ölçümünü sağlayan metriklerin değerleri bulunmuş ve tek bir tablo haline getirilmiştir. Bu tablo içerisinde örnek bir gösterge ve ona ait 2 alt metriğin nasıl yer aldığı Tablo 3.3'te örnek olarak verilmiştir.

Tablo 3.3. Min-max örnek uygulama verileri

Gösterge	Metrik	Atina	Heathrow	Hong Kong	Incheon	Münih	DFW
Atık Yönetimi	Geri Dönüşüm Oranı (%)	71.6	48.16	18.50	94.0	96.6	70.01
	Yolcu Başına Atık Miktarı (Kg)	0.855	0.274	0.890	7.005	0.275	1.152

Burada listelenen veriler ait olduğu metrik türüne göre çok farklı birim ve büyüklüklere sahip olabilmektedir. Tüm bu verilerin birlikte değerlendirilerek analiz edilebilmesi için min-max normalizasyonu uygulanmaktadır.

Yukarıdaki örnekte Geri Dönüşüm Oranı (%) metrikine ait (71.6, 48.16, 18.50, 94.0, 96.6, 70.01) şeklindeki veri serisi içerisinde $X_{min}=18.50$ ve $X_{max}=96.6$ olduğu

görülmektedir. Bu değerler (3.4) eşitliğinde kullanıldığında:

$$X_{normal} = \frac{X - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} = \frac{X - 18.5}{96.6 - 18.5} = \frac{X - 18.5}{78.1} \text{ elde edilir.}$$

Son olarak, (3.4) eşitliğinde seri içindeki her bir değer aşağıdaki gibi tek tek yazılarak normalleşmiş değerleri elde edilir:

$$X_1 = \frac{71.6 - 18.5}{78.1} = 0.70, X_2 = \frac{48.16 - 18.5}{78.1} = 0.38, X_3 = \frac{18.5 - 18.5}{78.1} = 0.00$$
$$X_4 = \frac{94.0 - 18.5}{78.1} = 0.92, X_5 = \frac{96.6 - 18.5}{78.1} = 0.96, X_6 = \frac{70.01 - 18.5}{78.1} = 0.71$$

Bu şekilde, (71.6, 48.16, 18.50, 94.0, 96.6, 70.01) şeklindeki veri seti min-max normalizasyonu kullanılarak [0, 1] aralığına dönüştürülür ve (0.70, 0.38, 0.00, 0.92, 0.96, 0.71) şeklinde normalize edilmiş olur. Bu işlem, veri setini karşılaştırılabilir ve işlenebilir hale getirmeye yardımcı olmaktadır.

3.1.9. VIKOR Yöntemi

VIKOR (Vİsekriterijumsko KOMPromisno Rangiranje), Zavadskas ve Turskis tarafından 2004 yılında tanıtılan ve bir problemin çözüm alternatiflerini birden çok kriter gere göre sıralamak için kullanılan bir ÇKKV yöntemidir. AHP ve TOPSIS gibi mevcut ÇKKV yöntemlerinin, özellikle karar vericilerin çelişkili tercihlere sahip olduğu durumlardaki eksikliklerini gidermek için geliştirilmiştir (Opricovic ve Tzeng, 2004, Sayfa 445; Mardani vd., 2016, Sayfa 3). Amaç, çelişen hedef ve kriterleri dengeleyen en iyi uzlaş çözümlerini belirlemektir. Yöntem, her alternatif için hem "ideal çözüme yakınlığı" (S-Rank) hem de "ideal çözümden uzaklığı" (Q-Rank) dikkate alır ve bu durumlar arasında en iyi dengeyi sağlayan çözüme odaklanır. Böylelikle seçilen alternatif, ideal çözüme yakın olmanın yanı sıra ideal olmayan çözüme de makul bir mesafede bulunur (Opricovic ve Tzeng, 2007, Sayfa 515).

VIKOR Yönteminin avantajları; çelişkili hedefleri dikkate alan uzlaşmacı bir çözüm sunması, karar vermedeki belirsizlikleri dikkate alması ve ağırlık atama yoluyla öznel yargıların dikkate alınmasıdır.

Yöntemin dezavantajları ise; diğer ÇKKV yöntemleriyle karşılaştırıldığında nispeten karmaşık matematiksel hesaplamalar içermesi, öznel ve önyargılara açık olabilen doğrusal normalizasyon ve ağırlık ataması gerekmesi ve karar verilecek konunun oldukça belirsiz veya dinamik olduğu durumlarda sınırlı uygulama imkanına sahip olmasıdır (Opricovic ve Tzeng, 2007, Sayfa 515).

Yöntem kapsamında, çözüm alternatiflerinin i sayıda kritere göre aldıkları değerler kullanılarak (3.6) eşitliği ile çok kriterli bir optimizasyon işlemi yapılır.

$$\max_j \{ (f_{ij}(A_j), j = 1, \dots, J), i = 1, \dots, n \} \quad (3.6)$$

Burada $A_j = \{x_1, x_2, \dots\}$, x sistem değişkenlerinin belirli değerleriyle oluşturulan j'inci alternatifi gösterir. f_{ij}, A_j alternatifi için i'inci kriter fonksiyonunun değeridir ve n kriter sayısıdır. VIKOR Yöntemi aşağıdaki adımlarla uygulanmaktadır (Opricovic ve Tzeng, 2007, Sayfa 515-517):

Adım 1: Kriter fonksiyonlarının en iyi (f_i^*) ve en kötü (f_i^-) değerleri belirlenir. Kriterin fayda ya da maliyet yönlü olmasına göre (3.7) veya (3.8) eşitliği kullanılır.

i = 1, 2, ..., n olmak üzere,

Fayda yönlü kriter için;

$$f_i^* = \max_j f_{ij} \text{ ve } f_i^- = \min_j f_{ij} \quad (3.7)$$

Maliyet yönlü kriter için;

$$f_i^* = \min_j f_{ij} \text{ ve } f_i^- = \max_j f_{ij} \quad (3.8)$$

(3.9) eşitliği kullanılarak normalize karar matrisi (R) oluşturulur.

$$r_{ij} = \frac{(f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \quad (3.9)$$

Adım 2: (3.10) eşitliği kapsamında w_j kriter ağırlıkları, normalize karar matrisi ile çarpılarak ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulur.

$$v_{ij} = w_j . r_{ij} \quad (3.10)$$

Adım 3: İdeal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri hesaplanır. Bunun için (3.11) eşitliği kullanılır. w_i , kriter ağırlıklarıdır ve karar vericilerin tercihinine göre kriterlerin görece önemini belirtir. Bu durumda $j = 1, 2, \dots, J$ olmak üzere;

$$S_i = \sum_{j=1}^n \frac{w_j (f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \text{ ve } R_i = \max_j \left[\frac{w_j (f_i^* - f_{ij})}{(f_i^* - f_i^-)} \right] \quad (3.11)$$

Adım 4: Q_j değerleri (3.12) eşitliği kullanılarak hesaplanır. $j = 1, 2, \dots, J$ ve $S^* = \min_j S_j$, $S^- = \max_j S_j$, $R^* = \min_j R_j$, $R^- = \max_j R_j$, v maksimum grup faydası stratejisinin ağırlığı ve $(1 - v)$ ise bireysel pişmanlığı olmak üzere;

$$Q_j = \frac{v(S_j - S^*)}{(S^- - S^*)} + \frac{(1 - v)(R_j - R^*)}{(R^- - R^*)} \quad (3.12)$$

Adım 5: S , R ve Q değerlerine göre alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır ve 3 adet sıralama listesi oluşturulur.

Aşağıda verilen $C1$ ve $C2$ koşullarının sağlanması durumunda, Q (minimum) değerine göre en üst sıradaki $A^{(1)}$ alternatifi uzlaşık çözüm olarak önerilir:

- $C1$ (Kabul edilebilir Avantaj), (3.13) ve (3.14) formülleri ile hesaplanır:

$$Q(A^{(2)}) - Q(A^{(1)}) \geq DQ \quad (3.13)$$

$A^{(1)}$ 'in Q 'ya göre sıralamada ikinci alternatif olması durumunda,

$$DQ = \frac{1}{(J - 1)} \quad (3.14)$$

- $C2$ (Karar almada kabul edilebilir stabilite): $A^{(1)}$ alternatifi S ve/veya R 'ye göre de en iyi sıralamaya sahip olmalıdır. Bu uzlaşma çözümü; v , maksimum grup faydasına dayalı karar verme stratejisinin ağırlığı olmak üzere, maksimum grup faydası stratejisi olabilecek bir karar verme süreci içerisinde “kararlı” ($v > 0,5$), “fikir birliği” ($v \approx 0,5$) veya “veto” ($v < 0,5$) sonucunu verebilir.

$C1$ ve $C2$ koşullardan birinin karşılanmaması durumunda, aşağıdaki uzlaşık çözümlerden biri önerilir ve $A^{(M)}$, maksimum M için (3.15) eşitsizliği ile belirlenir:

- Yalnızca $C2$ koşulu karşılanmıyorsa $A^{(1)}$ ve $A^{(2)}$ alternatifleri,
- $C1$ koşulu karşılanmazsa $A^{(1)}, A^{(2)}, \dots, A^{(M)}$ alternatifleri;

$$Q(A^{(M)}) - Q(A^{(1)}) < DQ \quad (3.15)$$

Adım 6: 5. Adımdaki koşul değerlendirmeleri sonunda alternatiflerin sıralaması yapılır.

3.1.10. PROMETHEE-II Yöntemi

“Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation” kelimelerinin baş harflerinden oluşan PROMETHEE metodu, karar vericilerin farklı

kriterleri göz önünde bulundurarak bir dizi alternatifi incelemelerine yardımcı olan ÇKKV yöntemlerinden biridir (Ece, 2019, Sayfa 77).

Kısmi sıralama yapan PROMETHEE-I ve tam sıralama yapan PROMETHEE-II yöntemleri, Brans tarafından geliştirilmiş olup ilk olarak 1982 yılında Kanada Laval Üniversitesi'nde düzenlenen bir konferansta tanıtılmıştır (Brans ve Smet, 2016, Sayfa 3; Ömürbek ve Eren, 2016, Sayfa 4).

Yöntem özellikle, karar vericilerin çoklu kriterlere dayalı bir dizi alternatifi karşılaştırma ihtiyacı olduğunda kullanışlıdır. PROMETHEE yöntemi, kullanımının kolay olması ve basit süreçler içermesi nedenleriyle birçok avantaj sunmaktadır. Bununla birlikte, dezavantajları ihmal edilebilir düzeyde olup bunlar da hibrit ve entegre PROMETHEE tabanlı modeller kullanılarak giderilebilmektedir (Taherdoost, Hamed; Madanchian, 2023, Sayfa 3).

PROMETHEE-II yöntemi toplam 7 adım halinde uygulanmakta olup bu adımlar aşağıda yer almaktadır (Taherdoost ve Madanchian, 2023, Sayfa 3).

Adım 1 (Karar Matrisinin oluşturulması): Problemle ilgili olarak karar matrisi Eşitlik (3.16)'te verilen şekilde oluşturulmuştur (Gökdemir ve Gökay, 2023, Sayfa 604).

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \dots & x_{1n} \\ \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad \begin{matrix} (i = 1, 2, 3, \dots, m) \\ (j = 1, 2, 3, \dots, n) \end{matrix} \quad (3.16)$$

Adım 2 (Karar Matrisinin normalleştirilmesi): Karar matrisi içerisindeki kriter puanlamalarının her biri, farklı ölçü birimleri ve/veya ölçeklerde gerçekleştirildiklerinden, birbirleri ile doğrudan mukayese edilmeleri mümkün olmamaktadır. Bu nedenle karar matrisinin normalleştirilmesine ihtiyaç duyulmaktadır. Normalleştirme işleminde, kriter puanlamaları 0 ile 1 arasında olacak şekilde dönüştürülmektedir. PROMETHEE-II yönteminde, karar matrisinin normalleştirilmesinde aşağıdaki eşitlikler kullanılmıştır. Eğer değerlendirme kriterleri fayda yönlü (değerin büyük olması tercih sebebi) ise Eşitlik (3.17), eğer değerlendirme kriterleri maliyet ve/veya zarar yönlü (değerin küçük olması tercih sebebi) ise Eşitlik (3.18) kullanılarak, karar matrisinin normalizasyonu gerçekleştirilmiştir (Gökdemir ve Gökay, 2023, Sayfa 605).

$$R_{ij} = \frac{x_{ij} - x_j^{\min}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \text{ (fayda kriteri)} \quad (3.17)$$

$$R_{ij} = \frac{x_j^{\max} - x_{ij}}{x_j^{\max} - x_j^{\min}} \text{ (maliyet/zarar kriteri)} \quad (3.18)$$

Adım 3 (Her bir alternatifin kriterlere göre mukayese edilmesi): Bu aşamada alternatifler birbirleri ile mukayese edilerek (3.19) eşitliği ile sapmalar belirlenir. Belirlenen sapmanın (farkın) küçük olması, karar vericilerin alternatifler arasında küçük bir farkla tercih yapabilecekleri anlamına gelmektedir (Ekin ve Okutkan, 2021, Sayfa 48).

$$d_j(A_k, A_l) = X_j(A_k) - X(A_l) \quad (3.19)$$

Adım 4 (Alternatifler arası tercihin hesaplanması): Alternatifler arası tercihin belirlenmesi için (3.20) eşitliği tercih fonksiyonu olarak kullanılır.

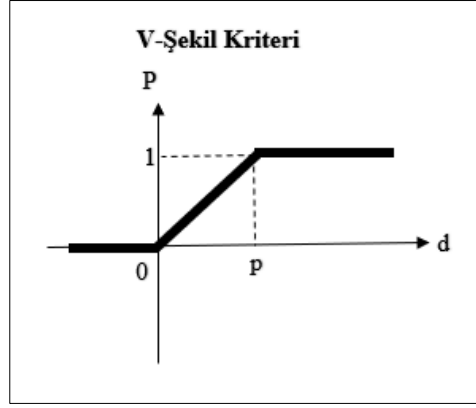
$$P_j(A_k, A_l) = F[d_j(A_k, A_l)] \quad (3.20)$$

Burada $P_j(A_k, A_l)$, $d_j(A_k, A_l)$ 'nin bir fonksiyonu olup alternatifler arasındaki farkı 0 ile 1 arasında değişen bir tercih derecesine çeviren bir fonksiyonudur. $P_j(A_k, A_l) \cong 0$ olması zayıf tercih edilebilirlik, $P_j(A_k, A_l) \cong 1$ olması kuvvetli tercih edilebilirlik olarak değerlendirilmektedir. (Brans vd., 1986, Sayfa 229), tarafından önerilen, altı temel tercih fonksiyonu türü bulunmaktadır. Bu çalışmada, söz konusu öneriler arasından Şekil 3.2’de verilen lineer tercihlili kriter (V-şekli) kullanılmıştır. Bu nedenle 3’üncü adımda bulunan fark değerlerinden sıfırdan küçük olanlar sıfıra, birden büyük olanlar bire eşitlenmiş ve diğer değerlerin ise normal değerleri kaydedilmiştir (Gökdemir ve Gökay, 2023).

Adım 5 (Toplam tercih endeksinin hesaplanması): Bu aşamada, toplam tercih puanı Eşitlik (3.21) kullanılarak hesaplanmaktadır.

$$\pi(A_k, A_l) = \sum_{j=0}^n P_j(A_k, A_l) \cdot w_j \quad (3.21)$$

Burada w_j , kriterin ağırlığı olup bir önceki aşamada hesaplanan alternatifler arasındaki tercihin değerleri kriter ağırlıkları ile çarpılmaktadır. $\pi(A_k, A_l)$ her bir kriter için $P_j(A_k, A_l)$ 'nin ağırlıklı toplamını göstermektedir (Brans vd., 1986).



Şekil 3.2. Lineer tercihli kriter (J. P. Brans vd., 1986)

Adım 6 (Pozitif ve negatif sıralama akışlarının hesaplanması): $\varphi^+(A_i)$ pozitif sıralama akışı (3.22) ve $\varphi^-(A_i)$ negatif sıralama akışı (3.23) eşitliklerine göre hesaplanmıştır (Taherdoost ve Madanchian, 2023, Sayfa 6).

$$\varphi^+(A_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{A_x \in A} \pi(A_i, A_x) \quad (3.22)$$

$$\varphi^-(A_i) = \frac{1}{m-1} \sum_{A_x \in A} \pi(A_x, A_i) \quad (3.23)$$

Adım 7 (Net sıralama akışının hesaplanması ve tam sıralamanın yapılması): $\varphi(A_i)$, her alternatif için net sıralama akışını gösterir ve (3.24) eşitliği kullanılarak hesaplanır.

$$\varphi(A_i) = \varphi^+(A_i) - \varphi^-(A_i) \quad (3.24)$$

Net akış ne kadar yüksek ise söz konusu alternatif o kadar iyi demektir. Sonuç olarak alternatifler büyük değerden küçük değere doğru sıralanmaktadır (J. P. Brans vd., 1986).

3.1.11. TOPSIS Yöntemi

Hwang ve Yoon tarafından 1981 yılında geliştirilmiş olan TOPSIS, kolay anlaşılabilir ve uygulama açısından basit bir sıralama yöntemidir. Yöntem, pozitif ideal çözüme en kısa mesafedeyken negatif ideal çözüme de en uzak mesafede olan alternatifleri seçmeye çalışır. Pozitif ideal çözüm, fayda kriterlerini maksimuma çıkarıp maliyet kriterlerini minimuma indirir. Negatif ideal çözüm, maliyet kriterlerini

maksimuma çıkarmayı ve fayda kriterlerini minimuma indirmeyi esas alır (Lai vd., 1994). Bu tekniğin uygulanabilmesi için kriter değerlerinin sayısal olması, devamlı olarak artan veya azalan olması ve ölçülebilir birimlere sahip olması gerekir. TOPSIS Yönteminin uygulama adımları aşağıda yer almaktadır (Behzadian vd., 2012, Sayfa 13052):

Adım 1 (Karar Matrisinin Oluşturulması): Karar matrisinin satırlarında kriterler, sütunlarında ise alternatiflere yer verilir. m adet kriter ve n alternatifin olduğu bir problemde karar matrisi (3.25) eşitliğindeki gibi gösterilir.

$$X_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1m} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2m} \\ \vdots & \vdots & \dots & \vdots \\ x_{n1} & x_{n2} & \dots & x_{nm} \end{bmatrix} \quad (3.25)$$

Adım 2 (Normalize Karar Matrisinin Oluşturulması): Kriterlerin birimleri farklıysa, ideal çözüm değerleri normalize edilmelidir. $i=1, \dots, m$; $j=1, \dots, n$ ve R_{ij} normalize karar matrisi (3.26) eşitliği ile hesaplanır.

$$r_{ij} = \frac{a_{ij}}{\sqrt{\sum a_{ij}^2}} \quad (3.26)$$

Adım 3 (Ağırlıklı Karar Matrisinin Oluşturulması): Karar vericilerin seçimi doğrultusunda her kritere bir ağırlık değeri atanır. w_j , j'inci kriterin ağırlığını gösterir ve ağırlıklı normalize karar matrisini oluşturmak için (3.27) eşitliği kullanılır.

$$v_{ij} = w_j r_{ij} \quad (3.27)$$

Adım 4 (İdeal ve Anti İdeal Çözümlerin Bulunması): İdeal çözüm, her kritere göre en iyi değere sahip alternatiftir.

İdeal Çözüm, A^* olarak gösterilir ve (3.28) eşitliği ile hesaplanır.

$$v_i^* = \{ \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \} \text{ iken } A^* = \{v_1^*, \dots, v_n^*\} \quad (3.28)$$

Anti İdeal çözüm, her kritere göre en kötü değere sahip alternatiftir. Anti İdeal çözüm, A' olarak gösterilir ve (3.29) eşitliği kullanılarak hesaplanır.

$$v_i' = \{ \min(v_{ij}) \text{ if } j \in J; \max(v_{ij}) \text{ if } j \in J' \} \text{ iken } A' = \{v_1', \dots, v_n'\} \quad (3.29)$$

Adım 5 (İdeal ve Anti İdeal Çözüme Uzaklıkların Hesaplanması): Her alternatif için İdeal ve Anti İdeal Çözüme olan uzaklık hesaplanır.

İdeal Çözüme Uzaklık S_i^* olarak gösterilir ve (3.30) eşitliği ile hesaplanır. $i = 1, \dots, m$ iken:

$$S_i^* = \sqrt{\left[\sum (v_i^* - v_{ij})^2 \right]} \quad (3.30)$$

Anti İdeal Çözüme Uzaklık S_i' olarak gösterilir ve (3.31) eşitliği ile hesaplanır. $i=1, \dots, m$ iken:

$$S_i' = \sqrt{\left[\sum (v_j^* - v_{ij})^2 \right]} \quad (3.31)$$

Adım 6 (İdeal Çözüme Yakınlık Derecesinin Hesaplaması): İdeal Çözüme Yakınlık Derecesi C_i^* olarak gösterilir ve (3.32) eşitliği kullanılarak hesaplanır. $0 < C_i^* < 1$ iken:

$$C_i^* = \frac{S_i'}{S_i^* + S_i'} \quad (3.32)$$

Adım 7 (Alternatiflerin Sıralanması): C_i^* değerleri büyük olandan en küçüğüne doğru olacak şekilde alternatifler sıralanır.

3.1.12. Copeland Yöntemi

Copeland yöntemi, Donald G. Saari ve Vincent R. Merlin tarafından 1996 yılında geliştirilmiştir (Saari ve Merlin, 1996). Bu yöntem, karar vericilerin farklı kriterleri göz önünde bulundurarak bir dizi alternatifi incelemelerinde, ikiden fazla ÇKKV yöntemi kullanıldığında, söz konusu ÇKKV yöntemleri ile elde edilen sonuçları nihai olarak değerlendirmek için kullanılan bir yöntemdir. Bu amaç için kullanılabilecek başka yöntemler de olmakla birlikte, diğer yöntemlere kıyasla daha etkili ve istikrarlı bir yöntem olması ve geniş bir nesne koleksiyonunun kısmi analizini kolaylaştırabilmesi nedeniyle tercih edilmiştir (Güler vd., 2021, Sayfa 414).

Copeland yöntemi, alternatifler arası mukayese yaparak, alternatifleri galip ve mağlup olma sayısına göre değerlendirmektedir (Yakut, 2020, Sayfa 1281).

Yöntem, toplam 3 aşamadan oluşmakta olup analiz aşamasında uygulanan adımlar

aşağıda detaylı olarak izah edilmiştir.

Adım 1 (Alternatiflerin önem düzeyine göre sıralanması): ÇKKV yöntemleri ile değerlendirilen ve sıralamaya tabi tutulan alternatifler diğer alternatiflerle mukayese edilir. Eşitlik (3.33)'e göre yapılan öncelik sıralamasında daha üstün olan alternatif 1 değerini; diğer alternatif ise 0 değerini alır. Bu değerlerin ikili karşılaştırma matrisinde gösterimi yapılır (Güler vd., 2021, Sayfa 424; Yakut, 2020, Sayfa 1281).

$$f_s(i, j) = \begin{cases} 1, & S_k(A_i) < S_k(A_j), \quad i \neq j \\ 0, & S_k(A_i) > S_k(A_j), \quad i \neq j \\ boş, & S_k(A_i) = S_k(A_j), \quad i = j \end{cases} \quad (3.33)$$

Adım 2 (Alternatifler arası toplam oy sayısının hesaplanması ve galibiyet, yenilgi ve beraberlik durumlarının tespit edilmesi): Bu adımda alternatiflerin mukayeseler sonucunda kazandıkları toplam oy miktarı (3.34) eşitliğine göre tespit edilmektedir. Eşitlikte k sıra sayısı, y ise kullanılan ÇKKV yöntem sayısıdır.

$$T(i, j) = \sum_{k=1}^y f_s(i, j), \quad i \neq j \quad (3.34)$$

Bu aşamada $T(i, j)$ formülü ile tespit edilen alternatifler arasında mukayeseler yapılarak her bir alternatifin galibiyet, yenilgi ve beraberlik durumları (3.35) eşitliğine ile tespit edilir (Yakut, 2020, Sayfa 1281).

$$G(i, j) = \begin{cases} 1, & T(i, j) > (y - T(i, j)), \quad i \neq j \\ \frac{1}{2}, & T(i, j) = (y - T(i, j)), \quad i \neq j \\ -1, & T(i, j) < (y - T(i, j)), \quad i = j \end{cases} \quad (3.35)$$

Adım 3 (Alternatiflerin Copeland puanının hesaplanması ve sıralama yapılması): (3.36), (3.37), (3.38) ve (3.39) eşitliklerine göre hesaplanan Copeland puanları dikkate alınarak alternatifler büyükten küçüğe doğru sıralanır. Copeland puanı en büyük olan alternatif en iyi alternatiftir. Copeland puanlarında eşitlik olması durumunda, i değeri daha küçük olan alternatif öncelik alarak üst sırada yer alacaktır (Yılmaz ve Yakut, 2022, Sayfa 317).

(3.36), (3.37), (3.38) ve (3.39) eşitliklerinde; n alternatif sayısı, GP_i galibiyet puanı,

BP_i beraberlik puanı, YP_i yenilgi puanı, CP_i ise Copeland puanıdır (Yakut, 2020).

$$GP_i = \sum_{j=1}^n G(i, j), \quad G(i, j) > 0, \quad n, \quad (3.36)$$

$$BP_i = \sum_{j=1}^n G(i, j), \quad G(i, j) = \frac{1}{2}, \quad n, \quad (3.37)$$

$$YP_i = \sum_{j=1}^n G(i, j), \quad G(i, j) < 0, \quad n, \quad (3.38)$$

$$CP_i = GP_i + BP_i - YP_i \quad (3.39)$$

4. BULGULAR VE YORUM

Araştırmanın bu bölümünde toplanan verilerin analizi sonucunda elde edilen bulgulara ve yorumlara yer verilmektedir.

4.1. Endeks Seti ve Ağırlıklarının Belirlenmesi

Havalimanı sürdürülebilirliği ve sürdürülebilirlik değerlendirmesine ilişkin literatür çeşitli yönlerden gözden geçirilmiştir. Bu kapsamda 2015'ten 2022'ye kadar olan çalışmalar için çeşitli anahtar kelimeler kullanılarak yapılan araştırmalar sonucunda konuyla ilgili 142 makale bulunmuş ve incelenmiştir. Yapılan incelemelerle hangi çalışmalarda hangi gösterge ve metriklere yer verildiği tespit edilmiş ve sonuçlar; Çevre, Ekonomik ve Sosyal başlıkları altında Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3'te sunulmuştur.

Tablo 4.1. Literatürde Çevre Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları

Gösterge	Metrikler	Referanslar
Atık Yönetimi	Atık miktarı, atık azaltma, atık en aza indirme ve tekrar kullanım, geri dönüşüm oranı, taşıma sorumluluğu	(Eshtaiwi vd., 2018), (Janic, 2010), (Hooper ve Greenall, 2005), (Gures vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baxter vd., 2014), (Karaman ve Akman, 2018), (Graham ve Guyer, 1999), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Upham ve Mills, 2005), (Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020), (Baltazar vd., 2018)

Tablo 4.1. (Devam) *Literatürde Çevre Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları*

Su Kullanımı	Yolcu veya birim faaliyet başına su kullanım miktarı (m ³ , Kg, ton)	(Hooper ve Greenall, 2005), (Gures vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baxter vd., 2014), (Karaman ve Akman, 2018), (Carvalho vd., 2013), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Upham ve Mills, 2005), (Baltazar vd., 2018)
Atık su Yönetimi	Atık su miktarı	(Hooper ve Greenall, 2005), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baxter vd., 2014), (Karaman ve Akman, 2018), (Upham ve Mills, 2005)
	Kirli suların yeniden kullanımı	(Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
Su Kirliliği	Kirlenme olaylarını önlemek için tedbirler, Kirlenme olaylarının sayısı	(Eshtaiwi vd., 2018), (Gures vd., 2017)
Gürültü Yönetimi	Gürültü seviyesi ölçümü izleme, gürültü azaltma, etki seviyesi	(Eshtaiwi vd., 2018), (Janic, 2010), (Gures vd., 2017), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Baxter vd., 2014), (Karaman ve Akman, 2018), (Graham ve Guyer, 1999), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Upham ve Mills, 2005), (Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
Enerji Yönetimi	Yıllık enerji tüketimi ve verimliliği (kWh/m ² , mWh) (mWh/RTK, mWh/RPK)	(Eshtaiwi vd., 2018), (Janic, 2010), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baxter vd., 2014), (Graham ve Guyer, 1999), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016)
	Enerji yönetim sistemleri ve azaltma önlemleri	(Gures vd., 2017), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
	Çevre ve enerji tasarrufu konusunda Çalışan ve toplum eğitimi	(Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
	Bina ve tesislerde enerji kullanımı (m ² başına) (kWh, mWh, Therms, oil tonne equivalent)	(Hooper ve Greenall, 2005), (Baltazar vd., 2014)
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı	(Chao vd., 2017), (Baltazar vd., 2018)
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Kara araçları, Uçak ve Harici güç kaynaklarından zararlı gaz emisyonları (NO _x , CO ₂ , N ₂ O, CO, NMVOC ve kaynak başına PM10 (g)), birim enerji, yolcu ve uçuş başına çevre konsantrasyonu (g/RTK, Kg/100 RTK)	(Hooper ve Greenall, 2005), (Baxter vd., 2014), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Upham ve Mills, 2005), (Baltazar vd., 2018)
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Sera gazı (GHG) envanter veri tabanı ve emisyon azaltma önlemleri (Yakıt tüketimini azaltma; yeni uçak tedariki, alternatif yakıt kullanımı; yeni teknoloji motorlar (NO _x azaltan), Biyo yakıtlar	(Gures vd., 2017), (Karaman ve Akman, 2018), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Kumar vd., 2020)
	Emisyon verimliliği: operasyonlardan kaynaklanan toplam hava kirliliği, havalimanına kara ulaşımı ve yer hizmetleri, kirlenici olay ve LTO döngüsü başına hava kirliliği miktarı	(Janic, 2010), (Graham ve Guyer, 1999)

Tablo 4.1. (Devam) Literatürde Çevre Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları

	Düşük emisyonlu kara araçları ve yer destek cihazları	(Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
	Toplu taşıma imkanları ve payı	(Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
	Farklı ulaşım modlarının entegrasyonu; alternatif ulaşım modlarına devredilen uçuş sayısı	(Janic, 2010), (Graham ve Guyer, 1999)
	Havalimanına kara ulaşım trafiğini azaltma; trafik bağlantıları için altyapı desteği	(Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011)
Kaynak Kullanımı	Sorumlu kaynak kullanımı: kullanılan malzeme miktarı, uzun dönem iş birliklerine dayalı tedarik zinciri yönetimi uygulamaları, kağıtsız çalışma ortamı	(Gures vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015), (Karaman ve Akman, 2018), (Ashwani Kumar vd., 2020)
Arazi Kullanımı	Arazi kullanımı ve verimliliği: havalimanındaki kapalı alan (m ²), birim alan başına tahsis edilen iş yükü	(Janic, 2010), (Graham ve Guyer, 1999)
Çevre-dostu bina inşaatı	Emisyon azaltma, etkin su tüketimi, etkin enerji tüketimi, atık ve malzeme yönetimi, su kirliliğini azaltma ve biyoçeşitliliği koruma, arazi kullanımı	(Chao vd., 2017), (Kumar vd., 2020)
Sistematiik Çabalar	ACI akreditasyonu; ISO 14001, ISO 50001, ACA Level (1, 2, 3, 4) sertifikaları; araştırma projelerine katkılar, UN CDM mekanizması için projeler	(Gures vd., 2017), (Karaman ve Akman, 2018), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Kumar vd., 2020)
Yeşil Açık Alanlar	Korunmuş alan (Biyoçeşitlilik) (m ² , havalimanı içi), çevre koruma projelerine katılım	(Koç ve Durmaz, 2015), (Karaman ve Akman, 2018), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Upham ve Mills, 2005), (Kumar vd., 2020)
Diğer	Çevre düzenlemelerine uyma, uygulanan cezalar, parasal olmayan yaptırımların sayısı	(Koç ve Durmaz, 2015), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011)

Tablo 4.2. Literatürde Sosyal Endeks için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları

Gösterge	Metrikler	Referanslar
Müşteri memnuniyeti	Ürün ve servis kalitesi, engelli dostu havalimanı, ürün sorumluluğu, yeni ürün ve hizmet sunumu, imaj ve itibar, marka üretme	(Gures vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Karaman ve Akman, 2018), (Baltazar vd., 2018)
	Geciken uçuş sayısı, gecikme süresi (kapı bölümü hizmetleri, uçak taksi bekleme süresi)	(Eshtaiwi vd., 2018), (Janic, 2010), (Baltazar vd., 2018)
	Müşteri ve çalışanların işverene erişme imkânı, çeşitlilik ve sosyal eşitlik	(Gures vd., 2017), (Karaman ve Akman, 2018)

Tablo 4.2. (Devam) *Literatürde Sosyal Endeks için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları*

Çalışan refahı ve katılımı	Çalışan sağlığını iyileştirme, emniyet ve refah; çalışan katılımı ve yetkilerini artırma, çevre ve KSS konularına çalışan katılımını artırma	(Gures vd., 2017), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Karaman ve Akman, 2018)
Çalışan memnuniyeti	Güvenli ve dostça çalışma ortamı, düzgün iş, toplu sözleşme imkanına sahip çalışan oranı, kariyer fırsatları	(Koç ve Durmaz, 2015), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Kumar vd., 2020)
Çalışan eğitimi	Çalışan yetenek yönetimi ve sürekli öğrenme programları	(Koç ve Durmaz, 2015), (Kumar vd., 2020)
Kazalar ve emniyet	Emniyet ve acil durum yönetimi, pist kazaları ve ihlalleri, halk yaralanmaları, kaza ve yaralanma nedeniyle iş kaybı	(Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Baltazar vd., 2018)
Çalışan iş yükü	Çalışan verimliliği; çalışan ve işgücü başına yolcu ve uçuş sayısı	(Janic, 2010), (Baltazar vd., 2018)
İnsan hakları ve istismar	Çocuk istihdamını önleme tedbirleri, zorla veya zorunlu çalıştırma, insan hakları ihlali şikayetlerinin sayısı, alınan önlemlerin sayısı ve etkinliği	(Gures vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015)
Paydaş ilişkileri	Havalimanı master planı için yerel topluluklarla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri, sürdürülebilirlik değerlendirme	(Kumar vd., 2020)
Kurumsal yönetim ve iş etiği	Davranış kuralları; yolsuzluk ve rüşvetle mücadele politikaları, şeffaflık	(Gures vd., 2017), (Karaman ve Akman, 2018)
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Sosyal ve uluslararası projelere katılım; Sürdürülebilirlik, yerel kimlik, kültür ve miras ve topluma katkı konularında müşteri farkındalığını artırma	(Karaman ve Akman, 2018), (Kumar vd., 2020)
Yerel toplulukları destekleme	Toplam yerel istihdam, yerinde üretim, komşularla iyi ilişkiler (meşruiyet)	(Gures vd., 2017), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016)

Tablo 4.3. *Literatürde Ekonomi Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları*

Gösterge	Metrikler	Referanslar
Doğrudan Ekonomik Katkıları	Yolcu, uçuş sayısı ve m2 kapalı alan başına yıllık gelir	(Eshtaiwi vd., 2018), (Shojaei vd., 2018), (Koç ve Durmaz, 2015), (Kilkiş ve Kilkiş, 2016), (Baltazar vd., 2018)
	Yolcu başına maliyet	(Eshtaiwi vd., 2018), (Shojaei vd., 2018), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baltazar vd., 2018)
	İş birimi başına yıllık maliyet	(Eshtaiwi vd., 2018), (Koç ve Durmaz, 2015), (Baltazar vd., 2018)
	Kârlılık: Birim havalimanı çıktısı başına operasyonel kâr (kâr /PK, kâr /TK)	(Janic, 2010), (Koç ve Durmaz, 2015), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011), (Baltazar vd., 2018)

Tablo 4.3. (Devam) *Literatürde Ekonomi Endeksi için havalimanı sürdürülebilirlik ölçümü temaları*

Büyüme	Pazar payı ve pazar payındaki artış	(Koç ve Durmaz, 2015), (Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011)
	Araştırma ve Geliştirme; havacılık dışı hizmetlerin payı	(Schaltegger ve Lüdeke-Freund, 2011)
Dolaylı Ekonomik Katkılar	Sürdürülebilir satın alma ve tedarik, iş yaratma, bölgesel kalkınmaya ve KOBİ'lere katkı	(Güres vd., 2017), (Koç ve Durmaz, 2015), (Karaman ve Akman, 2018)
Borçluluk	Borç/Gelir oranı, Borç/FAVÖK oranı, yolcu başına uzun vadeli borç	(Baltazar vd., 2018)
Ekonomik Değerlerin Paydaşlara Dağılımı	Çalışanlara sağlanan faydalar, bağışlar ve diğer sosyal yatırımlar, temettü ödemeleri, dağıtılmamış karlar ve vergi ödemeleri	(Koç ve Durmaz, 2015)
Verimlilik ve İnovasyon	Verimlilik; Hızlı cevap, İnovasyon ve Ar-Ge; tedarik zinciri sürdürülebilirliği	(Karaman ve Akman, 2018)

4.2. Birinci anket: Nihai Endeks Setinin belirlenmesi

Tablo 4.1, 4.2 ve 4.3’de verilen literatür araştırmasında yer alan göstergeler arasından, çevre, ekonomi ve sosyal endeks ana başlıkları altında çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılan 16 göstergenin Uzman Paneline önerilmesine karar verilmiştir. Uzman Paneli çalışması kapsamındaki ilk ankette uzmanlara, söz konusu 16 göstergenin uygun olup olmadığı ve ilave gösterge eklemek isteyip istemedikleri sorulmuştur. Bu sorulara verilen cevaplar doğrultusunda, İstihdam ve Biyoçeşitlilik göstergelerinin de eklenmesi ile, gösterge sayısı 18’e çıkmış ve nihai halini almıştır. Literatür çalışması ve Uzman Paneli anketi sonucunda elde edilen nihai endeks seti, uzmanların uygun, uygun değil veya yeni gösterge önerisi şeklindeki görüşleri ile Tablo 4.4’te sunulmuştur. Görüldüğü üzere önerilen 16 göstergenin tümünün en az 12 uzman (%70) tarafından uygun olarak bulunması nedeniyle kabul edilmelerinin uygun olduğuna karar verilmiştir.

Tablo 4.4. Endeks Seti

Endeks	Göstergeler	Uzman Sayısı	Uygun	Uygun Değil	Kabul Durumu
Ekonomi	E1 Doğrudan Ekonomik Katkılar	17	12	5	Kabul Edildi
	E2 Büyüme	17	14	3	Kabul Edildi
	E3 Dolaylı Ekonomik Katkılar	17	14	3	Kabul Edildi
	E4 İstihdam				Yeni
Çevre	Ç1 Atık Yönetimi	17	17	0	Kabul Edildi
	Ç2 Su Kullanımı	17	16	1	Kabul Edildi
	Ç3 Gürültü Yönetimi	17	14	3	Kabul Edildi
	E4 Enerji Yönetimi	17	15	2	Kabul Edildi

Tablo 4.4. (Devam) Endeks Seti

	E5	Emisyonlar ve Hava Kirliliği	17	15	2	Kabul Edildi
	E6	Sertifikasyon ve SistematiK Çalışmalar	17	16	1	Kabul Edildi
	E7	Biyoeçeşitlilik				Yeni
Sosyal	S1	Müşteri Memnuniyeti	17	15	2	Kabul Edildi
	S2	Çalışan refahı ve Memnuniyeti	17	16	1	Kabul Edildi
	S3	Kazalar ve Emniyet	17	16	1	Kabul Edildi
	S4	İnsan Hakları ve İstismar	17	15	2	Kabul Edildi
	S5	Paydaş İlişkileri	17	16	1	Kabul Edildi
	S6	Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	17	15	2	Kabul Edildi
	S7	Sosyal Sorumluluk Projeleri	17	15	2	Kabul Edildi

4.3. İkinci Anket: En iyi ve en kötü endeks ve göstergelerin seçimi

İkinci ankette uzman paneli üyelerine en iyi ve en kötü endeks ve göstergeleri seçmeleri istenmiştir. Uzmanlardan gelen yanıtlar sonucunda çevre endeksi 11 oyla en iyi endeks olarak belirlenmiş, en kötü endeks ise yine 11 üyenin oyuyla Sosyal endeks olmuştur.

Ekonomi endeksi içerisindeki en iyi gösterge seçimi oylamasında 9 oy alan Doğrudan Ekonomik Katkıları en iyi gösterge seçilmiş, en kötü gösterge oylamasında ise yine oyların 9'unu olan Dolaylı Ekonomik Etkiler en kötü gösterge seçilmiştir. Üyelerin birinci ve ikinci ankette ekonomi endeksinin göstergelerinin önem sıralarına yönelik düşüncelerinde farklılık olduğu tespit edilmiştir. İlk ankette Dolaylı Ekonomik Etkiler 14 oy ile Doğrudan Ekonomik Etkilerden fazla oy almışken ikinci anketteki en iyi gösterge seçiminde sadece 1 üyeden oy alabilmiş ve en kötü ekonomik gösterge olmuştur. Bu durumda üyelerin Doğrudan Ekonomik Etkileri Ekonomik sürdürülebilirlik açısından dikkate alınması gereken bir gösterge olarak gördükleri ancak etki açısından alt sıralarda tercih ettikleri anlaşılmaktadır.

Çevre Endeksi için ise 'Emisyonlar ve Hava Kirliliği' 9 oyla en iyi gösterge olarak seçilirken, en kötü gösterge olan 'Sertifikasyon ve SistematiK Çalışmalar' göstergesi 8 uzmanın oyuyla seçilmiştir.

Sosyal Endeksin en iyi göstergesi 6 uzmanın seçimi ile "Kurumsal Yönetim ve İş Etiği", en kötü göstergesi ise yine 6 uzman tarafından seçilen Sosyal Sorumluluk Projeleri olmuştur. Sosyal Endeksin en iyi ve en kötü olarak seçilen göstergelerinin diğer sosyal göstergelere çok yakın oylar aldığı ve çok az farkla seçildikleri görülmektedir. Bu durum uzmanların Sosyal Endekse ait en iyi ve en kötü göstergeler konusunda belirgin bir fark algılamadığını göstermektedir.

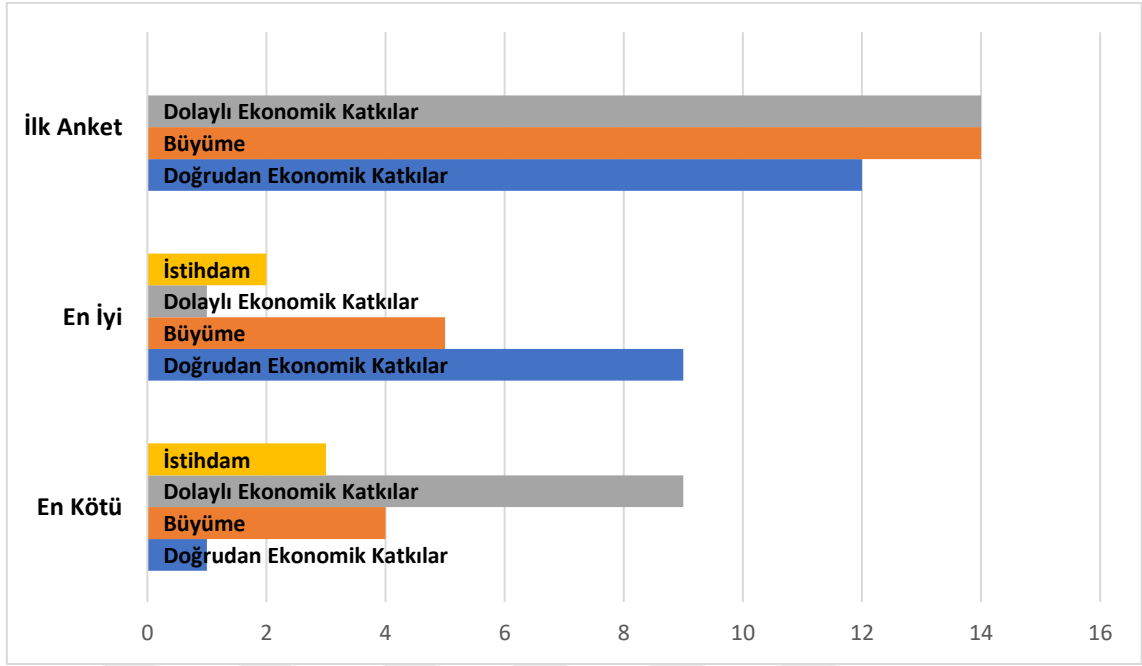
İkinci ankete verilen yanıtlar Tablo 4.5'te sunulmaktadır. Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3'te, birinci ve ikinci anketlerin sonuçları bir arada gösterilmektedir.

Tablo 4.5. *En İyi-En Kötü Endeks ve Göstergeler- 2. Anket Sonuçları*

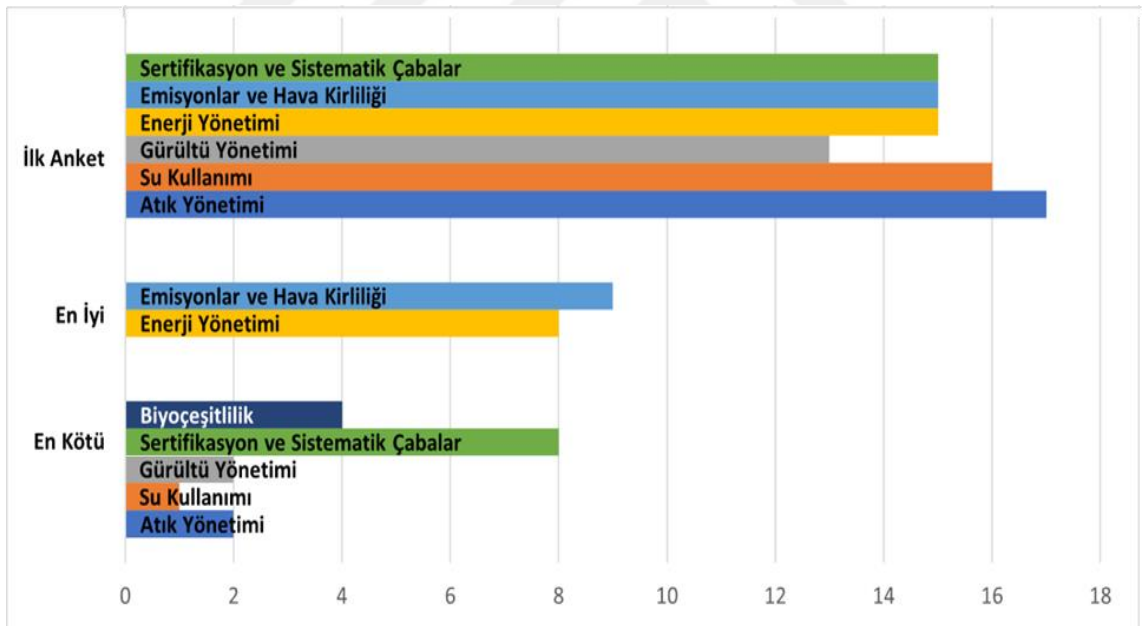
Endeksler / Göstergeler		Uzman Sayısı	En İyi	En Kötü	Seçim
E	Ekonomi	17	5	3	
E1	<i>Doğrudan Ekonomik Katkılar</i>	17	9	1	<i>En İyi</i>
E2	<i>Büyüme</i>	17	5	4	
E3	<i>Dolaylı Ekonomik Katkılar</i>	17	1	9	<i>En Kötü</i>
E4	<i>İstihdam</i>	17	2	3	
Ç	Çevre	17	11	3	En İyi Endeks
Ç1	<i>Atık Yönetimi</i>	17	0	2	
Ç2	<i>Su Kullanımı</i>	17	0	1	
Ç3	<i>Gürültü Yönetimi</i>	17	0	2	
Ç4	<i>Enerji Yönetimi</i>	17	8	0	
Ç5	<i>Emisyonlar ve Hava Kirliliği</i>	17	9	0	<i>En İyi</i>
Ç6	<i>Sertifikasyon ve Sistemik Çalışmalar</i>	17	0	8	<i>En Kötü</i>
Ç7	<i>Biyo-çeşitlilik</i>		0	4	
S	Sosyal	17	1	11	En Kötü endeks
S1	<i>Müşteri Memnuniyeti</i>	17	4	1	
S2	<i>Çalışan refahı ve Memnuniyeti</i>	17	2	0	
S3	<i>Kazalar ve Emniyet</i>	17	3	2	
S4	<i>İnsan Hakları ve İstismar</i>	17	0	3	
S5	<i>Paydaş İlişkileri</i>	17	2	4	
S6	<i>Kurumsal Yönetim ve İş Etiği</i>	17	6	1	<i>En İyi</i>
S7	<i>Sosyal Sorumluluk Projeleri</i>	17	0	6	<i>En Kötü</i>

4.4. Üçüncü Anket: Endeks ve Göstergelerin En İyi ve En Kötü Kriterlerle Karşılaştırılması

Üçüncü ankette uzman paneli üyeleri tarafından tüm endekslerin en iyi ve en kötü endekslerle ve her endeksteeki göstergelerin de o endeksteeki en iyi ve en kötü göstergelerle karşılaştırılmaları yapılmıştır. Karşılaştırmalarda 9 ölçekli puanlama kullanılmıştır. Bu karşılaştırmada önce her bir kriter en iyi kriterle karşılaştırılarak puanlanmakta sonrasında da en kötü kriterle karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmalar sonucunda elde edilen tablodaki veriler BWM Yöntemi ile analiz uygulanmıştır.



Şekil 4.1. Ekonomi Endeksi için Birinci ve İkinci anket yanıtları

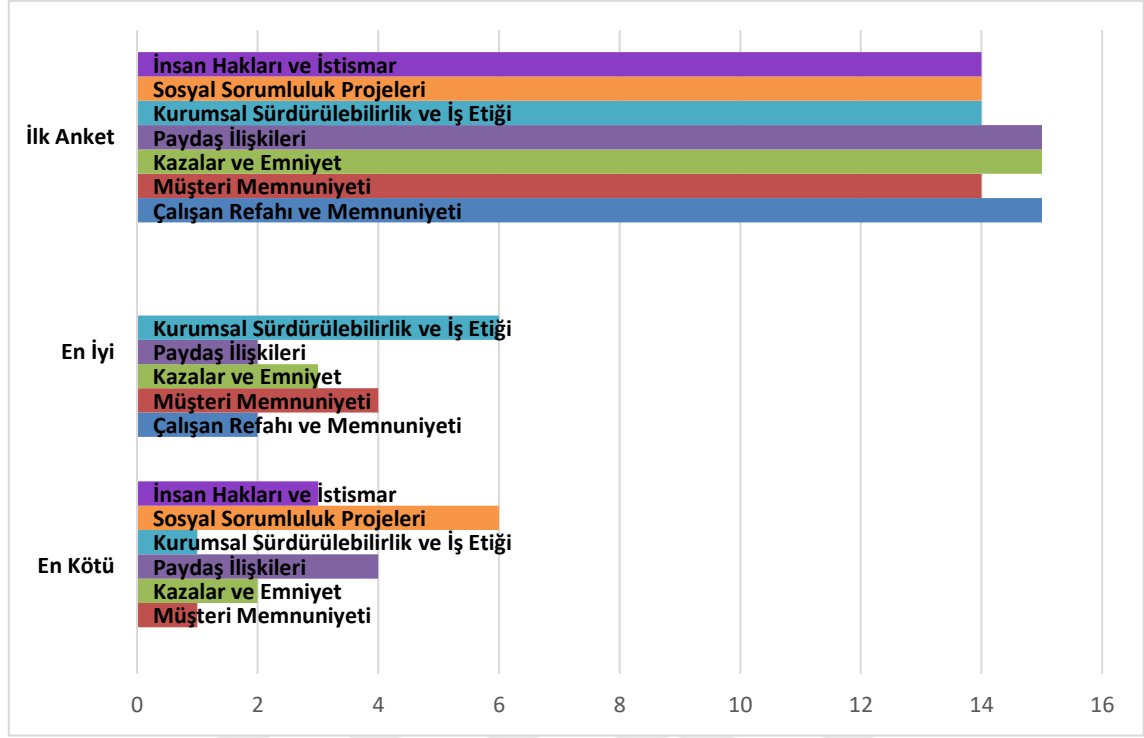


Şekil 4.2. Çevre Endeksi için Birinci ve İkinci anket yanıtları

4.5. BWM Yöntemi ile Endeks ve Göstergelerin Ağırlıklarının Bulunması

Endeks ve göstergelerin ağırlıkları ve sıralamaları, üçüncü anketteki uzmanların tercihleri ve Bölüm 3.3'te açıklanan BWM Yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır. Göstergelerin genel ağırlıkları, ana kriter ve alt kriterlerin ağırlıkları çarpılarak hesaplanmıştır. Tablo 4.6'da 3 endeks ve 18 göstergeden oluşan nihai endeks seti, göreceli

ağırlıkları ve sıralamalarıyla birlikte verilmektedir.



Şekil 4.3. Sosyal Endeks için birinci ve ikinci anketlerden alınan yanıtlar

Tablo 4.6. Göreceli ağırlıklar ve sıralama ile nihai endeks seti - 3. Anket Sonuçları

Endeksler	Endeks Ağırlığı	Göstergeler	Gösterge Ağırlığı	Genel Ağırlık	Sıralama
Ekonomi	0.181	E1 Doğrudan Ekonomik Katkıları	0.644	0.117	2
		E2 Büyüme	0.149	0.027	10
		E3 Dolaylı Ekonomik Katkıları	0.064	0.012	12
		E4 İstihdam	0.143	0.026	11
Çevre	0.746	Ç1 Atık Yönetimi	0.092	0.069	7
		Ç2 Su Kullanımı	0.101	0.075	5
		Ç3 Gürültü Yönetimi	0.096	0.072	6
		Ç4 Enerji Yönetimi	0.111	0.083	4
		Ç5 Emisyonlar ve Hava Kirliliği	0.436	0.325	1
		Ç6 Sertifikasyon ve SistematiK Çalışmalar	0.045	0.033	8
		Ç7 Biyo-çeşitlilik	0.118	0.088	3
Sosyal	0.073	S1 Müşteri Memnuniyeti	0.120	0.0088	14
		S2 Çalışan refahı ve Memnuniyeti	0.102	0.0074	16
		S3 Kazalar ve Emniyet	0.129	0.0094	13
		S4 İnsan Hakları ve İstismar	0.102	0.0075	15
		S5 Paydaş İlişkileri	0.099	0.0072	17
		S6 Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	0.410	0.030	9
		S7 Sosyal Sorumluluk Projeleri	0.039	0.003	18

BWM Yöntemi kapsamında verilerin güvenilirliğini değerlendirmek için ξ^* , a_{BW} , CI ve CR değerleri hesaplanmış olup bulunan değerler Tablo 4.7'de sunulmuştur.

Tablo 4.7. Tutarlılık Parametrelerinin Değerleri

<i>Tercih Verileri</i>	<i>Ortalama ξ^*</i>	<i>Ortalama a_{BW}</i>	<i>CI</i>	<i>CR</i>
<i>Sürdürülebilirlik Endeksi İçin Tercihler</i>	0.300292825	7	3.73	0.0805
<i>Çevre Endeksi İçin Tercihler</i>	0.189973321	7	3.73	0.0509
<i>Sosyal Endeks İçin Tercihler</i>	0.198899553	6	3.00	0.063
<i>Ekonomi Endeksi İçin Tercihler</i>	0.27891355	7	3.73	0.075

(3.3) eşitliği ile hesaplanan tüm CR değerleri 0'a yakın olduğundan tercih verilerinin güvenilirliğinin yüksek olduğu bulunmuştur.

4.6. Endeks ve Göstergelerin Önem Durumu

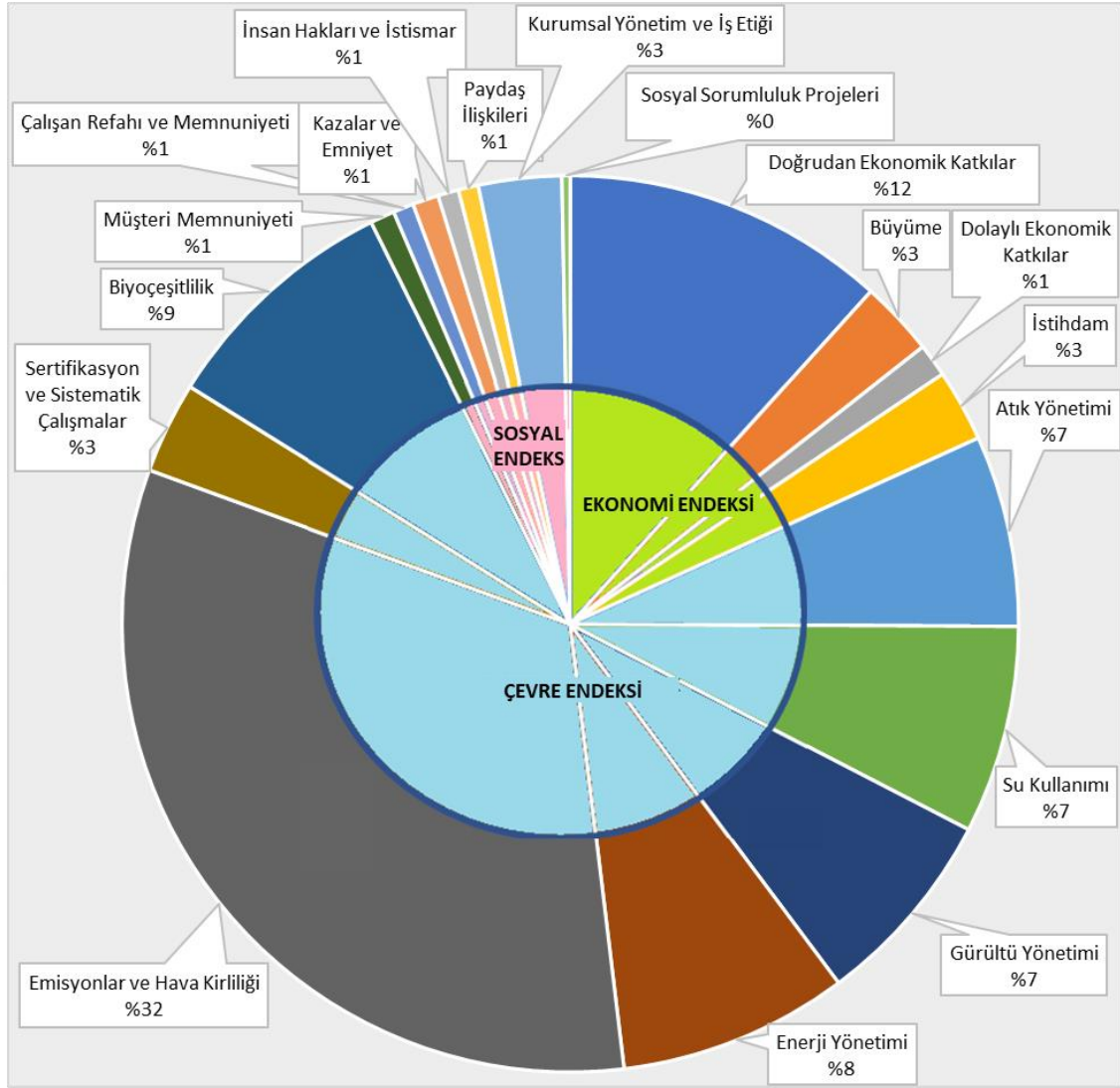
Uzman panelinin Tablo 4.6 ve Şekil 4.4'de yer alan sonuçlarından; çevre endeks ve göstergelerinin göreceli ağırlıklarının önemli ölçüde daha yüksek olduğu ve sürdürülebilirlik değerlendirmesi açısından daha büyük öneme sahip olmaları nedeniyle öncelikle dikkate alınmaları gerektiği açık bir şekilde görülmektedir.

Ekonomi endeks ve göstergeleri, çevresel kriterleri daha düşük değerlerle takip etmekte ve orta derecede önem seviyelerine sahiptirler. Sosyal endeks ve göstergeler ise çok daha düşük değerlere ve havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirilmesinde çok az etkiye sahiptir.

Çevre Endeksi göstergesi olan 'Emisyonlar ve Hava Kirliliği', %32 ile tüm göstergeler arasında en yüksek öneme sahipken, bunu Ekonomi Endeksi alt göstergesi olan Doğrudan Ekonomik Katkılar %12 önem yüzdesi ile izlemektedir. Sosyal Endeksin en yüksek göstergesi ise %3 gibi çok düşük bir ağırlıkla 9. sıradaki 'Kurumsal Yönetim ve İş Etiği' olmuştur.

Uzman Paneli çalışması kapsamında uzmanlardan alınan görüşlerin analizi sonucunda çevre endeksinin ve alt göstergelerinin diğer endeks ve göstergelere göre önem ağırlığının (yaklaşık %75) çok büyük farkla fazla olduğu bulunmuştur.

Çevre Endeksi havalimanı sürdürülebilirlik değerlemesinde %75 etkiye sahipken, Çevre endeksine ait göstergeler de yüksek etkilere sahiptir. 7 adet çevresel göstergenin tümü ilk 8 içerisinde bulunmaktadır. İlk 8 gösterge içerisinde Çevre göstergeleri haricinde sadece Ekonomi endeksine ait Doğrudan Ekonomik Katkılar göstergesi 2. olarak bulunmaktadır. Sosyal Endeks ve alt göstergeleri ise son sıralarda yer almaktadır.



Şekil 4.4. Havalimanı Sürdürülebilirlik Endeksleri ve Göstergelerinin Göreli Önemi

Uzman Paneli çalışması sonuçlarının geçerlilik ve güvenilirliğini artırmak için özellikle sektörün tüm taraflarını temsil eden kadın ve erkek üyeler seçilmiş olup üyelerin büyük çoğunluğunun uluslararası çalışma ve deneyimleri bulunmaktadır. Bununla birlikte bulunan sonuçlarda Çevre Endeksinin çok büyük farkla diğer endekslerden daha önemli bulunması durumunun tartışılmasına ihtiyaç bulunmaktadır.

4.7. Literatürdeki Benzer Çalışmalar ve Bulguları

Havalimanlarında sürdürülebilirlik açısından çevre, ekonomik ve sosyal boyutların görece etkilerinin bütüncül bir yaklaşımla incelendiği az sayıda çalışma bulunmaktadır. (Eshtaiwi vd., 2018, Sayfa 33)'nin havalimanlarının performansını etkileyen önemli faktörleri bulmak için yaptığı çalışmada bu çalışmadan farklı olarak yolcu hizmetleri ve

ekonomik faktörler çevresel faktörlere göre daha önemli olarak bulunmuştur. Çalışmanın odağında havalimanı performansı olması ve sürdürülebilirlik açısından inceleme yapılmamasının bu sonuca ulaşılmasında etkili olduğu değerlendirilmektedir.

(Güres vd., 2017), Türkiye'deki havalimanlarının yayımladıkları raporlarda çevre, sosyal ve ekonomik göstergeleri ne ölçüde yer aldığını incelediği çalışmasında havalimanlarının raporlarında çevre ve sosyal göstergelere yer verdiklerini ancak ekonomik verilerin daha az raporlandığını bulmuştur.

(Koç ve Durmaz, 2015) tarafından, havalimanı sürdürülebilirlik raporlarında, ekonomik, çevresel ve sosyal göstergelerden en fazla; yolcu sayısı, uçuş sayısı, kargo miktarı, malzeme kullanımı, atık geri dönüşüm miktarı, enerji tüketimi, enerji tasarrufu, yenilenebilir enerji kullanımı, su tüketimi, atık miktarı, toplu sözleşmeli çalışan sayısı ve çalışanlara sağlanan eğitim imkanları göstergelerine yer verildiği bulunmuştur. Bu çalışmada bulunan sürdürülebilirlik göstergelerinin bizim çalışmamızda kullanılanlarla büyük ölçüde benzerlik taşıdığı görülmektedir.

(Baxter vd., 2014), Münih Havalimanında enerji tüketimi ve yönetimi, su yönetimi, atık yönetimi, hava kirliliği ve uçak gürültüsü başlıkları altında sürdürülebilirlik faktörlerini incelediği çalışmasında en önemli çevresel etki faktörlerinin uçak gürültüsü, atık yönetimi ve su yönetimi olduğunu bulmuştur.

(Karaman ve Akman, 2018, Sayfa 193), Türkiye'de bulunan havayolu işletmelerinin KSS programlarını belirleyen faktörleri incelediği çalışmasında ekonomi faktörünün daha ağırlıklı olduğunu ve bunu sırasıyla sosyal ve çevresel faktörlerin takip ettiğini bulmuştur. Bu bulgular, Türkiye'deki havayolu sektöründe KSS kavramının, çok yönlü ve sistematik çabalar bütünü olmaktan çok, sosyal ve çevresel boyutları da içinde barındıran sınırlı bir ekonomik çerçeve içerisinde tasavvur edildiğini göstermektedir (Karaman ve Akman, 2018, Sayfa 187).

(Graham ve Guyer, 1999, Sayfa 175), sadece çevresel konuları ele aldığı çalışmasında, havalimanlarının çevresel yönetim stratejilerinin; enerji tasarrufu, atık geri dönüşümü, su ve hava kalitesi yönetimi, arazi kullanımı, gürültü yönetimi, yerel halk sağlığına etkiler ile havalimanına kara ulaşımı faktörleri dikkate alınarak belirlendiğini ve bu faktörlerin havalimanlarının pist, terminal, apron ve kapılar şeklindeki altyapı kapasitelerinde artış yapıp yapılamayacağını belirlediğini vurgulamıştır.

(Kilkiş ve Kilkiş, 2016), havalimanlarının performansını karşılaştırmak için havalimanı hizmetleri ve kalitesi, enerji tüketimi ve üretimi, karbondioksit emisyonları

ve azaltım planlaması, çevre yönetimi ve biyolojik çeşitlilik ile atmosfer ve düşük emisyonlu ulaşım şeklinde 5 boyutu kullanmıştır. Bu çalışmada havalimanlarının sürdürülebilirliğini belirlemek için seçilen boyutların biri hariç tümünün çevre konusunda olduğu görülmektedir.

(Upham ve Mills, 2005, Sayfa 174-175)'in çalışmasında yine havalimanı sürdürülebilirliği konusu çevresel göstergeler açısından değerlendirilmiştir. Bu göstergeler; havalimanındaki yer ulaşım araçlarının sayısı, uçuş sayısı, güç ve elektrik tüketimi, emisyonların miktarı, gürültü, yolcu sayısı, su kullanımı ve atık su miktarı, katı atık miktarı, arazi kullanımı ve biyoçeşitlilik şeklindedir.

(Chao vd., 2017) havalimanlarının sürdürülebilirliğini değerlendirmek için sırasıyla; enerji tasarrufu ve karbon azaltma, yeşil havalimanı tasarımı, çevresel sürdürülebilirlik yönetimi ve yenilenebilir kaynak kullanımı boyutlarının kullanılmasını önermiştir. Bu boyutlara ait göstergeler arasında da ilk sıralarda enerji tasarrufu, havalimanına kolay ulaşım, uçak karbon yönetimi, düşük emisyonlu araç kullanımı ve gürültü yönetimi göstergeleri bulunmaktadır. Bu çalışmanın da sürdürülebilirlik değerlendirmesi için çevre boyutunu tercih ettiği görülmektedir.

(Kumar vd., 2020), havalimanlarının yeşil performansını değerlendirmek için yeşil politika ve kurallar, yeşil bina ve altyapı ile hava kirliliği ve gürültü kontrolü ana kriterlerinin önemli olduğunu bulmuştur. Bu ana kriterlere ait alt kriterler olarak ise; düşük karbon ve iklim değişimi sağlayan altyapılar için düzenleyici finansal çerçeve oluşturma, ACA Akreditasyonu ve yeşil bina tasarımı ilk sıralarda yer almaktadır.

(Baltazar vd., 2018) ise havalimanı performansı değerlendirmesi için ACI tarafından önerilen 5 adet Anahtar Performans Göstergesinin önem sırasını; Emniyet ve Güvenlik, Ana Faaliyetler (uçuş, yolcu ve destinasyon sayıları, kargo miktarı), Üretkenlik ve Maliyet Etkinlik, Hizmet Kalitesi, Finansal ve Ticari ile Çevresel Etki olarak bulmuştur. Bu çalışmada, Anahtar Performans Göstergeler (KPI) içinde Sürdürülebilirliğin son sırada olması, çalışmanın sürdürülebilirlikten çok performans odaklı olması ile açıklanabilir.

Sonuç olarak, havacılıkta ve havalimanlarında sürdürülebilirlik konusunu araştıran çalışmalar incelendiğinde; sürdürülebilirliğin çevre, ekonomi ve sosyal boyutlarını bir arada ele almanın uygun olacağı prensipte savunulmakta ancak bu çalışmaların çoğunda çevre konusuna ağırlık verildiği görülmektedir. Yapılan inceleme sonucunda bu çalışmada, havacılıkta sürdürülebilirlik değerlendirmeye yönelik literatürde yaygın

olarak kullanılan endeks ve göstergelere yer verildiği ve ağırlıklı olan göstergelerin neler olduğu konusunda da benzer sonuçlara ulaşıldığı görülmektedir.

4.8. Havalimanı Sürdürülebilirliğinde Çevre Boyutunun Öne Çıkma Nedenleri

Sürdürülebilirliğin kavramsal olarak çevre, ekonomik ve sosyal boyutların iç içe geçtiği üç boyuttan oluştuğu yaygın olarak kabul edilmektedir (Dyllick ve Hockerts, 2002, Sayfa 132). Ancak, sürdürülebilirlik alanında çalışan çoğu uzmanının sürdürülebilirliğin çevresel boyutuna sosyal ve ekonomik boyutlara göre aşırı değer verme eğiliminde oldukları ileri sürülmektedir (Seuring, 2013, 1515). Ayrıca literatürdeki çalışmalarda sosyal boyuta ya hiç değinilmemekte ya da basitleştirilmiş bir şekilde ele alınmaktadır. Bu kapsamda (Seuring, 2013), tedarik zincirlerinde sürdürülebilirlik konusundaki 36 araştırmayı incelediği çalışmasında, 32 çalışmanın çevre konusuna odaklanırken sosyal boyutu inceleyen hiçbir çalışma bulunmadığını tespit etmiştir. Ekonomi konusu ise odakta olmamakla birlikte çalışmaların çoğunda yer almıştır. Havalimanı sürdürülebilirliğine yönelik çalışmalarında çevre boyutunun öne çıkmasına yol açan muhtemel durum ve faktörler aşağıda sunulmuştur (Miller, 2012):

Çevre konusuna daha fazla önem atfedilmesini açıklayan yaklaşımlardan biri konuyu kişisel değerler ve önyargılar açısından ele almaktadır. Bu yaklaşıma göre çevre odaklılık ve mesleki geçmiş faktörleri havacılık sektöründe bu durumu açıklamada kullanılabilir. Çevre odaklılık yorumuna göre havacılık, özellikle iklim değişikliği gibi çevresel etkileri nedeniyle son yıllarda kamuoyu ve bilim çevrelerinin ilgisini çekmektedir. Alanda çalışan uzmanların değer ve öncelikleri bu duruma paralel olarak şekillenmiş ve böylece çevresel bakış açısına öncelik verilmiş olabilir. Mesleki geçmiş bakış açısından ise, araştırmacıların çevre veya iklim değişikliği gibi belirli alanlarda odaklanmış olmaları durumunda, uzmanlık alanları ve kariyer durumları nedeniyle çevre sorunlarına daha fazla yönelmelerini sağlayan önyargılardan etkilenebileceklerdir.

Diğer bir yaklaşım ise konuyu bilginin elde edilebilirliği ve somutluğu ile açıklamaktadır. Havacılığın sosyal ve ekonomik etkilerini ölçmek, çevresel ölçümlerle karşılaştırıldığında genellikle daha karmaşık ve incelikli bir işlemdir. Standartlaştırılmış metodolojilerin ve hazır verilerin bulunmaması, uzmanların bu boyutları kapsamlı bir şekilde ölçmesini ve analiz etmesini zorlaştırabilir. Havacılıkta karbon emisyonları ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkiler genellikle kolayca ölçülebilmektedir. Havacılıkta sürdürülebilirliği inceleyen uzmanlar, daha karmaşık sosyal ve ekonomik faktörler yerine

daha kolay erişilebilir, ölçülebilir ve analiz edilebilir olan çevresel faktörleri kullanmayı tercih edebilmektedir. Ayrıca, havacılık karar ve uygulamalarında sosyal ve ekonomik sonuçlar uzun süreler sonra gözlemlenebildiği için kısa vadeli değerlendirmelerde ve karar alma süreçlerinde yeterince değer görmemelerine yol açabilir (Nichols vd., 2015, Sayfa 264-266).

Diğer yandan medyanın ilgisi de bir konuya olan yaklaşımları etkileyecektir. Havacılıkla ilgili çevresel konular medyanın ilgisini çeker, bu konuların önemi vurgulanır ve kamuoyu ile uzmanların gündeminde önemli yer tutar. Bu durum, daha az gündeme gelen sosyal ve ekonomik kaygılara nazaran çevresel faktörlerin algılanan önemini artırabilir (Ruben, 2017).

Bir diğer etken olarak da, havacılık sektöründe mevcut ulusal ve uluslararası düzeydeki yoğun düzenleme ve politik müdahaleler gösterilebilir. Söz konusu düzenleme ve politik müdahaleler genellikle daha sıkı emisyon veya gürültü azaltma hedefleri ile çevre etkilerini azaltmaya odaklanmaktadır. Bu durum, uzmanların bakış açılarını etkileyebilir ve çevre konularının çözümüne daha fazla odaklanmalarını sağlayabilir (Fiege ve Pforte, 2017).

Son olarak, havacılığın sürdürülebilirliği konusu için tahsis edilen araştırma fonları ve teşvikler genellikle bağışçaların beklentisi ve uluslararası öncelikleri yansıtır ve çevresel sorunların çözümüne öncelik verir. Bu durum araştırmacıları daha fazla finansal destek alabilecekleri çevre konularına odaklamaya ve sosyal ve ekonomik boyutları ikinci plana itmeye yöneltebilecektir (Studart ve Gallagher, 2018).

Havacılıkta sürdürülebilirlik konusuna etki eden boyutlardan çevreyi ön plana çıkaranların haricinde, bulunulan yer ve şartlara bağlı olarak boyutlardan birinin daha ön plana çıkabileceği de savunulmaktadır. Bununla birlikte, herhangi bir boyutu ihmal etmenin sürdürülemez çözümlere yol açacağı ve çevre, sosyal ve ekonomik boyutları bir arada ele alan çok boyutlu bir yaklaşımın gerekli olduğu yönünde bir fikir birliği bulunmaktadır (Janic, 2007).

4.9. Endeks, Gösterge ve Metriklerin Açıklaması ve Ölçüm Yöntemleri

Bu bölümde, çalışma kapsamında elde edilen 3 sürdürülebilirlik endeksi ve 18 göstergenin havalimanlarında sürdürülebilirlik değerlendirmesi açısından ne anlam taşıdıkları ve ne için kullanıldıkları açıklanacaktır. Ayrıca, Durum Çalışması kapsamında 2021 ve 2022 yıllarındaki sürdürülebilirlik performansları incelenen 6 adet havalimanı

için bu göstergelerin ölçümünde kullanılan metriklerin neler olduğuna yer verilmektedir. Göstergelerin ölçümü için kullanılan metriklerin değerleri havalimanlarının bazıları için 2020, 2021 ve 2022 yıllarındaki işletme raporlarından doğrudan elde edilebilmiş, bazı havalimanları için ise raporlarda mevcut başka veriler kullanılarak hesaplanmıştır.

4.9.1. Doğrudan Ekonomik Katkılar

Doğrudan Ekonomik Katkılar göstergesi, havalimanlarının ekonomiye doğrudan etkisini ölçmek için kullanılır. Ekonomik faaliyetler sonucunda; işletme ve yerel ve bölgesel ekonomi ile ilgili tüm paydaşların elde ettiği ekonomik faydanın değerlendirilmesine imkân verir. Havalimanlarının ekonomik değerini anlamak ve değerlendirmek, yatırım kararlarını desteklemek ve sürdürülebilirlik planları ve stratejilerini geliştirmek için önem taşır (ATAG, 2024).

Doğrudan Ekonomik Katkılar, havalimanlarının gelirlerini, giderlerini, karlılık ve borçlanma durumlarını dikkate alır (de Quadra Magalhães vd., 2023). Durum Çalışması kapsamında Havalimanlarının Doğrudan Ekonomik Katkılar göstergesi performanslarını belirlemek için Yolcu Başına FAVÖK (Faiz, Amortisman ve Vergiler Öncesi Kar) ve İşletme Kar Marjı metrikleri kullanılmıştır.

4.9.2. Büyüme

Büyüme; yolcu sayısı, kargo hacmi, uçuş sayısı veya gelirler gibi çeşitli açılardan havalimanı operasyonlarının ve kapasitesinin zaman içinde artması anlamına gelir. Havalimanlarının büyümesi, bölgesel ve ulusal ekonominin büyümesini sağlar, doğrudan ve dolaylı olarak birçok iş imkânı yaratır, bir bölgeye turist çekmeye yardımcı olur ve bölgedeki altyapının geliştirilmesini sağlar. Ancak havalimanı büyümesi ile, çevre ve sosyal yapılar üzerinde zararlı etkiler oluşabilir. Bu nedenle havalimanları büyümelerini sürdürülebilir kılmak için çeşitli önlemler almalıdır. Havalimanları, sürdürülebilir büyüme stratejileri uygulayarak ekonomik kalkınmaya katkıda bulunurken çevreye ve topluma da duyarlı olmalıdır (Graham, 2023).

Havalimanlarının büyümesini değerlendirmek üzere; yolcu sayısı, kargo hacmi, uçuş sayısı, işletme gelirleri, gelirlerin işletmelere, çalışanlara ve diğer paydaşlara dağılımı, doğrudan ve dolaylı olarak çalışan sayısı ve çalışanlara ödenen toplam maaş ve ücretler gibi veriler dikkate alınır (Graham, 2018). Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Büyüme göstergesi performanslarını belirlemek için; Yolcu Sayısı

Artışı, Gelir Artışı ve Uçuş Sayısı Artışı metrikleri kullanılmıştır. Bu metriklerin değerleri, o yıldaki yolcu sayısı, gelir ve uçuş sayılarının bir önceki yıla göre artış yüzdesi olarak hesaplanmaktadır.

4.9.3. Dolaylı Ekonomik Katkılar

Dolaylı Ekonomik Katkılar, havalimanlarının varlığının ve faaliyetlerinin, bölgesel ve ulusal ekonomiye doğrudan katkılarının ötesinde yarattığı ekonomik faydaları ifade eder. Bu katkılar, havalimanlarının tedarik zincirleri, istihdam, turizm ve altyapı geliştirme gibi alanlarda yarattığı etkilerle ortaya çıkar. Havalimanları, Dolaylı Ekonomik Katkıları artırırken çevreye ve topluma duyarlı olmalı ve sürdürülebilir stratejiler kullanarak hem ekonomik kalkınma sağlamalı hem de çevre ve topluma karşı duyarlı olmalıdır (Graham, 2023; ATAG, 2024).

Dolaylı Ekonomik Katkılar göstergesini değerlendirmek üzere; Tedarik zinciri gelişimi, doğrudan ve dolaylı olarak çalışan sayısı, çalışanlara ödenen maaş ve ücretler, havalimanı faaliyetlerinden elde edilen vergi gelirleri, turizm gelirleri, altyapı yatırımları ile havalimanı faaliyetlerinden kaynaklanan çevresel zararlar incelenmelidir (Hakfoort vd., 2001, Sayfa 597). Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Dolaylı Ekonomik Katkılar performanslarını belirlemek için İstihdam Artışı metriği kullanılmıştır. Bu metriğin değeri, o yılda havalimanında çalışan tüm işletmelerin (havalimanı topluluğu) toplam çalışan sayısının bir önceki yıla göre artış yüzdesi olarak hesaplanmaktadır. DFW ve Hong Kong havalimanlarının İstihdam Artışı metriği kapsamında verilerinin bulunamaması nedeniyle, eksik olan veriler yerine İstihdam göstergesi kapsamında sahip olunan normalize veriler kullanılmıştır.

4.9.4. İstihdam

Havalimanlarında istihdam, havalimanı işletmesinin doğrudan ve dolaylı olarak yarattığı iş imkanlarını ifade eder. Doğrudan istihdam, havalimanı tarafından finanse edilen ve havalimanında çalışan kişileri içerir. Dolaylı istihdam ise havalimanı faaliyetlerinin tedarik zinciri, turizm ve altyapı geliştirme gibi alanlarda yarattığı iş imkanlarını kapsar. Havalimanlarının sağladığı istihdam olanakları ile bölgedeki insanların yaşam standartları ve refahı artar, yoksulluk ve işsizlik sorunlarının çözümüne katkı sağlanır ve yerel topluluklara ekonomik ve sosyal faydalar sağlanır. Havalimanları sürdürülebilir istihdam için, çevreye duyarlı iş imkanları yaratmaya çalışmalı,

alışanlarına adil ve güvenli çalışma koşulları sunmalı ve istihdamda yerel topluluklara öncelik vermelidir (ATAG, 2024).

Havalimanlarını istihdam katkısı açısından değerlendirmek için; doğrudan istihdam, dolaylı istihdam, işsizlik oranı, ortalama maaş, çalışma koşulları gibi verilerinden yararlanılmaktadır (Hakfoort vd., 2001, Sayfa 597). Durum alışması kapsamında yer alan 6 havalimanının *İstihdam* göstergesi performanslarını belirlemek için İş Yaratımı metriği kullanılmıştır. Bu metriğin değeri, havalimanı yönetiminden sorumlu işletmenin o yılki çalışan sayısının bir önceki yıla göre artış yüzdesi olarak hesaplanmaktadır.

4.9.5. Atık Yönetimi

Havalimanlarında atık yönetimi göstergesi, havalimanlarının ürettiği atık miktarını ve türlerini, atıkların nasıl toplandığını, geri dönüştürüldüğünü veya imha edildiğini gösterir. Havalimanlarında atık miktarını azaltma, geri dönüşüm ve kompost gibi atık yönetimi uygulamaları; sera gazı emisyonlarının, hava ve su kirliliğinin ve atık sahalarına gönderilen atık miktarının azalmasına, doğal kaynakların korunmasına ve işletme maliyetlerinin düşmesine katkıda bulunur.

Havalimanlarının atık yönetimi performansını ölçmek için; toplam atık üretim miktarı, geri dönüşebilir atık oranı, kompostlanabilir atık oranı, geri dönüşüm ve kompostlama oranı, atık sahasına gönderilen atık miktarı ve kişi başına atık üretim miktarı gibi metrikler kullanılır (Pitt ve Smith, 2003a). Durum alışması kapsamında yer alan 6 havalimanının Atık Yönetimi performanslarını belirlemek için Geri Dönüşüm Oranı, Atık Azaltma Oranı ve Yolcu Başına Atık Miktarı metrikleri kullanılmıştır. Geri Dönüşüm Oranı metriği, yıllık geri dönüştürülen atık miktarının toplam atık miktarına yüzde olarak oranıdır. Atık Azaltma Oranı, bir yıl içinde üretilen atık miktarının önceki yıla göre yüzde olarak değişim oranını gösterir. Yolcu Başına Atık Miktarı ise yıllık toplam atık miktarının yolcu sayısına oranıdır.

4.9.6. Su Kullanımı

Havalimanlarında su kullanımı göstergesi, havalimanlarının kullandığı suyun miktarını, suyun nereden geldiğini, nasıl kullanıldığını ve atık suyun nasıl arıtıldığını ve imha edildiğini gösterir. Havalimanları su kullanımını azaltarak ve sürdürülebilir su yönetimi uygulamaları uygulayarak; su kaynaklarının korunmasına, su tüketim ve atık su

arıtma maliyetlerinin düşürülmesine, çevre kirliliğinin önlemesine ve su kıtlığı riskinin azaltılmasına yardımcı olur (Baxter vd., 2018b, Sayfa 3).

Havalimanlarının su kullanımı performanslarını ölçmek için; kullanılan toplam su miktarı, kişi başına kullanılan su miktarı, uçak başına kullanılan su miktarı, geri dönüştürülen su oranı, su arıtma verimliliği ve su şebekesine sızıntı oranı gibi metrikler kullanılır (Willis vd., 2011). Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Su Kullanımı performanslarını belirlemek için Su Tekrar Kullanım Oranı, Yolcu Başına Kullanılan Su Miktarı ve Su Kullanımında Azalma Oranı metrikleri kullanılmıştır. Su Tekrar Kullanım Oranı metriği, yıllık tekrar kullanılan su miktarının toplam kullanılan su miktarına yüzde olarak oranıdır. Yolcu Başına Kullanılan Su Miktarı ise yıllık kullanılan su miktarının yolcu sayısına oranıdır. Su Kullanımında Azalma Oranı, yıllık Yolcu Başına Kullanılan Su Miktarının önceki yıla göre yüzde olarak değişim oranını gösterir.

4.9.7. Gürültü Yönetimi

Havalimanlarında gürültü yönetimi, havalimanı operasyonlarının çevresel etkisini azaltmak ve havalimanı çevresindeki halkın yaşam kalitesini korumak için önemli bir sürdürülebilirlik göstergesidir. Bu gösterge, havalimanından kaynaklanan gürültü seviyelerini ve bu gürültünün halkı nasıl etkilediğini ortaya çıkarır. Gürültü yönetimi ile havalimanı çevresindeki halkın maruz kaldığı gürültü seviyesi düşürülerek uyku bozukluğu, stres, kalp hastalığı riski, öğrenme ve konuşma zorlukları gibi sağlık ve yaşam kalitesi sorunları önlenabilir (FAA, 2022a; Postorino ve Mantecchini, 2016).

Havalimanlarının gürültü yönetimi performanslarını ölçmek üzere; Dengeli Ses Seviyesi (Leq): Tek Olay Maksimum Ses Seviyesi (Lmax), Gürültüye Maruz Kalan Alan ve Halkın Memnuniyeti gibi metrikler kullanılmaktadır. Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Gürültü Yönetimi göstergelerinin değerlerini belirlemek üzere Ortalama Gürültü Seviyesi ve Gürültü Şikâyeti Sayısı metrikleri kullanılmıştır (Torija vd., 2017, Sayfa 988). Ortalama Gürültü seviyesi havalimanı gürültüsünden etkilenme potansiyeli olan alanlarda bulunan gürültü ölçüm istasyonlarından alınan gürültü ölçüm değerlerinin yıllık ortalamasıdır. Gürültü Şikâyeti Sayısı ise bir yıl içerisinde havalimanı gürültüsünden etkilenen insanların çeşitli yollarla havalimanına iletmış oldukları şikâyet sayısıdır.

4.9.8. Enerji Yönetimi

Havalimanlarında enerji yönetimi ile havalimanlarının kullandığı enerji miktarının azaltılması, enerjinin sürdürülebilir kaynaklardan temin edilmesi ve verimli bir şekilde kullanılması sağlanır. Havalimanları enerji kullanımını azaltarak ve sürdürülebilir enerji kaynaklarına yatırım yaparak; sera gazı emisyonlarının azalmasına, hava kirliliğinin önlenmesine, enerji giderlerinin azaltılmasına ve enerji güvenliğinin sağlanmasına yardımcı olur. Havalimanlarında enerji verimliliğine yönelik stratejiler genellikle bina sistemleri, sensör optimizasyon teknikleri, operasyonların optimize edilmesi, bakım, enerji denetimi ve değerlendirmesi gibi ana bileşenleri kullanır. Akıllı bina otomasyon sistemleri en güncel stratejilerdendir ve enerji verimliliğine önemli bir katkı sağladığı düşünülmektedir (Lau vd., 2010).

Enerji genellikle havalimanları için yıllık maliyetlerin önemli bir yüzdesini oluşturur ve bu, toplam işletme bütçesinin %10 ila %15'i arasında olabilir (Lau vd., 2010). Havalimanlarında diğer yönetim süreçleriyle uyumlu bir enerji yönetimi uygulayabilmek için, havalimanlarının organizasyonel kurallarının, süreçlerinin, kullanıcılarının, uygulamalarının ve teknik altyapısının bütünsel bir yaklaşımla ele alınması gereklidir. Enerji yönetimi kapsamında bir kurumsal mimari yaklaşımı ile hem enerji maliyetlerini düşürmek hem de havalimanı kaynaklarından daha fazla yararlanmak mümkündür. Böylece, daha yeni teknolojilerin optimizasyonu ve çevresel ayak izinin azaltılması sağlanabilir (Uysal ve Sogut, 2017, Sayfa 1396).

Havalimanlarının enerji yönetimi performanslarını ölçmek için; toplam enerji kullanımı miktarı, kişi başına enerji kullanımı miktarı, uçak başına enerji kullanımı miktarı, yenilenebilir enerji kullanımı oranı ve enerji tasarrufu oranı gibi metrikler kullanılır. Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Enerji Yönetimi performanslarını belirlemek üzere; Enerji Verimliliği, Enerji Kullanımında Azalma Oranı ve Yolcu Başına Üretilen Yenilenebilir Enerji Miktarı metrikleri kullanılmıştır (Kilkiş ve Kilkiş, 2016, Sayfa 251; Akyüz vd., 2021, Sayfa 2405). Enerji Verimliliği metriği, kullanılan elektrik miktarının yolcu sayısına bölünmesi ile elde edilmektedir. Enerji Kullanımında Azalma Oranı metriği, yıllık kullanılan enerji miktarında bir önceki yıla göre azalma oranının yüzdesi olarak hesaplanmaktadır. Yolcu Başına Üretilen Yenilenebilir Enerji Miktarı metriği ise havalimanı tarafından üretilen yenilenebilir enerji miktarının yolcu sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır.

4.9.9. Emisyonlar ve Hava Kirliliği

Havalimanlarında emisyonlar ve hava kirliliği göstergesi, havalimanı faaliyetlerinden kaynaklanan sera gazı emisyonlarının ve havayı kirleten gaz salınımlarının miktarını ve türlerini ortaya koyar. Havalimanları operasyonlarından kaynaklanan zararlı emisyonları ve hava kirleticilerini azaltarak; sera gazı emisyonlarının ve küresel ısınmanın azaltılmasına, hava kirliliği ve solunum yolu hastalıklarının önlemesine ve çevre ve halk sağlığı risklerinin azaltılmasına yardımcı olur (Schlenker ve Walker, 2016, Sayfa 38-40).

Havalimanlarının emisyonlar ve hava kirliliği performanslarını ölçmek için; toplam sera gazı emisyonu, uçak başına sera gazı emisyonu, hava kirletici madde emisyonu ve hava kirliliği konsantrasyonu gibi metrikler kullanılır (Unal vd., 2005, Sayfa 5788). Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Emisyonlar ve Hava Kirliliği performanslarını belirlemek üzere; Scope 1 ve 2 Karbon Yoğunluğu, Emisyon Azalma Yüzdesi ve Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı metrikleri kullanılmıştır. Scope 1 ve 2 Karbon Yoğunluğu metriği, havalimanının Scope 1 ve 2 kapsamındaki yıllık emisyon miktarının yolcu sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır. Emisyon Azalma Yüzdesi, bir yıldaki Scope 1 ve 2 Karbon Yoğunluğunun bir önceki yıla göre azalma yüzdesidir. Yenilenebilir Enerji Kullanım Oranı metriği, havalimanının bir yılda kullandığı yenilenebilir enerji miktarının toplam enerji miktarına yüzde olarak oranıdır.

4.9.10. Sertifikasyon ve Sistemik Çabalar

Havalimanlarında sertifikasyon ve sistemik çabalar; havalimanlarının sürdürülebilirlik konusundaki taahhütlerini, sürdürülebilirlik hedeflerine ulaşmak için sistemik bir yaklaşım benimseyip benimsemediğini ve uluslararası standartlara ve en iyi uygulamalara uyup uymadığını gösterir. Sertifikasyon ve sistemik çabalar; havalimanlarının çevresel etkilerinin azaltılmasına, operasyonların optimize edilmesine, paydaşların güven ve itibarının kazanılmasına, şeffaflık sağlamasına ve işletme maliyetlerinin düşürülmesine katkıda bulunur (Comendador vd., 2019, Sayfa 7).

Havalimanlarının Sertifikasyon Ve Sistemik Çabalar performansını ölçmek için aşağıda verilen metrikler kullanılmaktadır (ICAO, 2017):

- Havalimanı İşletmecileri Konseyi (ACI) tarafından verilen Airport Carbon Accreditation (ACA) sertifikasına sahip olmak (ACA, 2024),
- ISO 14001 gibi uluslararası standartlara dayalı bir sürdürülebilirlik yönetim

sisteminin kurulup uygulanması,

- Sera gazı emisyonlarını azaltma, enerji ve su tasarrufu yapma gibi somut sürdürülebilirlik hedeflerinin belirlenmesi ve ilerlemenin izlenmesi,
- Havalimanlarının sürdürülebilirlik performansları hakkında paydaşlara bilgi vermek için düzenli raporlar yayınlamak.

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Sertifikasyon ve Sistematik Çalışmalar göstergesi için; ACA akreditasyon Seviyesi, ISO 14001 Sertifikasyon Durumu ve ISO 50001 Sertifikasyon Durumu metrikleri kullanılmıştır. ACA akreditasyon Seviyesi 6 seviyeden oluşmaktadır ve bu metrik havalimanlarının bu seviyelerden hangisine sahip olduğunu gösterir. ISO 14001 Sertifikasyon Durumu ve ISO 50001 Sertifikasyon Durumu metrikleri için havalimanı raporlarından bu sertifikaların bulunup bulunmadığı belirlenmektedir.

4.9.11. Biyoçeşitlilik

Biyoçeşitlilik genel olarak Dünya üzerindeki yaşamın çeşitliliği olarak tanımlanmaktadır. Bu nedenle biyoçeşitlilik, insanların temel yaşamsal ihtiyaçlarının karşılanması için vazgeçilmez olan ana kaynaktır. Biyoçeşitlilik genel olarak üç hiyerarşik kategoride değerlendirilir: genetik çeşitlilik, tür çeşitliliği ve ekosistem çeşitliliği. Dünyadaki biyoçeşitliliği olumsuz yönde etkileyen faktörlerin başında doğrudan veya dolaylı olarak insan faktörü rol almaktadır. Biyoçeşitliliğin korunması ve sürdürülebilir yönetimi insanların ortak sorumluluğudur. Bu nedenle biyoçeşitlilik yönetimi her alanda olduğu gibi havacılıkta da önemli bir yere sahiptir (Altıntaş, 2019, Sayfa 81).

Havalimanlarında biyoçeşitlilik, havalimanı arazisinde ve çevresinde yaşayan bitki ve hayvan türlerinin çeşitliliğini ve bolluğunu ifade eder. Bu gösterge, havalimanlarının operasyonlarının habitat tahribatı, tür kaybı ve ekosistem bozulması gibi biyoçeşitlilik üzerindeki etkilerini takip eder. Havalimanlarını biyoçeşitliliği koruyarak; su arıtma, hava temizleme ve tozlaşma gibi önemli ekosistem özelliklerinden yararlanabilir, kuş çarpması gibi havacılık güvenliği risklerini azaltabilir ve doğal kaynakları koruyarak yerel topluluklara karşı sorumluluğunu yerine getirir (AAHK, 2023, Sayfa 74).

Havalimanlarının biyoçeşitlilik performanslarını ölçmek için; habitat tipi ve alanı, bitki ve hayvan türlerinin sayısı ve bolluğu, ekosistem sağlığı ve biyoçeşitlilik koruma planı gibi metrikler kullanır (Altıntaş, 2019, Sayfa 91). Durum Çalışması kapsamında

havalimanlarının Biyoçeşitlilik göstergesi için öncelikle Korunmuş Alan Büyüklüğü metriği seçilmiş ancak bu metrik için havalimanlarından bazılarının verisi bulunamamış diğerleri ise Korunmuş Alan Büyüklüğü verisine farklı şekillerde yer vermiştir. Bu nedenle havalimanı sürdürülebilirlik raporlarında biyoçeşitlilik kapsamında yer verilen farklı farklı bilgilerin incelenmesi sonucunda bu gösterge için çevre endeksinde yer alan diğer göstergelerin ortalamasının kullanılmasına karar verilmiştir.

4.9.12. Müşteri Memnuniyeti

Havalimanlarında müşteri memnuniyeti, havalimanı hizmetlerini kullanan yolcuların ve diğer müşterilerin memnuniyet düzeyini ifade eder. Bu gösterge, havalimanı operasyonlarının müşterilerin algısı üzerindeki etkilerini takip eder. Müşteri memnuniyeti, havalimanlarının ticari başarısı için kritik önem taşır. Havalimanları müşteri memnuniyetini artırarak; müşteri sadakatini güçlendirebilir, havalimanı gelirlerini artırabilir ve havalimanı itibarı ve markasını güçlendirebilir. Havalimanlarının müşteri memnuniyeti performanslarını ölçmek için; müşteri anketi puanları, zamanındalık, yiyecek ve alışveriş imkanları, havalimanı personelinin tutumu, temizlik, başkalarına tavsiye durumu, şikâyet ve övgü sayısı ile sosyal medya analizlerini kullanır (AirHelp, 2024).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Müşteri Memnuniyeti göstergesi için; Skytrax Müşteri Sıralaması, Zamanındalık Performansı ve Yolcu Deneyimi Endeksi metrikleri kullanılmıştır. Skytrax Müşteri Sıralaması metriği için havalimanı verilerine Skytrax'ın internet sitesinden erişilmektedir. Zamanındalık Performansı metriği için verilere Airhelp isimli internet sitesinden erişilmektedir. Yolcu Deneyimi Endeksi metriği bilgileri ise havalimanlarına ait raporlardan temin edilmiştir.

4.9.13. Çalışan Refahı ve Memnuniyeti

Havalimanlarında çalışan refahı ve memnuniyeti, havalimanında çalışan personelin genel mutluluğunu ve işyerinde yaşadıkları deneyimi ifade eder. Bu gösterge, havalimanı çalışma ortamının ve politikalarının çalışanların refahı ve memnuniyeti üzerindeki etkilerini takip eder. Çalışan refahını ve memnuniyetini artırmak, havalimanlarının; çalışan bağlılığını ve üretkenliğini artırmasına, iş kazalarını ve hastalıkları azaltmasına, çalışan ayrılma oranını düşürmesine ve havalimanı itibarı ve markasını güçlendirmesine imkân sağlar. Havalimanlarının çalışan refahı ve memnuniyeti performanslarını ölçmek

için çalışan anketleri, iş kazası ve hastalık oranları ve çalışan ayrılma oranı gibi metrikler kullanılmaktadır (Müni Airport, 2024; Mendis ve Weerakkody, 2018; Thamrin ve Riyanto, 2020, Sayfa 95-97).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Müşteri Memnuniyeti göstergesi için; Çalışan Devamlılık Oranı, Çalışan Başına Eğitim Süresi, 1 Milyon Yolcu Başına Çalışan Sayısı, Toplu Sözleşme Katılım Oranı, Çalışan Maaşları ve Diğer İmkanlarının İşletme Giderlerine Oranı metrikleri kullanılmıştır. Çalışan Devamlılık Oranı metriği, bir önceki yıl işletmede çalışmakta olanlardan ne kadarının mevcut yılda devam ettiğinin oranıdır. Çalışan Başına Eğitim Süresi ya doğrudan havalimanı raporlarında bulunmakta ya da verilen toplam eğitimin çalışan sayısına bölünmesi ile bulunmaktadır. 1 Milyon Yolcu Başına Çalışan Sayısı, milyon cinsinden yolcu sayısının çalışan sayısına bölünmesi işle elde edilmektedir. Toplu Sözleşme Katılım Oranı çalışanlardan toplu sözleşme kapsamında çalışanların, toplam çalışan sayısına oranıdır. Çalışan Maaşları ve Diğer İmkanlarının İşletme Giderlerine Oranı bilgisi için havalimanı finansal tablolarında çalışanlara yapılan harcamalar verisinin toplam işletme gelirlerine bölünmesi ile elde edilmektedir.

4.9.14. Kazalar ve Emniyet

Havalimanlarında kazalar ve emniyet, havalimanı operasyonlarının yolcular, personel ve çevre için güvenliğini ifade eder. Bu gösterge, havalimanında meydana gelen kazaların ve yaralanmaların sayısını ve ciddiyetini takip eder. Havalimanları kaza ve yaralanmaları önleyerek; yolcu ve personelin güvenliğini sağlamakta, havalimanı itibarı ve markasını korumakta ve yasal ve finansal riskleri azaltma imkânı elde etmektedir. Havalimanlarının kazalar ve emniyet performanslarını ölçmek için; uçak kazaları ve olay sayısı, yolcu ve personel yaralanmaları sayısı, pist kazası ve olay sayısı, güvenlik ihlalleri sayısı ve acil durum müdahale tatbikatlarının sayısı gibi metrikler kullanılabilir (Enoma ve Allen, 2007, Sayfa 309-312).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Kazalar ve Emniyet göstergesi için; ICAO En Güvenli Hava Limanları Puanı, 100,000 Saat Başına Kaybedilen İş Süresi ve Yaralanmaların Sayısı metrikleri kullanılmıştır. ICAO En Güvenli Hava Limanları Puanı metriği için havalimanı performans verilerine ICAO'nun internet sitesinden erişilmiştir. 100,000 Saat Başına Kaybedilen İş Süresi, havalimanları raporlarında ya doğrudan verilmekte ya da Yaralanma olayları veya kaza sayısının havalimanının bir yıl

içerisindeki toplam adam-saat olarak çalışma süresine oranlanmasıyla elde edilmektedir. Yaralanmaların Sayısı metriği için değerler havalimanlarının raporlarından elde edilebilmektedir.

4.9.15. İnsan Hakları ve İstismar

Havalimanlarında insan hakları ve istismar, havalimanı operasyonlarının insan haklarına saygısını ve havalimanında çalışan veya seyahat eden kişilerin istismara maruz kalma riskini ifade eder. Havalimanları insan haklarına saygı gösterilmesini sağlayarak ve istismarı önleyerek, hem insan haklarına saygı gösteren ve adil bir şekilde çalışan bir kuruluş olduğunu gösterir hem de yasal ve etik yükümlülüklerini yerine getirir. İnsan haklarına saygı gösterilmesi ve istismarın önlenmesi ile, hem çalışan ve yolcuların güvenlik ve refahının korunması hem de güvenli bir çalışma ve seyahat ortamı sağlanır. Havalimanlarının insan hakları ve istismar performanslarını ölçmek için; insan hakları ihlalleri sayısı, çalışma koşullarının durumu, çocuk işçiliği ve zorla çalıştırma vakalarının sayısı, ayırmacılık ve taciz vakalarının sayısı ve güvenlik ve emniyet prosedürleri gibi metrikler kullanılır (ADR, 2024).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının İnsan Hakları ve İstismar göstergesi için; Cinsiyet Eşitliği ve İnsan Hakları Eğitimi metrikleri kullanılmıştır. Bu metrikler kapsamındaki havalimanı verileri havalimanlarının yayınlamış oldukları raporlardan bulunabilmektedir.

4.9.16. Paydaş İlişkileri

Havalimanlarında paydaş ilişkileri, havalimanının yerel topluluk, hükümetler, havayolları, tedarikçiler ve diğer ilgili taraflarla olan ilişkilerinin kalitesini ifade eder. Paydaş ilişkileri, havalimanlarının uzun vadeli başarısı için kritik önem taşır. Bu gösterge, havalimanının paydaşlarla iletişiminin, iş birliğinin ve katılımının etkinliğini takip eder. Havalimanları güçlü paydaş ilişkileri kurarak; yerel topluluklar ve diğer paydaşların desteğini alabilir, paydaşlarla birlikte çevresel ve sosyal sorunlara çözüm bulabilir, paydaşların görüş ve katkıları ile operasyonlarını daha verimli ve etkili hale getirebilir ve şeffaf bir iletişim ile uyuşmazlıkları ve gecikmeleri önleyebilir. Havalimanlarının paydaş ilişkileri performanslarını ölçmek için; paydaş katılım düzeyi, paydaş memnuniyeti, şikâyet ve itiraz sayısı, uyuşmazlık sayısı ve yerel toplum yatırımları gibi metrikler kullanılabilir (Schaar ve Sherry, 2010).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Paydaş İlişkileri göstergesi için; Yerel Toplulukları Destekleme ve Sürdürülebilirlik Harcamaları metriği kullanılmıştır. Bu gösterge ve metrik için havalimanları raporlarında verilerin yetersiz olması ve konularının benzerliği nedenleriyle Sosyal Sorumluluk Projeleri göstergesi ile aynı veriler kullanılmıştır. Söz konusu veriler havalimanları raporlarından elde edilmiştir.

4.9.17. Kurumsal Yönetim ve İş Etiği

Havalimanlarında kurumsal yönetim ve iş etiği, havalimanının şeffaf, hesap verebilir ve etik bir şekilde yönetilmesini ifade eder. Bu gösterge, havalimanının kurumsal yönetim yapılarını, politikalarını ve uygulamalarını ve iş etiği taahhüdünü takip eder. Güçlü bir kurumsal yönetim ve iş etiği kültürü, havalimanlarının; yatırımcılar, yolcular ve diğer paydaşlar arasında güven ve itibar kazanmasını, yolsuzluk, rüşvet ve suistimal gibi riskleri yönetmesini, yasalara ve düzenlemelere uymasını ve yaptırımlardan korunmasını sağlar. Havalimanlarının kurumsal yönetim ve iş etiği performanslarını ölçmek için; kurumsal yönetim kuralları, yolsuzluk ve rüşvet vakalarının sayısı, şeffaflık, paydaş katılım durumu ve iş etiği eğitimi gibi metrikler kullanılmaktadır (Erwin, 2011, Sayfa 667).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Kurumsal Yönetim ve İş Etiği göstergesi için; İnsan Hakları ve Yolsuzlukla Mücadele Eğitimi Süresi ve İnsan Hakları Eğitimi Katılım Oranı metrikleri kullanılmıştır. Bu metriklere ait veriler havalimanlarının raporlarından elde edilmiştir.

4.9.18. Sosyal Sorumluluk Projeleri

Havalimanlarında sosyal sorumluluk projeleri, havalimanının yerel halka ve topluma katkıda bulunma çabalarını ifade eder. Bu gösterge, havalimanının yürüttüğü sosyal sorumluluk projelerini kapsam, etki ve sürdürülebilirlik yönüyle takip eder. Güçlü bir sosyal sorumluluk programı havalimanlarına; sorumlu bir kuruluş olduğunu ve yerel topluluğa değer verdiğini gösterme, topluma ve sürdürülebilir bir geleceğe katkıda bulunma, çalışan bağlılığı ve motivasyonunu artırma ve havalimanı itibarı ve markasını güçlendirme imkânı sağlar. Havalimanlarının sosyal sorumluluk projeleri performanslarını ölçmek için; sosyal sorumluluk projelerine yapılan yatırım miktarı, proje sayısı ve kapsamı, projelerin etki ve devamlılık durumu ve paydaş memnuniyeti gibi metrikler kullanılmaktadır (Stevenson ve Marintseva, 2019, Sayfa 100).

Durum Çalışması kapsamında havalimanlarının Sosyal Sorumluluk Projeleri göstergesi için; Yerel Toplulukları Destekleme ve Sürdürülebilirlik Harcamaları metriği kullanılmıştır. Bu gösterge ve metrik için havalimanları raporlarında verilerin yetersiz olması ve konularının benzerliği nedenleriyle Sosyal Sorumluluk Projeleri göstergesi ile aynı veriler kullanılmıştır. Söz konusu veriler havalimanları raporlarından elde edilmiştir.

4.10. Durum Çalışması Bulgularının Değerlendirilmesi

Çalışmanın son aşamasında, Durum Çalışması Yöntemi ile elde edilen havalimanı sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin örnek olarak seçilen uluslararası havalimanlarına uygulaması yapılmıştır. Uygulama için öncelikle Skytrax tarafından yolcu görüşlerine göre oluşturulan en iyi havalimanı listesinde üst sıralarda olan 60 adet havalimanının 10 yıl geriye doğru kaç adet sürdürülebilirlik raporu yayımladığı incelenmiştir. Bu 60 havalimanı içerisinde Zürih, Frankfurt ve Sidney gibi bazı havalimanları yıllık sürdürülebilirlik raporu yayınlamakla birlikte bu raporlar çok sayıda havalimanını yöneten bir grup tarafından ortak rapor şeklinde yayınlanmakta ve havalimanlarının teker teker verilerini bu raporlardan elde etmek mümkün olmamaktadır. Bu nedenle bir grup bünyesinde yer alan ve ortak rapordan verileri elde edilemeyen havalimanları seçilmemiştir. Bu havalimanları hariç bırakıldıktan sonra kalan havalimanları içerisinde en fazla rapor yayımlayan 15 adet havalimanının raporları detaylı incelemeye tabi tutulmuş ve ekonomik sosyal ve çevre konularına yeterli şekilde yer verenlerden üst sıralardaki 6 adet havalimanı durum çalışması için seçilmiştir. Tablo 4.8’de detaylı inceleme için seçilen 15 havalimanından Durum Çalışması ile incelenecek olan 6 havalimanının (Seul Incheon, Hong Kong, Münih, Atina, Dallas Fort Worth ve Londra Heathrow) nasıl seçildiği açıklanmaktadır.

Çalışma kapsamında elde edilen 3 sürdürülebilirlik endeksi ve 18 gösterge için seçilen 6 adet havalimanının verilerini elde etmek üzere her bir gösterge için farklı metrikler kullanılmıştır. Belirli bir göstergeye ait tüm metriklerin aynı değerde oldukları kabul edilmiş ve metrik ağırlıkları ait olduğu gösterge ağırlığının metrik sayısına bölünmesi ile hesaplanmıştır. Aşağıda yer alan Tablo 4.9, 4.10 ve 4.11’de Ekonomi, Çevre ve Sosyal endekslere ait göstergeler, göstergelerin alt metrikleri ve metriklerin kısaltılması için kullanılan referans numaralarına yer verilmiştir.

Tablo 4.8. *Durum Çalışması yapılacak havalimanlarının seçilme durumları*

Sıra No	Havalimanı Adı	10 yıldaki rapor sayısı	Durum
1	Seul Incheon	10	Seçildi
2	Hong Kong	10	Seçildi
3	Münih	9	Seçildi
4	Atina	9	Seçildi
5	Sidney	9	Ekonomik veriler mevcut değil
6	Dallas/Fort Worth	7	Seçildi
7	Londra Heathrow	7	Seçildi
8	Londra Gatwick	7	Ekonomik veriler mevcut değil
9	Singapur Changi	6	-
10	Doha Hamad	5	-
11	Vancouver	5	-
12	Toronto Pearson	5	-
13	İstanbul	4	Ekonomik veriler mevcut değil
14	Rome Fiumicino	4	Ekonomik veriler mevcut değil
15	Vienna	3	-

Tablo 4.9. *Ekonomik göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları*

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Doğrudan Ekonomik Katkıları	FAVÖK/Yolcu Sayısı = (Faaliyet Gelirleri – Faaliyet Giderleri + Amortisman) / Yolcu Sayısı	E1.1
	Faaliyet Kar Marjı = (Faaliyet Karı / Toplam Gelirler) x 100	E1.2
Büyüme	Yolcu Artış Yüzdesi	E2.1
	Gelir Artış Yüzdesi	E2.2
	Uçuş sayısı artışı yüzdesi	E2.3
Dolaylı Ekonomik Katkıları	İstihdam Artışı Yüzdesi (tüm havalimanı)	E3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4

Tablo 4.10. *Çevresel göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları*

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Atık Yönetimi	Geri dönüşüm oranı (%)	Ç1.1
	Atık azaltma oranı (%)	Ç1.2
	Yolcu Başına atık miktarı (Kg / yolcu sayısı)	Ç1.3
Su Kullanımı	Su tekrar kullanım oranı (%)	Ç2.1
	Yolcu başına tüketilen su (m3 / yolcu sayısı)	Ç2.2
	Yolcu başına tüketilen su miktarında azalma oranı (%)	Ç2.3
Gürültü Yönetimi	Ortalama gürültü seviyesi (Lden) (Db)	Ç3.1
	İletilen şikâyet sayısı	Ç3.2

Tablo 4.10. (Devam) Çevresel göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları

Enerji Yönetimi	Enerji verimliliği (Yolcu başına elektrik tüketim miktarı) (KWh/yolcu sayısı)	Ç4.1
	Enerji tüketiminde azalma oranı (%)	Ç4.2
	Üretilen yenilenebilir enerji miktarı (KWh / yolcu sayısı)	Ç4.3
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Scope 1 ve 2 karbon yoğunluğu (kg CO2e / yolcu sayısı)	Ç5.1
	Emisyon azaltım oranı (%)	Ç5.2
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)	Ç5.3
Sertifikasyon ve Sistematik Çalışmalar	ACI akreditasyonu durumu (ACA seviye durumu)	Ç6.1
	ISO 14001 sertifikası sahipliği	Ç6.2
	ISO 50001 sertifikası sahipliği	Ç6.3
Biyçeşitlilik	Korunan alan (m ²)	Ç7

Tablo 4.11. Sosyal göstergelere ait ana kriterler, alt kriterler ve referans numaraları

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Müşteri Memnuniyeti	Skytrax sıralaması	S1.1
	Zamanındalık (Airhelp puanı)	S1.2
	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışanı tutabilme durumu (%)	S1.4
	Çalışan başına eğitim saati	S1.5
	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
	Toplu sözleşmeye tabi çalışan yüzdesi	S2.1
	Çalışan maaş ve diğer harcamaları / faaliyet giderleri (%)	S2.2
Kazalar ve Emniyet	ICAO en güvenli havalimanı puanı	S3.1
	100,000 saatteki kayıp iş gücü saati	S3.2
	Yaralanmaların sayısı	S3.3
İnsan Hakları ve İstismar	Cinsiyet eşitliği (%)	S4.1
	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S4.2
Paydaş İlişkileri	Yerel halkla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri	S5
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	Davranış kuralları, yolsuzluk ve rüşvetle mücadele, şeffaflık çabaları (çalışan başına eğitim saati)	S6.1
	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S6.2
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Toplum yatırımları / faaliyet giderleri (%)	S7

4.10.1. Örnek Havalimanlarının 2021 Yılı Sürdürülebilirlik Analizleri ve Bulgular

Belirtilen metriklerle ilgili verilerin elde edilmesi için 6 adet havalimanının 2020 ve 2021 yılı sürdürülebilirlik raporları ve diğer dokümanları detaylı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Yapılan inceleme sonunda ekonomi, çevre ve sosyal endekslerin gösterge ve metriklerine ait veri tabloları oluşturulmuştur. Bu tablolar, min-max yöntemi ve ÇKKV Yöntemleri kapsamında kullanılacağından söz konusu yöntemlerde kullanılan terminolojiye uygun olarak Karar Matrisi olarak adlandırılmıştır. Yine bu kapsamda endeks göstergeleri kriter ve metrikler ise alt kriter olarak adlandırılmaktadır. Havalimanlarına ait Tablo 4.12’de yer alan raporlardan ya doğrudan ya da hesaplanarak elde edilen sürdürülebilirlik verileri kullanılarak elde edilen karar matrisleri Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15 sunulmuştur.

Tablo 4.12. *Durum Çalışması kapsamında kullanılan havalimanı raporları*

Havalimanı	Doküman Adı
Atina (ATH)	2021 Annual and Sustainability Report
	2020 Annual and Sustainability Report
	2022 Annual and Sustainability Report
Heathrow (LHR)	2021Annual Report and Financial Statement
	Results for the Year Ended 31 December 2022
	Results for the Year Ended 31 December 2021
	Heathrow’s Sustainability Report 2022
	Sustainability Report 2021
	Annual Report 2022
	Noise Complaints Report 2021
Hong Kong (HKG)	Annual Report 2021/2022
	Sustainability Report 2022/23
	Sustainability Report 2021/22
	Sustainability Report 2020/21
	https://www.cad.gov.hk/english/ac_noise.html
Incheon (ICN)	2021/2022 Sustainability Report
	2022/2023 Sustainability Report
	Green Report 2022

Tablo 4.12. (Devam) Durum Çalışması kapsamında kullanılan havalimanına raporları

Münih (MUC)	Integrated Report 2021
	Integrated Report 2022
	Annual Traffic Report 2021
	Sustainability Indicators 2022
	Sustainability Indicators 2021
	Sustainability Indicators 2022
	Sustainability Program
Dallas Fort Worth (DFW)	Annual Comprehensive Financial Report for the Fiscal Year Ended September 30, 2022
	Annual Comprehensive Financial Report for the Fiscal Year Ended September 30, 2021
	2022 Environmental, Social and Governance Report
	2021 Environmental, Social and Governance Report
	2020 ESG DFW Airport Interactive flip book

Tablo 4.13. 2021 Yılı ekonomik göstergelere ait karar matrisi

Referans	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlık
E1.1	↑	26,02	26,77	-194,07	244,76	-4,16	5,06	5,85
E1.2	↑	0,54	-34,00	-58,93	-135,80	-47,50	-3,23	5,85
E2.1	↑	52,80	-12,00	70,40	-73,45	12,40	16,90	0,90
E2.2	↑	105,29	3,00	-2,30	-51,60	0,00	3,94	0,90
E2.3	↑	41,40	-5,43	13,10	-12,64	4,30	11,50	0,90
E3	↑	-0,40	18,23	-	13,21	-0,53	-	1,20
E4	↑	-2,63	-26,20	-7,63	2,46	-6,91	-4,54	2,60

Tablo 4.14. 2021 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi

Referans	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlık
Ç1.1	↑	59,98	49,90	18,30	93,00	98,06	62,88	2,30
Ç1.2	↑	27,52	-17,68	-292,50	-1037,80	19,52	26,77	2,30
Ç1.3	↓	0,71	0,41	3,09	26,54	0,47	8,26	2,30
Ç2.1	↑	56,03	-	-	77,05	71,23	10,94	2,50
Ç2.2	↓	0,0364	0,0608	0,1440	0,9070	0,0450	0,0773	2,50

Tablo 4.14. (Devam) 2021 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi

Ç2.3	↑	25,60	17,70	-410,60	-258,50	11,42	18,32	2,50
Ç3.1	↓	47,20	-	44,06	43,79	46,13	-	3,60
Ç3.2	↓	36,00	37,13	-	-	136,00	250,00	3,60
Ç4.1	↑	7,80	11,91	161,09	276,30	14,89	3,52	2,77
Ç4.2	↑	32,06	-17,11	-589,01	-262,12	13,58	-5,93	2,77
Ç4.3	↑	1060,00	0,191	0,483	5,492	-	-	2,77
Ç5.1	↓	2,09	1,50	65,75	56,70	6,27	2,33	10,83
Ç5.2	↑	51,17	-42,86	-857,55	-257,60	13,52	20,21	10,83
Ç5.3	↑	8,04	1,60	20,19	8,12	31,17	67,70	10,83
Ç6.1	↑	4,00	4,00	3,00	3,00	3,00	6,00	1,10
Ç6.2	↑	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,10
Ç6.3	↑	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,10
Ç7	↑	Değer yok. Normalleştirmede tüm çevre metrikleri ortalaması alındı.						8,80

Tablo 4.15. 2021 Yılı sosyal göstergelere ait karar matrisi

Referans	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlık
S1.1	↑	47,00	8,00	10,00	4,00	6,00	70,00	0,29
S1.2	↑	8,10	6,80	6,20	5,80	6,60	En kötü	0,29
S1.3	↑	4,35	4,23	4,87	4,60	4,25	-	0,29
S1.4	↑	-	-	95,00	86,50	89,00	78,00	0,15
S1.5	↑	18,89	-	19,97	90,47	7,60	28,81	0,15
S1.6	↑	38,10	280,00	1,85	585,70	695,60	35,70	0,15
S2.1	↑	96,00	-	-	97,10	93,06	-	0,15
S2.2	↑	31,20	15,44	60,80	11,00	43,40	26,20	0,15
S3.1	↓	91,24	92,90	98,20	97,05	97,41	92,40	0,31
S3.2	↓	0,00	0,38	0,13	-	1109,00	3,02	0,31
S3.3	↑	2,00	-	144,00	-	116,00	123,00	0,31
S4.1	↑	35,30	40,80	32,00	25,30	32,21	33,30	0,37
S4.2	↑	79,00	-	99,50	100,00	-	95,00	0,37
S5	↑	0,4000	0,0380	0,0108	0,000645	-	0,0516	0,72
S6.1	↑	2,64	-	0,82	3,71	-	3,54	1,50
S6.2	↑	79,00	-	55,00	100,00	-	95,00	1,50
S7	↑	0,4000	0,0380	0,0108	0,6450	-	0,0516	0,30

Yukarıda yer alan 2021 yılı karar matrislerine, min-max yöntemi kapsamında (3.4) ve (3.5) eşitlikleri ile min-max normalizasyon işlemi yapılmış ve Tablo 4.16’da yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4.16. 2021 yılı normalize karar matrisi

Ref.	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,5015	0,5032	0,0000	1,0000	0,4328	0,4538
E1.2	↑	1,0000	0,7467	0,5638	0,0000	0,6477	0,9724
E2.1	↑	0,8777	0,4272	1,0000	0,0000	0,5968	0,6281
E2.2	↑	1,0000	0,3480	0,3142	0,0000	0,3289	0,3540
E2.3	↑	1,0000	0,1334	0,4763	0,0000	0,3135	0,4467
E3	↑	0,0069	1,0000	0,6479	0,7324	0,0000	0,7558
E4	↑	0,8224	0,0000	0,6479	1,0000	0,6731	0,7558
Ç1.1	↑	0,5226	0,3962	0,0000	0,9366	1,0000	0,5589
Ç1.2	↑	1,0000	0,9576	0,6996	0,0000	0,9925	0,9993
Ç1.3	↓	0,9885	1,0000	0,8974	0,0000	0,9977	0,6996
Ç2.1	↑	0,6820	0,0231	0,5618	1,0000	0,9120	0,0000
Ç2.2	↓	0,0000	0,0280	0,1236	1,0000	0,0099	0,0470
Ç2.3	↑	0,0000	0,0181	1,0000	0,6513	0,0325	0,0167
Ç3.1	↓	0,0000	0,9947	0,9223	1,0000	0,3152	0,0000
Ç3.2	↓	1,0000	0,9947	0,9223	1,0000	0,5327	0,0000
Ç4.1	↑	0,9843	0,9692	0,4224	0,0000	0,9583	1,0000
Ç4.2	↑	1,0000	0,9208	0,0000	0,5263	0,9702	0,9388
Ç4.3	↑	1,0000	0,0000	0,0003	0,0050	0,9643	0,9694
Ç5.1	↓	0,9908	1,0000	0,0000	0,1409	0,9258	0,9871
Ç5.2	↑	1,0000	0,8965	0,0000	0,6602	0,9586	0,9659
Ç5.3	↑	0,0974	0,0000	0,2812	0,0986	0,4474	1,0000
Ç6.1	↑	0,3333	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.2	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
Ç6.3	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,6823	0,6195	0,4606	0,5305	0,6481	0,5402
S1.1	↑	0,3485	0,9394	0,9091	1,0000	0,9697	0,0000
S1.2	↑	1,0000	0,4348	0,1739	0,0000	0,3478	0,0000
S1.3	↑	0,1875	0,0000	1,0000	0,5781	0,0312	0,0000
S1.4	↑	0,3305	0,2450	1,0000	0,5000	0,6471	0,0000
S1.5	↑	0,1362	0,2450	0,1493	1,0000	0,0000	0,2559
S1.6	↑	0,0523	0,4009	0,0000	0,8416	1,0000	0,0488
S2.1	↑	0,7277	0,2450	0,5373	1,0000	0,0000	0,1525
S2.2	↑	0,4056	0,0892	1,0000	0,0000	0,6506	0,3052
S3.1	↓	0,0000	0,2385	1,0000	0,8348	0,8865	0,1667
S3.2	↓	1,0000	0,9997	0,9999	0,8348	0,0000	0,9973
S3.3	↑	1,0000	0,6191	0,0000	0,8348	0,1972	0,1479
S4.1	↑	0,6452	1,0000	0,4323	0,0000	0,4458	0,5161
S4.2	↑	0,0000	1,0000	0,9762	1,0000	0,4458	0,7619
S5	↑	1,0000	0,0935	0,0254	0,0000	0,4324	0,1276
S6.1	↑	0,6298	0,4395	0,0000	1,0000	0,4324	0,9412
S6.2	↑	0,5333	0,4395	0,0000	1,0000	0,4324	0,8889
S7	↑	0,6137	0,0429	0,0000	1,0000	0,4324	0,0643

Sonrasında, min-max yöntemi kapsamında normalize karar matrisi değerleri kriter ağırlıklarıyla çarpılarak Tablo 4.17’deki ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4.17. 2021 yılı ağırlıklı normalize karar matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	2,9331	2,9431	0,0000	5,8482	2,5309	2,6538
E1.2	5,85	5,8482	4,3668	3,2974	0,0000	3,7877	5,6867
E2.1	0,90	0,7896	0,3843	0,8997	0,0000	0,5370	0,5651
E2.2	0,90	0,8997	0,3131	0,2827	0,0000	0,2959	0,3185
E2.3	0,90	0,8997	0,1200	0,4286	0,0000	0,2820	0,4019
E3	1,20	0,0083	1,1996	0,7773	0,8786	0,0000	0,9066
E4	2,60	2,1376	0,0000	1,6841	2,5992	1,7494	1,9644
Ç1.1	2,30	1,2015	0,9110	0,0000	2,1534	2,2993	1,2851
Ç1.2	2,30	2,2993	2,2018	1,6086	0,0000	2,2820	2,2977
Ç1.3	2,30	2,2729	2,2993	2,0635	0,0000	2,2940	1,6085
Ç2.1	2,50	1,7046	0,0577	1,4041	2,4993	2,2792	0,0000
Ç2.2	2,50	0,0000	0,0700	0,3089	2,4993	0,0247	0,1174
Ç2.3	2,50	0,0000	0,0453	2,4993	1,6278	0,0812	0,0417
Ç3.1	3,60	0,0000	3,5799	3,3192	3,5989	1,1346	0,0000
Ç3.2	3,60	3,5989	3,5799	3,3192	3,5989	1,9172	0,0000
Ç4.1	2,77	2,7224	2,6808	1,1682	0,0000	2,6506	2,7658
Ç4.2	2,77	2,7658	2,5469	0,0000	1,4558	2,6835	2,5967
Ç4.3	2,77	2,7658	0,0000	0,0008	0,0138	2,6670	2,6812
Ç5.1	10,83	10,7306	10,8301	0,0000	1,5255	10,0260	10,6902
Ç5.2	10,83	10,8301	9,7094	0,0000	7,1502	10,3814	10,4611
Ç5.3	10,83	1,0552	0,0000	3,0459	1,0683	4,8449	10,8301
Ç6.1	1,10	0,3666	0,3666	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997
Ç6.2	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000
Ç6.3	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	6,0024	5,4504	4,0524	4,6672	5,7012	4,7520
S1.1	0,29	0,1022	0,2755	0,2666	0,2932	0,2844	0,0000
S1.2	0,29	0,2932	0,1275	0,0510	0,0000	0,1020	0,0000
S1.3	0,29	0,0550	0,0000	0,2932	0,1695	0,0092	0,0000
S1.4	0,15	0,0489	0,0363	0,1480	0,0740	0,0957	0,0000
S1.5	0,15	0,0202	0,0363	0,0221	0,1480	0,0000	0,0379
S1.6	0,15	0,0077	0,0593	0,0000	0,1245	0,1480	0,0072
S2.1	0,15	0,1077	0,0363	0,0795	0,1480	0,0000	0,0226
S2.2	0,15	0,0600	0,0132	0,1480	0,0000	0,0963	0,0452
S3.1	0,31	0,0000	0,0747	0,3132	0,2615	0,2777	0,0522
S3.2	0,31	0,3132	0,3131	0,3132	0,2615	0,0000	0,3124
S3.3	0,31	0,3132	0,1939	0,0000	0,2615	0,0618	0,0463
S4.1	0,37	0,2419	0,3749	0,1620	0,0000	0,1671	0,1935
S4.2	0,37	0,0000	0,3749	0,3660	0,3749	0,1671	0,2856
S5	0,72	0,7198	0,0673	0,0183	0,0000	0,3113	0,0918
S6.1	1,50	0,9444	0,6591	0,0000	1,4996	0,6485	1,4113
S6.2	1,50	0,7998	0,6591	0,0000	1,4996	0,6485	1,3329
S7	0,30	0,1841	0,0129	0,0000	0,2999	0,1297	0,0193
Toplam	100,00	68,2431	59,1695	34,5403	48,7992	64,6967	67,5826

Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15'te yer alan 2021 yılı karar matrisleri; VIKOR, TOPSIS ve PROMETHEE II yöntemleri ile analiz edilmiş ve bu yöntemlerin her biri ile havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralamaları yapılmıştır. Sonrasında bu yöntemlerle ulaşılan sonuçlar Copeland yöntemi ile birleştirilmiş ve sıralamaya son hali verilmiştir.

Yöntemlerin her bir uygulama adımında elde edilen tablo ve sonuçlara bu tezin sonunda ekler bölümünde yer verilmektedir.

Bu kapsamda ilk olarak uygulanan VIKOR yöntemi uygulama adımları doğrultusunda elde edilen; normalize karar matrisi, ağırlıklı normalize karar matrisi, ideal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri, Q_i değerleri ve q değerlerine göre sıralama ve koşul değerlendirme sonuç tabloları Ek-6'da sunulmuştur.

Ek-6'da yer alan uygulama adımları ve VIKOR yönteminin 6'ncı ve son adımı ile alternatiflerin sıralama sonuçları elde edilmiş olup sıralama sonuçları Tablo 4.18'de sunulmuştur.

Tablo 4.18. VIKOR 2021 analizi (Adım 6: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Atina (ATH)	Dallas Fort Worth (DFW)	Münih (MUC)	Heathrow (LHR)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

VIKOR Yönteminden sonra kullanılan PROMETHEE II yöntemi de 1. adım olarak Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15 karar matrislerini, 2. Adım olarak ise Tablo 4.16 normalize karar matrisini kullanmaktadır.

2021 yılı için PROMETHEE II Yöntemi uygulama adımları ve sonuçları Ek-7'de detaylı olarak verilmiştir. Yöntemin 7'nci ve son adımı kapsamında, Ek-7'de yer alan adımların sırasıyla uygulanmasıyla, Tablo 4.19'da yer alan sıralama sonuçları elde edilmiştir. Görüldüğü gibi 2021 yılı için VIKOR ve PROMETHEE-II Yöntemleri havalimanlarını aynı şekilde sıralamaktadır.

Tablo 4.19. PROMETHEE-II 2021 analizi (Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Atina (ATH)	Dallas Fort Worth (DFW)	Münih (MUC)	Heathrow (LHR)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

Analizler kapsamında üçüncü yöntem olarak TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Yöntemin 1. Adımında Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15 karar matrisleri kullanılmaktadır.

TOPSIS yönteminin tüm uygulama adımları ve elde edilen sonuçlar Ek-8’de detaylı olarak verilmiştir.

7. ve son adım kapsamında alternatifler, C_i^* değerleri en büyük olandan en küçüğe doğru sıralanmış olup elde edilen sıralama sonuçları Tablo 4.20’de verilmiştir.

Tablo 4.20. TOPSIS 2021 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS yöntemlerinin her biri ile havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralaması elde edildikten sonra bu yöntemlerin sonuçlarının birleştirilmesi ve tek bir sıralama elde edilmesi için Copeland yöntemi uygulanmıştır. Copland yöntemi başlangıçta; VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS ile elde edilen Tablo 4.21’deki sıralamaları girdi olarak kullanmaktadır.

Tablo 4.21. Copeland 2021 analizi (Diğer yöntemlerin sonuçlarının alınması)

Havalimanları	TOPSIS	VIKOR	PROMETHEE II
ATH	2	1	1
LHR	1	4	4
HKG	5	6	6
ICN	6	5	5
MUC	1	3	3
DFW	4	2	2

Yöntemin 1. Adımında (3.33) eşitliğine göre alternatifler kendi aralarında ikişerli olarak karşılaştırılmaktadır. Bu karşılaştırmalar ve sonuçları Tablo 4.22’de yer almaktadır.

Tablo 4.22. Copeland 2021 analizi (Adım 1: Alternatiflerin ikişerli olarak karşılaştırılması)

Karşılaştırma No	Alternatifler	Mukayese sonuçları			Toplam	Sonuç
1	ATH	1	0	0	1	kaybetti
	LHR	0	1	1	2	kazandı

Tablo 4.22. (Devam) *Copeland 2021 analizi (Adım 1: Alternatiflerin ikiyeşerli olarak karşılaştırılması)*

2	ATH	1	1	1	3	kazandı
	HKG	0	0	0	0	kaybetti
3	ATH	1	1	1	3	kazandı
	ICN	0	0	0	0	kaybetti
4	ATH	0	1	1	2	kazandı
	MUC	1	0	0	1	kaybetti
5	ATH	1	1	1	3	kazandı
	DFW	0	0	0	0	kaybetti
6	LHR	1	1	1	3	kazandı
	HKG	0	0	0	0	kaybetti
7	LHR	1	1	1	3	kazandı
	ICN	0	0	0	0	kaybetti
8	LHR	0	1	1	2	kazandı
	MUC	1	0	0	1	kaybetti
9	LHR	1	1	1	3	kazandı
	DFW	0	0	0	0	kaybetti
10	HKG	0	1	1	2	kazandı
	ICN	1	0	0	1	kaybetti
11	HKG	0	0	0	0	kaybetti
	MUC	1	1	1	3	kazandı
12	HKG	0	0	0	0	kaybetti
	DFW	1	1	1	3	kazandı
13	ICN	0	0	0	0	kaybetti
	MUC	1	1	1	3	kazandı
14	ICN	0	0	0	0	kaybetti
	DFW	1	1	1	3	kazandı
15	MUC	1	1	1	3	kazandı
	DFW	0	0	0	0	kaybetti

Copeland yönteminin 2. Adımında alternatifler (3.34) eşitliği kullanılarak mukayese sonuçlarına göre puanlanarak sıralanmaktadır. Alternatiflerin aldıkları puanlar ve sıralama sonuçları Tablo 23'te yer almaktadır.

Tablo 4.23. *Copeland 2021 analizi (Adım 2: Mukayese sonuçlarına göre puanlanma ve sıralama)*

Karşılaştırma No	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
1	1	0	-	-	-	-
2	1	-	0	-	-	-
3	1	-	-	0	-	-
4	1	-	-	-	0	-
5	1	-	-	-	-	0
6	-	1	0	-	-	-

Tablo 4.23.(Devam) Copeland 2021 analizi (Adım 2: Mukayese sonuçlarına göre puanlanma ve sıralama)

7	-	1	-	0	-	-
8	-	0	-	-	1	
9	-	0	-	-	-	1
10	-	-	0	1	-	-
11	-	-	0	-	1	-
12	-	-	0	-	-	1
13	-	-	-	0	1	-
14	-	-	-	0	-	1
15	-	-	-	-	0	1
Toplam	5	2	0	1	3	4

Yöntemin 3. ve son adımında ise alternatiflerin Tablo 4.23'te yer alan toplam puanlarına göre büyükten küçüğe doğru sıralamaları yapılmış olup sıralama sonuçları Tablo 4.24'de verilmiştir.

Tablo 4.24. Copeland 2021 analizi (Adım 3: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Atina (ATH)	Dallas Fort Worth (DFW)	Münih (MUC)	Heathrow (LHR)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

Copeland yönteminin tamamlanması ile VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen sıralamalar dikkate alınarak nihai sıralamaya ulaşılmıştır.

Sonuç olarak, 2021 yılı için 6 adet havalimanının ÇKKV Yöntemleriyle ulaşılan sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sırayı Atina Havalimanı almış olup onu sırasıyla, DFW, Münih, Heathrow, Incheon ve Hong Kong havalimanları takip etmektedir. (Kılış ve Kılış, 2015) tarafından yapılan benzer bir çalışmada Münih, Heathrow ve Incheon havalimanları arasında aynı sıralamanın elde edilmesi bu çalışmada elde edilen bulguları teyit etmektedir.

Diğer yandan, Durum Çalışması ile elde edilen verilere min-max yöntemi uygulanmasıyla oluşturulan Tablo 4.17 ağırlıklı normalize karar matrisinden havalimanlarının 2021 yılı ekonomik, çevre, sosyal ve toplam endeksi puanları ayrı ayrı toplanarak hesaplanmış ve Tablo 4.25'te yer alan sonuçlar elde edilmiştir. Bu sonuçlar, ÇKKV Yöntemleri ile yapılan analizlerle aynı sıralamayı vermekte olup ayrıca

havalimanlarının 2021 yılı için her bir endekste performansı göstermekte ve havalimanları arasında tüm endekslerde karşılaştırma imkanı vermektedir. Tablo 4.25'te ayrıca her endeksin sürdürülebilirlik değerlendirmesinde yüzde olarak ağırlığını gösteren ideal sütunu, bir havalimanının en iyi performansı gösterdiğinde alacağı puanı göstermekte ve mevcut başarı durumunu ideale göre ölçme imkânı vermektedir. Bu kapsamda, Tablo 4.25'deki bilgiler kullanılarak havalimanlarının 2021 yılındaki ekonomik, çevre, sosyal ve toplam sürdürülebilirlik endeksi başarıları değerlendirilmiştir.

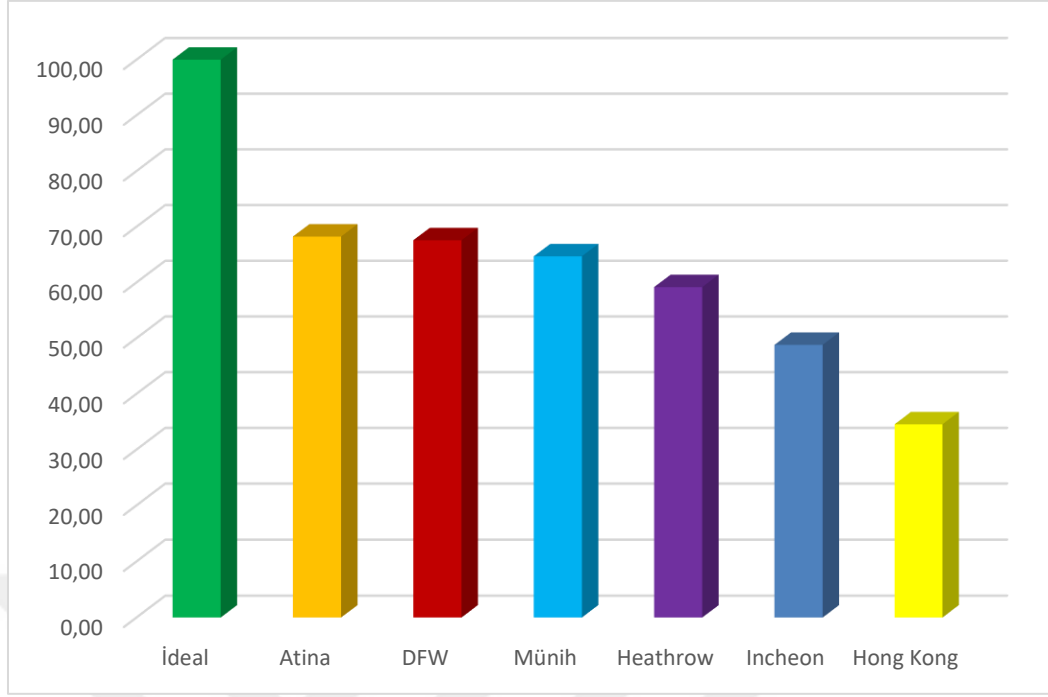
Tablo 4.25. Havalimanlarının endekslere göre 2021 yılı sürdürülebilirlik performansları

Endeks	Atina	Heathrow	Hong Kong	Incheon	Munih	DFW	İdeal
Sosyal	4,211	3,314	2,181	5,415	3,147	3,858	7,33
Ekonomi	13,516	9,327	7,370	9,326	9,183	12,497	18,19
Çevre	50,515	46,528	24,989	34,057	52,366	51,227	74,48
Toplam	68,243	59,169	34,540	48,799	64,696	67,582	100,00

4.10.1.1 2021 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Tablo 4.25'daki veriler kullanılarak hazırlanan Şekil 4. 5'te, havalimanlarının 2021 yılında toplam sürdürülebilirlik endeksindeki puanları ve sıralamaları görülmektedir.

Şekil 4.5'den, ilk sıradaki Atina havalimanının 100 üzerinden 68,24 olan sürdürülebilirlik puanının daha da artırılması gerektiği söylenebilir. Atina havalimanını DFW, Münih ve Heathrow havalimanları çok az farklarla takip etmektedir. Bu havalimanları, ilk sıradaki Atina havalimanı ile farklarının az olması nedeniyle, sürdürülebilirlik performansında bir miktar artış sağlayarak sıralamada en üst noktaya ulaşabileceklerdir. 5 ve 6. sıralardaki Hong Kong ve Incheon havalimanları ise ilk 4 sıradaki havalimanlarına göre daha az puanlara sahiptir. Özellikle Hong Kong havalimanının sürdürülebilirlik performansı diğer havalimanlarına göre çok düşüktür. Bu durumda özellikle son iki havalimanı olan Incheon ve Hong Kong havalimanlarının, puanlarının düşük olmasının hangi alanlardaki eksiklerden kaynaklandığı ve artması için neler yapmaları gerektiği yönünde araştırmalar yapmaları uygun olacaktır.



Şekil 4.5. 2021 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

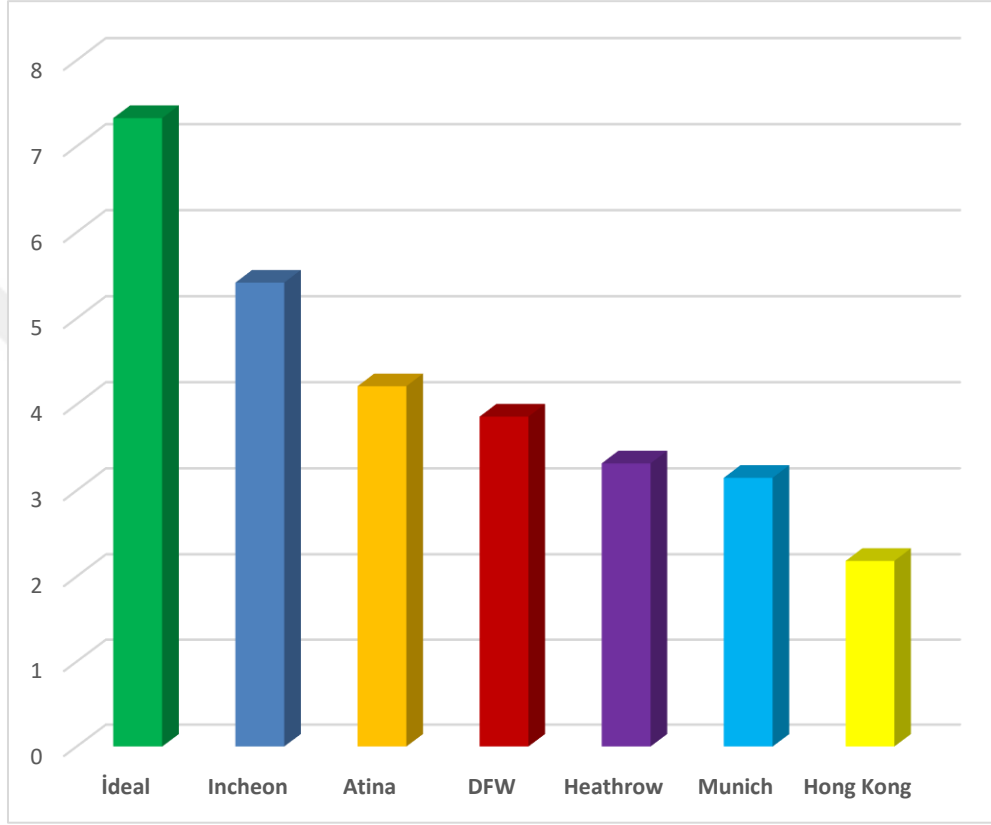
Görüleceği üzere havalimanlarında sürdürülebilirlik değerlendirmesi, havalimanlarına sürdürülebilirlik performanslarını  l me ve diğer havalimanlarıyla karşılaştırma imkânı sağlamaktadır.  evre endeksinin etki ağırlığının çok yüksek olması (%74,5) nedeniyle sürdürülebilirlik performansını artırmak isteyen bir havalimanının öncelikle çevresel göstergelerde iyileşme sağlaması gerektiği açıktır. Havalimanlarının başta  evre olmak üzere tüm sürdürülebilirlik alanlarında iyileşme sağlamak için bu çalışma kapsamında geliştirilen havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemini kullanarak geride oldukları alanları tespit etmeleri, en iyi durumda olan havalimanlarını belirlemeleri ve bu havalimanlarının başarılı oldukları uygulamaları hayata geçirmek için çalışmalar yapmaları faydalı olacaktır.

4.10.1.2 2021 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Sosyal Sürdürülebilirlik puanlarına göre 6 havalimanının sıralaması  ekil 4.6'da görülmekte olup, Incheon havalimanı 5,41 puanla ilk sırada yer almakta ve onu sırasıyla Atina, DFW, Heathrow, M n h ve Hong Kong havalimanları takip etmektedir. Incheon'un ideal başarı olan 7,33 puana göre %73,8 başarı gösterdiği ve sosyal sürdürülebilirlik açısından iyi durumda olduğu söylenebilir.

Sosyal sürdürülebilirlik, bu çalışma kapsamında %7,33 gibi düşük bir ağırlığa

sahiptir. Bu durumda havalimanlarının sosyal sürdürülebilirlik performansının yüksek olmasının toplam sürdürülebilirlik puanları üzerindeki katkısı çok az olmaktadır. Nitekim sosyal sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sırada olan Incheon havalimanının bu başarısı toplam sürdürülebilirlik sıralamasında üst sıralarda yer almasını sağlamamış ve ancak 5. sırada yer almıştır.



Şekil 4.6. 2021 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

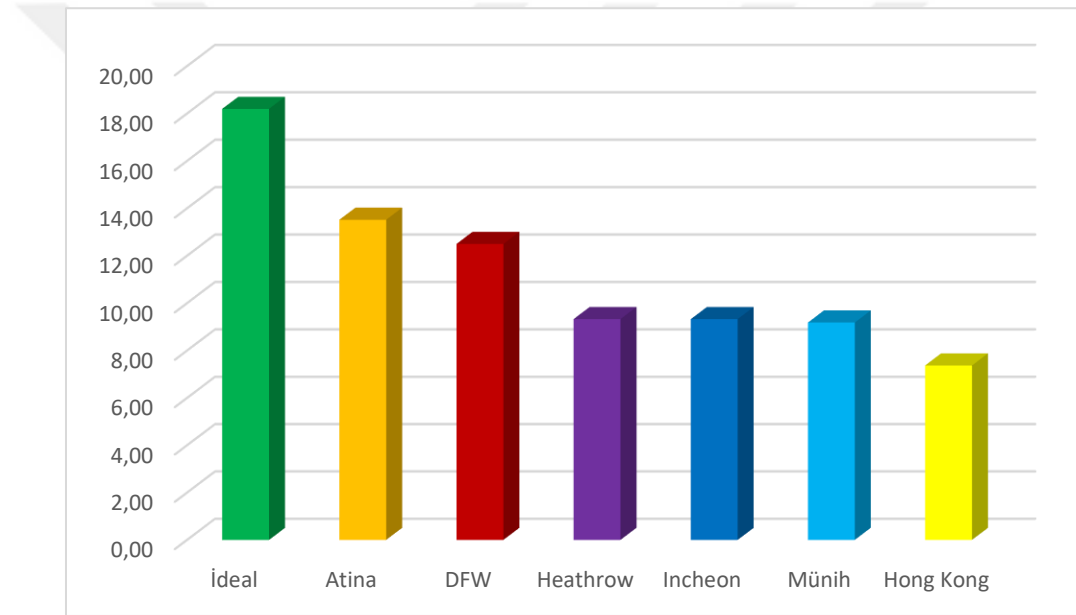
Atina havalimanının 2021 yılında toplam sürdürülebilirlikte ilk sırada yer alarak gösterdiği başarıyı sosyal sürdürülebilirlikte de gösterdiği ve 4,21 puanla 2. Olarak Incheon’u takip ettiği görülmektedir. Başta 2,18 puanla en son sırada yer alan Hong Kong havalimanı olmak üzere Incheon hariç tüm havalimanlarının sosyal sürdürülebilirlik açısından başarılı olmadıkları ve bu konuda gelişme ihtiyaçları olduğu söylenebilir.

2021 yılında havalimanları COVID 19’un etkilerinden uzaklaşma ve tekrar büyüme sürecine girmiş, 2020 yılına göre gelişme göstermiş ancak hala 2019 seviyelerine ulaşamamış durumdadır. Bu çalışmada performansları ölçmek üzere genellikle oransal metrikler kullanılmakla birlikte COVID 19 iyileşme süreci daha yavaş olan Hong Kong ve Incheon gibi havalimanlarının 2021 yılı ekonomik endeks puanlarının daha düşük

olması normaldir. Ancak Çevre ve Sosyal sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerine ait tüm metriklerin oransal nitelikte olması nedeniyle COVID-19 nedeniyle bir etkilenme durumu olmadığı kabul edilmektedir.

4.10.1.3 2021 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Ekonomi Endeksi açısından yine Şekil 4.7’de görüldüğü gibi Atina Havalimanı ilk sırada yer almaktadır. Atina havalimanı, %18,19 etki ağırlığına sahip ekonomi endeksinde %74,3 başarı göstererek 13,51 puan almıştır. İkinci sırada Atina havalimanına yakın bir şekilde 12,5 puanla ikinci olarak DFW havalimanı yer almakta ve sonrasında sırasıyla Heathrow, Incheon, Münih ve Hong Kong havalimanları takip etmektedir.



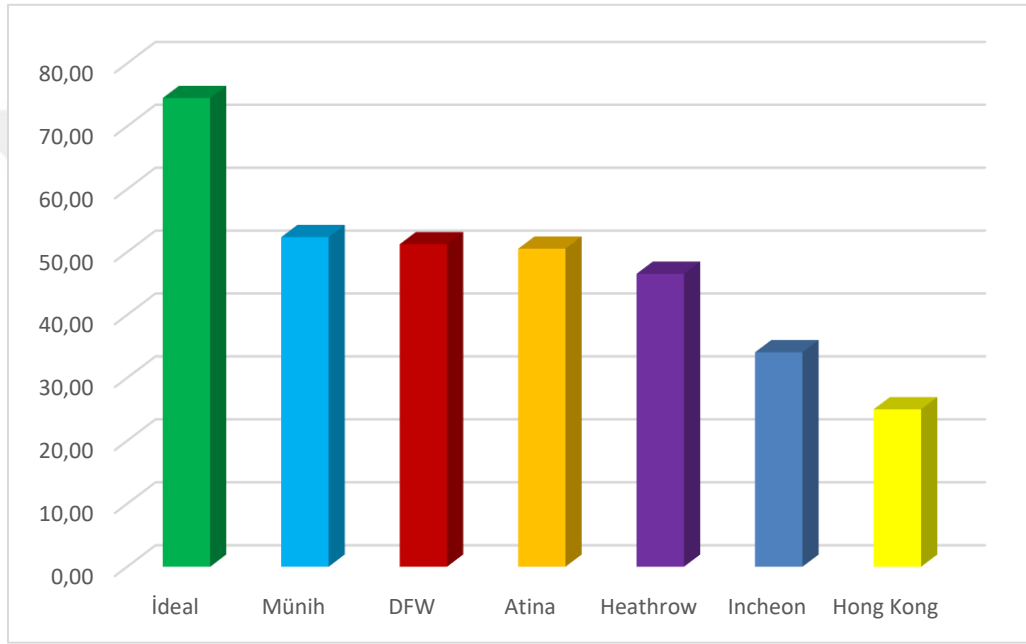
Şekil 4.7. 2021 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

Atina ve DFW havalimanlarının yakın bir şekilde ilk iki sırada yer almaları açısından ekonomi endeksi başarı durumlarının toplam sürdürülebilirlik sıralamalarındaki başarı durumlarıyla yakın olduğu görülmektedir. DFW ve Atina havalimanlarını, birbirine yakın şekilde 9 civarında puanlarla; Heathrow, Incheon ve Münih havalimanları takip etmektedir. Son sıradaki Hong Kong havalimanının 7,7 olan ise puanı diğer havalimanlarına göre düşük olarak ortaya çıkmaktadır. Ekonomi endeksinde havalimanlarının COVID 19 süreci etkilerini en hızlı şekilde geride bırakma yeteneklerinin rol oynadığı düşünülebilir. İncelenen havalimanlarının her biri 2021 ve 2022 yıllarında COVID 19 etkileri açısından iyileşmeler katetmekle birlikte çok farklı

ölçeklerde etkileri yaşamaya devam etmişlerdir. Ancak söz konusu etkilerin açıklanması bu çalışmanın kapsamı dahilinde yer almadığından bu konuya değinilmeyecektir.

4.10.1.4 2021 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

2021 yılı sürdürülebilirlik değerlendirmesinde %74,5 ile en büyük etki ağırlığına sahip olan Çevre endeksinde, Şekil 4.8’de görüldüğü üzere, ilk sırada 52,7 puanla Münih havalimanı yer almakta ve onu 50 civarında puan ve çok yakın farklarla DFW ve Atina havalimanları takip etmektedir.



Şekil 4.8. 2021 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

Buradaki sonuçlardan ilk dört havalimanının çevresel sürdürülebilirlik performanslarının birbirine yakın olduğu ve son iki havalimanı olan Incheon ve Hong Kong’un bu havalimanlarına göre negatif olarak ayrıştıkları görülmektedir. İlk dört havalimanı çevre konusunda yapacakları iyileştirmelerle hem çevre hem de toplam sürdürülebilirlik endeksinde kolaylıkla ilk sıraya ulaşabileceklerdir. Incheon ve Hong Kong havalimanlarının ise çevre endeksinde geride oldukları göstergeler açısından durumlarını gözden geçirerek performanslarını artırmanın yollarını araştırmaları uygun olacaktır. Çevre endeksinde almış oldukları düşük puanlara bakıldığında Hong Kong ve Incheon havalimanlarının 2021 yılı toplam sürdürülebilirlik endeksinde de son sıralarda olmalarının en büyük nedeninin sosyal ve ekonomik endekslerdeki performanslarından

ziyade çevre performanslarındaki düşüklüğün etkili olduğu söylenebilir. Hatta Incheon havalimanının sosyal sürdürülebilirlikte ilk sırayı alması ancak toplam sürdürülebilirlikte 5. Sırada olması çevre konusundaki performansının düşüklüğünden kaynaklanmıştır.

4.10.2. Örnek Havalimanlarının 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Analizleri ve Bulgular

Bu bölümde seçilen havalimanlarının 2021 için yapılan analiz ve değerlendirmelerine ilave olarak, 2022 yılı için de ekonomik, çevresel, sosyal ve toplam sürdürülebilirlik endekslerinde göstermiş oldukları performansları değerlendirilmiştir. Bu değerlendirmelerde; hem havalimanlarının 2022 yılı için performansları karşılaştırılmakta hem de 2021 yılına göre performanslarındaki değişimlerine yer verilmektedir. Bu kapsamda 2022 yılı için de, 2021 yılı çalışmasında olduğu gibi, aynı endeks, gösterge ve metrikler kullanılmış ve 6 havalimanının 2021 ve 2022 yılı sürdürülebilirlik raporları ve diğer dokümanları detaylı bir incelemeye tabi tutulmuştur. Bu tablolarda yer alan veriler, ya doğrudan ya da hesaplanarak elde edilmiştir.

Örnek havalimanları için Tablo 4.12’de yer alan raporların incelenmesi sonucunda; ekonomi, çevre ve sosyal endekslerin gösterge ve metriklerine ait 2022 yılı karar matrisleri oluşturulmuş olup Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28 verilmiştir.

Tablo 4.26. 2022 Yılı ekonomik göstergelere ait karar matrisi

Referans	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlıklar
E1.1	↑	15,46	33,07	8,40	-26,09	8,06	5,06	5,85
E1.2	↑	52,40	31,40	-43,03	-56,70	-2,30	2,35	5,85
E2.1	↑	84,10	217,60	769,80	459,00	153,00	30,30	0,90
E2.2	↑	24,76	140,00	41,70	85,05	81,20	12,83	0,90
E2.3	↑	34,20	98,30	11,50	30,70	86,20	6,80	0,90
E3	↑	-1,70	13,37	-	25,02	-11,76	-	1,20
E4	↑	1,35	11,45	-0,19	3,04	-1,00	-1,87	2,60

Tablo 4.27. 2022 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi

Referans	↑	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlıklar
Ç1.1	↑	71,60	48,16	18,50	94,00	96,60	70,01	2,30
Ç1.2	↓	-20,25	32,51	71,19	73,44	40,99	86,05	2,30
Ç1.3	↑	0,86	0,27	0,89	7,01	0,28	1,15	2,30
Ç2.1	↓	59,00	11,76	-	72,90	60,43	13,07	2,50
Ç2.2	↑	0,0261	0,0236	0,0262	0,1900	0,0256	0,0694	2,50
Ç2.3	↓	28,10	61,20	81,87	79,05	43,10	10,22	2,50

Tablo 4.27. (Devam) 2022 Yılı çevresel göstergelere ait karar matrisi

Ç3.1	↓	48,50	-	36,05	44,47	49,88	-	3,60
Ç3.2	↑	29,00	63,68	-	-	441,00	2765,00	3,60
Ç4.1	↑	4,80	4,43	19,62	55,78	6,52	3,75	2,77
Ç4.2	↑	38,32	62,80	74,80	79,81	56,21	23,84	2,77
Ç4.3	↓	0,59	0,332	0,056	1,213	-	-	2,77
Ç5.1	↑	1,30	0,48	8,19	10,92	2,85	1,79	10,83
Ç5.2	↑	37,80	68,00	87,54	80,74	54,50	23,18	10,83
Ç5.3	↑	7,17	7,50	0,28	1,82	28,20	69,30	10,83
Ç6.1	↑	4,00	6,00	3,00	3,00	3,00	6,00	1,10
Ç6.2	↑	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	1,10
Ç6.3	↑	1,00	1,00	1,00	1,00	0,00	0,00	1,10
Ç7	↑	Değer yok. Normalleştirmede tüm çevre metrikleri ortalaması alınacak						8,80

Tablo 4.28. 2022 Yılı sosyal göstergelere ait karar matrisi

Referans	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW	Ağırlıklar
S1.1	52,00	13,00	20,00	5,00	7,00	72,00	0,29
S1.2	6,89	6,74	En kötü	7,58	7,02	7,61	0,29
S1.3	4,23	3,97	4,87	4,14	4,00	-	0,29
S1.4	-	-	95,00	91,20	87,00	82,50	0,15
S1.5	44,58	-	18,10	120,56	13,80	33,50	0,15
S1.6	31,30	9830,00	213,40	108,00	271,60	26,80	0,15
S2.1	96,00	-	-	99,30	90,76	-	0,15
S2.2	29,00	30,70	52,70	9,90	39,60	25,50	0,15
S3.1	91,24	92,90	98,20	97,05	97,41	92,40	0,31
S3.2	0,33	0,35	0,13	-	1,99	4,90	0,31
S3.3	7,00	-	147,00	-	282,00	183,00	0,31
S4.1	37,10	41,30	32,00	26,00	32,04	33,90	0,37
S4.2	100,00	-	99,50	100,00	-	92,00	0,37
S5	0,5400	0,0440	0,0122	0,526000	-	0,0460	0,72
S6.1	-	-	1,38	6,04	-	3,43	1,50
S6.2	100,00	-	99,10	100,00	-	92,00	1,50
S7	0,5400	0,0440	0,0122	0,5260	-	0,0460	0,30

Yukarıda yer alan 2022 yılı karar matrislerine, min-max yöntemi kapsamında (3.4) ve (3.5) eşitlikleri ile min-max normalizasyon işlemi yapılmış ve Tablo 4.29’da yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4.29. 2022 yılı normalize karar matrisi

Ref.	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,7023	1,0000	0,5830	0,0000	0,5772	0,5265
E1.2	↑	1,0000	0,8075	0,1253	0,0000	0,4986	0,5412
E2.1	↑	0,0728	0,2533	1,0000	0,5797	0,1659	0,0000
E2.2	↑	0,0938	1,0000	0,2270	0,5679	0,5376	0,0000
E2.3	↑	0,2995	1,0000	0,0514	0,2612	0,8678	0,0000
E3	↑	0,2735	0,6833	0,1261	1,0000	0,0000	0,0000
E4	↑	0,2417	1,0000	0,1261	0,3686	0,0653	0,0000
Ç1.1	↑	0,6799	0,3798	0,0000	0,9667	1,0000	0,6595
Ç1.2	↑	0,0000	0,4963	0,8602	0,8814	0,5761	1,0000
Ç1.3	↓	0,9137	1,0000	0,9085	0,0000	0,9999	0,8696
Ç2.1	↑	0,7727	0,0000	0,0077	1,0000	0,7960	0,0214
Ç2.2	↓	0,0150	0,0000	0,0154	1,0000	0,0120	0,2752
Ç2.3	↑	0,7505	0,2885	0,0000	0,0394	0,5411	1,0000
Ç3.1	↓	0,0995	0,9873	1,0000	0,3909	0,0000	0,0000
Ç3.2	↓	1,0000	0,9873	1,0000	0,3909	0,8494	0,0000
Ç4.1	↑	0,9798	0,9869	0,6950	0,0000	0,9468	1,0000
Ç4.2	↑	0,2587	0,6961	0,9105	1,0000	0,5783	0,0000
Ç4.3	↑	0,4589	0,2385	0,0000	1,0000	0,7626	0,5000
Ç5.1	↓	0,9215	1,0000	0,2615	0,0000	0,7730	0,8745
Ç5.2	↑	0,2272	0,6964	1,0000	0,8943	0,4866	0,0000
Ç5.3	↑	0,0999	0,1046	0,0000	0,0224	0,4045	1,0000
Ç6.1	↑	0,3333	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.2	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
Ç6.3	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,5594	0,6389	0,5093	0,5639	0,5721	0,4824
S1.1	↑	0,2985	0,8806	0,7761	1,0000	0,9701	0,0000
S1.2	↑	0,1724	0,0000	0,0000	0,9655	0,3218	1,0000
S1.3	↑	0,2889	0,0000	1,0000	0,1889	0,0333	0,5000
S1.4	↑	0,3372	0,7430	1,0000	0,6960	0,3600	0,0000
S1.5	↑	0,2883	0,7430	0,0403	1,0000	0,0000	0,1845
S1.6	↑	0,0005	1,0000	0,0190	0,0083	0,0250	0,0000
S2.1	↑	0,6136	0,7430	0,5148	1,0000	0,0000	0,1373
S2.2	↑	0,4463	0,4860	1,0000	0,0000	0,6939	0,3645
S3.1	↓	0,0000	0,2385	1,0000	0,8348	0,8865	0,1667
S3.2	↓	0,9577	0,9535	1,0000	0,8348	0,6092	0,0000
S3.3	↑	1,0000	0,5960	0,4909	0,8348	0,0000	0,3600
S4.1	↑	0,7255	1,0000	0,3922	0,0000	0,3948	0,5163
S4.2	↑	1,0000	1,0000	0,9375	1,0000	0,3948	0,0000
S5	↑	1,0000	0,0603	0,0000	0,9735	0,3607	0,0640
S6.1	↑	1,0000	0,5669	0,0000	1,0000	0,3607	0,4399
S6.2	↑	1,0000	0,5669	0,8875	1,0000	0,3607	0,0000
S7	↑	1,0000	0,0603	0,0000	0,9735	0,3607	0,0640

Min-max yöntemi kapsamında tüm kriterler, kriter ağırlıkları ile çarpılarak Tablo 4.30’da yer alan ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir.

Tablo 4.30. 2022 yılı ağırlıklı karar matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	4,1074	5,8482	3,4095	0,0000	3,3759	3,0793
E1.2	5,85	5,8482	4,7226	0,7328	0,0000	2,9161	3,1653
E2.1	0,90	0,0655	0,2279	0,8997	0,5216	0,1493	0,0000
E2.2	0,90	0,0844	0,8997	0,2043	0,5110	0,4837	0,0000
E2.3	0,90	0,2694	0,8997	0,0462	0,2350	0,7807	0,0000
E3	1,20	0,3281	0,8197	0,1513	1,1996	0,0000	0,0000
E4	2,60	0,6283	2,5992	0,3278	0,9581	0,1698	0,0000
Ç1.1	2,30	1,5633	0,8732	0,0000	2,2228	2,2993	1,5165
Ç1.2	2,30	0,0000	1,1412	1,9779	2,0266	1,3246	2,2993
Ç1.3	2,30	2,1008	2,2993	2,0889	0,0000	2,2990	1,9994
Ç2.1	2,50	1,9311	0,0000	0,0193	2,4993	1,9895	0,0535
Ç2.2	2,50	0,0375	0,0000	0,0386	2,4993	0,0300	0,6879
Ç2.3	2,50	1,8756	0,7210	0,0000	0,0984	1,3524	2,4993
Ç3.1	3,60	0,3579	3,5533	3,5989	1,4069	0,0000	0,0000
Ç3.2	3,60	3,5989	3,5533	3,5989	1,4069	3,0570	0,0000
Ç4.1	2,77	2,7100	2,7297	1,9222	0,0000	2,6186	2,7658
Ç4.2	2,77	0,7155	1,9253	2,5183	2,7658	1,5996	0,0000
Ç4.3	2,77	1,2694	0,6598	0,0000	2,7658	2,1091	1,3829
Ç5.1	10,83	9,9794	10,8301	2,8320	0,0000	8,3715	9,4711
Ç5.2	10,83	2,4602	7,5420	10,8301	9,6858	5,2703	0,0000
Ç5.3	10,83	1,0815	1,1333	0,0000	0,2421	4,3813	10,8301
Ç6.1	1,10	0,3666	1,0997	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997
Ç6.2	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000
Ç6.3	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	4,9216	5,6209	4,4809	4,9607	5,0333	4,2436
S1.1	0,29	0,0875	0,2582	0,2276	0,2932	0,2845	0,0000
S1.2	0,29	0,0506	0,0000	0,0000	0,2831	0,0944	0,2932
S1.3	0,29	0,0847	0,0000	0,2932	0,0554	0,0098	0,1466
S1.4	0,15	0,0499	0,1099	0,1480	0,1030	0,0533	0,0000
S1.5	0,15	0,0427	0,1099	0,0060	0,1480	0,0000	0,0273
S1.6	0,15	0,0001	0,1480	0,0028	0,0012	0,0037	0,0000
S2.1	0,15	0,0908	0,1099	0,0762	0,1480	0,0000	0,0203
S2.2	0,15	0,0660	0,0719	0,1480	0,0000	0,1027	0,0539
S3.1	0,31	0,0000	0,0747	0,3132	0,2615	0,2777	0,0522
S3.2	0,31	0,3000	0,2987	0,3132	0,2615	0,1908	0,0000
S3.3	0,31	0,3132	0,1867	0,1538	0,2615	0,0000	0,1128
S4.1	0,37	0,2720	0,3749	0,1470	0,0000	0,1480	0,1936
S4.2	0,37	0,3749	0,3749	0,3515	0,3749	0,1480	0,0000
S5	0,72	0,7198	0,0434	0,0000	0,7007	0,2596	0,0461
S6.1	1,50	1,4996	0,8501	0,0000	1,4996	0,5409	0,6597
S6.2	1,50	1,4996	0,8501	1,3309	1,4996	0,5409	0,0000
S7	0,30	0,2999	0,0181	0,0000	0,2920	0,1082	0,0192
Toplam	100,00	54,2512	65,7779	45,3882	44,3879	53,4732	46,7187

Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28’de yer alan 2022 yılı karar matrisleri; VIKOR, TOPSIS ve PROMETHEE II yöntemleri ile analiz edilmiş ve bu yöntemlerin her biri ile

havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralamaları yapılmıştır. Sonrasında bu yöntemlerle ulaşılan sonuçlar Copeland yöntemi ile birleştirilerek sıralamaya son hali verilmiştir.

Bu kapsamda ilk olarak, 2022 yılı için VIKOR yöntemi uygulama adımları doğrultusunda elde edilen; normalize karar matrisi, ağırlıklı normalize karar matrisi, ideal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri, Q_i değerleri ve q değerlerine göre sıralama ve koşul değerlendirme sonuç tabloları Ek-9'da sunulmuştur.

Ek-9'da yer alan uygulama adımları kapsamında VIKOR yöntemi ile 2022 yılı için havalimanı alternatiflerinin sıralama sonuçları elde edilmiş olup, sonuçlar Tablo 4.31'de yer almaktadır.

Tablo 4.31. VIKOR 2022 analizi (Adım 4: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

PROMETHEE II yöntemi de 1. adım olarak; Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28'de yer alan karar matrislerini, 2. Adım olarak da min-max yöntemiyle elde edilen 4.29 Normalize Karar Matrisini kullanmaktadır.

2022 yılı için PROMETHEE-II Yöntemi uygulama adımları ve sonuçları Ek-10'da detaylı olarak verilmiştir.

Yöntemin 7'nci ve son adımı kapsamında, Ek-10'da yer alan adımların sırasıyla uygulanmasıyla, Tablo 4.32'de yer alan sıralama sonuçları elde edilmiştir. Görüldüğü gibi 2022 yılı için VIKOR ve PROMETHEE-II Yöntemleri havalimanlarını aynı şekilde sıralamaktadır.

Tablo 4.32. PROMETHEE-II 2022 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

PROMETHEE II yöntemi ile sıralamaların elde edilmesinden sonra üçüncü yöntem olarak TOPSIS Yöntemi uygulanmıştır.

TOPSIS Yöntemi 1. Adım olarak yine Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28 Karar Matrislerini kullanmaktadır.

2022 yılı için TOPSIS Yöntemi uygulama adımları ve sonuçları Ek-11'de detaylı olarak verilmiştir.

Yöntemin 6. Adımı kapsamında (3.32) eşitliği kullanılarak C_i^* ideal çözüme yakınlık dereceleri hesaplanmış olup Tablo 4.33’de yer almaktadır.

Tablo 4.33. TOPSIS 2022 analizi (Adım 6: İdeal çözüme göreli yakınlığın hesaplanması ve sonuç)

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
S_i^*	11,1826	10,1958	14,4377	16,7538	9,7322	9,7205
S_i'	12,6676	14,3947	8,1167	7,3050	10,7493	13,8401
C_i^*	8,5305	3,4282	-1,2841	-0,7731	10,5689	3,3596
Sıralama	2	3	6	5	1	4
Pozitif ideal çözüme en yakın alternatif en ideal çözümdür.						

TOPSIS Yönteminin 7. ve son adımında alternatifler, C_i^* değerleri en büyükten en küçüğe doğru sıralanmış olup elde edilen sıralama sonuçları Tablo 4.34’de verilmiştir.

Tablo 4.34. TOPSIS 2022 analizi (Adım 7: Alternatiflerin sıralama sonuçları)

Havalimanı	Münih (MUC)	Atina (ATH)	Heathrow (LHR)	Dallas Fort Worth (DFW)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

2022 yılı için 6 havalimanının sürdürülebilirlik sıralamaları; VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS yöntemleri ile ayrı ayrı elde edildikten sonra, bu yöntemlerin sonuçlarının birleştirilmesi ve tek bir sıralama elde edilmesi için Copeland yöntemi uygulanmıştır. Copeland yöntemi; VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS Yöntemleri ile elde edilen ve Tablo 4.35’te özetlenen sıralama tablosunu girdi olarak kullanmaktadır.

Tablo 4.35. Copeland 2022 analizi (Adım 1: Diğer yöntemlerin sonuçlarının alınması)

Havalimanları	TOPSIS	VIKOR	PROMETHEE II
ATH	2	2	2
LHR	3	1	1
HKG	6	5	5
ICN	5	6	6
MUC	1	3	3
DFW	4	4	4

Copeland Yönteminin 2. adımında alternatifler (3.33) eşitliği kullanılarak kendi aralarında ikişerli olarak mukayese edilmektedir. Bu mukayeseler ve sonuçları Tablo 4.36’da yer almaktadır.

Tablo 4.36. Copeland 2022 analizi (Adım 2: Alternatiflerin ikişerli olarak mukayese edilmesi)

Karşılaştırma No	Alternatifler	Mukayese Sonuçları			Toplam	Sonuç
1	ATH	1	0	0	1	Kaybetti
	LHR	0	1	1	2	Kazandı
2	ATH	1	1	1	3	Kazandı
	HKG	0	0	0	0	Kaybetti
3	ATH	1	1	1	3	Kazandı
	ICN	0	0	0	0	Kaybetti
4	ATH	0	1	1	2	Kazandı
	MUC	1	0	0	1	Kaybetti
5	ATH	1	1	1	3	Kazandı
	DFW	0	0	0	0	Kaybetti
6	LHR	1	1	1	3	Kazandı
	HKG	0	0	0	0	Kaybetti
7	LHR	1	1	1	3	Kazandı
	ICN	0	0	0	0	Kaybetti
8	LHR	0	1	1	2	Kazandı
	MUC	1	0	0	1	Kaybetti
9	LHR	1	1	1	3	Kazandı
	DFW	0	0	0	0	Kaybetti
10	HKG	0	1	1	2	Kazandı
	ICN	1	0	0	1	Kaybetti
11	HKG	0	0	0	0	Kaybetti
	MUC	1	1	1	3	Kazandı
12	HKG	0	0	0	0	Kaybetti
	DFW	1	1	1	3	Kazandı
13	ICN	0	0	0	0	Kaybetti
	MUC	1	1	1	3	Kazandı
14	ICN	0	0	0	0	Kaybetti
	DFW	1	1	1	3	Kazandı
15	MUC	1	1	1	3	Kazandı
	DFW	0	0	0	0	Kaybetti

Copeland yönteminin 3. adımında alternatiflerin mukayese sonuçlarına göre (3.34) eşitliği kullanılarak puanları toplanmakta ve sıralanmaktadır. Alternatiflerin aldıkları puanlar ve sıralama sonuçları Tablo 4.37 ve Tablo 4.38’da yer almaktadır.

Tablo 4.37. Copeland 2022 analizi (Adım 3: Mukayese sonuçlarına göre puanlanma ve sıralama)

Karşılaştırma No	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
PUANLAMALAR						
1	0	1	-	-	-	-
2	1	-	0	-	-	-
3	1	-	-	0	-	-
4	1	-	-	-	0	
5	1	-	-	-	-	0
6	-	1	0	-	-	-
7	-	1	-	0	-	-
8	-	1	-	-	0	-
9	-	1	-	-	-	0
10	-	-	1	0	-	-
11	-	-	0	-	1	-
12	-	-	0	-	-	1
13	-	-	-	0	1	-
14	-	-	-	0	-	1
15	-	-	-		1	0
Toplam	4	5	1	0	3	2
En fazla puan alandan en az puan alana doğru sıralama yapılır.						
Sıralama	2	1	5	6	3	4

Tablo 4.38. Copeland 2022 analizi (Adım 3: sıralanması ve sonuç)

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

Tablo 4.38 ile elde edilen sıralama 2022 yılı için seçilen 6 havalimanının sürdürülebilirlik sıralamasını vermektedir. Sonuç olarak 2022 yılı sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sırada Heathrow Havalimanı bulunmakta ve onu sırasıyla Atina, Münih, DFW, Hong Kong ve Incheon havalimanları takip etmektedir. (Kılıkış ve kılıkış, 2015) tarafından yapılan benzer bir çalışmada Münih havalimanı Heathrow'dan önde yer almış ve sıralama Münih, Heathrow ve Incheon şeklinde bulunmuştur.

VIKOR, PROMETHEE-II ve TOPSIS Yöntemlerinin uygulanması ile görüldüğü gibi havalimanları arasında bir sürdürülebilirlik sıralaması yapma imkanı elde edilmiştir. Benzer ancak daha detaylı bir sıralama ve değerlendirme imkanı; Min-max yöntemi ile

elde edilen Tablo 4.30 ağırlıklı karar matrisindeki ekonomik, çevre, sosyal ve toplam sürdürülebilirlik puanlarının toplanması ve her endekste hesaplanan puanların değerlendirilmesi ile de elde edilebilmektedir.

Bu yöntemle, toplam sürdürülebilirlik sıralamasına ilave olarak 3 sürdürülebilirlik endeksinde de sıralama ve karşılaştırmalar yapmak mümkün olmaktadır. Bu kapsamda, Tablo 4.30 ağırlıklı karar matrisinden havalimanlarının 2022 yılı ekonomik, çevre, sosyal ve toplam endeksi puanları ayrı ayrı toplanarak hesaplanmış ve Tablo 4.39’de yer alan sonuçlar elde edilmiştir.

Bu sonuçlar, ÇKKV Yöntemleri ile yapılan analizlerle aynı sıralamayı vermekte olup ayrıca havalimanlarının 2022 yılı için her bir endekste performansı göstermekte ve havalimanları arasında tüm endekslerde karşılaştırma imkânı vermektedir. Tablo 4.39’da ayrıca her endeksin sürdürülebilirlik değerlendirmesinde yüzde olarak ağırlığını gösteren ideal sütunu, bir havalimanının en iyi performansı gösterdiğinde alacağı puanı göstermekte ve mevcut başarı durumunu ideale göre ölçme imkânı vermektedir.

Tablo 4.39. Havalimanlarının endekslere göre 2022 yılı sürdürülebilirlik performansları

Endeks	Atina	Heathrow	Hong Kong	Incheon	Munih	DFW	İdeal
Sosyal	5,751	3,879	3,5112	6,1829	2,762	1,624	7,33
Ekonomi	11,331	16,017	5,771	3,425	7,875	6,244	18,19
Çevre	37,168	45,881	36,105	34,779	42,835	38,849	74,48
Toplam	54,251	65,777	45,388	44,387	53,473	46,718	100,00

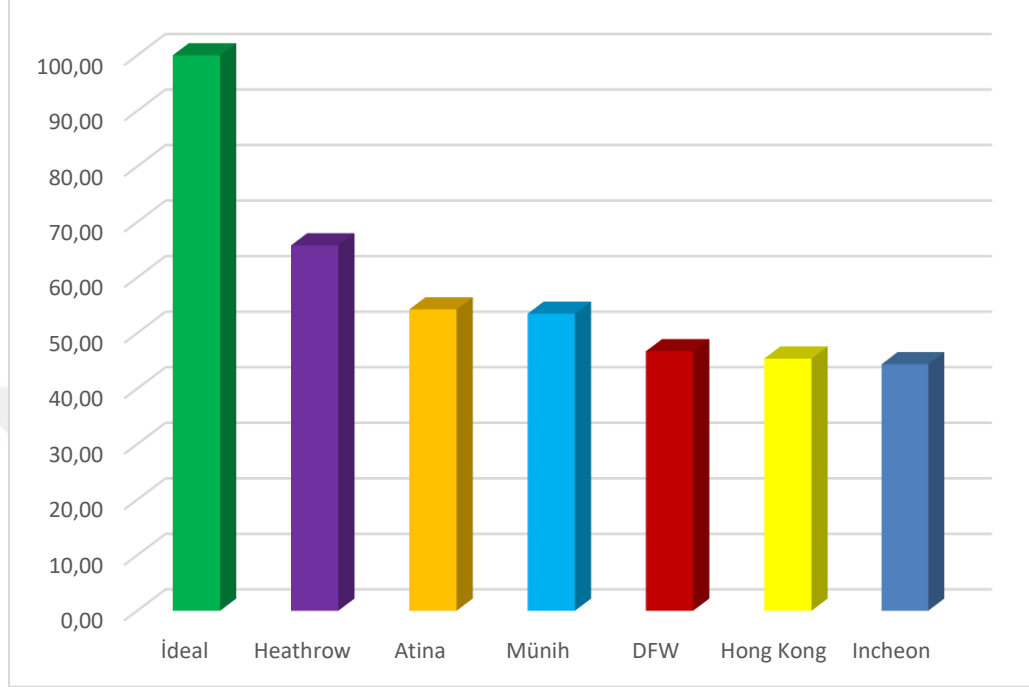
Bu kapsamda, Tablo 4.39’daki bilgilerden yola çıkarak havalimanlarının 2022 yılındaki ekonomik, çevre, sosyal ve toplam sürdürülebilirlik endeksi başarıları değerlendirilmiştir.

4.10.2.1. 2022 Yılı Toplam Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Tablo 4.39’daki veriler kullanılarak hazırlanan Şekil 4.9’da havalimanlarının 2022 yılında toplam sürdürülebilirlik endeksindeki puanları ve sıralamaları görülmektedir.

Elde edilen sıralamada Heathrow havalimanının 2021 yılına göre sürdürülebilirlik performansını artırdığı ve 4. sıradan ilk sıraya yükseldiği görülmektedir. 2021 yılında ilk sırada olan Atina havalimanı 2. sıraya gerilemiş, DFW ise 2. sıradan 4. sıraya düşmüştür. Münih havalimanının 3. sıradaki yeri değişmemiştir. 2021 yılında 5. sırada olan Incheon

havalimanı bir basamak daha gerileyerek son sıraya gelmiştir. Hong Kong havalimanı ise 2021 yılında son sıradayken bir sıra yükselerek 5. olmuştur.



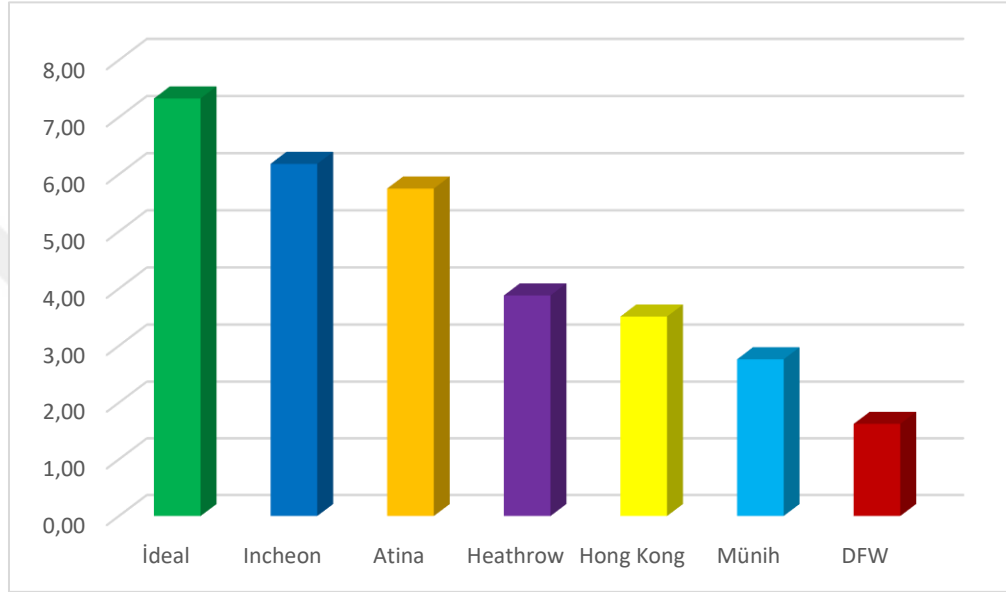
Şekil 4.9. 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

2022 yılı toplam sürdürülebilirlik puanları incelendiğinde ilk sıradaki Heathrow ve 5. Sıradaki Hong Kong'un 2021 yılına göre performanslarının arttığı, diğer havalimanlarının ise düştüğü gözlemlenmektedir. Heathrow, bu performans artışıyla 4. sıradan ilk sıraya, Hong Kong ise 6. sıradan 5. sıraya yükselmişlerdir.

4.10.2.2. 2022 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Havalimanlarının 2022 yılı sosyal sürdürülebilirlik sıralaması aynı şekilde, Tablo 4.39'dan yola çıkılarak Şekil 4.10'da gösterilmiştir. Şekil 4.10'dan Incheon havalimanının sosyal sürdürülebilirlikte 2021'de olduğu gibi 2022 yılında da ilk sırada olduğu görülmektedir. Incheon havalimanı 2021 yılında sosyal sürdürülebilirlikte ilk sıradayken toplamda 5. sırada yer almışken, 2022 yılında sosyal sürdürülebilirlik performansını en fazla artıran havalimanı olmasına rağmen toplamdaki sıralaması bir basamak düşerek 6.lığa gerilemiştir. Bu durum çevre endeksi dışındaki endekslerde iyileşme sağlamanın toplam sürdürülebilirlik puanını artırmada fazla katkı yapmadığını bir kez daha göstermektedir. Atina havalimanı sosyal sürdürülebilirlik sıralamasında

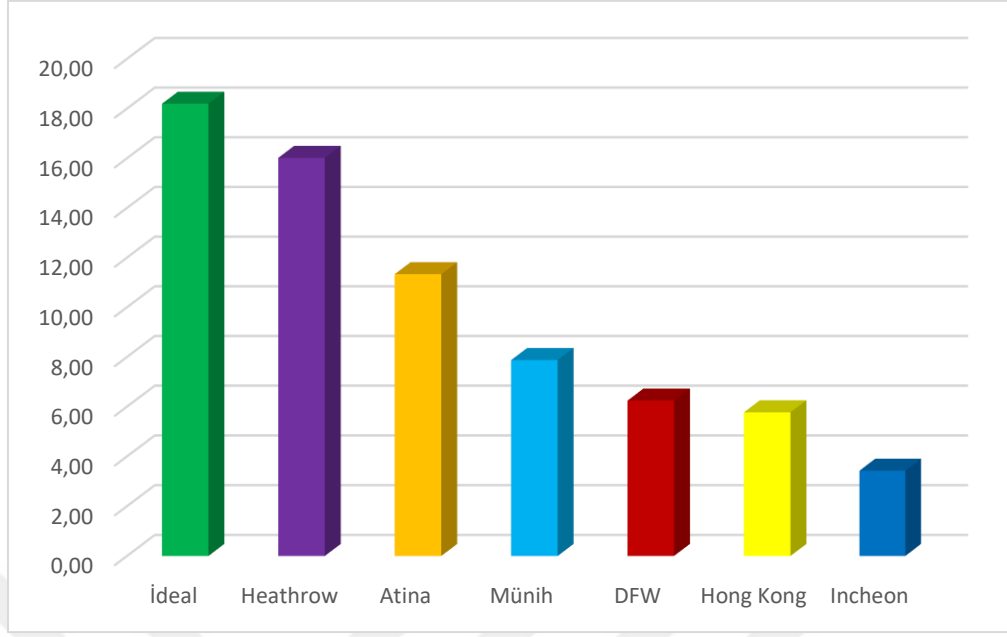
2021 yılında 2. sırada olan yerini 2022 yılında da devam ettirmiştir. Birbirine yakın puanlarla ilk iki sırayı alan Incheon ve Atina'yı daha düşük puanlarla Heathrow, Hong Kong ve Münih havalimanları takip etmektedir. DFW havalimanı ise 2021 yılında 3. sırada olmasına rağmen sosyal sürdürülebilirlik puanı önemli ölçüde düşüş göstermiş ve son sıraya gerilemiştir.



Şekil 4.10. 2022 Yılı Sosyal Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

4.10.2.3. 2022 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

Havalimanlarının 2022 yılı ekonomik sürdürülebilirlik performansını gösteren Şekil 4.11'de ise Heathrow havalimanının gelişme göstererek 2021'deki 3. sıradan ilk sıraya yükseldiği görülmektedir. Heathrow havalimanının 16 olan ekonomik sürdürülebilirlik puanı başta 11,3 puan ile en yakın puana sahip Atina olmak üzere diğer tüm havalimanlarından oldukça yüksektir. Ayrıca Heathrow ekonomik sürdürülebilirlik performansında ilerleme sağlarken 2. olan Atina dahil tüm havalimanları büyük ölçüde düşüş yaşamıştır. Bu durum özellikle 2021'de 9,3 olan puanı %63,5 azalarak 3,4'e düşen Incheon ve 12,5 olan puanı %50,4 azalarak 6,2'ye düşen DFW havalimanlarında en belirgin durumdadır.



Şekil 4.11. 2022 Yılı Ekonomik Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

Ayrıca havalimanlarının ekonomik sürdürülebilirlik sıralamasının toplam sürdürülebilirlik sıralaması ile aynı olduğu görülmekte olup bu durumun ayrıca incelenmesi gerekmektedir.

4.10.2.4. 2022 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Analizi ve Bulgular

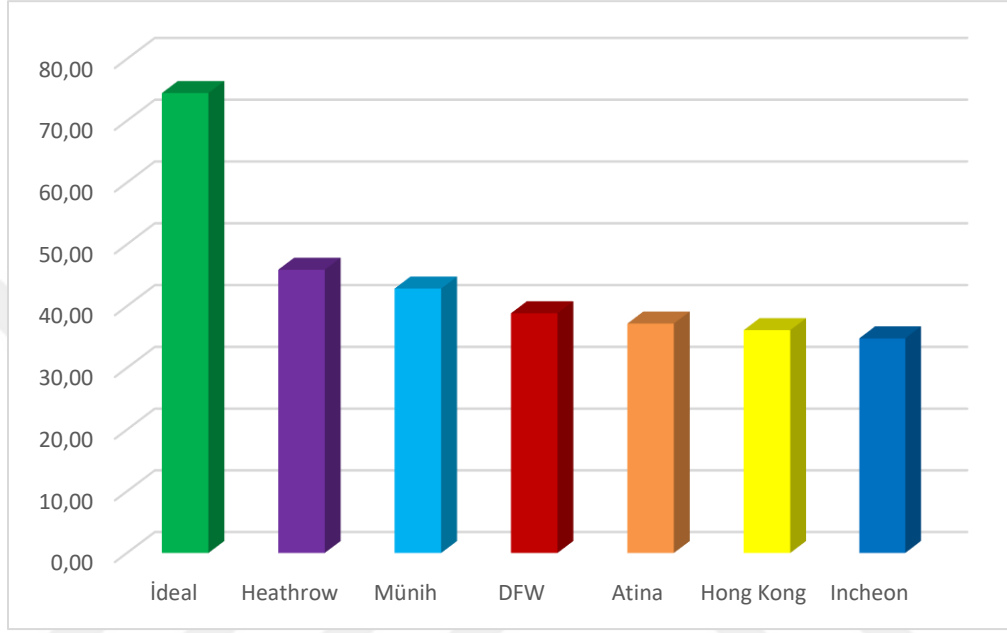
Şekil 4.12’de verilen Çevre endeksi sıralamasında ise havalimanlarının birbirine yakın performanslar gösterdiği görülmektedir. Çevre performanslarının birbirine yakınlığı durumuna 2021 yılında bakıldığında ise Incheon ve Hong Kong hariç diğer 4 havalimanının yine yakın çevre performansı gösterdiği görülmüştür. İlk sırada olan Heathrow’un çevre performansı son sırada olan Incheon’un çevre performansından sadece %24,2 daha fazladır.

Toplam sürdürülebilirlik sıralamasında en fazla etkiyi çevre ve ekonomik endekslerin sağladığı değerlendirildiğinde Heathrow havalimanının çevre endeksinde yüksek puan alarak ilk sırada olmasının toplam sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sıraya yükselmesini sağladığı değerlendirilmektedir.

Ayrıca Hong Kong haricinde ilk sırada olan Heathrow dahil tüm havalimanlarının çevre performanslarında gerileme yaşadıkları görülmektedir.

Havalimanlarının 2021 ve 2022 yılları arasındaki performanslarında hangi alanlarda iyileşme veya azalma gösterdikleri müteakip bölümde incelenecektir.

Görüldüğü üzere bu çalışma kapsamında geliştirilen sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi tüm detaylarıyla birlikte hem aynı yıl içinde benzer havalimanlarıyla karşılaştırma imkânı vermekte hem de önceki yıllara göre havalimanı performansının artma veya azalma gösterdiği alanları görmeyi sağlamaktadır.



Şekil 4.12. 2022 Yılı Çevresel Sürdürülebilirlik Performans Sıralaması

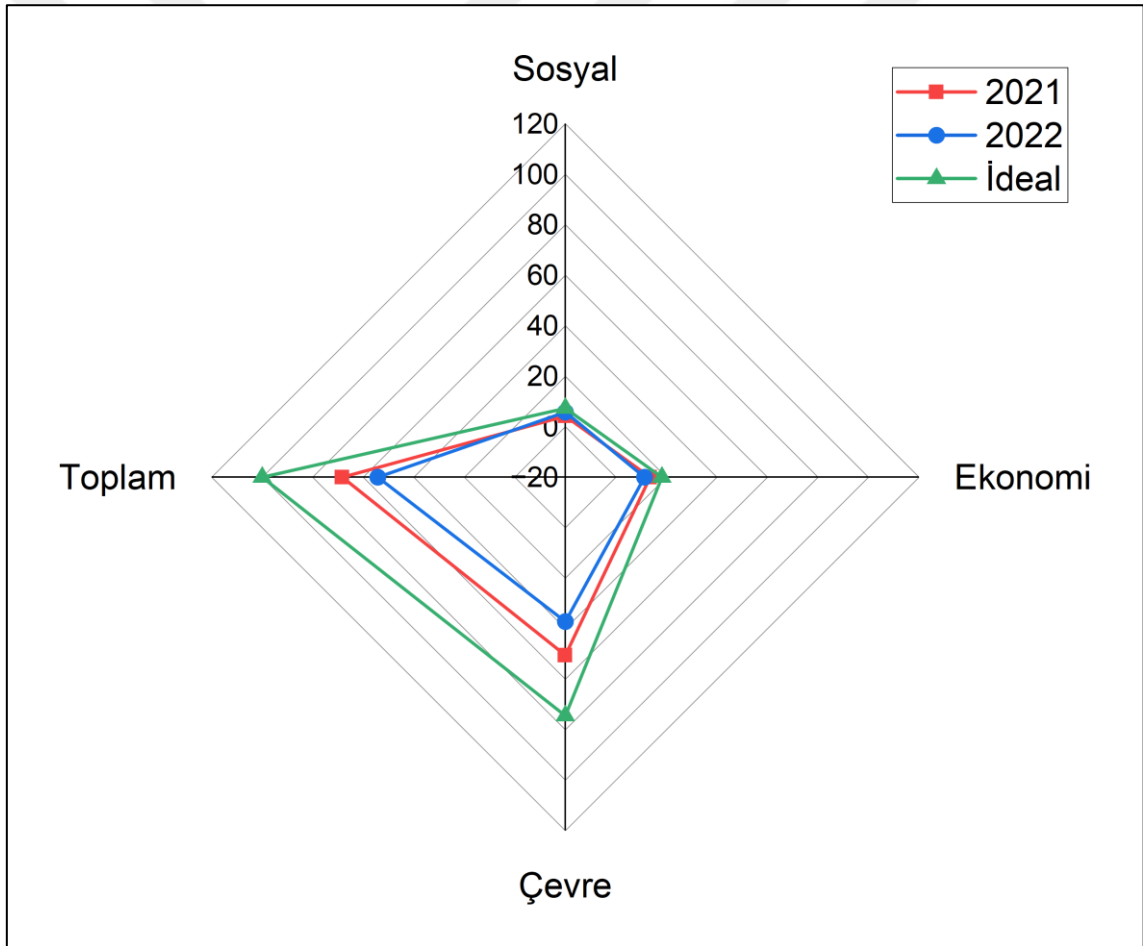
4.10.3. Örnek Havalimanlarının 2021 ve 2022 yılı sürdürülebilirlik durumlarının Analizi ve Bulgular

İşletmelerin performanslarını belirli periyotlarla ölçmeleri ve bunları raporlamaları işletmenin ve paydaşlarının, işletmenin mevcut durumunu görmesini, düşük performans görülen alanlarda gerekli iyileştirmelerin yapılması ve işletme geleceğinin planlanması imkânı verir. Benzer şekilde giderek daha da yaygınlaşmakta olan sürdürülebilirlik konusu için de bu durum geçerlidir. Bundandır ki çoğu havacılık işletmesi yıllık olarak sürdürülebilirlik raporları yayımlamaktadır. Bu bölümde durum çalışması kapsamında incelenen 6 adet örnek havalimanının 2021 ve 2022 yılları içerisindeki sürdürülebilirlik performansları karşılaştırmalı olarak incelenecektir. Bu kapsamda her bir havalimanı için 2021 ve 2022’de aldığı ve idealde alabileceği sosyal, ekonomi, çevre ve toplam sürdürülebilirlik puanlarını bir arada ve karşılaştırmalı olarak gösteren ağ grafikleri kullanılmıştır. İdeal durum havalimanının her bir endeksten alabileceği azami puanları gösterir ve endekslerin ağırlık yüzdelelerini ifade eder. İdeal durum, çevre endeksi için

74,48, ekonomi endeksi için 18,19 ve sosyal endeks için 7,33 puandır. İdeal durum çizgilerine yaklaşılması sürdürülebilirlik performansındaki artışı, uzaklaşılması ise azalmayı gösterir.

4.10.3.1. Atina Havalimanı

Tablo 4.17 ve 4.30’da yer alan sürdürülebilirlik performans verilerine göre Atina havalimanı için hazırlanan Şekil 4.13 karşılaştırmalı grafiğine bakıldığında, havalimanının 2022 yılında sosyal endekste gelişme gösterdiği buna karşın ekonomi, çevre ve toplam endekste gerileme yaşadığı görülmektedir.



Şekil 4.13. Atina Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Çevre endeksindeki gerileme durumu pandemi etkisinin azalması ve operasyonların artmasıyla çevresel etkilerin artacağı şeklinde yorumlana bilse ekonomi endeksinde artış yerine azalma olması dikkat çekicidir. Atina havalimanı sosyal endekste gösterdiği %27

artışla 4,2 olan puanını 5,75'e yükseltmiştir. Ancak, ağırlığı düşük olan sosyal endekste %27 artış sağlamakla birlikte, ağırlığı çok yüksek olan çevre endeksinde puanını %26,3 azalmayla 50,5 ten 37,2'ye düşürmesi toplam puanının %20,5 azalmasına ve 68,2'den 54,2'ye düşmesine neden olmuştur. Atina havalimanı çevre puanının ve onun etkisiyle de toplam puanının azalmasıyla 2021'de 1. sıradayken 2022'de 2. sıraya gerilemiştir. Ayrıca Şekil 4.13'den Atina'nın 2022 çizgilerinin ideal çizgilerden uzaklaşarak daraldığı görülmekte olup bu durum sürdürülebilirlik performansının artırılması için odaklanılması gereken alanların bulunduğu mesajını verecektir.

2021 ve 2022 yıllarına ait Tablo 4.17 ve 4.30 ağırlıklı karar matrisleri kullanılarak Atina havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler Tablo 4.40'da gösterilmiştir.

Tablo 4.40. Atina Havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Büyüme	Yolcu Artış Yüzdesi	E2.1
	Gelir Artış Yüzdesi	E2.2
	Uçuş sayısı artışı yüzdesi	E2.3
Dolaylı Ekonomik Katkıları	İstihdam Artışı Yüzdesi (tüm havalimanı)	E3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4
Atık Yönetimi	Atık azaltma oranı (%)	Ç1.2
Su Kullanımı	Yolcu başına tüketilen su (m ³ / yolcu sayısı)	Ç2.2
Gürültü Yönetimi	Ortalama gürültü seviyesi (Lden) (Db)	Ç3.1
Enerji Yönetimi	Enerji tüketiminde azalma oranı (%)	Ç4.2
	Üretilen yenilenebilir enerji miktarı (KWh / yolcu sayısı)	Ç4.3
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Emisyon azaltım oranı (%)	Ç5.2
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)	Ç5.3
Sertifikasyon ve Sistemik Çalışmalar	ACI akreditasyonu durumu (ACA seviye durumu)	Ç6.1
Müşteri Memnuniyeti	Skytrax sıralaması	S1.1
	Zamanındalık (Airhelp puanı)	S1.2
	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3

Tablo 4.40. (Devam) Atina Havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışanı tutabilme durumu (%)	S1.4
	Çalışan başına eğitim saati	S1.5
	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
	Çalışan maaş ve diğer harcamaları / faaliyet giderleri (%)	S2.2
Kazalar ve Emniyet	ICAO en güvenli havalimanı puanı	S3.1

Ayrıca, yüksek performans gösteren havalimanları ve endüstri örnek uygulamaları dikkate alınarak havalimanlarının sürdürülebilirlik puanını artıracak öneriler geliştirmek mümkündür. Bu kapsamda havalimanlarının performansını geliştirebileceği göstergeler ve bu göstergeler için sürdürülebilirlik önerileri Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43’de sunulmuştur. Atina havalimanı geride olduğu alanlarda sürdürülebilirlik performans eksikliklerinin bu tablolarda yer alan önerilerden ilgili olanları kullanarak giderebilecektir.

Tablo 4.41. Ekonomi endeksi sürdürülebilirlik önerileri

Gösterge	Sürdürülebilirlik Önerileri
Doğrudan Ekonomik Katkılar	Yolcu, uçuş ve destinasyon sayılarında artış sağlamalı ve gelirler artırılmalıdır. Bu amaçla; pazarlama ve tanıtım faaliyetlerini artırabilir, dijital pazarlama kanalları kullanarak potansiyel turistlere ulaşabilir, seyahat acenteleri ve tur operatörleriyle birlikte çalışabilir.
Büyüme	Daha fazla uçuş bağlantısı sunmak üzere havayolları ile iş birliği yapabilir. Düşük maliyetli havayollarını havalimanına çekmeye çalışabilir.
Dolaylı ekonomik katkılar	Havalimanı ücret ve vergileri rekabetçi bir seviyede tutabilir. Havayollarına iniş ve kalkış ücretlerinde indirimler sağlanabilir. Havalimanı hizmetlerini geliştirmek üzere; daha fazla havayolu şirketine hizmet verme imkânı ve terminal kapasitesinin artırımı sağlanabilir. Havalimanında yolculara sağlanan imkân ve hizmetler iyileştirilebilir ve daha fazla alışveriş ve yeme-içme seçeneği sunulabilir.
İstihdam	Yolcu hizmetlerinde daha iyi ve hızlı seyahat deneyimi sunmak için yeni teknolojiler kullanılabilir. Yeni iş alanları yaratmak için yatırım yapılabilir. Yeni iş yerleri, mağaza, restoran vb açılması sağlanabilir. Lojistik ve kargo taşımacılığı alanlarında gelişme sağlanarak yeni iş imkanları yaratılabilir.

Tablo 4.42. Çevre endeksi sürdürülebilirlik önerileri

Gösterge	Sürdürülebilirlik Önerileri
Atık yönetimi	Etkin bir atık yönetim planı oluşturulmalıdır. Uygun yerlere geri dönüşüm kutuları kullanılmalı ve sayıları artırılmalıdır. Geri dönüşüm programları hakkında yolcu ve personele bilgi verilmelidir. Kompostlama için sistemler oluşturulmalıdır. Tek kullanımlık plastik ve diğer ürünlerin kullanımı azaltılmalıdır. Yolcu ve personelin atık azaltma ve geri dönüşüm çabalarına katkısını sağlamak üzere bilgilendirme kampanyaları ve eğitim programları düzenlenmelidir. Atık miktarını azaltmak için yeni teknolojiler kullanılmalıdır. Bu kapsamda; atık toplama ve geri dönüşüm işlemlerini otomatikleştiren sensörler ve veri analizi sistemleri kullanılabilir. Tedarikçiler, geri dönüşüm şirketleri, çevresel kuruluşlar ve kamu kurumları ile birlikte çalışılmalıdır.
Su kullanımı	Havalimanındaki binalarda su tasarruflu armatürler ve duş başlıkları kullanılabilir. Havalimanındaki peyzaj alanlarında sulama için susuzluğa dayanıklı bitkiler kullanılabilir. Gri su ve yağmur suyu toplama sistemleri kurulabilir ve bu suyun yeniden kullanılması sağlanabilir. Atık su arıtma tesisleri modernize edilebilir ve iyileştirilebilir. Havalimanında su kullanımı ve yönetimi ile su kaynaklarını kirlilikten korumak için prosedürler geliştirilebilir. Su tasarrufu ve sürdürülebilir su kullanımı konusunda personel eğitimi ve bilinçlendirme çalışmaları yapılabilir. Su kalitesini izlemek ve analiz etmek için sistemler kurulabilir. Suyun daha verimli kullanılmasını sağlamak için otomasyon sistemleri kurulabilir. Akıllı su sayaçları ve sensörler kullanılabilir. Su sızıntılarını ve kaçakları tespit etmek için drone'lar ve diğer teknolojiler kullanılabilir. Yerel su idareleri ve diğer kuruluşlarla iş birliği yapılabilir. Sürdürülebilir su kullanımı konusunda bilgi ve deneyim paylaşılabilir. Su kaynaklarının korunmasına ve sürdürülebilir kullanılmasına yönelik ortak projeler yürütülebilir.
Gürültü yönetimi	Daha sessiz uçak teknolojisi kullanan havayollarına teşvikler sunulabilir. Uçakları yerleşim yerlerinden uzaklaştıracak şekilde uçuş rotaları optimize edilebilir. Gece uçuşlarına sınırlamalar uygulanabilir. Havalimanı, terminal binaları ve diğer tesislerinin ses izolasyonu sağlanabilir ve gürültü engelleri kurabilir. Elektrikli yer araçlarının kullanımı teşvik edilebilir. Gürültü üreten ekipmanlar daha sessiz modellerle değiştirilebilir.

Tablo 4.42. (Devam) Çevre endeksi sürdürülebilirlik önerileri

Enerji yönetimi	Sürdürülebilir enerji alanında uzman kuruluşlarla iş birliği yapılabilir. Güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları kullanımı ile havalimanı enerji ihtiyacının bir kısmını karşılanabilir. Enerji tüketimini izlemek ve kontrol etmek için bir enerji yönetim sistemi kurulabilir. Elektrikli araç şarj istasyonları kurulabilir ve elektrikli araç kullanımını teşvik edebilir. Binalarda enerji tasarrufu sağlayan aydınlatma ve ısıtma/soğutma sistemleri kullanılabilir. Kullanılan ekipmanların enerji verimliliği yüksek modeller olması tercih edilebilir. Personele, enerji tasarrufunun önemi konusunda eğitim verilebilir ve bilgilendirmeler yapılabilir.
Emisyonlar ve hava kirliliği	Daha az emisyonu sahip uçaklar ve yer araçları kullanılabilir. Elektrikli araç kullanımı teşvik edilebilir. Uçuş rotaları optimize edilebilir ve modern hava trafik kontrol sistemleri kullanılabilir. Hava kirliliği izleme sistemi kurulabilir. Yerel halka hava kirliliği ile ilgili bilgi verilebilir ve şikâyet ileme mekanizmaları oluşturulabilir. Emisyon tahmini ve modelleme sistemleri kullanılabilir. Hava kirliliğini azaltmak için aktif emisyon kontrol sistemleri gibi yeni teknolojiler kullanılabilir. Güneş panelleri ve rüzgâr türbinleri gibi yenilenebilir enerji kaynakları ile havalimanının enerji ihtiyacının bir kısmını karşılanabilir.
Sertifikasyon ve sistematik çabalar	Havalimanı ACA seviyesini artırmak için çalışılabilir. ISO 14001 sertifikasyonu alınabilir. ISO 50001 sertifikasyonu alınabilir.
Biyçeşitlilik	Zararlı ve istilacı türlerin yayılmasını önlemek için kontrol ve tarama programları uygulanabilir. Atık ve kirliliği en aza indirmek için sürdürülebilir uygulamalar ve teknolojiler kullanılabilir. Havalimanı arazisindeki biyçeşitliliği izlemek ve araştırmak için programlar uygulanabilir. Havaalanı çalışanları, yerel halk ve sivil toplum kuruluşları ile biyçeşitlilik konusunda iş birliği yapılabilir. Biyçeşitlilik bilincinin artırılması için eğitim ve farkındalık programları düzenlenebilir.

Tablo 4.43. Sosyal endeks sürdürülebilirlik önerileri

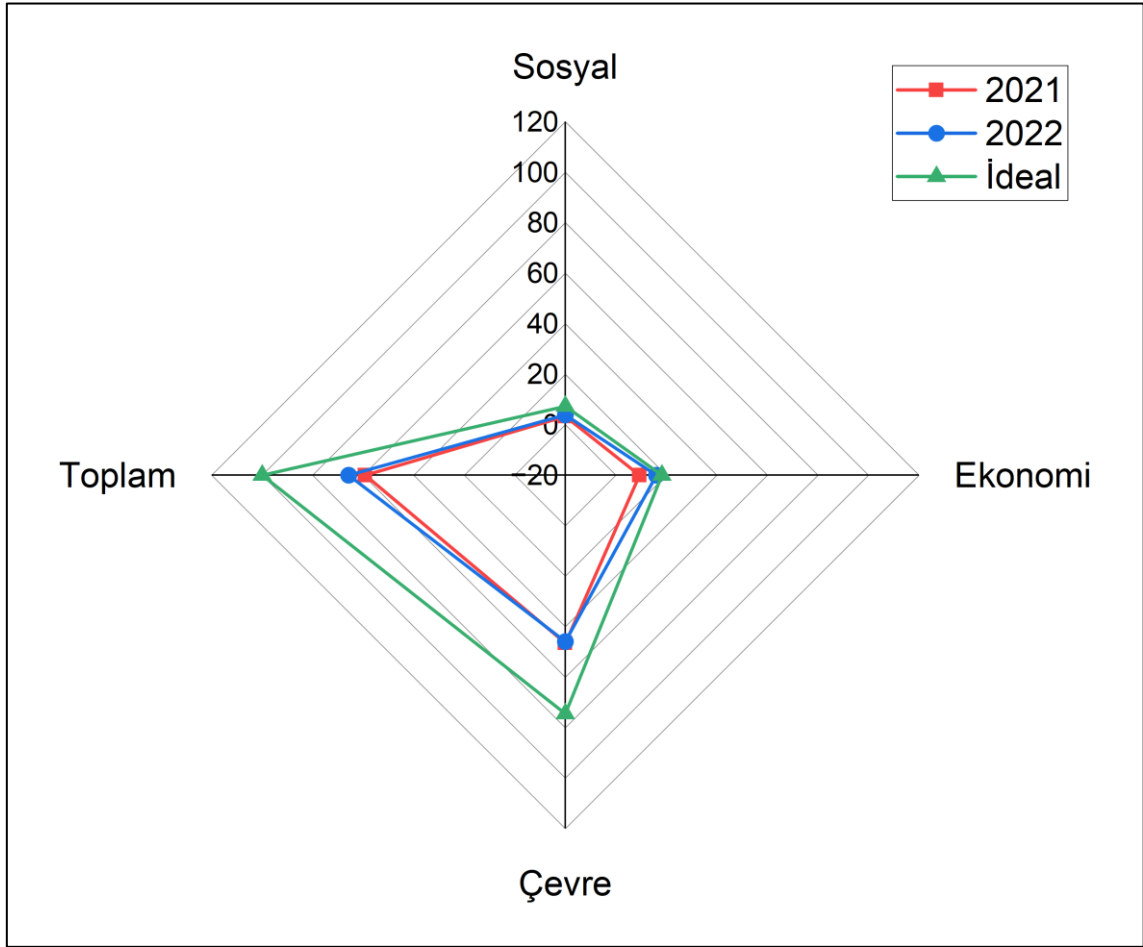
Gösterge	Sürdürülebilirlik Önerileri
Müşteri memnuniyeti	Havalimanında daha hızlı ve daha verimli bir check-in ve güvenlik süreci oluşturulabilir. Yolculara uçuşları hakkında bilgi vermek için mobil uygulamalar ve kiosklar gibi teknolojiler kullanılabilir. Uçuş iptalleri ve gecikmelerle ilgili yolculara daha fazla bilgi ve destek sunulabilir. Yolculara hizmet vermek üzere daha fazla personel görevlendirilebilir. Havalimanında yolcuların kolay yol bulmalarını sağlayan dijital navigasyon sistemleri kullanılabilir. Havalimanında daha temiz ve daha konforlu bir ortam yaratılabilir. Alışveriş ve yeme-içme imkanları artırılabilir. Yolculara farklı fiyat ve konfor seviyelerinde hizmet ve konaklama seçenekleri sunulabilir. Yolculara ücretsiz Wi-Fi erişimi sağlanabilir.
Çalışan refahı ve memnuniyeti	Çalışanlara adil ve eşit maaş ve yan haklar sunulabilir. Ücretsiz veya indirimli sağlık hizmeti, spor salonu ve fitness programları gibi sağlık ve refah programları sunulabilir. Güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamı oluşturulabilir. Çalışanlara becerilerini geliştirmeleri için eğitim ve kurslar sunulabilir. Kariyer geliştirme programları sunulabilir, yetenek ve becerilerini kullanabilecekleri pozisyonlarda çalışmaları için teşvik edilebilir. Çalışanların fikirleri ve geri bildirimleri dinlenebilir , dikkate alınabilir, başarılarını takdir edilerek ve ödüllendirilebilir. Çalışanların birbirleriyle tanışmaları ve etkileşim kurmaları için sosyal etkinlikler düzenlenebilir. Takım ruhu ve dayanışma teşvik edilebilir.
Kazalar ve emniyet	Pistler, taksi yolları ve hava trafik kontrol sistemleri gibi havalimanı altyapısı modernize edilebilir. Acil durum prosedürlerin ve ekipmanlarını geliştirilebilir. Pilotlar, hava trafik kontrolörleri ve diğer havalimanı personelinin eğitimleri ve sertifikaları geliştirilebilir. Düzenli tatbikat ve eğitim programları düzenlenebilir. Personel yorgunluğu ve dikkat dağınıklığı gibi riskleri yönetmek için prosedürler geliştirilebilir. Havalimanında güçlü bir güvenlik kültürü oluşturulabilir. Personelin güvenlik endişelerini dile getirmesi için teşvik edici bir ortam oluşturulabilir. Havalimanında gelişmiş güvenlik ve gözetim sistemleri kurulabilir. Uçak ve havalimanı operasyonlarını izlemek ve analiz etmek için veri ve yapay zeka kullanılabilir. Kaza ve riskleri önceden tahmin etmek ve önlemek için modeller geliştirilebilir. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO) ve diğer havacılık otoriteleri tarafından belirlenen tüm emniyet ve güvenlik standartlarına uyulması sağlanabilir. Düzenli denetimler ve değerlendirmeler yoluyla standartlara uyumluluk takip edilebilir.

Tablo 4.43. (Devam) Sosyal endeks sürdürülebilirlik önerileri

İnsan Hakları ve İstismar	Havalimanı personeli ve işletmeleri için insan hakları ve istismar konusunda eğitim programları düzenlenebilir. Yolculara insan hakları ihlallerini ve istismarı nasıl tanıyabilecekleri ve bildirebilecekleri konusunda bilgi verilebilir. İnsan haklarına saygı ve istismarı önlemeyi taahhüt eden bir politika oluşturulabilir. İhlal ve istismar durumlarının açığa çıkarılması ve ilgili yerlere iletilmesini kolaylaştırmak ve araştırmak için şeffaf ve adil bir mekanizma oluşturulabilir. Yolcuların ve çalışanların haklarını korumak için güvenlik ve gözetim prosedürleri gözden geçirilebilir. Sivil toplum kuruluşları, insan hakları savunucuları ve diğer paydaşlarla iş birliği yapılabilir. Havalimanlarında insan hakları durumunu izlemek ve değerlendirmek için sistemler kurulabilir.
Paydaş ilişkileri	Paydaşlarla açık ve şeffaf bir şekilde iletişim kurulabilir, havalimanı operasyonları ve planları hakkında düzenli bilgi verilebilir ve geri bildirimler dinlenebilir ve dikkate alınabilir. Paydaşlar havalimanı karar alma süreçlerine dahil edilebilir, ortak sorunları çözmek için iş birliği yapılabilir ve havalimanı geliştirme ve planlamada aktif rol verilebilir. Paydaşların endişelerini dikkate alan sürdürülebilirlik politikaları uygulanabilir ve yerel ekonomi ve kalkınmaya katkıda bulunulabilir. Uyuşmazlıkları adil ve hızlı bir şekilde çözmek için mekanizmalar oluşturulabilir. Paydaşlarla açık ve yapıcı bir diyalog sürdürülebilir ve uzlaşmacı çözümler üzerinde beraber çalışılabilir.
Kurumsal yönetim ve iş etiği	Sorumlulukları net bir şekilde tanımlanmış güçlü ve bağımsız bir yönetim kurulu oluşturulabilir. Etkin bir iç kontrol ve risk yönetimi sistemi kurulabilir ve şeffaf ve hesap verebilir bir raporlama sistemi oluşturulabilir. Tüm çalışanlar için etik davranış kuralları ve ilkeleri oluşturulabilir. Etik bilincin artırılması için eğitim ve farkındalık programları düzenlenebilir. Etik ihlalleri bildirmek için güvenli ve şeffaf bir mekanizma oluşturulabilir. Yolsuzluğu önlemek için politikalar ve prosedürler oluşturulabilir. Etik davranışı teşvik eden bir ödül ve disiplin sistemi oluşturulabilir. Yolsuzluk vakalarını araştırmak ve disiplin işlemleri başlatmak için mekanizmalar oluşturulabilir. Sürdürülebilirlik ilkeleri havalimanı operasyonlarının her alanına entegre edilebilir.
Sosyal sorumluluk projeleri	KSS faaliyetleri net bir stratejiye ve hedeflere dayandırılabilir. KSS projelerinin etkisi ölçülebilir ve izlemek için sistemler kurulabilir. Şeffaf ve hesap verebilir bir şekilde raporlama yapılabilir. Yerel topluluk, sivil toplum kuruluşları ve diğer paydaşlar KSS projelerine dahil edilebilir. Enerji tasarrufu, atık yönetimi, kirlilik kontrolü, yerel işletmeleri destekleme ve iş imkanları yaratma, sağlık, kültür ve sanat gibi çok farklı alanlarda projeler yürütülebilir. Farkındalık yaratmak için kampanyalar ve etkinlikler düzenlenebilir. İyi örnekler paylaşılabilir ve diğer havalimanlarına örnek olunabilir.

4.10.3.2. Heathrow Havalimanı

Heathrow havalimanının 2021 ve 2022 yıllarını içeren Şekil 4.14'deki ağ grafiği incelendiğinde çevre endeksinde %1,4 ile çok az bir düşüş, sosyal endekste %14,6'lık bir artış, ekonomi endeksinde %41,8 artış ve toplamda %10,05 artış gerçekleşmiştir. Bu değişimler dikkate alındığında Heathrow'un sürdürülebilirlik performansındaki artışın ekonomi endeksindeki iyileşmeden kaynaklandığı söylenebilir. Bu şekildeki performans artışıyla birlikte Heathrow havalimanı 2021 yılında 4. sıradayken 2022 yılında 1.ciliğe yükselmiştir.



Şekil 4.14. Heathrow Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Şekil 4.14'den Heathrow havalimanının ideal durumdan çok fazla olmasa da uzak olduğu görülmekte olup bu mesafenin azalması için çalışmalar yapılması gerekecektir. Tablo 4.17 ve 4.30 ağırlıklı karar matrislerinden yararlanarak Heathrow havalimanının sürdürülebilirliğin hangi alanlarında düşük performans gösterdiği belirlenerek Tablo 4.44'de sunulmuştur. Bu kapsamda, Heathrow havalimanı, Atina havalimanında olduğu

gibi, düşük puan aldığı sürdürülebilirlik göstergelerindeki puanlarını yükseltebilmek için Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43’de verilen önerilerden yararlanabilecek ve bu doğrultudaki planlama ve uygulamalarla sürdürülebilirlik performansını artırabilecektir.

Tablo 4.44. Heathrow havalimanının düşük performans gösterdiği metrik ve göstergeler

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Büyüme	Yolcu Artış Yüzdesi	E2.1
Atık Yönetimi	Geri dönüşüm oranı (%)	Ç1.1
	Atık azaltma oranı (%)	Ç1.2
Su Kullanımı	Su tekrar kullanım oranı (%)	Ç2.1
	Yolcu başına tüketilen su (m3 / yolcu sayısı)	Ç2.2
	Yolcu başına tüketilen su miktarında azalma oranı (%)	Ç2.3
Enerji Yönetimi	Üretilen yenilenebilir enerji miktarı (KWh / yolcu sayısı)	Ç4.3
Müşteri Memnuniyeti	Zamanındalık (Airhelp puanı)	S1.2
	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışan maaş ve diğer harcamaları / faaliyet giderleri (%)	S2.2
Kazalar ve Emniyet	ICAO en güvenli havalimanı puanı	S3.1
Paydaş İlişkileri	Yerel halkla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri	S5
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Toplum yatırımları / faaliyet giderleri (%)	S7

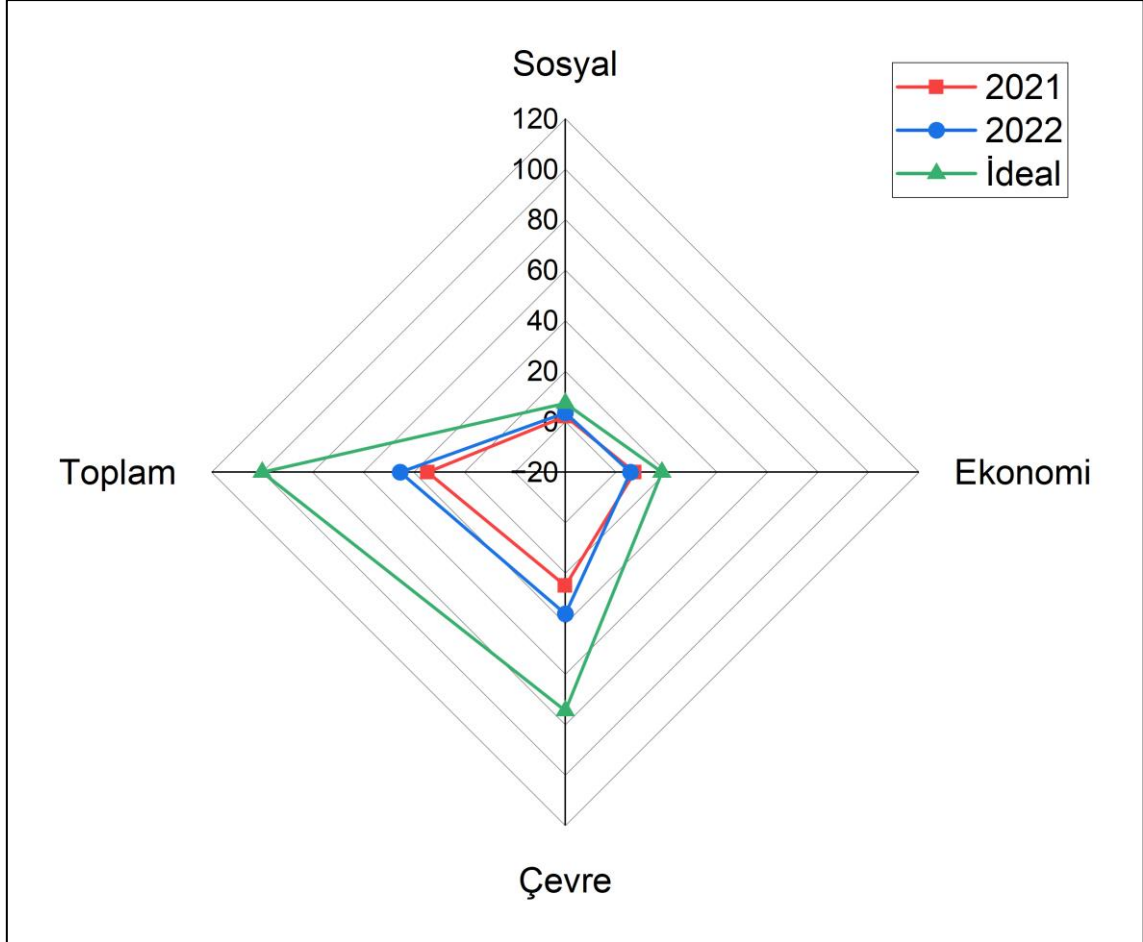
4.10.3.3. Hong Kong Havalimanı

Hong Kong havalimanına ait 2021 ve 2022 yıllarını içeren ağ grafiği Şekil 4.15’de yer almaktadır. Bu tabloya ilk bakışta çevre endeksi ve toplam endekste artış kendini göstermektedir. Bu kapsamda Hong Kong’un çevre endeksi puanı %30,7 artışla 25’ten 36,1’e, toplam endeks puanı ise %24’lük artışla 34,5’ten 45,4’e yükselmiştir. Hong Kong’un sosyal endeksinde %37,9 artış ve ekonomi endeksinde ise %21,7 azalma bulunmaktadır.

Hong Kong havalimanı toplam endekste sağladığı %24’lük artış oranı ile 6 havalimanı içerisinde en yüksek artış performansını elde etmiştir. Ancak Hong Kong’un 2021 puanlarının çok düşük olması ve son sırada olması nedeniyle bu artışla sadece bir sıra yukarı çıkarak 5’inciliğe yükselbilmiştir.

Şekil 4.15’den de görüleceği üzere Hong Kong havalimanı sürdürülebilirlik performansını artırmış olsa bile ideal çizgilerinden oldukça uzakta bulunmaktadır. Bu durumda hemen hemen tüm sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinde iyileşmeler yapmaya ihtiyaç duyulacaktır. Bu kapsamda Hong Kong havalimanının gelişme sağlaması

gereken gösterge ve metriklere Tablo 4.45’te yer verilmiştir. Hong Kong havalimanı bu alanlarda Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43’de ver alan önerilerden faydalanarak sürdürülebilirlik performansını artırmabilecektir.



Şekil 4.15. Hong Kong Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Tablo 4.45. Hong Kong havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Doğrudan Ekonomik Katkıları	Faaliyet Kar Marjı = (Faaliyet Karı / Toplam Gelirler) x 100	E1.2
Büyüme	Gelir Artış Yüzdesi	E2.2
	Uçuş sayısı artışı yüzdesi	E2.3
Dolaylı Ekonomik Katkıları	İstihdam Artışı Yüzdesi (tüm havalimanı)	E3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4
Atık Yönetimi	Geri dönüşüm oranı (%)	Ç1.1

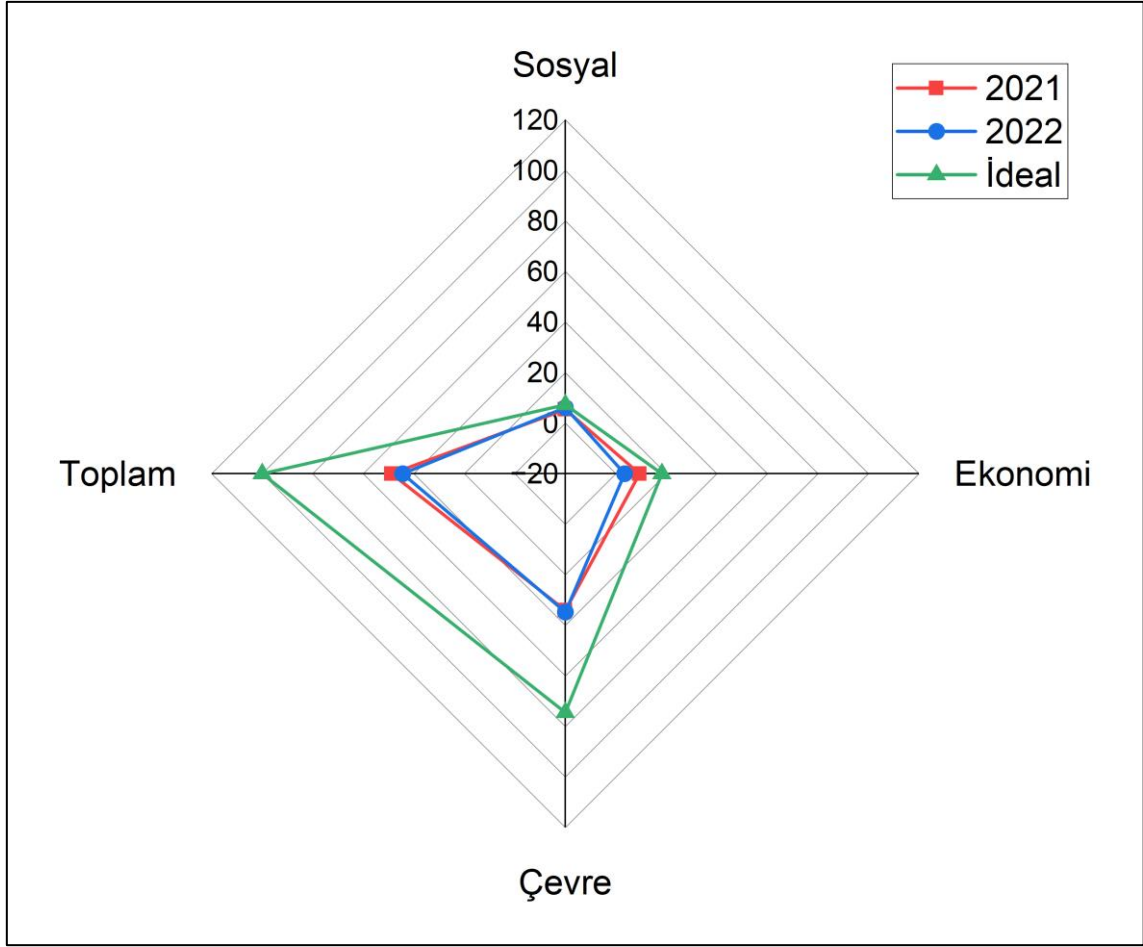
Tablo 4.45. (Devam) *Hong Kong havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler*

Su Kullanımı	Su tekrar kullanım oranı (%)	Ç2.1
	Yolcu başına tüketilen su (m3 / yolcu sayısı)	Ç2.2
	Yolcu başına tüketilen su miktarında azalma oranı (%)	Ç2.3
Enerji Yönetimi	Üretilen yenilenebilir enerji miktarı (KWh / yolcu sayısı)	Ç4.3
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Scope 1 ve 2 karbon yoğunluğu (kg CO2e / yolcu sayısı)	Ç5.1
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)	Ç5.3
Sertifikasyon ve SistematiK Çalışmalar	ACI akreditasyonu durumu (ACA seviye durumu)	Ç6.1
Müşteri Memnuniyeti	Skytrax sıralaması	S1.1
	Zamanındalık (Airhelp puanı)	S1.2
	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışan başına eğitim saati	S1.5
	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
Kazalar ve Emniyet	Yaralanmaların sayısı	S3.3
İnsan Hakları ve İstismar	Cinsiyet eşitliği (%)	S4.1
Paydaş İlişkileri	Yerel halkla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri	S5
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	Davranış kuralları, yolsuzluk ve rüşvetle mücadele, şeffaflık çabaları (çalışan başına eğitim saati)	S6.1
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Toplum yatırımları / faaliyet giderleri (%)	S7

4.10.3.4. Incheon Havalimanı

Incheon havalimanı için 2021 ve 2022 yıllarını içeren ağ grafiği Şekil 4.16'da sunulmuştur. Grafiğe bakıldığında Incheon havalimanının ekonomi endeksinde büyük bir düşüş olduğu bunun da toplam endekste az miktarda düşmeye neden olduğu görülmektedir. Incheon'un ekonomi endeksinde %63,7 azalma yaşanırken, sosyal endeksinde %12,4'lük ve çevre endeksinde %2 şeklinde sınırlı artışlar görülmektedir. Bu değişimler sonucunda Incheon havalimanının toplam sürdürülebilirlik puanı %9,02 azalma göstermiştir. Bu değişimle birlikte Incheon havalimanı 2021'deki 5. sıradan Hong Kong'un gerisine ve son sıraya gerilemiştir.

Incheon havalimanının 44,4 olan toplam sürdürülebilirlik puanı ideal olan 100 puandan oldukça uzakta bulunmaktadır. Incheon havalimanının sürdürülebilirlik performansını artırması gereken gösterge ve metrikler Tablo 4.46'da sunulmuştur. Incheon havalimanını bu alanlarda sürdürülebilirlik puanlarını artırmak için Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43'de verilen önerilerden yararlanabilecektir.



Şekil 4.16. Incheon Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Tablo 4.46. Incheon havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

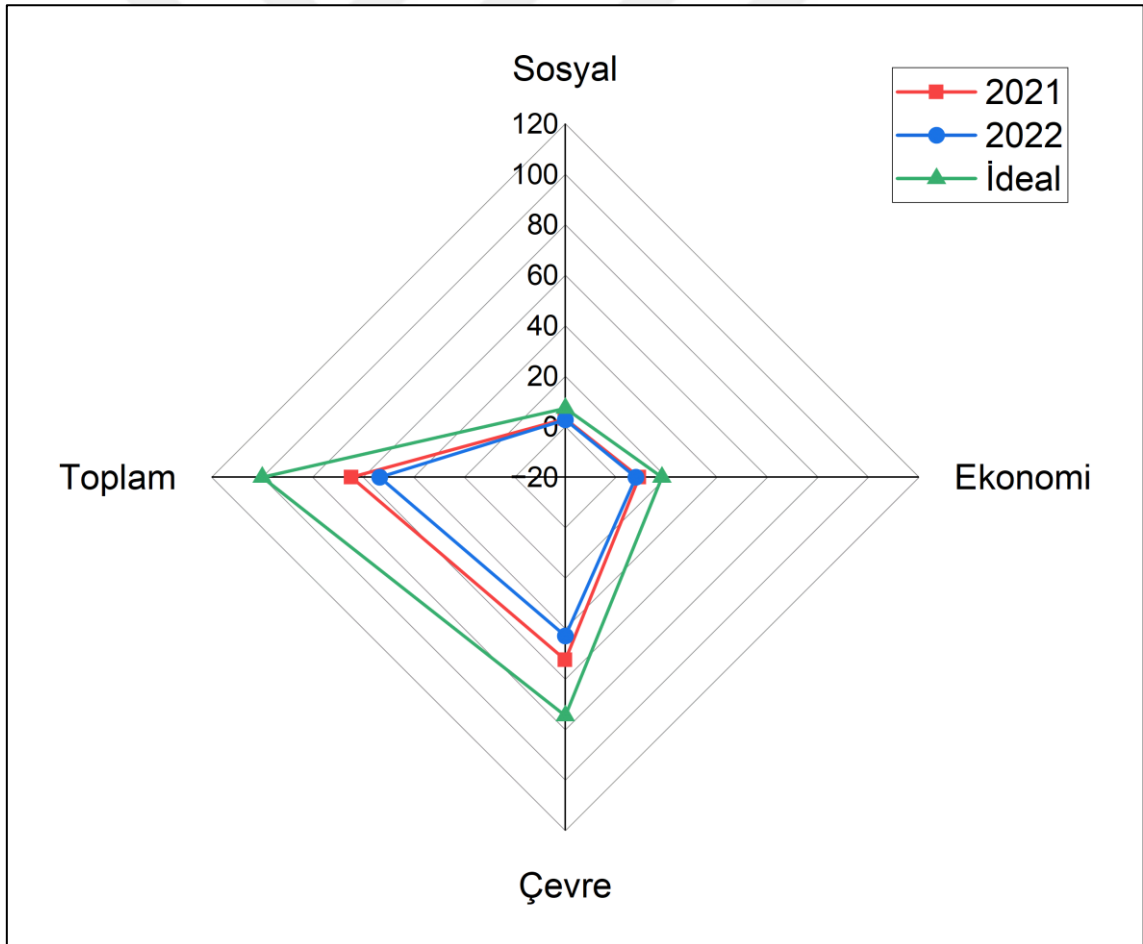
Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Doğrudan Ekonomik Katkıları	FAVÖK/Yolcu Sayısı = (Faaliyet Gelirleri – Faaliyet Giderleri + Amortisman) / Yolcu Sayısı	E1.1
	Faaliyet Kar Marjı = (Faaliyet Karı / Toplam Gelirler) x 100	E1.2
Büyüme	Uçuş sayısı artışı yüzdesi	E2.3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4
Atık Yönetimi	Yolcu Başına atık miktarı (Kg / yolcu sayısı)	Ç1.3
Su Kullanımı	Yolcu başına tüketilen su miktarında azalma oranı (%)	Ç2.3
Gürültü Yönetimi	Ortalama gürültü seviyesi (Lden) (Db)	Ç3.1
	İletilen şikâyet sayısı	Ç3.2
Enerji Yönetimi	Enerji verimliliği (Yolcu başına elektrik tüketim miktarı) (KWh/yolcu sayısı)	Ç4.1
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Scope 1 ve 2 karbon yoğunluğu (kg CO2e / yolcu sayısı)	Ç5.1
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)	Ç5.3

Tablo 4.46. (Devam) Incheon havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

Sertifikasyon ve Sistematiik Çalışmalar	ACI akreditasyonu durumu (ACA seviye durumu)	Ç6.1
Müşteri Memnuniyeti	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
	Çalışan maaş ve diğer harcamaları / faaliyet giderleri (%)	S2.2
İnsan Hakları ve İstismar	Cinsiyet eşitliği (%)	S4.1

4.10.3.5. Münih Havalimanı

Münih havalimanının Şekil 4.17'ye göre tüm endekslerinde düşüş görülmektedir. Havalimanı 2022 yılında 2021'e göre; sosyal endekste %18,2, ekonomi endekste %14,2, çevre endeksinde %18,2 ve toplam sürdürülebilirlik endeksinde %17,4 düşüş yaşamıştır. Ancak, Münih havalimanının 2021'de 64,7 olan toplam puanının 53,5'e düşmesine rağmen 3. olan sırasında bir değişiklik olmamıştır.



Şekil 4.17. Münih Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Münih havalimanının sürdürülebilirlik performansını artırması gereken gösterge ve

metrikler Tablo 4.47’de sunulmuştur. Münih havalimanı, bu alanlardaki sürdürülebilirlik performansını artırmak için Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43’de yer alan sürdürülebilirlik önerilerinden yararlanabilecektir.

Tablo 4.47. Münih havalimanının düşük performans gösterdiği gösterge ve metrikler

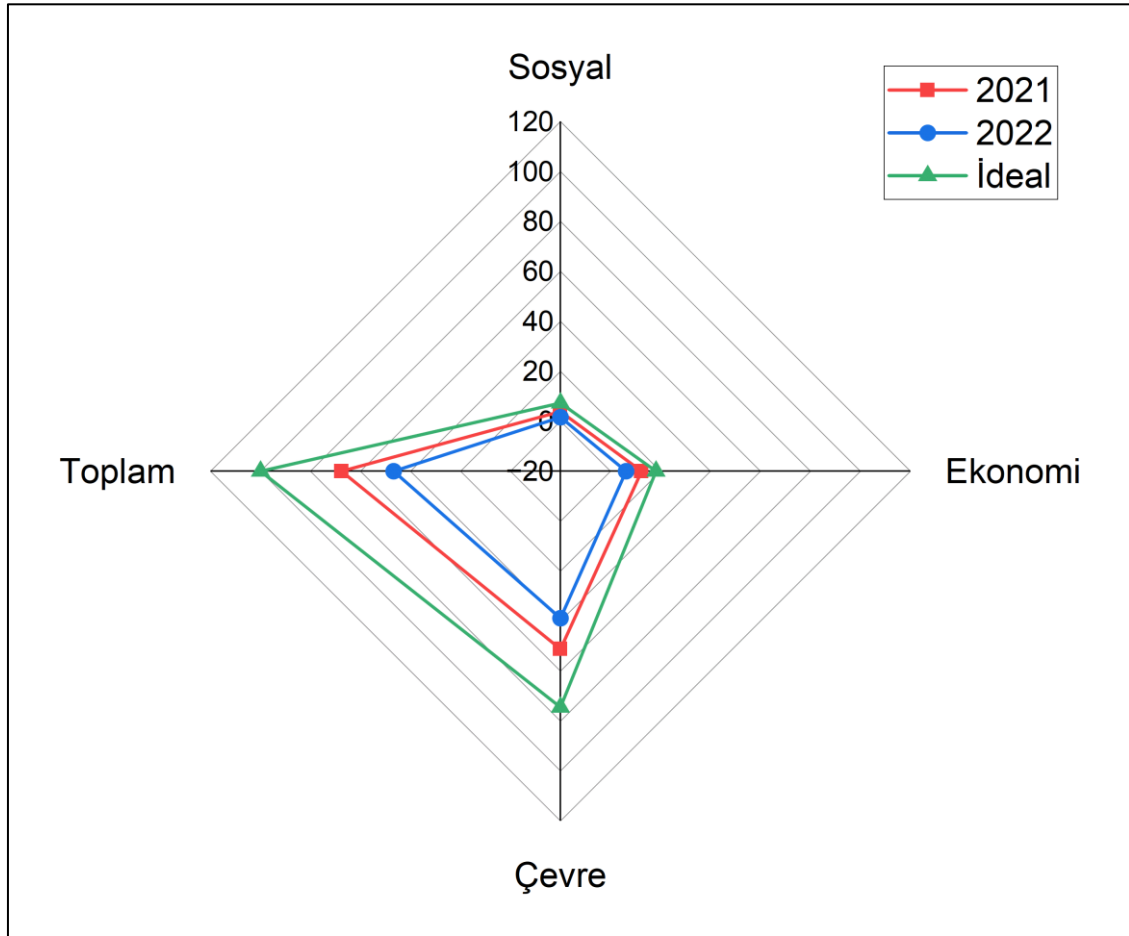
Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Doğrudan Ekonomik Katkıları	Faaliyet Kar Marjı = (Faaliyet Karı / Toplam Gelirler) x 100	E1.2
Büyüme	Yolcu Artış Yüzdesi	E2.1
Dolaylı Ekonomik Katkıları	İstihdam Artışı Yüzdesi (tüm havalimanı)	E3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4
Su Kullanımı	Yolcu başına tüketilen su (m3 / yolcu sayısı)	Ç2.2
Gürültü Yönetimi	Ortalama gürültü seviyesi (Lden) (Db)	Ç3.1
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Emisyon azaltım oranı (%)	Ç5.2
	Yenilenebilir enerji kullanım oranı (%)	Ç5.3
Sertifikasyon ve SistematiK Çalışmalar	ACI akreditasyonu durumu (ACA seviye durumu)	Ç6.1
	ISO 50001 sertifikası sahipliği	Ç6.3
Müşteri Memnuniyeti	Zamanındalık (Airhelp puanı)	S1.2
	Yolcu Deneyimi Endeksi puanı	S1.3
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışanı tutabilme durumu (%)	S1.4
	Çalışan başına eğitim saati	S1.5
	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
	Toplu sözleşmeye tabi çalışan yüzdesi	S2.1
Kazalar ve Emniyet	Yaralanmaların sayısı	S3.3
İnsan Hakları ve İstismar	Cinsiyet eşitliği (%)	S4.1
	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S4.2
Paydaş İlişkileri	Yerel halkla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri	S5
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	Davranış kuralları, yolsuzluk ve rüşvetle mücadele, şeffaflık çabaları (çalışan başına eğitim saati)	S6.1
	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S6.2
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Toplum yatırımları / faaliyet giderleri (%)	S7

4.10.3.6. Dallas Fort Worth Havalimanı

2021 ve 2022 yılları için DFW havalimanının Şekil 4.18’de yer alan sürdürülebilirlik endeksi verilerine göre; sosyal, ekonomi, çevre ve toplam sürdürülebilirlik endekslerinin tümünde düşüş olduğu görülmektedir.

Bu kapsamda; sosyal sürdürülebilirlikte %57,9, ekonomik sürdürülebilirlikte %50, çevresel sürdürülebilirlikte %24,1 ve toplam sürdürülebilirlikte 30,9 düşüş olmuştur. Bu

düşüşlerle birlikte DFW havalimanı 2021’de 2. sırada iken 2022 yılında 4.üncülüğe gerilemiştir. DFW tarafından bu düşüşün nedenlerinin analiz edilmesi ve sürdürülebilirlik performansını artırmak üzere gerekli çalışmaların yapılması önem taşımaktadır. Bu kapsamda DFW havalimanı için sürdürülebilirlik artırma ihtiyacı olan gösterge ve metrikler Tablo 4.48’de sunulmuştur. Havalimanı, bu alanlarda iyileştirmeler sağlamak üzere Tablo 4.41, 4.42 ve 4.43’de yer alan sürdürülebilirlik önerilerini kullanabilecektir.



Şekil 4.18. Dallas Fort-Worth Havalimanı 2021 ve 2022 Yılı Sürdürülebilirlik Performans Bulguları

Tablo 4.48. Dallas Fort-Worth havalimanının düşük performans gösterdiği alanlar

Ana Kriterler	Alt Kriterler	Referans
Büyüme	Yolcu Artış Yüzdesi	E2.1
	Gelir Artış Yüzdesi	E2.2
	Uçuş sayısı artışı yüzdesi	E2.3
Dolaylı Ekonomik Katkıları	İstihdam Artışı Yüzdesi (tüm havalimanı)	E3
İstihdam	İş yaratma yüzdesi (havalimanı işletmesi)	E4

Tablo 4.48. (Devam) Dallas Fort-Worth havalimanının düşük performans gösterdiği alanlar

Su Kullanımı	Su tekrar kullanım oranı (%)	Ç2.1
	Yolcu başına tüketilen su (m3 / yolcu sayısı)	Ç2.2
Gürültü Yönetimi	Ortalama gürültü seviyesi (Lden) (Db)	Ç3.1
	İletilen şikâyet sayısı	Ç3.2
Enerji Yönetimi	Enerji tüketiminde azalma oranı (%)	Ç4.2
Emisyonlar ve Hava Kirliliği	Emisyon azaltım oranı (%)	Ç5.2
Sertifikasyon ve Sistemik Çalışmalar	ISO 14001 sertifikası sahipliği	Ç6.2
	ISO 50001 sertifikası sahipliği	Ç6.3
Biyoçeşitlilik	Korunan alan (m ²)	Ç7
Müşteri Memnuniyeti	Skytrax sıralaması	S1.1
Çalışan refahı ve Memnuniyeti	Çalışanı tutabilme durumu (%)	S1.4
	Çalışan başına eğitim saati	S1.5
	Bir milyon yolcuya düşen çalışan sayısı	S1.6
	Toplu sözleşmeye tabi çalışan yüzdesi	S2.1
	Çalışan maaş ve diğer harcamaları / faaliyet giderleri (%)	S2.2
Kazalar ve Emniyet	ICAO en güvenli havalimanı puanı	S3.1
	100,000 saatteki kayıp iş gücü saati	S3.2
	Yaralanmaların sayısı	S3.3
İnsan Hakları ve İstismar	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S4.2
Paydaş İlişkileri	Yerel halkla ilişkiler, sürdürülebilir davranış teşvikleri	S5
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	Davranış kuralları, yolsuzluk ve rüşvetle mücadele, şeffaflık çabaları (çalışan başına eğitim saati)	S6.1
	İnsan hakları eğitimi tamamlanma yüzdesi	S6.2
Sosyal Sorumluluk Projeleri	Toplum yatırımları / faaliyet giderleri (%)	S7

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışmada havalimanlarının sürdürülebilirlik performanslarını ölçmek, sıralamak ve karşılaştırmak üzere; çevre, ekonomi ve sosyal endeksler ile bunlara bağlı gösterge ve metrikleri kullanan bir havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi geliştirilmiştir. Literatür taraması ve Türkiye’de bulunan uzmanların görüşlerine dayalı olarak oluşturulan yöntem 3 sürdürülebilirlik endeksi, 18 gösterge ve bunların ağırlıklarından oluşmaktadır. Geliştirilen sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi, Durum Çalışması yöntemi kullanılarak 6 adet havalimanına uygulanmış ve söz konusu havalimanlarının sürdürülebilirlik durumları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Havacılık sektörü ve özelde havalimanları, bulunduğu bölge ve küresel ekonomiyi önemli ölçüde geliştirmekte, sosyal kalkınmayı sağlamakta ve iş imkanları oluşturmaktadır. Bu faydaları nedeniyle işletmeler ve devletler tarafından sektörün gelişmesi arzulanmakta ancak çevreye olan olumsuz etkileri bu isteğin sürdürülebilir ve dengeli bir şekilde gerçekleşmesi gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Bu kapsamda başta uluslararası büyük havalimanları olmak üzere çoğu havalimanı, sürdürülebilirliği kurumsal stratejilerinin ve yönetim süreçlerinin temel unsurlarından biri olarak görmekte ve ekonomik, sosyal ve çevre etkileri konusunda sürdürülebilirlik raporları yayınlamaktadırlar. Ancak çoğu konuda bu raporlarda paylaşılan veriler içerik yönünden farklı olmakta ve işletmeleri karşılaştırmaya imkân vermemektedir. Havalimanları ayrıca Skytrax ve ACI tarafından belirli konularda sıralamaya tabi tutulmakla birlikte sürdürülebilirliğin tüm boyutlarını kapsayacak şekilde bir havalimanı sıralama ve karşılaştırma yöntemi bulunmamaktadır.

Havalimanı işletmeleri kârlılık ve büyüme yanında çevre ve sosyal sürdürülebilirlik açısından da iyi performans göstermek durumundadır. Bu nedenle havalimanı faaliyetlerinin sürdürülebilirliğin çok çeşitli yönlerinden incelenmesi ve benzer işletmelerle karşılaştırılmasına ihtiyaç vardır. Havalimanları, sürdürülebilirlik etkileri nedeniyle, faaliyetlerini ve gelecekteki büyüme ve gelişme planlarını çok geniş bir yelpazede yer alan paydaşlarını sürece dahil ederek yapmak durumundadır. Bu nedenle hem işletmeler hem de paydaşları tarafından işletmenin sürdürülebilirlik durumunu detaylı bir şekilde görmek, iyi giden ve aksayan yerlerde düzeltici ve geliştirici çalışmalar yapmak üzere havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme faaliyetinin gerekliliği ortaya çıkmıştır.

Literatürde de havalimanlarını sürdürülebilirlik açısından değerlendiren az sayıda

çalışma bulunmakta ancak bu çalışmalar da kapsamlı bir sürdürülebilirlik değerlendirmesi içermemektedir. Ayrıca havalimanı sürdürülebilirliğini etkileyen çok çeşitli faktör ve farklı paydaşların mevcut olması nedeniyle, bir havalimanının performansını ölçecek uygun bir yöntem bulmak kolay değildir. Bu nedenle, havalimanlarının sürdürülebilir bir şekilde tasarlanması ve işletilmesi konusunda kararlar alabilmek ve paydaşların bilgi ihtiyacını karşılamak için standart ve ampirik ölçümlere dayalı sürdürülebilirlik değerlendirmelerine ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu çalışma kapsamında, havalimanlarının sürdürülebilirlik değerlendirilmesi için pratik ve nicel verilere dayanan bir yöntem geliştirilmiştir. Geliştirilen yöntem ile havalimanlarının sürdürülebilirlik performansları farklı ağırlıklara sahip çok çeşitli faktörler yönüyle değerlendirme imkanına kavuşulmaktadır. Çalışma ile ayrıca, Uzman Paneli ve Durum Çalışması yöntemlerinin kullanımı ve çeşitli ÇKKV yöntemlerinin birlikte kullanımına dayanan analizler ile özgün bir yöntem takip edilmesi hedeflenmiştir.

Çalışma kapsamında geliştirilen havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi; havalimanlarının sürdürülebilirlik performanslarının takip edilmesine, rakipler ve benzer havalimanlarıyla karşılaştırma yapmaya, doğru işletme stratejileri belirlemeye ve yönetim süreçlerinin doğru bir şekilde planlanmasına imkân sağlamaktadır. Etkili bir sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi; işletmelerde kaynak tasarrufu ile maliyetlerin azaltılmasına, pazar payı ve yatırım getirisinin sürdürülebilir şekilde artmasına, hükümetler dahil çok çeşitli paydaşların yatırımlarının verimliliği konusunda bilgi sahibi olmasına ve sürdürülebilir havalimanlarının belirlenmesine yardımcı olacaktır. Ayrıca, karşılaştırmalı analizler yardımıyla, havalimanlarının güçlü ve zayıf yönleri görülebilmekte ve en iyilerin seviyesine ulaşmak için atılması gereken adımlar belirlenebilmektedir.

Bir değerlendirme yöntemine ve kriterlere sahip olan bir sürdürülebilirlik değerlendirmesi, havalimanları için değerli bir araçtır ve sürdürülebilirliklerinin iyileştirilmesine ve garanti altına alınmasına yardımcı olacaktır. Sürdürülebilirlik değerlendirmesi; işletmenin mevcut performansın belirlenmesine ve zaman içindeki ilerleme ile gelecek hedeflere ulaşma durumunun ölçülmesine ve aynı zamanda ömür devri maliyetlerinin azaltılmasına katkıda bulunur.

Sürdürülebilirliği ölçmek ve raporlamak için standart göstergelerin kullanımı, havalimanı yöneticileri ve paydaşlarının havalimanları hakkında bilgi sahibi olmalarına ve karar vermelerine yardımcı olur. Sürdürülebilirlik göstergeleri ile toplanan veriler,

benzer yolcu ve uçuş sayılarına sahip havalimanlarını karşılaştırmak için kullanılabilir. Düzenleyiciler ve diğer paydaşlar, bir havalimanının çevresel performans ve verimliliğinde iyileştirme ihtiyacı olup olmadığını veya olumsuz etkilerin azaltılmasının gerekip gerekmediği konularında karar vermek için karşılaştırmalı sonuçları kullanabilir. Sürdürülebilirlik göstergeleri karar vericilere bilmeleri gerekenler konusunda bilgi sağlar ve doğru gösterge seçimi ile trafik veya diğer operasyonel performans arttıkça çevresel etkilerinin gerçek boyutları görülmüş olur. Havalimanlarının sürdürülebilirliği operasyonel ve finansal hedeflerin üstünde tutması gerekmemeyle birlikte paydaşlara doğru çevresel bilgiler sağlamaları gerekmektedir.

Bu çalışma kapsamında ilk olarak havalimanı sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerini belirlemek üzere bir Uzman Paneli çalışması yapılmış ve bu kapsamda aşamalı olarak 3 adet anket gerçekleştirilmiştir. İlk ankette Uzman Paneline literatür taraması ile elde edilen 3 endeks ve bunlara ait 16 adet göstergenin sürdürülebilirlik değerlendirmesinde kullanımının uygun olup olmadığı sorulmuştur. Bu anket sonucunda 16 adet gösterge uygun bulunmakla birlikte 2 yeni gösterge önerisiyle toplam 18 gösterge ile çalışmaya devam edilmiştir. İkinci ankette, ilk ankette elde edilen göstergelerin hangilerinin çevre, sosyal ve ekonomi endeksleri için en iyi veya en kötü oldukları tespit edilmeye çalışılmıştır. Üçüncü ankette ise tüm göstergelerin en iyi ve en kötü göstergelerle karşılaştırılarak puanlaması yapılmıştır. İkinci ve Üçüncü ankette elde edilen verilerin BWM Çok Kriterli Karar Verme Yöntemi ile analiz edilmesi sonucunda tüm endeks ve göstergelerin ağırlık puanlarına ulaşılmıştır. Böylece; Çevre, Sosyal ve Ekonomi endeksleri ana başlıkları altında 18 adet sürdürülebilirlik göstergesi, bu göstergelere ait ağırlıklar ve göstergelerin ölçülmesine imkân veren 42 adet metrik elde edilmiştir.

Havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirilmesinde çevresel konularının ağırlığının ekonomi ve sosyal konulara göre çok daha fazla olduğu, sırasıyla ekonomi ve sosyal konuların etkilerinin daha az olduğu görülmektedir. Göstergeler içerisinde ise Çevre endeksi altında yer alan Emisyonlar ve Hava Kirliliği en fazla ağırlığa sahiptir. İkinci sırada Ekonomi endekslerinden Doğrudan Ekonomik Katkılar yer alırken, diğer çevresel göstergelerden Enerji Yönetimi, Su Kullanımı, Gürültü Yönetimi ve Atık Yönetimi bunu takip etmektedir. Sosyal Göstergeler ise en yüksek Kurumsal Yönetim ve İş Etiği olmak üzere çok düşük ağırlıklara sahiptir.

Çalışma kapsamında, çevre endeksinin ağırlığının (yaklaşık %75) diğer endeks ve göstergelere göre çok fazla olduğu görülmektedir. Uzman Paneli çalışması sonuçlarının

geçerlilik ve güvenilirliğini artırmak için özellikle sektörün tüm taraflarını temsil eden kadın ve erkek üyeler seçilmiştir. Ayrıca, üyelerin büyük çoğunluğunun uluslararası çalışma ve deneyimleri bulunmaktadır. Literatürde benzer çalışmalarda çevre boyutunun ekonomi ve sosyal boyutlarına göre daha fazla ele alındığı ve daha önemli bulunduğu gözlemlenmekle birlikte bu çalışmada çevre endeksinin ağırlığının diğer endekslere göre çok fazla olmasının nedenleri incelenmiştir. Bu duruma yol açan çok çeşitli nedenler arasında ilk olarak, havacılığın iklim değişikliği ve çevresel etkilerinin kamuoyu ve bilim çevrelerinin ilgisini çekmesi ve bu durumun araştırmaların genellikle çevre konularına odaklanmasına yol açması gösterilmektedir. Araştırmacıların çevre veya iklim değişikliği gibi alanlardaki uzmanlıkları ve kariyer durumları çevre sorunlarına daha fazla yönelmelerini ve ön plana çıkarmalarını sağlamaktadır. Diğer yandan havacılığın sosyal ve ekonomik etkilerini ölçmek, çevresel ölçümlerle karşılaştırıldığında genellikle daha karmaşık ve incelikli bir işlemdir. Havacılıkta karbon emisyonları ve gürültü kirliliği gibi çevresel etkilerin daha kolay ölçülebilmesi nedeniyle uzmanlar, daha karmaşık sosyal ve ekonomik faktörler yerine daha kolay erişilebilir, ölçülebilir ve analiz edilebilir olan çevresel faktörleri kullanmayı tercih edebilmektedir. Ayrıca, havacılık karar ve uygulamalarının sosyal ve ekonomik sonuçları uzun süreler sonra gözlemlenebilmektedir ve bu durum kısa vadeli değerlendirme ve karar alma süreçlerinde yeterince değer görmemelerine yol açmaktadır. Diğer yandan havacılıkla ilgili çevresel konular medyanın daha fazla ilgisini çekmektedir ve bu nedenle kamuoyu ile uzmanların gündeminde ekonomik ve sosyal konulara göre daha fazla yer almaktadır. Havacılık sektöründeki ulusal ve uluslararası düzenlemeler ve politik müdahaleler genellikle daha sıkı emisyon veya gürültü azaltma hedefleri ile çevre etkilerinin azaltılmasına odaklanmaktadır. Bu durum, uzmanları çevre konularının çözümüne odaklanmaya yöneltmektedir. Ayrıca, havacılığın sürdürülebilirliği konusunda tahsis edilen araştırma fonları ve teşvikler genellikle çevresel sorunların çözümüne öncelik vermektedir. Bu durum araştırmacılar daha fazla finansal destek almak üzere çevre konularına odaklamakta ve sosyal ve ekonomik boyutları ikinci plana itmektedirler.

Havacılıkta sürdürülebilirlik konusuna etki eden boyutlardan çevreyi ön plana çıkaranların haricinde, bulunulan yer ve şartlara bağlı olarak boyutlardan birinin daha ön plana çıkabileceği de savunulmaktadır. Bununla birlikte, herhangi bir boyutu ihmal etmenin sürdürülemez çözümlere yol açacağını vurgulayan ve çevre, sosyal ve ekonomik boyutların bir arada ele alındığı bütüncül bir yaklaşımın gerekliliği konusunda bir fikir

birliği bulunmaktadır.

Sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin belirlenmesinden sonra Durum Çalışmasına geçilmiş ve bu endeks ve göstergelerinin örnek olarak seçilen uluslararası havalimanlarına uygulaması yapılmıştır. Durum çalışması kapsamında incelenecek için havalimanları; Skytrax tarafından yolcu görüşlerine göre oluşturulan en iyi havalimanı listesinde üst sıralarda olanlar ve düzenli, standart ve kullanılabilir veriler sağlayanlar arasından seçilmiştir. Bu kapsamda seçilen Seul Incheon, Hong Kong, Münih, Atina, Dallas/Fort Worth ve Londra Heathrow havalimanlarının yayımladıkları raporlardan 3 endeks ve 18 göstergede havalimanlarının gösterdikleri performansı nicel olarak ölçen metrikler kullanılmış ve havalimanları raporlarında söz konusu metriklerin değerleri bulunarak bir tablo haline getirilmiştir. Sonrasında bu tabloda birleştirilen verilerin analizi için Min-Max normalizasyonu, VIKOR, TOPSIS, PROMETHEE-II ÇKKV Yöntemleri ve Copeland Yöntemi kullanılarak havalimanlarının sürdürülebilirlik performansları hesaplanmış ve sıralamaları yapılmıştır. Durum çalışması sonuçları, belirlenen endeks ve göstergeler ile bunlara ait ağırlıkların ve verilerin analizi için kullanılan özgün yöntemin, havalimanlarının sürdürülebilirlik değerlendirmesi için son derece kullanışlı sonuçlar ürettiğini göstermiştir.

VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS yöntemlerinin her biri ile havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralaması elde edildikten sonra bu yöntemlerin sonuçlarının birleştirilmesi ve tek bir sıralama elde edilmesi için Copeland yöntemi uygulanmıştır. Copeland yönteminin uygulanmasının tamamlanması ile VIKOR, PROMETHEE II ve TOPSIS yöntemleri ile elde edilen sıralamalar dikkate alınarak nihai sıralamaya ulaşılmıştır.

Yapılan analizler sonucunda 2021 yılı için toplam sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sırayı Atina Havalimanı almış olup onu sırasıyla, DFW, Münih, Heathrow, Incheon ve Hong Kong havalimanları takip etmiştir. Atina havalimanını DFW, Münih ve Heathrow havalimanları çok az farklarla takip etmektedir. 5 ve 6. Sıralardaki Hong Kong ve Incheon havalimanları ise ilk 4 sıralardaki havalimanlarına göre daha az puanlara sahiptir.

Devamında, havalimanlarının 2021 yılı sosyal sürdürülebilirlik endeksindeki performansları incelenmiştir. Sosyal sürdürülebilirlik, bu çalışma kapsamında %7,33 gibi düşük bir ağırlığa sahiptir. Bu durumda havalimanlarının sosyal sürdürülebilirlik performansının yüksek olmasının toplam sürdürülebilirlik puanları üzerindeki katkısı çok

az olmaktadır. Sosyal sürdürülebilirlik sıralamasında ilk sırada Incheon havalimanı yer almakta olup onu sırasıyla Atina, DFW, Heathrow, Münih ve Hong Kong havalimanları takip etmektedir. Atina havalimanı toplam sürdürülebilirlikte ilk sırada yer alarak gösterdiği başarıyı sosyal sürdürülebilirlikte de göstermiş ve 2. olarak Incheon'u takip etmiştir. Incheon hariç tüm havalimanlarının sosyal sürdürülebilirlik açısından başarılı olmadıkları ve bu konuda gelişme ihtiyaçları olduğu görülmüştür.

2021 yılı ekonomi endeksine göre yapılan incelemede Atina havalimanı ilk sırada yer almaktadır. İkinci sırada DFW havalimanı, Atina havalimanını yakın bir şekilde takip etmekte ve sonrasında sırasıyla Heathrow, Incheon, Münih ve Hong Kong havalimanları bulunmaktadır. Son sıradaki Hong Kong havalimanının puanı ise diğer havalimanlarına göre düşük olarak ortaya çıkmaktadır.

%74,5 ile en büyük etki ağırlığına sahip olan Çevre endeksinin 2021 yılı ilk sırasında Münih havalimanı yer almakta ve onu çok yakın farklarla DFW ve Atina havalimanları takip etmektedir. Buradaki sonuçlardan ilk dört havalimanının çevresel sürdürülebilirlik performanslarının birbirine yakın olduğunu son iki havalimanı olan Incheon ve Hong Kong'un bu havalimanlarına göre çok düşük puanlara sahip oldukları görülmektedir. Hong Kong ve Incheon havalimanlarının Çevre endeksinde almış oldukları düşük puanların 2021 yılı toplam sürdürülebilirlik endeksinde son sıralarda olmalarına yol açtığı söylenebilir.

2022 yılı toplam sürdürülebilirlik sıralamasında ise ilk sırayı Heathrow Havalimanı almış olup onu sırasıyla Atina, Münih, DFW, Hong Kong ve Incheon havalimanları takip etmiştir. Heathrow havalimanı 2021 yılına göre sürdürülebilirlik performansını artırmış ve 4. sıradan ilk sıraya yükselmiştir. 2021 yılında ilk sırada olan Atina havalimanı 2. sıraya gerilemiş, DFW ise 2. sıradan 4. sıraya düşmüştür. Münih havalimanının 3. sıradaki yeri değişmemiştir. 2021 yılında 5. sırada olan Incheon havalimanı bir basamak daha gerileyerek son sıraya gelmiştir. Hong Kong havalimanı ise 2021 yılında son sıradayken bir sıra yükselerek 5. olmuştur.

2022 yılı sosyal sürdürülebilirlik sıralamasında Incheon havalimanı 2021'de olduğu gibi ilk sıradadır. Atina havalimanının sosyal sürdürülebilirlik sıralamasında 2. olan yeri değişmemiştir. Birbirine yakın puanlara sahip Incheon ve Atina'yı daha düşük puanlarla Heathrow, Hong Kong ve Münih havalimanları takip etmektedir. DFW havalimanı ise 2021 yılındaki 3. sıradan son sıraya gerilemiştir.

2022 yılı ekonomik sürdürülebilirlik endeksinde Heathrow havalimanı gelişme

göstererek 2021'deki 3. sırasından ilk sıraya yükselmiştir. Heathrow haricindeki tüm havalimanları büyük ölçüde düşüş yaşamıştır.

2022 yılı çevre sıralamasında ise havalimanlarının Heathrow, Münih, DFW, Atina, Hong Kong ve Incheon şeklinde sıralandığı ve birbirine yakın performanslar gösterdiği görülmektedir. Hong Kong haricindeki tüm havalimanlarının 2021 yılına göre çevre performanslarında gerileme olduğu görülmüştür.

Görüleceği üzere sürdürülebilirlik değerlendirmesi, havalimanlarına sürdürülebilirlik performanslarını ölçme ve diğer havalimanlarıyla karşılaştırma imkânı sağlamaktadır. Çevre endeksinin etki ağırlığının çok yüksek olması (%74,5) nedeniyle sürdürülebilirlik performansını artırmak isteyen bir havalimanının öncelikle çevresel göstergelerde iyileşme sağlaması gerektiği açıktır. Havalimanlarının başta çevre olmak üzere tüm sürdürülebilirlik alanlarında iyileşme sağlamak için bu çalışma kapsamında geliştirilen havalimanı sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemini kullanarak geride oldukları alanları tespit etmeleri, en iyi durumda olan havalimanlarını belirlemeleri ve bu havalimanlarının başarılı oldukları uygulamaları hayata geçirmek için çalışmalar yapmaları faydalı olacaktır.

Bu çalışma kapsamında geliştirilen sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemi hem aynı yıl içinde benzer havalimanlarıyla detaylı bir karşılaştırma imkânı vermekte hem de belirli bir havalimanının önceki yıllara göre performansının artma veya azalma gösterdiği alanları görmeyi sağlamaktadır. Bu kapsamda 6 havalimanının her biri için 2021 ve 2022 yıllarındaki; sosyal, ekonomi, çevre ve toplam sürdürülebilirlik performansları karşılaştırmalı olarak incelenmiştir.

Bu kapsamda Atina havalimanının 2022 yılında sosyal endekste gelişme gösterdiği buna karşın ekonomi, çevre ve toplam endekste gerileme yaşadığı görülmektedir.

Heathrow havalimanının çevre endeksinde 2021'e göre çok az bir düşüş olurken, sosyal, ekonomi ve toplam endekslerinde artış görülmüştür. Bu performans artışıyla birlikte Heathrow havalimanı 2021 yılında 4. sıradayken 2022 yılında 1. sıraya yükselmiştir.

Hong Kong havalimanı 2022 yılında çevre endeksi ve toplam endekste artış ile havalimanları içerisinde en yüksek performans artışını göstermiştir. Ancak Hong Kong'un 2021 puanlarının çok düşük olması ve son sırada olması nedeniyle bu artışla sadece bir sıra yukarı çıkarak 5. sıraya yükselbilmiştir.

Incheon havalimanının ekonomi endeksinde 2022 yılında büyük bir düşüş olmuş

bu da toplam endekste az miktarda düşmeye neden olmuştur. Sosyal endeks ve çevre endeksinde ise sınırlı artışlar bulunmaktadır. Bu değişimler sonucunda Incheon havalimanının toplam sürdürülebilirlik puanı azalmış ve 2021'deki 5. sıradan son sıraya gerilemiştir.

Münih havalimanının 2022 yılı için tüm endekslerinde düşüş görülmektedir. Ancak, Münih havalimanı toplam puanındaki düşmeye rağmen 2021'deki 3. sırasını korumuştur.

DFW havalimanı; sosyal, ekonomi, çevre ve toplam sürdürülebilirlik endekslerinin tümünde düşüş göstermiştir. Bu düşüşlerle birlikte DFW havalimanı 2021'de 2. sırada iken 2022 yılında 4.üncülüğe gerilemiştir.

Yüksek performans gösteren havalimanları ve endüstri örnek uygulamaları dikkate alınarak havalimanlarının sürdürülebilirlik puanını artıracak öneriler geliştirmek mümkündür. Bu çalışma kapsamında havalimanlarının performansını geliştirebileceği tüm göstergeler ve bu göstergeler için sürdürülebilirlik önerileri bir tablo halinde sunulmuştur.

Ayrıca havalimanlarının aldıkları puanlardan ve sıralamalarından yola çıkılarak her bir havalimanının sürdürülebilirliğin hangi alanlarında düşük performans gösterdiği ayrı ayrı tablolar halinde verilmiştir. Bu kapsamda, her havalimanı düşük puan aldığı sürdürülebilirlik göstergelerindeki puanlarını yükseltebilmek için öneri tablosunda ihtiyacı olan önerilerden yararlanabilecek ve bu önerilere uygun planlama ve uygulamalarla sürdürülebilirlik performansını artırabilecektir.

Çalışma kapsamında ayrıca, sürdürülebilirlik kavramının tarihsel süreç içerisindeki gelişimi ve dayandığı kuramlar açıklanmıştır. Sürdürülebilirliğin tarihsel gelişiminde öncelikle sadece ekonomik kalkınma ön plandayken zaman içerisinde doğal çevrenin korunmasına yönelik hassasiyetler gelişmiş ve en sonunda ekonomik kalkınma, sosyal gelişim ve çevresel korumanın bir arada olduğu bütünleşik bir sürdürülebilirlik anlayışı gelişmiştir. Sürdürülebilirlik kavramının temelleri iç içe geçmiş bir dizi kurama dayalı olarak açıklanmaktadır. Başta Doğal Sermaye Kuramı, Sosyal Ekoloji Kuramı, Ekosistem Hizmetleri Kuramı, Ekolojik Modernizasyon Kuramı ve Sosyal Sürdürülebilirlik Kuramı olmak üzere tüm sürdürülebilirlik kuramları sürdürülebilirlik konusunda farklı bakış açıları sunmaktadır. Ancak, bu kuramların her birinin belirli alanlara daha fazla odaklanması nedeniyle, bir arada değerlendirilmeleri daha doğru bir yaklaşım olarak görülmektedir.

Bu araştırma, tüm büyük havalimanlarını kapsamaktadır. Havalimanı

sürdürülebilirlik değerlendirme yöntemini geliştirirken, yalnızca ülkemizdeki sınırlı sayıdaki akademisyen ve uzmanın görüşlerinden yararlanılmıştır. Bu uzmanlar uluslararası deneyime sahip olsalar bile, görüşleri daha çok ülkemiz koşullarını yansıtmış olabilir. Bu nedenle benzer çalışmaların başka ülkeler için de yapılması faydalı olacaktır.

Araştırma sonuçlarının örnek havalimanlarına uygulanmasını içeren durum çalışması aşamasında seçilen havalimanlarının verilerinden yararlanılmıştır. Çalışma ile elde edilen sonuçların doğruluğu, incelenen işletmelerin yayınlamış oldukları yıllık faaliyet raporları, finansal raporlar, sürdürülebilirlik raporları, web sayfaları ve sosyal medya hesaplarında yer alan verilerin doğruluğuna bağlıdır.

Uzman paneli çalışmasında kullanılan aşamalı anketlerin tasarımı araştırmacının görüşleri ile şekillenmiştir. Bu durumun uzmanların görüşlerini az da olsa etkilemiş olabileceği değerlendirilmektedir. Ayrıca, anketler ile uzman panelinden elde edilen verilerin geçerliliği katılımcıların bilgi ve deneyimleri ile sınırlıdır. Uzman paneli üyelerinin mesailerinin yoğunluğu nedeniyle araştırmaya ayırabildikleri zaman da bu çalışmanın sınırlılıkları arasındadır. Diğer yandan Türkiye’de bulunan uzmanlarının görüşlerine başvurulması Türkiye’de havacılık konusunda çalışanların havacılıkta sürdürülebilirlik konusuna yaklaşımlarını yansıtmaya yönüyle özgün bir değer taşımaktadır.

Benzer çalışmanın farklı ülke ve bölgeleri içerecek şekilde yapılması, farklı endeks ve gösterge ağırlıkları elde edilip edilmeyeceğini göstermesi ve konunun daha kapsayıcı şekilde anlaşılması açısından katkı sağlayacaktır. Ayrıca, bu çalışmada kullanılan endeks ve gösterge ağırlıklarının eşit olduğu kabul edildiğinde sonuçların nasıl etkileneceğini bir analiz ile belirlemek faydalı olacaktır. Havalimanlarının sürdürülebilirlik durumlarını değerlendirmeye yönelik bu çalışmanın benzerinin havalimanlarını kullanan havayolu işletmeleri için de yapılmasının faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

Diğer yandan havalimanları her ne kadar GRI gibi standart formatlarda sürdürülebilirlik raporlaması yapsa da raporlarında yer alan veriler bir karşılaştırmaya imkân vermeyecek ölçüde farklı konu ve içeriklerde olabilmektedir. Havalimanlarının bu yöntemin kullanımıyla sağlanan faydaları dikkate alarak daha standart ve karşılaştırmaya imkân verecek içerikte verileri paylaşmaya özendirilmesinin faydalı olacağı değerlendirilmektedir.

KAYNAKÇA

- ACA. (2024). Airport Carbon Accreditation: What is it? *ACA Web Sitesi*.
<https://www.airportcarbonaccreditation.org/about/what-is-it/>
- ACI. (2020). ACI Asia-Pacific Green Airports Recognition 2020 - *Water Management*.
[https://www.aci-asiapac.aero/f/library/1367/GAR 2020 Publication.pdf](https://www.aci-asiapac.aero/f/library/1367/GAR%2020%20Publication.pdf)
- ACI. (2023a). ACI 2023 Sustainability Report Table of Contents. *ACI Worldwide*.
<https://www.aciworldwide.com/wp-content/uploads/2023/01/ACI-SustainabilityReport.pdf>
- ACI. (2023b). *Application Manual Issue 14*.<https://www.airportcarbonaccreditation.org/wp-content/uploads/2023/12/Airport-Carbon-Accreditation-Application-Manual-14-FINAL-01112023.pdf>
- ACI Europe. (2024). Airport Sustainability. *ACI Europe Web Sayfası*. <https://www.aci-europe.org/industry-topics/industry-topics/28-airport-sustainability.html>
- Adisasmita, S. A. (2012). Level of Service Analysis And Airport Terminal Development (Case Study: Soekarno-Hatta International Airport, Indonesia). *International Journal of Engineering & Technology IJET-IJENS*, 12(02).
- AEF. (2008). What Are an Airport's Impacts. In *Airports and Planning*.
<http://www.aef.org.uk/uploads/PlanningGuide2.pdf>
- ADR. (2019). 2019 Sustainability Report, Our Choices of Sustainability. *Aeroporti Di Roma 2019 Sustainability Report*.
https://www.adr.it/documents/17615/18251773/Bilancio+Sostenibilita+2019+EN_DEF_2020.09.01_pubblicato.pdf/ba98b5e1-3f52-4023-8318-d103df30ff58
- ADR. (2024). Human Rights Framework Principles. *ADR Web Sitesi*.
https://www.adr.it/web/aeroporti-di-roma-en/human-rights-framework-principles?p_p_id=it_txt_adr_cookiepolicy_web_portlet_AdrCookiePolicyBannerPortlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view
- AIA. (2022). Athens International Airport 2022 Sustainability Report.
https://www.avialliance.com/avia_en/data/pdf/AIAAnnual&SustainabilityReport2022.pdf
- AirHelp. (2024). AirHelp Score 2023: How did we rank the airports? *AirHelp Web Sitesi*.
<https://www.airhelp.com/en-int/blog/airhelp-score-2023-how-did-we-rank-the->

airports/

- Airport Authority Hong Kong (AAHK). (2023). *AAHK 2022/2023 Sustainability Report*.
https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/file/sustainability/sustainability-report/AA_Sustainability_Report_202223_ENG.pdf
- Akyüz, M. K., Kafalı, H. ve Altuntaş, Ö. (2021). An analysis on energy performance indicator and GWP at Airports; a case study. *Energy Sources, Part A: Recovery, Utilization and Environmental Effects*, 43(19), 2402–2418.
<https://doi.org/10.1080/15567036.2020.1761483>
- Altıntaş, H. (2019). Biodiversity Management. In Karakoc, T. H., Colpan, C. O., Altıntaş, O.; Sohret (Ed.), *Sustainable Aviation* (pp. 81–95). Springer Link.
https://doi.org/10.1007/978-3-030-14195-0_6
- Anagnostopoulos, A., Gabriel, N., Vanderlinder, M. S. ve Avis, W. (2015). Biodiversity Conservation Initiatives at Airport's Level. In *ICAO 2022 Environmental Report: Innovation for a Green Transition* (pp. 281–286). ICAO. https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ENVReport2022_Art71.pdf
- Aruldoss, M., Lakshmi, T. M. ve Venkatesan, V. P. (2013). A Survey on Multi Criteria Decision Making Methods and Its Applications. *American Journal of Information Systems*, 1(1), 31–43. <https://doi.org/10.12691/ajis-1-1-5>
- ATAG. (2020). A Re-Start Like No Other. In *Air Transport Action Group* (Issue September). https://aviationbenefits.org/media/167142/bgr20_final.pdf
- ATAG. (2022). *Sustainability*. ATAG Web Sitesi. <https://atag.org/industry-topics/sustainability>
- ATAG. (2024). *Supporting economic & social development*. ATAG Web Sitesi. <https://atag.org/industry-topics/supporting-economic-social-development#:~:text=Air transport allows people to,factor that brings people together.>
- Baltazar, M. E., Jardim, J., Alves, P., ve Silva, J. (2014). Air Transport Performance and Efficiency: MCDA vs. DEA Approaches. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 111(Lcc), 790–799. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.01.113>
- Baltazar, M. E., Rosa, T., ve Silva, J. (2018). Global decision support for airport performance and efficiency assessment. *Journal of Air Transport Management*, 71(April), 220–242. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2018.04.009>

- Barros, C. P., ve Dieke, P. U. C. (2008). Measuring the economic efficiency of airports: A Simar-Wilson methodology analysis. *Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review*, 44(6), 1039-1051.
- Baxter, G., ve Srisaeng, P. (2022). Optimizing Airport Sustainable Waste Management From the Use of Waste-To-Energy Technology and Circular Economy Principles: the Case of London Gatwick Airport. *International Journal for Traffic and Transport Engineering*, 12(2), 176–196. [https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12\(2\).03](https://doi.org/10.7708/ijtte2022.12(2).03)
- Baxter, G., Srisaeng, P., ve Wild, G. (2018a). An assessment of airport sustainability, part 2-Energy management at Copenhagen Airport. *Resources*, 7(2), 1–27. <https://doi.org/10.3390/resources7020032>
- Baxter, G., Srisaeng, P., ve Wild, G. (2018b). An assessment of sustainable airport water management: The case of Osaka's Kansai international airport. *Infrastructures*, 3(4). <https://doi.org/10.3390/infrastructures3040054>
- Baxter, G., Wild, G. ve Sabatini, R. (2014). A sustainable approach to airport design and operations: Case study of Munich airport',. *Proceedings of Practical Responses to Climate Change, Engineers Australia Convention, November*, 227–237. <https://www.researchgate.net/publication/268813911>
- Behzadian, M., Khanmohammadi O. S., Yazdani, M., ve Ignatius, J. (2012). A state-of-the-art survey of TOPSIS applications. *Expert Systems with Applications*, 39(17), 13051–13069. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2012.05.056>
- Belton, V., ve Stewart, T. (2002). *Multiple criteria decision analysis: an integrated approach* (1st Editio). Springer Science & Business Media. <http://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=mxNsRnNkL1AC&oi=fnd&pg=PR11&dq=belton+stewart&ots=DJNvNOBuDF&sig=8hQyPT3RD5UzaLT0uzE7XL-WGCQ>
- Bookchin, M. (2009). What is Social Ecology? In P. Clowney, David, Mosto (Ed.), *Earthcare: An Anthology in Environmental Ethics* (pp. 284–297). Rowman & Littlefield Publishers, Inc.
- Brans, J. P., ve Smet, Y. D. (2016). PROMETHEE methods. In *Multiple criteria decision analysis: state of the art surveys* (Issue January, pp. 187–219). <https://doi.org/10.1007/978-1-4939-3094-4>
- Brans, J. P., Vincke, P., ve Mareschal, B. (1986). How to select and how to rank projects : The PROMETHEE method . *European Journal of Operational Research* 14 ... How

- to select and how to rank projects : The PROMETHEE method. *European Journal of Operational Research*, 24, 228–238.
- Brueckner, J. K., ve Abreu, C. (2017). Airline fuel usage and carbon emissions: Determining factors. *Journal of Air Transport Management*, 62, 10–17.
<https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.01.004>
- Brundtland, G. H. (1987). Our Common Future - Call for Action. *Environmental Conservation*, 14(4), 291–294.
<https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0376892900016805>
- CAPA. (2024). *CAPA-Envest Global Airline Sustainability Benchmarking & Rating Report 2023*. CAPA Web Sitesi. <https://centreforaviation.com/shop/capa-envest-airline-sustainability-benchmarking-report-2023>
- Caradonna, J. L. (2022). *Sustainability: A history*. Oxford University Press.
- Carvalho, I. D. C., Calijuri, M. L., Assemany, P. P., Silva, M. D. F., Neto, R. F. M., Santiago, A. D. F., ve De Souza, M. H. B. (2013). Sustainable airport environments: A review of water conservation practices in airports. *Resources, Conservation and Recycling*, 74, 27–36.
- Chakraborty, S., Ghosh, S., Sarker, B. ve Chakraborty, S. (2020). An integrated performance evaluation approach for the Indian international airports. *Journal of Air Transport Management*, 88(June), 101876.
- Chao, C. C., Lirn, T. C., ve Lin, H. C. (2017). Indicators and evaluation model for analyzing environmental protection performance of airports. *Journal of Air Transport Management*, 63, 61–70.
- Chèze, B., Gastineau, P., ve Chevallier, J. (2011). Forecasting world and regional aviation jet fuel demands to the mid-term (2025). *Energy Policy*, 39(5), 5147–5158.
<https://doi.org/doi:10.1016/j.enpol.2011.05.049>
- Comendador, V. F. G., Valdés, R. M. A., ve Lisker, B. (2019). A holistic approach to the environmental certification of green airports. *Sustainability (Switzerland)*, 11(15).
<https://doi.org/10.3390/su11154043>
- Copenhagen Airport. (2017). Beautiful, Modern and Intelligent Architecture: CPH Launches New Architecture Strategy for the Airport. *Connect*, 1–16.
https://www.cph.dk/4a56df/globalassets/9.-cph-business/4.-airport-sales/connect-magazine/2017/connect_01_2017_english_lq.pdf

- Costanza, R., ve Daly, H. E. (1992). Society for Conservation Biology Natural Capital and Sustainable Development. *Source: Conservation Biology*, 6(1), 37–46. <http://www.jstor.org/stable/2385849>
<http://www.jstor.org/page/info/about/policies/terms.jsp>
- Cowper-Smith, A., ve de Grosbois, D. (2011). The adoption of corporate social responsibility practices in the airline industry. *Journal of Sustainable Tourism*, 19(1), 59–77. <https://doi.org/10.1080/09669582.2010.498918>
- Creswell, J. W. (2014). *A concise introduction to mixed methods research*. SAGE Publications.
- Culberson, S. D., ve Laws, U. S. (2011). Environmental impact of airports. In W. P. Ashford NJ, Mumayiz S (Ed.), *Airport Engineering: Planning, Design, and Development of 21st Century Airports* (4th ed., pp. 704–738). John Wiley & Sons.
- de Quadra Magalhães, I., Correia, A. R., da Silva Pinto Bandeira, M. C. G., Zackiewicz, M., ve Tozi, L. A. (2023). Comparing Enhanced Models for Evaluating the Economic Impact of Airports. *Future Transportation*, 3(3), 1124–1146. <https://doi.org/10.3390/futuretransp3030062>
- DFW Airport. (2022). *Shaping Tomorrow: 2022 Environmental, Social and Governance Report*. <https://online.fliphtml5.com/rfyxe/bxuu/#p=1>
- Dimitriou, D. J., Sartzetaki, M. F. (2020). Social Dimensions of Aviation on Sustainable Development. In L. Walker, Thomas; Bergantino, Angela Stefania; Sprung-Much, Northrop; Loiacono (Ed.), *Sustainable Aviation: Greening the Flight Path* (pp. 173–191). Palgrave Macmillan. https://doi.org/DOI:10.1007/978-3-030-28661-3_9
- Dožić, S. (2019). Multi-criteria decision making methods: Application in the aviation industry. *Journal of Air Transport Management*, 79(November 2018). <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2019.101683>
- Dyllick, T. ve Hockerts, K. (2002). Beyond the business case for corporate sustainability. *Business Strategy and the Environment*, 11(2), 130–141.
- Ece, N. (2019). Türkiye deki İşletmelerin PROMETHEE Yöntemi İle Finansal Performans-Piyasa Değeri Analizi. *Journal of Accounting Finance and Auditing Studies (JAFAS)*, 5(2), 73–87. <https://doi.org/10.32602/jafas.2019.21>
- Ekin, E. ve Okutkan, C. (2021). PROMETHEE Yöntemi İle Tesis Yeri Seçim Problemi İlişkin Bir Uygulama. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi*

- Dergisi*, 3(1), 46–58. <https://dergipark.org.tr/tr/pub/gauniibf/issue/62601/909320>
- Elkington, J. (2008). The Triple Bottom Line: Sustainability's Accountants. In M. V. Russo (Ed.), *Environmental management: Readings and cases* (pp. 49–66). SAGE Publications. <https://books.google.com.tr/books?id=hRJGrsGnMXcC>
- Enoma, A. ve Allen, S. (2007). Developing key performance indicators for airport safety and security. *Facilities*, 25(7–8), 296–315.
- Erwin, P. M. (2011). Corporate Codes of Conduct: The Effects of Code Content and Quality on Ethical Performance. *Journal of Business Ethics*, 99(4), 535–548.
- Eshtaiwi, M., Badi, I., Abdulshahed, A. ve Erkan, T. E. (2018). Determination of key performance indicators for measuring airport success: A case study in Libya. *Journal of Air Transport Management*, 68(November 2017), 28–34.
- Eurocontrol. (2022). *Performance Review Report (PRR) 2021* (Issue June). <https://www.eurocontrol.int/publication/performance-review-report-prr-2021>
- FAA. (2013). *Recycling, reuse and waste reduction at airports: A synthesis document*. <https://www.faa.gov/sites/faa.gov/files/airports/resources/publications/reports/RecyclingSynthesis2013.pdf>
- FAA. (2016). *Federal Aviation Administration, San Francisco International Airport Dedicate New Airport Traffic Control Tower*. FAA Web Sitesi. <https://www.faa.gov/newsroom/federal-aviation-administration-san-francisco-international-airport-dedicate-new-airport>
- FAA. (2022a). *Aircraft Noise*. FAA Sayfası. https://www.faa.gov/noise/aircraft_noise
- FAA. (2022b). *The Economic Impact U.S. Civil Aviation: 2020* (Issue August). https://www.faa.gov/data_research/aviation.
- FAA. (2023). *Airport Sustainability*. FAA Web Sayfası. <https://www.faa.gov/airports/environmental/sustainability>
- Ferrulli, P. (2016). Green Airport Design Evaluation (GrADE) - Methods and Tools Improving Infrastructure Planning. *Transportation Research Procedia*, 14, 3781–3790. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2016.05.463>
- Fiege, Andreas; Pforte, L. (2017). Sustainability Certification in the Aviation Industry. In U. Kaltschmitt, Martin; Neuling (Ed.), *Biokerosene: Status and Prospects* (pp. 403–432). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-662-53065-8>

- Flyvbjerg, B. (2011). Case Study. *The SAGE Handbook of Qualitative Research* (pp. 301–316). SAGE Publications.
- Ghisi, E. ve Ferreira, D. F. (2007). Potential for potable water savings by using rainwater and greywater in a multi-storey residential building in southern Brazil. *Building and Environment*, 42(7), 2512–2522.
- Gökdemir, Tuğba; Gökay Emel, G. (2023). BIST sigorta şirketlerinin CRITIC temelli PROMETHHE II yöntemi ile performans analizi. *Dicle Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 13(26), 598–625.
- Graham, A. (2009). How important are commercial revenues to today's airports? *Journal of Air Transport Management*, 15(3), 106–111.
- Graham, A. (2018). *Managing Airports: An International Perspective* (5th Editio). Rotledge.
- Graham, A. (2023). Managing Airports: An International Perspective. In *Managing Airports* (6th ed., p. 600). Routledge.
- Graham, B. ve Guyer, C. (1999). Environmental sustainability, airport capacity and European air transport liberalization: irreconcilable goals? *Journal of Transport Geography*, 7(3), 165–180. www.elsevier.com/locate/jtrangeo
- Grampella, M., Lo, P. L., Martini, G. ve Scotti, D. (2017). The impact of technology progress on aviation noise and emissions. *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 103, 525–540. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2017.05.022>
- Gray, R. (2006). Social, environmental and sustainability reporting and organisational value creation?: Whose value? Whose creation? In *Accounting, Auditing and Accountability Journal* (Vol. 19, Issue 6).
- GRESB. (2024). *About GRESB*. GRESB Web Sitesi. <https://www.gresb.com/nl-en/about-us/>
- GRI. (2024). *The global standards for sustainability impacts*. GRI Web Sitesi. <https://www.globalreporting.org/standards/>
- Guerrieri, S. (2019). Sounds like a plan – Noise management key to safeguarding the sustainability of airports. *ACI World Insights*. <https://blog.aci.aero/sounds-like-a-plan-noise-management-key-to-safeguarding-the-sustainability-of-airports/>
- Güler, E., Avci, S. ve Aladağ, Z. (2021). Türkiye’de İllerin Deprem Hasar Görebilirlik

- Sıralamasında Çok Kriterli Karar Verme Tekniklerinin Başarısının Copeland Yöntemi İle Değerlendirilmesi. *Journal of Industrial Engineering*, 32(3), 414–437.
- Gupta, H. (2018). Evaluating service quality of airline industry using hybrid best worst method and VIKOR. *Journal of Air Transport Management*, 68, 35–47. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.06.001>
- Gures, N., Yilmaz, H., Arslan, S., Durmuscelebi, C. ve Yuksel, C. (2017). Corporate Social Responsibility Applications in Turkish Airport System. *International Journal of Business and Management*, 12(11), 52.
- Hajer, M. A. (2002). *The politics of environmental discourse: Ecological modernization and the policy process*. Oxford University Press.
- Hakfoort, J., Poot, T. ve Rietveld, P. (2001). The regional economic impact of an airport: The case of Amsterdam schiphol airport. *Regional Studies*, 35(7), 595–604. <https://doi.org/10.1080/00343400120075867>
- Halpern, N., Mwesiumo, D., Suau-Sanchez, P., Budd, T. ve Bråthen, S. (2021). Ready for digital transformation? The effect of organisational readiness, innovation, airport size and ownership on digital change at airports. *Journal of Air Transport Management*, 90(September 2020).
- Hawken, Paul, Lovins, Amory, Lovins, H. (2010). *Natural Capitalism : Creating the Next Industrial Revolution* Paul Hawken , Amory Lovins , and L . Hunter Lovins *Hard Green : Saving the Environment from the Environmentalists (A Conservative Manifesto)* Peter Huber New York : Basic Books in association w. In *Earthscan from Rotledge* (2nd ed.). Earthscan from Rotledge.
- Heathrow. (2023). *Heathrow's Sustainability Report 2022* (Issue March). https://www.heathrow.com/content/dam/heathrow/web/common/documents/company/heathrow-2-0-sustainability/further-reading/Heathrows_Sustainability_Report_2022.pdf
- Heathrow. (2024). *Quieter Neighbourhood Support*. Heathrow Airport Web Sitesi. <https://www.heathrow.com/company/local-community/noise/what-you-can-do/apply-for-help/quieter-neighbourhood-support>
- Herzig, C. ve Schaltegger, S. (2011). Sustainability Communication. *Sustainability Communication*, 151–169. <https://doi.org/10.1007/978-94-007-1697-1>
- Hespanhol, I. (2008). A New Paradigm for Water Resource Management. *Estudos*

- Avancados*, 22(63), 131–158. <https://doi.org/10.1590/s0103-40142008000200009>
- HKIA. (2023). *Hong Kong International Airport Annual Report 2022/23*. https://www.hongkongairport.com/iwov-resources/file/airport-authority/publications/annual-and-interim-reports/en/22_23/AR2223_Eng_Full_Report.pdf
- Hooper, P. D. ve Greenall, A. (2005). Exploring the potential for environmental performance benchmarking in the airline sector. *Benchmarking*, 12(2), 151–165. <https://doi.org/10.1108/14635770510593095>
- Hubbard, S. M. L. ve Hubbard, B. (2019). A review of sustainability metrics for the construction and operation of airport and roadway infrastructure. *Frontiers of Engineering Management*, 6(3), 433–452.
- Hummels, H. (1998). Organizing Ethics: A Stakeholder Debate. *Journal of Business Ethics*, 17(3), 1403–1419.
- IATA. (2022). *Airport Environmental Sustainability*. IATA Web Sayfası. <https://www.iata.org/contentassets/d1d4d535bf1c4ba695f43e9beff8294f/airport-environmental-sustainability-policy.pdf>
- ICAO. (2017). *Waste Management at Airports: Eco Airport Toolkit*. [http://www.aci.aero/Media/aci/file/2010 Events/ACI Environment Seminar Quito/61_Waste_Management.pdf](http://www.aci.aero/Media/aci/file/2010%20Events/ACI%20Environment%20Seminar%20Quito/61_Waste_Management.pdf)
- ICAO. (2024). *Environmental Protection: Aircraft Noise*. ICAO Web Sitesi. <https://www.icao.int/environmental-protection/Pages/noise.aspx>
- IGA. (2020). *A New Airport Experience Sustainability Report 2020* (pp. 1–70). İGA Istanbul Airport. <https://www.igairport.aero/media/zfhhy53k/iga-srd-raporu-2020-eng.pdf>
- Inamete, U. B. (1993). Key Elements in Managing Airports: The Policy Environment and Increasing Efficiency. *International Journal of Public Sector Management*, 6(5), 12–23. <https://doi.org/10.1108/09513559310043156>
- Incheon Airport. (2023). *2022/2023 Incheon Airport Sustainability Report*. https://www.airport.kr/co_file/ko/file01/SR_2023_eng.pdf
- Irvine, D., Budd, L., Ison, S. ve Kitching, G. (2016). The environmental effects of peak hour air traffic congestion: The case of London Heathrow Airport. *Research in*

Transportation Economics, 55(x), 67–73.

- Janic, M. (2007). *The Sustainability of Air Transportation: A Quantitative Analysis and Assessment*. Routledge. <https://doi.org/https://doi.org/10.4324/9781315236889>
- Janic, M. (2010). Developing an indicator system for monitoring, analyzing, and assessing airport sustainability. *European Journal of Transport and Infrastructure Research*, 10(3), 206–229. <https://doi.org/10.18757/ejtir.2010.10.3.2889>
- Jenkins, M. (2020). *Socio-Economic Impacts of Airport Infrastructure in the Queenstown-Lakes District* (Issue June). https://www.qldc.govt.nz/media/ql1exdee/mj_socioeconomic-impacts-of-ql-airports_final_report_15062020.pdf
- Jia, Q., Hu, H. Q. ve Yu, J. L. (2021). The model construction in airport renewable energy system scale planning based in Multi-Criteria Decision Making. *Energy Reports*, 7, 92–98. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2021.08.068>
- Juniar, E. R., Muttaqijn, M. I. ve Hadiwijaya, D. (2024). Job Involvement , Work Facilities and Work Environment Influence Turnover Intention of Outsourced Employees (PT . Angkasa Pura Solusi Integra - Soekarno Hatta International Airport). *Quantitative Economics and Management Studies (QEMS)*, 5(1), 2722–6247. <https://doi.org/doi.org/10.35877/454RI.qems2387>
- Karaman, A. S. ve Akman, E. (2018). Taking-off corporate social responsibility programs: An AHP application in airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 68, 187–197. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2017.06.012>
- Kemp, L. J. ve Vinke, J. (2012). CSR reporting: a review of the Pakistani aviation industry. *South Asian Journal of Global Business Research*, 1(2), 276–292. <https://doi.org/10.1108/20454451211252778>
- Kilkiş, Ş. ve Kilkiş, Ş. (2016). Benchmarking airports based on a sustainability ranking index. *Journal of Cleaner Production*, 130, 248–259. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2015.09.031>
- Kılıç, M., Uyar, A. ve Karaman, A. S. (2019). What impacts sustainability reporting in the global aviation industry? An institutional perspective. *Transport Policy*, 79(January), 54–65. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2019.04.017>
- Koç, S. ve Durmaz, V. (2015). Airport Corporate Sustainability: An Analysis of Indicators Reported in the Sustainability Practices. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 181, 158–170. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.04.877>

- Kolk, J. E. M. (2015). Sustainability Reporting. *VBA Journaal*, 21(3), 34–42.
https://www.researchgate.net/profile/Ans-Kolk/publication/277876384_Sustainability_reporting/links/59919caeaca272cd4bcf9d17/Sustainability-reporting.pdf
- Kumar, A., Sah, B., Singh, A. R., Deng, Y., He, X., Kumar, P. ve Bansal, R. C. (2017). A review of multi criteria decision making (MCDM) towards sustainable renewable energy development. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 69(November 2016), 596–609. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.11.191>
- Kumar, A., Ashwin, A. ve Gupta, H. (2020). Evaluating green performance of the airports using hybrid BWM and VIKOR methodology. *Tourism Management*, 76(March 2018), 103941. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2019.06.016>
- Lai, Y. J., Liu, T. Y. ve Hwang, C. L. (1994). TOPSIS for MODM. *European Journal of Operational Research*, 76(3), 486–500. [https://doi.org/10.1016/0377-2217\(94\)90282-8](https://doi.org/10.1016/0377-2217(94)90282-8)
- Lau, C. R., Stromgren, J. T. ve Green, D. J. (2010). *Airport energy efficiency and cost reduction: A Syhntesis of Airport Practice*. Transportation Resarch Board. <https://nap.nationalacademies.org/read/14413/chapter/1#ii>
- Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M. R., Burkhardt, U., Chen, Q., Doherty, S. J., Freeman, S., Forster, P. M., Fuglestvedt, J., Gettelman, A., De León, R. R., Lim, L. L., Lund, M. T., Millar, R. J., Owen, B., Penner, J. E., Pitari, G., Prather, M. J., ... Wilcox, L. J. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244(February 2020). <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834>
- Legendre, S. ve Coderre, F. (2013). Determinants of GRI G3 Application Levels: The Case of the Fortune Global 500. *Corporate Social Responsibility and Environmental Management*, 20(3), 182–192. <https://doi.org/10.1002/csr.1285>
- Longhurst, J., Gibbs, D. C., Raper, D. W. ve Conlan, D. E. (1996). Towards sustainable airport development. *Environmentalist*, 16(3), 197–202.
- Mardani, A., Zavadskas, E. K., Govindan, K., Senin, A. A. ve Jusoh, A. (2016). VIKOR technique: A systematic review of the state of the art literature on methodologies and applications. *Sustainability (Switzerland)*, 8(1).
- Mendis, M. D. V. S. ve Weerakkody, W. A. S. (2018). The impact of work life balance

Merriam-Webster. (2024). *Merriam-Webster Dictionary*. Merriam-Webster.Com.
[https://www.merriam-webster.com/dictionary/case study?src=search-dict-box](https://www.merriam-webster.com/dictionary/case%20study?src=search-dict-box)

Michelon, G. (2011). Sustainability disclosure and reputation: A comparative study. *Corporate Reputation Review*, 14(2), 79–96. <https://doi.org/10.1057/crr.2011.10>

Miller, J. M. (2012). Framing Sustainability. *Journal of Sustainability Education*, 3(March). <http://www.jsedimensions.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/03/MillerJSE2012-1.pdf>

Mol, A. P. J. ve Sonnenfeld, D. A. (2000). Ecological modernisation around the world: An introduction. *Ecological Modernisation Around the World: Perspectives and Critical Debates*, 9(1), 3-1–14. <https://doi.org/10.1080/09644010008414510>

Neto, R. F. M., de Casto Carvalho, I., Calijuri, M. L. ve da Fonseca Santiago, A. (2012). Rainwater use in airports: A case study in Brazil. *Resources, Conservation and Recycling*, 68, 36–43. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2012.08.005>

Munich Airport. (2022). *Integrated Report 2022 - Building Connections* (pp. 1–102). Munich Airport. https://www.munich-airport.com/_b/000000000000000018054216bb64a285c2/integrated-report-20221.pdf

Munich Airport. (2024). *GRI content index*. Munich Airport Web Sitesi. <https://report2022.munich-airport.com/impact-report/sustainable-development/gri-content-index/>

NASA. (2023). *Sustainable Aviation*. NASA Web Sitesi. <https://www.nasa.gov/directorates/armd/sustainable-aviation/>

NASA. (2024). *Vital Signs: Carbon Dioxide*. NASA Web Sitesi. <https://climate.nasa.gov/vital-signs/carbon-dioxide/>

de Neufville, R., Odoni, A. R., Belobaba, P. P. ve Reynolds, T. G. (2013). *Airport Systems: Planning, Design, and Management* (2nd ed.). McGraw-Hill Education. <https://www.accessengineeringlibrary.com/content/book/9780071770583>

Nichols, A., Nichols, J. ve Paton, R. (2015). Measuring social impact. In *Social finance* (pp. 253–281). Oxford University Press.

- Nikolaeva, R. ve Bicho, M. (2011). The role of institutional and reputational factors in the voluntary adoption of corporate social responsibility reporting standards. *Journal of the Academy of Marketing Science*, 39(1), 136–157.
- Niu, Y., Xie, G., Xiao, Y., Qin, K., Gan, S. ve Liu, J. (2021). Spatial and temporal changes of ecosystem service value in airport economic zones in China. *Land*, 10(10), 1–16. <https://doi.org/10.3390/land10101054>
- O'Hare Noise Compatibility Commission. (2024). *Fly Quiet Program*. <https://oharenoise.org/noise-management/fly-quiet-program>
- Ömürbek, N. ve Eren, H. (2016). Promethee, Moora ve Copras Yöntemleri ile Oran Analizi Sonuçlarının Değerlendirilmesi: Bir Uygulama - Evaluation of The Results of the Rate Analysis with Promethee, Moora and Copras Methods: An Application. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 8(16), 174.
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2004). Compromise solution by MCDM methods: A comparative analysis of VIKOR and TOPSIS. *European Journal of Operational Research*, 156(2), 445–455. [https://doi.org/10.1016/S0377-2217\(03\)00020-1](https://doi.org/10.1016/S0377-2217(03)00020-1)
- Opricovic, S. ve Tzeng, G. H. (2007). Extended VIKOR method in comparison with outranking methods. *European Journal of Operational Research*, 178(2), 514–529. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2006.01.020>
- Ostrom E. (2009). A General Frameworkfor Analyzing Sustainability ofSocial-Ecological Systems. *Science*, 325(5939), 416–419.
- Özlem Vurmaz, M. ve Boyacioglu, H. (2018). Airport Water Consumption Footprinting. *Environment and Ecology Research*, 6(6), 519–524. <https://doi.org/10.13189/eer.2018.060601>
- Pitt, M. ve Smith, A. (2003a). An assessment of waste management efficiency at BAA airports. *Construction Management and Economics*, 21(4), 421–431. <https://doi.org/10.1080/0144619032000089599>
- Pitt, M. ve Smith, A. (2003b). Waste management efficiency at UK airports. *Journal of Air Transport Management*, 9(2), 103–111. [https://doi.org/10.1016/S0969-6997\(02\)00063-7](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(02)00063-7)
- Postorino, M. N. ve Mantecchini, L. (2016). A systematic approach to assess the effectiveness of airport noise mitigation strategies. *Journal of Air Transport Management*, 50, 71–82. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.10.004>

- Rajapaksha, A. ve Jayasuriya, D. N. (2020). Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation. *Global Journal of Management and Business Research*, 20(March), 25–34. <https://doi.org/10.34257/gjmbravol20is3pg25>
- Redclift, M. (2002). *Sustainable development: Exploring the contradictions*. Routledge.
- Reid, W. V., Mooney, H. A., Cropper, A., Capistrano, D. Carpenter, S. R. Chopra, K. ... ve Zurek, M. B. (2005). Ecosystems and human well-being-Synthesis: A report of the Millennium Ecosystem Assessment. In *Zootaxa* (Vol. 4892, Issue 1). Island Press. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4892.1.1>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega (United Kingdom)*, 53, 49–57. <https://doi.org/10.1016/j.omega.2014.11.009>
- Rich, C. ve Longcore, T. (2006). *Ecological consequences of artificial night lighting*. Island Press.
- Robinson, J. (2004). Squaring the circle? Some thoughts on the idea of sustainable development. *Ecological Economics*, 48(4), 369–384.
- Roy, B. (1990). The outranking approach and the foundations of ELECTRE methods. *Theory and Decision*, 31, 49–73. https://doi.org/doi.org/10.1007/978-3-642-75935-2_8
- Ruben, B. D. (2017). *Mediation, Information, and Communication*. Routledge.
- Saari, D. G., ve Merlin, V. R. (1996). The Copeland method I.: Relationships and the dictionary. *Economic Theory*, 8(1), 51–76. <https://doi.org/10.1007/s001990050077>
- Saaty, R. W. (1987). The analytic hierarchy process-what it is and how it is used. *Mathematical Modelling*, 9(3–5), 161–176. [https://doi.org/10.1016/0270-0255\(87\)90473-8](https://doi.org/10.1016/0270-0255(87)90473-8)
- Scavuzzi, J., Van Dorp, J., Nakatani, Y. ve Takeuchi, Y. (2022). *New airport infrastructure for clean energies* (Issue June). https://www.icao.int/environmental-protection/Documents/EnvironmentalReports/2022/ENVReport2022_Art43.pdf
- Schaar, D. ve Sherry, L. (2010). Analysis of airport stakeholders. *2010 Integrated Communications, Navigation, and Surveillance Conference Proceedings, ICNS 2010*, J4-1-J4-17. <https://doi.org/10.1109/ICNSURV.2010.5503233>
- Schäfer, A. W. ve Waitz, I. A. (2014). Air transportation and the environment. *Transport Policy*, 34, 1–4. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.02.012>

- Schaltegger, S. ve Lüdeke-Freund, F. (2011). The Sustainability Balanced Scorecard: Concept and the Case of Hamburg Airport. In *Centre for Sustainability Management (CSM)*. <https://doi.org/10.2139/ssrn.2062320>
- Schiphol. (2024). *Reducing noise nuisance*. Schiphol Airport Website. <https://www.schiphol.nl/en/schiphol-group/page/reducing-noise-nuisance/>
- Schiphol Group. (2022). *Annual Report 2022 Royal Schiphol Group*. https://assets.ctfassets.net/biom0eqyyi6b/6KuDXV8tLObOnmmEyuvtoB/a06ae96544a988a8b5a34f728dd147c2/Schiphol_Group_Annual_Report_2022.pdf
- Schipol. (2024). *Sustaining Your World: At the airport*. Schipol Airport Web Sitesi. <https://www.schiphol.nl/en/schiphol-group/page/sustainability-at-the-airport/>
- Schlenker, W. ve Walker, W. R. (2016). Airports, air pollution, and contemporaneous health. *Review of Economic Studies*, 83(2), 768–809.
- Sebastian, R. M. ve Louis, J. (2021). Understanding waste management at airports: A study on current practices and challenges based on literature review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 147(September 2020), 197–205.
- Seuring, S. (2013). A review of modeling approaches for sustainable supply chain management. *Decision Support Systems*, 54(4), 1513–1520.
- Shojaei, P., Haeri, S. A. S. ve Mohammadi, S. (2018). Airports evaluation and ranking model using Taguchi loss function, best-worst method and VIKOR technique. *Journal of Air Transport Management*, 68, 4–13.
- Skytrax. (2024). *About Skytrax Ratings*. Skytrax Web Sitesi. <https://skytraxratings.com/about>
- Sreenath, S., Sudhakar, K. ve Yusop, A. F. (2021). Sustainability at airports: Technologies and best practices from ASEAN countries. *Journal of Environmental Management*, 299(August). <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113639>
- Stevenson, I. ve Marintseva, K. (2019). A review of Corporate Social Responsibility assessment and reporting techniques in the aviation industry. *Transportation Research Procedia*, 43, 93–103. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2019.12.023>
- Studart, R. ve Gallagher, K. (2018). Guaranteeing sustainable infrastructure. *International Economics*, 155(May), 84–91. <https://doi.org/10.1016/j.inteco.2018.03.003>

- Sulej, A. M., Polkowska, Z. ve Namieśnik, J. (2011). Analysis of airport runoff waters. In *Critical Reviews in Analytical Chemistry* (Vol. 41, Issue 3, pp. 190–213). <https://doi.org/10.1080/10408347.2011.588920>
- Sustainable-bus.com. (2019). *Oslo airport takes the 'green' path with VDL electric buses in place of shuttles*. <https://www.sustainable-bus.com/news/oslo-airport-electric-buses-vdl-shuttles/>
- Taherdoost, H. ve Madanchian, M. (2023). Using PROMETHEE Method for Multi-Criteria Decision Making: Applications and Procedures. *Iris Journal of Economics & Business Management*, 1(1), 1–7.
- Thamrin, M. ve Riyanto, S. (2020). The Effect of Work Motivation, Work Environment, and Work Life Balance on Employee Performance at PT. AngkasaPura I (Persero) Sultan Aji Muhammad SulaimanSepinggian Airport-Balikpapan. *IOSR Journal of Dental and Medical Sciences (IOSR-JDMS)* e-ISSN, 19(6), 40–47. <https://doi.org/10.9790/0853-1906044047>
- Tongco, M. D. C. (2007). Purposive sampling as a tool for informant selection. *Ethnobotany Research and Applications*, 5, 147–158.
- Toriya, A. J., Self, R. H. ve Flindell, I. H. (2017). A model for the rapid assessment of the impact of aviation noise near airports. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 141(2), 981–995. <https://doi.org/10.1121/1.4976053>
- Unal, A., Hu, Y., Chang, M. E., Odman, M. T. ve Russell, A. G. (2005). Airport related emissions and impacts on air quality: Application to the Atlanta International Airport. *Atmospheric Environment*, 39(32), 5787–5798.
- UNDP. (2024). *Sustainable Developments Goals*. UNDP Web Sayfası. <https://www.undp.org/sustainable-development-goals>
- UNFCCC. (2024). *The Paris Agreement*. UNFCCC Web Sayfası. <https://unfccc.int/process-and-meetings/the-paris-agreement>
- Upham, P. J. ve Mills, J. N. (2005). Environmental and operational sustainability of airports: Core indicators and stakeholder communication. *Benchmarking*, 12(2), 166–179. <https://doi.org/10.1108/14635770510593103>
- Upham, P., Thomas, C., Gillingwater, D. ve Raper, D. (2003). Environmental capacity and airport operations: current issues and future prospects. In *Journal of Air Transport Management* (Vol. 9). <http://www.doc.mmu.ac.uk/aric>.

- Uysal, M. P. ve Sogut, M. Z. (2017). An integrated research for architecture-based energy management in sustainable airports. *Energy*, 140, 1387–1397. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.05.199>
- Vanker, S., Enneveer, M. ve Mäsak, M. (2013). Implementation of environmentally friendly measures at Tallinn Airport. *Aviation*, 17(1), 14–21. <https://doi.org/10.3846/16487788.2013.774938>
- Wan, L., Peng, Q., Wang, J., Tian, Y. ve Xu, C. (2020). Evaluation of airport sustainability by the synthetic evaluation method: A case study of Guangzhou Baiyun International Airport, China, from 2008 to 2017. *Sustainability (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/SU12083334>
- White, P. (2009). Building a sustainability strategy into the business. *Corporate Governance: International Journal of Business in Society*, 9(4), 386–394. <https://doi.org/doi:10.1108/14720700910984936>
- Willis, R. M., Stewart, R. A., Panuwatwanich, K., Williams, P. R. ve Hollingsworth, A. L. (2011). Quantifying the influence of environmental and water conservation attitudes on household end use water consumption. *Journal of Environmental Management*, 92(8), 1996–2009. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2011.03.023>
- Yakut, E. (2020). *OECD ülkelerinin bilgi ve iletişim teknolojileri gelişmişliklerinin MOORA ve WASPAS yöntemiyle değerlendirilerek kullanılan yöntemlerin Copeland yöntemiyle karşılaştırılması*. 24, 1275–1294.
- Yılmaz, Ö. ve Yakut, E. (2022). Bulanık Shannon Entropi Ağırlıklı Bulanık TOPSIS ve Bulanık VIKOR Yöntemleri ile Finansal Performans Değerlendirmesi. *Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(4), 307–330.
- YVR. (2021). *Vancouver Airport 2022-2024 Strategic Plan*. Vancouver Airport. <https://www.yvr.ca/en/about-yvr/2022-2024-strategic-plan/climate>
- YVR. (2024). *YVR Wildlife Management Program*. YVR Airport (Vancouver International Airport). <https://www.yvr.ca/en/about-yvr/environment/wildlife-management-program#:~:text=YVR is Canada's second busiest,to runways and taxi areas>

EKLER

EK-1 Etik Kurul Onayı

Evrak Kayıt Tarihi: 14.09.2021

Protokol No: 144621

Tarih: 08.10.2021



ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL VE BEŞERİ BİLİMLER BİLİMSEL ARAŞTIRMA VE YAYIN ETİĞİ KURULU
KARAR BELGESİ

ÇALIŞMANIN TÜRÜ:	BAP Projesi-Doktora Tez Çalışması
KONU:	Sosyal Bilimler
BAŞLIK:	Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik Bir Durum Çalışması
PROJE/TEZ YÜRÜTÜCÜSÜ:	Prof. Dr. Hikmet KARAKOÇ Prof. Dr. Seval KARDEŞ SELİMOĞLU
TEZ YAZARI:	Orhan YÜCEL
ALT KOMİSYON GÖRÜŞÜ:	-
KARAR:	Olumlu
Prof. Dr. Saime ONCE (Başkan-İkt. ve İdari Bil. Fak.)	
Prof. Dr. M. Erkan ÜYÜMEZ (Başkan Yardımcısı -İkt. ve İdari Bil. Fak.)	Prof. Dr. Fatime GÜNEŞ (Edebiyat Fak.)
Prof. Dr. Yıldız UZUNER (Eğitim Fak.)	Prof. Dr. İbrahim Cemil ULUKAN (Açıköğretim Fak.)
Prof. Dr. Handan DEVECİ (Eğitim Fak.)	Prof. Dr. Erkan YÜKSEL (İletişim Bil. Fak.)

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışma, “Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması” başlıklı bir doktora tezi araştırma çalışması olup havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılmasına imkân verecek endekslerin geliştirilmesi amacını taşımaktadır. Havalimanları hem yerel hem de küresel ölçekte çok büyük sürdürülebilirlik etkilerine yol açmaktadırlar. Bu etkilerin ortaya çıkarılması, havaalanlarının belirli sürdürülebilirlik endekslerinin kullanımıyla karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır. Çalışma, Anadolu Üniversitesi tarafından yürütülmekte ve sonuçları ile Havalimanlarının sürdürülebilirlik yönüyle karşılaştırılmasına imkân veren endekslerin geliştirilmesi konusunda uygulamada ve akademik literatürde mevcut boşluğun doldurulması hedeflenmektedir. Çalışma ayrıca, havalimanlarının sürdürülebilirliği konusunda uygulanmasına rastlanmamış olan MCDM yönteminin (AHP veya BWM) kullanımı ile mevcut akademik çalışmalara katkı sağlayacaktır.

Araştırma sonucunda geliştirilen sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin kullanımı ile elde edilecek karşılaştırmalı bilgilerden hem havalimanı yönetimleri hem de tüm havalimanı paydaşları faydalanacaktır.

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
- Çalışmanın amacı doğrultusunda, Anket yapılarak sizden veriler toplanacaktır.
- İsmınızı yazmak ya da kimliğinizi açığa çıkaracak bir bilgi vermek zorunda değilsiniz/araştırmada katılımcıların isimleri gizli tutulacaktır.
- Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
- İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
- Sizden toplanan veriler 6698 Sayılı Kişisel Verinin Korunması Kanununa uygun olarak korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.
- Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz.

Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Gönüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayırdığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yönetimi bölümünden Orhan YÜCEL'e yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı : Orhan YÜCEL

Adres :

Cep Tel:

Bu çalışmaya tamamen kendi rızamla, istediğim takdirde çalışmadan ayrılabilceğimi bilerek verdiğim bilgilerin bilimsel amaçlarla kullanılmasını kabul ediyorum.

(Lütfen bu formu doldurup imzaladıktan sonra veri toplayan kişiye veriniz.)

Katılımcı Ad ve Soyadı:

İmza:

Tarih:

EK-3 Uzman Grubu 1. Anket

Havalimanlarında Sürdürülebilirlik Endeksleri

- Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde “Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması” başlıklı bir araştırmadır. Havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılmasına imkân verecek endekslerin geliştirilmesi amacını taşımaktadır.
- Havalimanları hem yerel hem de küresel ölçekte çok büyük sürdürülebilirlik etkilerine yol açmaktadırlar. Bu etkilerin ortaya çıkarılması, havalimanlarının belirli sürdürülebilirlik endekslerinin kullanımıyla karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır.
- Araştırma sonucunda geliştirilen sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin kullanımı ile elde edilecek karşılaştırmalı bilgilerden hem havalimanı yönetimleri hem de tüm havalimanı paydaşlarının faydalanması hedeflenmektedir.
- Sizin de içinde bulunduğunuz UZMAN GRUBU'nun görüşleri bu araştırmanın en önemli dayanaklarından birini teşkil edecektir.

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

- Bu çalışma, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde “Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması” başlıklı bir araştırmadır. Havalimanlarının sürdürülebilirlik açısından karşılaştırılmasına imkân verecek endekslerin geliştirilmesi amacını taşımaktadır.
- Havalimanları hem yerel hem de küresel ölçekte çok büyük sürdürülebilirlik etkilerine yol açmaktadırlar. Bu etkilerin ortaya çıkarılması, havalimanlarının belirli sürdürülebilirlik endekslerinin kullanımıyla karşılaştırılması ile mümkün olmaktadır.
- Araştırma sonucunda geliştirilen sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin kullanımı ile elde edilecek karşılaştırmalı bilgilerden hem havalimanı yönetimleri hem de tüm havalimanı paydaşlarının faydalanması hedeflenmektedir.
- Sizin de içinde bulunduğunuz UZMAN GRUBU'nun görüşleri bu araştırmanın en önemli dayanaklarından birini teşkil edecektir.

Araştırmacı Adı : Orhan YÜCEL

Adres :

İş Tel :

Cep Tel :

1. Ankete katılıma onay veriyor musunuz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Evet

☐ Hayır

Kişisel Bilgiler

2. Ad Soyad *

3. Çalışma Alanı *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ Akademik

☐ Endüstri/Sektör

☐ Devlet Kurumu/Düzenleyici

☐ Diğer: _____

4. Konu hakkındaki tecrübeniz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

☐ 5-10 yıl

☐ 10-15 yıl

☐ 15+ yıl

Çevresel Endeks Göstergeleri

5. Aşağıdaki göstergelerin ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesi için * uygunluk durumunu belirtiniz?

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	Uygun	Uygun Değil
Katı Atık Yönetimi	☐	☐
Su Yönetimi	☐	☐
Gürültü Yönetimi	☐	☐
Enerji Yönetimi	☐	☐
Emissionlar ve hava kalitesi yönetimi	☐	☐
Sertifikasyon ve Sistematik Çabalar	☐	☐

GÖSTERGELERE YÖNELİK AÇIKLAMALAR

KATI ATIK YÖNETİMİ:

Katı Atık miktarı, Geri dönüştürülen atık yüzdesi, atık azaltım yöntemleri ile azaltılan katı atık miktarı

SU YÖNETİMİ:

Kullanılan su miktarı, Geri dönüştürülen su miktarı, tasarrufu yöntemleri ile tasarruf edilen su miktarı

GÜRÜLTÜ YÖNETİMİ:

Gürültü miktarı, Gürültü şikayetleri, Gece uçuş miktarı ve sayısı

ENERJİ YÖNETİMİ:

Kullanılan enerji miktarı, enerji tasarruf yöntemleri kullanımı, yakıt tüketimi, yenilenebilir enerji yüzdesi,

EMİSYONLAR VE HAVA KALİTESİ YÖNETİMİ:

Düşük Emisyonlu kara araçları, toplu ulaşım imkanları ve payı, çabalar ile azaltılan hava kirliliği miktarı

SERTİFİKASYON VE SİSTEMATİK ÇABALAR:

ACI, ISO 14001, ISO 50001, ACA Sertifikalar; bilimsel araştırma projelerine katkı

6. Yukarıdakilere ilave Çevresel Gösterge önerileriniz varsa başlıklar halinde yazınız?

Ekonomik Endeks Göstergeleri

7. Aşağıdaki göstergelerin EKONOMİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirilmesi için ^{*} uygunluk durumunu belirtiniz?

Her satırda yalnızca bir şıkla işaretleyin.

	Uygun	Uygun Değil
Doğrudan ekonomik katkılar	☐	☐
Büyüme	☐	☐
Dolaylı ekonomik etkiler	☐	☐

GÖSTERGELERE YÖNELİK AÇIKLAMALAR

DOĞRUDAN EKONOMİK KATKILAR

Havaalanının Gelirler, Maliyetler ve Karlılık durumunu kapsar.

BÜYÜME

Pazar varlığı, pazar payı artışı, kapasite ve operasyonlardaki artış ile AR-GE faaliyetlerini içerir.

DOLAYLI EKONOMİK ETKİLER

Ekonomik refah, Sürdürülebilir satın alma uygulamaları; iş yaratma; Yerel ekonomik kalkınmaya ve KOBİ'lere yapılan katkılar içerir.

8. Yukarıdakilere ilave Ekonomik Gösterge önerileriniz varsa başlıklar halinde yazınız?

Sosyal Endeks Göstergeleri

9. Aşağıdaki göstergelerin SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirme için uygunluk durumunu belirtiniz?

Her satırda yalnızca bir şıkki işaretleyin.

	Uygun	Uygun Değil
Çalışanların Durumu ve memnuniyeti	☐	☐
Müşteri Memnuniyeti	☐	☐
Kazalar ve Emniyet	☐	☐
İnsan Hakları ve İstismarla mücadele	☐	☐
Paydaş İlişkileri	☐	☐
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği	☐	☐
Sosyal Sorumluluk Projeleri	☐	☐

GÖSTERGELERE YÖNELİK AÇIKLAMALAR

ÇALIŞANLARIN DURUMU VE MEMNUNİYETİ

Çalışanların katılımı, sağlanan hak ve imkanlar, eğitimleri ve çalışan İş Yükü konularını kapsar.

MÜŞTERİ MEMNUNİYETİ

Ürün ve Hizmet Kalitesi, Hizmet Süreleri ve Gecikmeler, şikayet ve talep yönetimi ile Erişilebilirlik, Çeşitlilik ve Sosyal Eşitlik konularını kapsar

İNSAN HAKLARI VE İSTİSMAR

Kaçak ve Çocuk işçi çalıştırma, insan kaçakçılığı, ayrımcılık gibi konuları kapsar.

KAZALAR VE EMNİYET

Kazaların gerçekleşme durumu, ile havalimanı emniyet yönetimi konularını kapsar

PAYDAŞ İLİŞKİLERİ

Paydaş etkileşimi ile havaalanı paydaşlarının talep ve önerilerine karşı yaklaşımı incelenir.

KURUMSAL YÖNETİM VE İŞ ETİĞİ

Şeffaflık, Hesap verebilirlik, yasa ve düzenlemelere uyum konularını kapsar.

SOSYAL SORUMLULUK PROJELERİ

Toplumsal ve yerel halkın desteklenmesi, çevre, eğitim, kültür ve spor faaliyetlerine katkı konularını kapsar

10. Yukandakilere ilave Sosyal Gösterge önerileriniz varsa başlıklar halinde yazınız?

Bu içerik Google tarafından oluşturulmamış veya onaylanmamıştır.

Google Formlar

EK-4 Uzman Grubu 2. Anket

Havalimanlarında Sürdürülebilirlik Endeksleri

Bu anket, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde "Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması" başlıklı araştırmanın 2. aşama anketidir. İlk ankete verilen cevaplarınız da dikkate alınarak hazırlanmıştır.

Araştırma sonucunda geliştirilen sürdürülebilirlik endeks ve göstergelerinin kullanımı ile elde edilecek karşılaştırmalı bilgilerden hem havalimanı yönetimleri hem de tüm havalimanı paydaşlarının faydalanması hedeflenmektedir.

Sizin de içinde bulunduğunuz Uzman Grubunun (Expert Panel) bu 2. anket için görüşleri araştırmanın en önemli dayanaklarından birini teşkil edecektir.

Zorunlu soruyu belirtir

ÖNÖLLÜ KATILIM FORMU

Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.

Çalışmanın amacı doğrultusunda, Anket yapılarak sizden veriler toplanacaktır.

Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve jerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.

İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.

Sizden toplanan veriler 6698 Sayılı Kişisel Verinin Korunması Kanununa uygun olarak orunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir.

Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep ılmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz alışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden oplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.

Önüllü katılım formunu okumak ve değerlendirmek üzere ayrıldığınız zaman için teşekkür ederim. Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yönetimi idöümünden Orhan YÜCEL'e yönelebilirsiniz.

Araştırmacı Adı : Orhan YÜCEL

Adres : Kuru Mahallesi 2582.Cad. Kocatepe Sitesi No: 4/1 Çankaya/ANKARA

İş Tel : 03843535009

Cep Tel : 0546 265 2137

1. Ankete katılıma onay veriyor musunuz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
☐ Hayır 7. bölüme (TEŞEKKÜRLER) gidin

Kişisel Bilgiler

2. Ad Soyad *

HAVALİMANI SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ENDEKSLERİ

3. Sizce aşağıdaki endekslerinden hangisi havalimanlarının SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesi için en önemlidir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çevresel
☐ Sosyal
☐ Ekonomik

4. Sizce aşağıdaki endekslerinden hangisi havalimanlarının SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesi için EN AZ önemlidir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çevresel
☐ Sosyal
☐ Ekonomik

ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

AÇIKLAMALAR

Katı Atık Yönetimi

Katı Atık miktarı, Geri dönüştürülen atık yüzdesi, atık azaltım yöntemleri ile azaltılan katı atık miktarı

Su Yönetimi

Kullanılan su miktarı, Geri dönüştürülen su miktarı, tasarrufu yöntemleri ile tasarruf edilen su miktarı

Gürültü Yönetimi

Gürültü miktarı, Gürültü şikayetleri, Gece uçuş miktarı ve sayısı

Enerji Yönetimi

Kullanılan enerji miktarı, enerji tasarruf yöntemleri kullanımı, yakıt tüketimi, yenilenebilir enerji yüzdesi,

Emisyonlar ve hava kalitesi yönetimi

Düşük Emisyonlu kara araçları, toplu ulaşım imkanları ve payı, çabalar ile azaltılan hava kirliliği miktarı

Sertifikasyon ve Sistematik Çabalar

ACI, ISO 14001, ISO 50001, ACA Sertifikaları; bilimsel araştırma projelerine katkı

Biyçeşitlilik

Soyu tükenen canlılar, doğal habitat koruma çalışmaları, kuş ve böcekleri uçaklardan uzaklaştırma, çevre koruma alanları

5. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesinde EN ÖNEMLİ göstergedir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Su Yönetimi
- ☐ Katı Atık Yönetimi
- ☐ Gürültü Yönetimi
- ☐ Enerji Yönetimi
- ☐ Emissionlar ve hava kalitesi yönetimi
- ☐ Sertifikasyon ve Sistematik Çabalar
- ☐ Biyoçeşitlilik

6. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının ÇEVRESEL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesinde EN ÖNEMSİZ göstergedir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Su Yönetimi
- ☐ Katı Atık Yönetimi
- ☐ Gürültü Yönetimi
- ☐ Enerji Yönetimi
- ☐ Emissionlar ve hava kalitesi yönetimi
- ☐ Sertifikasyon ve Sistematik Çabalar
- ☐ Biyoçeşitlilik

EKONOMİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

AÇIKLAMALAR

Doğrudan ekonomik katkılar

Havalimanının Gelirler, Maliyetler ve Karlılık durumunu kapsar.

Büyüme

Pazar varlığı, pazar payı artışı, kapasite ve operasyonlardaki artış ile AR-GE faaliyetlerini içerir.

Dolaylı ekonomik etkiler

Ekonomik refah, Sürdürülebilir satın alma uygulamaları; iş yaratma; Yerel ekonomik kalkınmaya ve KOBİ'lere yapılan katkılar içerir.

İstihdam

Çalışan sayısı, çalışan sayısındaki artış, çalışan sayısının yolcu sayısına oranı

7. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının EKONOMİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesinde EN ÖNEMLİ göstergedir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Doğrudan ekonomik katkılar
☐ Büyüme
☐ Dolaylı ekonomik etkiler
☐ İstihdam

8. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının EKONOMİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesinde EN ÖNEMSİZ göstergedir? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Doğrudan ekonomik katkılar
☐ Büyüme
☐ Dolaylı ekonomik etkiler
☐ İstihdam

SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ

AÇIKLAMALAR

Çalışanların Durumu ve memnuniyeti

Çalışanların katılımı, sağlanan hak ve imkanlar, eğitimleri ve çalışan İş Yükü konularını kapsar.

Müşteri Memnuniyeti

Ürün ve Hizmet Kalitesi, Hizmet Süreleri ve Gecikmeler, şikayet ve talep yönetimi ile Erişilebilirlik, Çeşitlilik ve Sosyal Eşitlik konularını kapsar

İnsan Hakları ve İstismar

Kaçak ve Çocuk işçi çalıştırma, insan kaçakçılığı, ayrımcılık gibi konuları kapsar.

Kazalar ve Emniyet

Kazaların gerçekleşme durumu, ile havalimanı emniyet yönetimi konularını kapsar

Paydaş İlişkileri

Paydaş etkileşimi ile havaalanı paydaşlarının talep ve önerilerine karşı yaklaşımı incelenir.

Kurumsal Yönetim ve İş Etiği

Şeffaflık, Hesap verebilirlik, yasa ve düzenlemelere uyum konularını kapsar.

Sosyal Sorumluluk Projeleri

Toplumun ve yerel halkın desteklenmesi, çevre, eğitim, kültür ve spor faaliyetlerine katkı konularını kapsar

9. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK ★ değerlendirmesinde EN ÖNEMLİ göstergedir?

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Çalışanların Durumu ve memnuniyeti
- ☐ Müşteri Memnuniyeti
- ☐ Kazalar ve Emniyet
- ☐ İnsan Hakları ve İstismarla mücadele
- ☐ Paydaş İlişkileri
- ☐ Kurumsal Yönetim ve İş Etiği
- ☐ Sosyal Sorumluluk Projeleri

10. Sizce aşağıdakilerden hangisi havalimanlarının SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK değerlendirmesinde EN ÖNEMSİZ göstergedir? *

Yalnızca bir şıkı işaretleyin.

- ☐ Çalışanların Durumu ve memnuniyeti
- ☐ Müşteri Memnuniyeti
- ☐ Kazalar ve Emniyet
- ☐ İnsan Hakları ve İstismar'a mücadele
- ☐ Paydaş ilişkileri
- ☐ Kurumsal Yönetim ve İş Etiği
- ☐ Sosyal Sorumluluk Projeleri

TEŞEKKÜRLER

Bu içerik Google tarafından oluşturulmamış veya onaylanmamıştır.

Google Formlar

EK-5 Uzman Grubu 3. Anket

Havalimanlarında Sürdürülebilirlik Endeksleri Üçüncü Anket

Bu anket, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsünde "Havalimanları İçin Sürdürülebilirlik Endekslerinin Belirlenmesi ve Bu Endekslere Yönelik bir Durum Çalışması" başlıklı araştırmanın üçüncü ve son aşama anketidir. 1 ve 2'nci ankete verilen cevaplarınız da dikkate alınarak hazırlanmıştır. Araştırma sonucunda geliştirilen sürdürülebilirlik endeks ve göstergeleri ile literatüre katkı yanında havalimanı yönetimleri ve tüm paydaşların kullanımı hedeflenmektedir. Sizin de içinde bulunduğunuz Uzman Grubunun (Expert Panel) bu 3. anket için görüşleri araştırmanın en önemli aşamalarından birini oluşturmaktadır.

GÖNÜLLÜ KATILIM FORMU

- Bu çalışmaya katılımınız gönüllülük esasına dayanmaktadır.
 - Araştırma kapsamında toplanan veriler, sadece bilimsel amaçlar doğrultusunda kullanılacak, araştırmanın amacı dışında ya da bir başka araştırmada kullanılmayacak ve gerekmesi halinde, sizin (yazılı) izniniz olmadan başkalarıyla paylaşılmayacaktır.
 - Sizden toplanan veriler 6698 Sayılı Kişisel Verinin Korunması Kanununa uygun olarak korunacak ve araştırma bitiminde arşivlenecek veya imha edilecektir. İstemeniz halinde sizden toplanan verileri inceleme hakkınız bulunmaktadır.
 - Veri toplama sürecinde/süreçlerinde size rahatsızlık verebilecek herhangi bir soru/talep olmayacaktır. Yine de katılımınız sırasında herhangi bir sebepten rahatsızlık hissederseniz çalışmadan istediğiniz zamanda ayrılabilirsiniz. Çalışmadan ayrılmanız durumunda sizden toplanan veriler çalışmadan çıkarılacak ve imha edilecektir.
- Çalışma hakkındaki sorularınızı Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yönetimi bölümünden Orhan YÜCEL'e yöneltebilirsiniz.

Araştırmacı Adı : Orhan YÜCEL
Adres : Kuru Mahallesi 2582.Cad. Kocatepe Sitesi No: 4/1 Çankaya/ANKARA
İş Tel : 03843535009
Cep Tel : 0546 265 2137

* Zorunlu soruyu belirtir

1. Ankete katılıma onay veriyor musunuz? *

Yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

- ☐ Evet
☐ Hayır 7. bölüme (TEŞEKKÜRLER) gidin

Ad Soyad

2. *

[illegible]

6. (Önceki anketlere göre **en zayıf (worst)** çevresel gösterge: Sertifikasyon ve Sistematik Çabalar (SSÇ) seçilmişti) *

Diğer çevresel göstergelerin en zayıf gösterge olan SSÇ'ye göre önem derecesini belirleyiniz.

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Su Yönetimi/SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Katı Atık Yönetimi / SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Gürültü Yönetimi / SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Enerji Yönetimi / SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Emisyonlar ve Hava Kalitesi Yönetimi/SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Biyçeşitlilik/SSÇ	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

EKONOMİK SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ KARŞILAŞTIRMA

Doğrudan ekonomik katkılar: Havalimanının Gelirleri, Maliyetler ve Karlılık durumunu kapsar.

Büyüme: Pazar varlığı, pazar payı artışı, kapasite ve operasyonlardaki artış ile AR-GE faaliyetlerini içerir.

Dolaylı ekonomik etkiler: Ekonomik refah, Sürdürülebilir satın alma uygulamaları; iş yaratma; Yerel ekonomik kalkınmaya ve KOBİ'lere yapılan katkılar içerir.

İstihdam: Çalışan sayısı, çalışan sayısındaki artış, çalışan sayısının yolcu sayısına oranı

7. (Önceki anketlere göre **en güçlü (best)** Ekonomik gösterge: "Doğrudan Ekonomik Katkılar (DEK)" seçilmişti.) *

En güçlü Ekonomik gösterge olan DEK'in diğer ekonomik göstergelere göre önem derecesini belirleyiniz.

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	2	3	4	5	6	7	8	9
DEK/Büyüme	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
DEK/Dolaylı ekonomik etkiler	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
DEK/İstihdam	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

8. (Önceki anketlere göre **en zayıf (worst)** ekonomik gösterge: "Dolaylı Ekonomik Etkiler (DEE)" seçilmişti.) *

Diğer ekonomik göstergelerin en zayıf gösterge olan DEE'ye göre önem derecesini belirleyiniz.

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Doğrudan ekonomik katkılar/DEE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Büyüme/DEE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
İstihdam/DEE	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

SOSYAL SÜRDÜRÜLEBİLİRLİK GÖSTERGELERİ KARŞILAŞTIRMA

Çalışanların Durumu ve memnuniyeti: Çalışanların katılımı, sağlanan hak ve imkanlar, eğitimleri ve çalışan İş Yüğü konularını kapsar.

Müşteri Memnuniyeti: Ürün ve Hizmet Kalitesi, Hizmet Süreleri ve Gecikmeler, şikayet ve talep yönetimi ile Erişilebilirlik, Çeşitlilik ve Sosyal Eşitlik konularını kapsar

İnsan Hakları ve İstismar: Kaçak ve Çocuk işçi çalıştırma, insan kaçakçılığı, ayrımcılık gibi konuları kapsar.

10. (Önceki anketlere göre **en zayıf (worst)** Sosyal gösterge: "Sosyal Sorumluluk Projeleri (SSP) seçilmişti.) *

Diğer Sosyal göstergelerin en zayıf olan SSP'ye göre önem derecesini belirleyiniz.

Her satırda yalnızca bir şıkkı işaretleyin.

	2	3	4	5	6	7	8	9
Kurumsal Yönetim ve İş Etiği/SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Çalışanların Durumu ve memnuniyeti/SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Müşteri Memnuniyeti/SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Kazalar ve Emniyet/SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
İnsan Hakları ve İstismarla mücadele/SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐
Paydaş ilişkileri / SSP	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐	☐

TEŞEKKÜRLER

Bu içerik Google tarafından oluşturulmamış veya onaylanmamıştır.

Google Formlar

EK-6 2021 Yılı için VIKOR Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

VIKOR Yönteminin 1. Adımı ve min-max yöntemi kapsamında kriterlerin fayda (↑) veya maliyet (↓) yönlü olma durumları dikkate alınarak (3.4) ve (3.5) eşitliklerinden biri kullanılmış ve aşağıda yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2021 Yılı VIKOR Normalize Karar Matrisi

Ref.	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,5015	0,5032	0,0000	1,0000	0,4328	0,4538
E1.2	↑	1,0000	0,7467	0,5638	0,0000	0,6477	0,9724
E2.1	↑	0,8777	0,4272	1,0000	0,0000	0,5968	0,6281
E2.2	↑	1,0000	0,3480	0,3142	0,0000	0,3289	0,3540
E2.3	↑	1,0000	0,1334	0,4763	0,0000	0,3135	0,4467
E3	↑	0,0069	1,0000	0,6479	0,7324	0,0000	0,7558
E4	↑	0,8224	0,0000	0,6479	1,0000	0,6731	0,7558
Ç1.1	↑	0,5226	0,3962	0,0000	0,9366	1,0000	0,5589
Ç1.2	↑	1,0000	0,9576	0,6996	0,0000	0,9925	0,9993
Ç1.3	↓	0,9885	1,0000	0,8974	0,0000	0,9977	0,6996
Ç2.1	↑	0,6820	0,0231	0,5618	1,0000	0,9120	0,0000
Ç2.2	↓	0,0000	0,0280	0,1236	1,0000	0,0099	0,0470
Ç2.3	↑	0,0000	0,0181	1,0000	0,6513	0,0325	0,0167
Ç3.1	↓	0,0000	0,9947	0,9223	1,0000	0,3152	0,0000
Ç3.2	↓	1,0000	0,9947	0,9223	1,0000	0,5327	0,0000
Ç4.1	↑	0,9843	0,9692	0,4224	0,0000	0,9583	1,0000
Ç4.2	↑	1,0000	0,9208	0,0000	0,5263	0,9702	0,9388
Ç4.3	↑	1,0000	0,0000	0,0003	0,0050	0,9643	0,9694
Ç5.1	↓	0,9908	1,0000	0,0000	0,1409	0,9258	0,9871
Ç5.2	↑	1,0000	0,8965	0,0000	0,6602	0,9586	0,9659
Ç5.3	↑	0,0974	0,0000	0,2812	0,0986	0,4474	1,0000
Ç6.1	↑	0,3333	0,3333	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.2	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
Ç6.3	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,6823	0,6195	0,4606	0,5305	0,6481	0,5402
S1.1	↑	0,3485	0,9394	0,9091	1,0000	0,9697	0,0000
S1.2	↑	1,0000	0,4348	0,1739	0,0000	0,3478	0,0000
S1.3	↑	0,1875	0,0000	1,0000	0,5781	0,0312	0,0000
S1.4	↑	0,3305	0,2450	1,0000	0,5000	0,6471	0,0000
S1.5	↑	0,1362	0,2450	0,1493	1,0000	0,0000	0,2559
S1.6	↑	0,0523	0,4009	0,0000	0,8416	1,0000	0,0488
S2.1	↑	0,7277	0,2450	0,5373	1,0000	0,0000	0,1525
S2.2	↑	0,4056	0,0892	1,0000	0,0000	0,6506	0,3052
S3.1	↓	0,0000	0,2385	1,0000	0,8348	0,8865	0,1667
S3.2	↓	1,0000	0,9997	0,9999	0,8348	0,0000	0,9973
S3.3	↑	1,0000	0,6191	0,0000	0,8348	0,1972	0,1479
S4.1	↑	0,6452	1,0000	0,4323	0,0000	0,4458	0,5161
S4.2	↑	0,0000	1,0000	0,9762	1,0000	0,4458	0,7619
S5	↑	1,0000	0,0935	0,0254	0,0000	0,4324	0,1276

2021 Yılı VIKOR Normalize Karar Matrisi (Devam)

S6.1	↑	0,6298	0,4395	0,0000	1,0000	0,4324	0,9412
S6.2	↑	0,5333	0,4395	0,0000	1,0000	0,4324	0,8889
S7	↑	0,6137	0,0429	0,0000	1,0000	0,4324	0,0643

Sonrasında, VIKOR Yönteminin 2. Adımındaki (3.10) eşitliği kullanılarak aşağıda yer alan ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2021 Yılı VIKOR Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	2,9331	2,9431	0,0000	5,8482	2,5309	2,6538
E1.2	5,85	5,8482	4,3668	3,2974	0,0000	3,7877	5,6867
E2.1	0,90	0,7896	0,3843	0,8997	0,0000	0,5370	0,5651
E2.2	0,90	0,8997	0,3131	0,2827	0,0000	0,2959	0,3185
E2.3	0,90	0,8997	0,1200	0,4286	0,0000	0,2820	0,4019
E3	1,20	0,0083	1,1996	0,7773	0,8786	0,0000	0,9066
E4	2,60	2,1376	0,0000	1,6841	2,5992	1,7494	1,9644
Ç1.1	2,30	1,2015	0,9110	0,0000	2,1534	2,2993	1,2851
Ç1.2	2,30	2,2993	2,2018	1,6086	0,0000	2,2820	2,2977
Ç1.3	2,30	2,2729	2,2993	2,0635	0,0000	2,2940	1,6085
Ç2.1	2,50	1,7046	0,0577	1,4041	2,4993	2,2792	0,0000
Ç2.2	2,50	0,0000	0,0700	0,3089	2,4993	0,0247	0,1174
Ç2.3	2,50	0,0000	0,0453	2,4993	1,6278	0,0812	0,0417
Ç3.1	3,60	0,0000	3,5799	3,3192	3,5989	1,1346	0,0000
Ç3.2	3,60	3,5989	3,5799	3,3192	3,5989	1,9172	0,0000
Ç4.1	2,77	2,7224	2,6808	1,1682	0,0000	2,6506	2,7658
Ç4.2	2,77	2,7658	2,5469	0,0000	1,4558	2,6835	2,5967
Ç4.3	2,77	2,7658	0,0000	0,0008	0,0138	2,6670	2,6812
Ç5.1	10,83	10,7306	10,8301	0,0000	1,5255	10,0260	10,6902
Ç5.2	10,83	10,8301	9,7094	0,0000	7,1502	10,3814	10,4611
Ç5.3	10,83	1,0552	0,0000	3,0459	1,0683	4,8449	10,8301
Ç6.1	1,10	0,3666	0,3666	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997
Ç6.2	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000
Ç6.3	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	6,0024	5,4504	4,0524	4,6672	5,7012	4,7520
S1.1	0,29	0,1022	0,2755	0,2666	0,2932	0,2844	0,0000
S1.2	0,29	0,2932	0,1275	0,0510	0,0000	0,1020	0,0000
S1.3	0,29	0,0550	0,0000	0,2932	0,1695	0,0092	0,0000
S1.4	0,15	0,0489	0,0363	0,1480	0,0740	0,0957	0,0000
S1.5	0,15	0,0202	0,0363	0,0221	0,1480	0,0000	0,0379
S1.6	0,15	0,0077	0,0593	0,0000	0,1245	0,1480	0,0072
S2.1	0,15	0,1077	0,0363	0,0795	0,1480	0,0000	0,0226
S2.2	0,15	0,0600	0,0132	0,1480	0,0000	0,0963	0,0452
S3.1	0,31	0,0000	0,0747	0,3132	0,2615	0,2777	0,0522
S3.2	0,31	0,3132	0,3131	0,3132	0,2615	0,0000	0,3124

2021 Yılı VIKOR Ağırlıklı Normalize Karar Matrisi (Devam)

S3.3	0,31	0,3132	0,1939	0,0000	0,2615	0,0618	0,0463
S4.1	0,37	0,2419	0,3749	0,1620	0,0000	0,1671	0,1935
S4.2	0,37	0,0000	0,3749	0,3660	0,3749	0,1671	0,2856
S5	0,72	0,7198	0,0673	0,0183	0,0000	0,3113	0,0918
S6.1	1,50	0,9444	0,6591	0,0000	1,4996	0,6485	1,4113
S6.2	1,50	0,7998	0,6591	0,0000	1,4996	0,6485	1,3329
S7	0,30	0,1841	0,0129	0,0000	0,2999	0,1297	0,0193
Toplam	100,00	68,2431	59,1695	34,5403	48,7992	64,6967	67,5826

VIKOR Yönteminin 3. Adımı kapsamında (3.11) eşitliği kullanılarak müteakip tablodaki ideal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri hesaplanmıştır.

2021 Yılı VIKOR İdeal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
S_i	68,2431	59,1695	34,5403	48,7992	64,6967	67,5826
R_i	10,8301	10,8301	4,0524	7,1502	10,3814	10,8301

4. adımda ise (3.12) eşitliği kullanılarak öncelikle $S^* = 34,5403$, $R^* = 4,0524$, $S^- = 68,2431$, ve $R^- = 10,8301$ değerleri bulunmuş sonrasında ise Q_i değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

2021 Yılı VIKOR Q_i değerleri

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
$q=0,00$	1,0000	1,0000	0,0000	0,4571	0,9338	1,0000
$q=0,25$	1,0000	0,9327	0,0000	0,4486	0,9240	0,9951
$q=0,50$	1,0000	0,8654	0,0000	0,4401	0,9143	0,9902
$q=0,75$	1,0000	0,7981	0,0000	0,4316	0,9045	0,9853
$q=1,00$	1,0000	0,7308	0,0000	0,4231	0,8948	0,9804

VIKOR Yönteminin 5. Adımı kapsamında (3.13), (3.14) ve (3.15) eşitlikleri kullanılarak alternatifler; S, R ve Q değerlerine göre koşul değerlendirilmesine tabi tutulmuş ve sonrasında elde edilen sonuçlara göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Sıralama ve koşul değerlendirmeleri aşağıda yer almaktadır.

2021 Yılı VIKOR Sıralama ve Koşul Değerlendirmesi

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
q=0,00	1	1	6	5	4	1
q=0,25	1	3	6	5	4	2
q=0,50	1	4	6	5	3	2
q=0,75	1	4	6	5	3	2
q=1,00	1	4	6	5	3	2
Koşul 1: $Q(A^{(2)})-Q(A^{(1)})>DQ$ olmalı						
Koşul 2: En iyi Q değerini saplayan alternatif S ve R değerinin en az bir tanesinde en iyi değeri gerçekleştirmiş olmalı						
$Q(A^{(1)})$	$Q(A^{(2)})$	$Q(A^{(1)})-Q(A^{(2)})$	$DQ= 1/(6-1)$	KOŞUL 1	KOŞUL 2	
1	1	0	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,9951	0,0049	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,9902	0,0098	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,9853	0,0147	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,9804	0,0196	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	

Yukarıda yer alan koşul değerlendirmeleri sonucunda, Koşul 1'i karşılamamasına rağmen, en yakın opsiyon olarak q=1,00 alternatifi seçilmiştir. Bu alternatif doğrultusunda havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralamaları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

2021 Yılı VIKOR Alternatiflerin sıralama sonuçları

Havalimanı	Atina (ATH)	Dallas Fort Worth (DFW)	Münih (MUC)	Heathrow (LHR)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-7 2021 Yılı için PROMETHEE-II Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

PROMETHEE II yöntemi 1. adım olarak Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15 karar matrislerini, 2. Adım olarak ise Tablo 4.16 normalize karar matrisini kullanmaktadır.

3. Adım kapsamında M1–M6 şeklinde ifade edilen 6 havalimanının (3.19) eşitliği ile karşılaştırmaları yapılmış olup karşılaştırma sonuçları aşağıda verilmiştir.

PROMETHEE-II'nin bu aşamadan sonraki işlem adımlarında verilerin yoğunluğu nedeniyle tüm tablolar sunulmamış, bu tablolardan birer örnekleme yapılmıştır. Söz konusu örneklemeler aşağıda yer almaktadır.

2021 Yılı PROMETHEE-II: Alternatiflerin mukayesesi (M1)

Ref.	Yön (↑↓)	M1-M2	M1-M3	M1-M4	M1-M5	M1-M6
E1.1	↑	-0,0017	0,5015	-0,4985	0,0688	0,0478
E1.2	↑	0,2533	0,4362	1,0000	0,3523	0,0276
E2.1	↑	0,4505	-0,1223	0,8777	0,2808	0,2496
E2.2	↑	0,6520	0,6858	1,0000	0,6711	0,6460
E2.3	↑	0,8666	0,5237	1,0000	0,6865	0,5533
E3	↑	-0,9931	-0,6410	-0,7255	0,0069	-0,7488
E4	↑	0,8224	0,1745	-0,1776	0,1493	0,0666
Ç1.1	↑	0,1264	0,5226	-0,4140	-0,4774	-0,0364
Ç1.2	↑	0,0424	0,3004	1,0000	0,0075	0,0007
Ç1.3	↓	-0,0115	0,0911	0,9885	-0,0092	0,2889
Ç2.1	↑	0,6590	0,1202	-0,3180	-0,2299	0,6820
Ç2.2	↓	-0,0280	-0,1236	-1,0000	-0,0099	-0,0470
Ç2.3	↑	-0,0181	-1,0000	-0,6513	-0,0325	-0,0167
Ç3.1	↓	-0,9947	-0,9223	-1,0000	-0,3152	0,0000
Ç3.2	↓	0,0053	0,0777	0,0000	0,4673	1,0000
Ç4.1	↑	0,0151	0,5620	0,9843	0,0260	-0,0157
Ç4.2	↑	0,0792	1,0000	0,4737	0,0298	0,0612
Ç4.3	↑	1,0000	0,9997	0,9950	0,0357	0,0306
Ç5.1	↓	-0,0092	0,9908	0,8500	0,0651	0,0037
Ç5.2	↑	0,1035	1,0000	0,3398	0,0414	0,0341
Ç5.3	↑	0,0974	-0,1838	-0,0012	-0,3499	-0,9026
Ç6.1	↑	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333	-0,6667
Ç6.2	↑	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.3	↑	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
Ç7	↑	0,0627	0,2217	0,1518	0,0342	0,1421
S1.1	↑	-0,5909	-0,5606	-0,6515	-0,6212	0,3485
S1.2	↑	0,5652	0,8261	1,0000	0,6522	1,0000
S1.3	↑	0,1875	-0,8125	-0,3906	0,1563	0,1875
S1.4	↑	0,0854	-0,6695	-0,1695	-0,3166	0,3305
S1.5	↑	-0,1088	-0,0130	-0,8638	0,1362	-0,1197
S1.6	↑	-0,3487	0,0523	-0,7893	-0,9477	0,0035
S2.1	↑	0,4827	0,1904	-0,2723	0,7277	0,5752
S2.2	↑	0,3165	-0,5944	0,4056	-0,2450	0,1004

2021 Yılı PROMTHEE-II: Alternatiflerin mukayesesi (M1) (Devam)

S3.1	↓	-0,2385	-1,0000	-0,8348	-0,8865	-0,1667
S3.2	↓	0,0003	0,0001	0,1652	1,0000	0,0027
S3.3	↑	0,3809	1,0000	0,1652	0,8028	0,8521
S4.1	↑	-0,3548	0,2129	0,6452	0,1994	0,1290
S4.2	↑	-1,0000	-0,9762	-1,0000	-0,4458	-0,7619
S5	↑	0,9065	0,9746	1,0000	0,5676	0,8724
S6.1	↑	0,1902	0,6298	-0,3702	0,1973	-0,3114
S6.2	↑	0,0938	0,5333	-0,4667	0,1009	-0,3556
S7	↑	0,5708	0,6137	-0,3863	0,1812	0,5494

Yöntemin 4. Adımında ise (3.20) eşitliğindeki tercih fonksiyonu kullanılarak alternatifler arası tercih belirlenmiş olup tercih sonuçları aşağıda sunulmuştur.

2021 Yılı PROMTHEE-II: Tercih edilebilir Fonksiyon Hesabı (M2)

Ref.	M1-M2	M1-M3	M1-M4	M1-M5	M1-M6
E1.1	0,0000	0,5015	0,0000	0,0688	0,0478
E1.2	0,2533	0,4362	1,0000	0,3523	0,0276
E2.1	0,4505	0,0000	0,8777	0,2808	0,2496
E2.2	0,6520	0,6858	1,0000	0,6711	0,6460
E2.3	0,8666	0,5237	1,0000	0,6865	0,5533
E3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0069	0,0000
E4	0,8224	0,1745	0,0000	0,1493	0,0666
Ç1.1	0,1264	0,5226	0,0000	0,0000	0,0000
Ç1.2	0,0424	0,3004	1,0000	0,0075	0,0007
Ç1.3	0,0000	0,0911	0,9885	0,0000	0,2889
Ç2.1	0,6590	0,1202	0,0000	0,0000	0,6820
Ç2.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç2.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.2	0,0053	0,0777	0,0000	0,4673	1,0000
Ç4.1	0,0151	0,5620	0,9843	0,0260	0,0000
Ç4.2	0,0792	1,0000	0,4737	0,0298	0,0612
Ç4.3	1,0000	0,9997	0,9950	0,0357	0,0306
Ç5.1	0,0000	0,9908	0,8500	0,0651	0,0037
Ç5.2	0,1035	1,0000	0,3398	0,0414	0,0341
Ç5.3	0,0974	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç6.1	0,0000	0,3333	0,3333	0,3333	0,0000
Ç6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.3	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000	1,0000
Ç7	0,0627	0,2217	0,1518	0,0342	0,1421
S1.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3485
S1.2	0,5652	0,8261	1,0000	0,6522	1,0000
S1.3	0,1875	0,0000	0,0000	0,1563	0,1875
S1.4	0,0854	0,0000	0,0000	0,0000	0,3305
S1.5	0,0000	0,0000	0,0000	0,1362	0,0000

2021 Yılı PROMTHEE-II: Tercih edilebilir Fonksiyon Hesabı (M2) (Devam)

S1.6	0,0000	0,0523	0,0000	0,0000	0,0035
S2.1	0,4827	0,1904	0,0000	0,7277	0,5752
S2.2	0,3165	0,0000	0,4056	0,0000	0,1004
S3.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.2	0,0003	0,0001	0,1652	1,0000	0,0027
S3.3	0,3809	1,0000	0,1652	0,8028	0,8521
S4.1	0,0000	0,2129	0,6452	0,1994	0,1290
S4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S5	0,9065	0,9746	1,0000	0,5676	0,8724
S6.1	0,1902	0,6298	0,0000	0,1973	0,0000
S6.2	0,0938	0,5333	0,0000	0,1009	0,0000
S7	0,5708	0,6137	0,0000	0,1812	0,5494

PROMETHEE-II 5. Adımda ise Eşitlik (3.21) kullanılarak toplam tercih puanları hesaplanmış olup sonuçlar aşağıda yer almaktadır.

2021 Yılı PROMTHEE-II: Toplam Tercih Puanı Hesabı (M3)

Ref.	Ağırlıklar	M1-M2	M1-M3	M1-M4	M1-M5	M1-M6
E1.1	5,85	0,0000	2,9331	0,0000	0,4022	0,2793
E1.2	5,85	1,4814	2,5508	5,8482	2,0605	0,1615
E2.1	0,90	0,4053	0,0000	0,7896	0,2527	0,2245
E2.2	0,90	0,5866	0,6170	0,8997	0,6038	0,5812
E2.3	0,90	0,7797	0,4712	0,8997	0,6177	0,4978
E3	1,20	0,0000	0,0000	0,0000	0,0083	0,0000
E4	2,60	2,1376	0,4535	0,0000	0,3882	0,1732
Ç1.1	2,30	0,2906	1,2015	0,0000	0,0000	0,0000
Ç1.2	2,30	0,0976	0,6907	2,2993	0,0173	0,0016
Ç1.3	2,30	0,0000	0,2094	2,2729	0,0000	0,6644
Ç2.1	2,50	1,6469	0,3005	0,0000	0,0000	1,7046
Ç2.2	2,50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç2.3	2,50	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.1	3,60	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.2	3,60	0,0190	0,2797	0,0000	1,6817	3,5989
Ç4.1	2,77	0,0417	1,5543	2,7224	0,0719	0,0000
Ç4.2	2,77	0,2190	2,7658	1,3101	0,0823	0,1692
Ç4.3	2,77	2,7658	2,7651	2,7520	0,0988	0,0846
Ç5.1	10,83	0,0000	10,7306	9,2052	0,7046	0,0405
Ç5.2	10,83	1,1206	10,8301	3,6799	0,4487	0,3690
Ç5.3	10,83	1,0552	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç6.1	1,10	0,0000	0,3666	0,3666	0,3666	0,0000
Ç6.2	1,10	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997
Ç6.3	1,10	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997	1,0997
Ç7	8,80	0,5520	1,9500	1,3352	0,3012	1,2504
S1.1	0,29	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1022
S1.2	0,29	0,1657	0,2422	0,2932	0,1912	0,2932

2021 Yılı PROMTHEE-II: Toplam Tercih Puanı Hesabı (M3) (Devam)

S1.3	0,29	0,0550	0,0000	0,0000	0,0458	0,0550
S1.4	0,15	0,0126	0,0000	0,0000	0,0000	0,0489
S1.5	0,15	0,0000	0,0000	0,0000	0,0202	0,0000
S1.6	0,15	0,0000	0,0077	0,0000	0,0000	0,0005
S2.1	0,15	0,0714	0,0282	0,0000	0,1077	0,0851
S2.2	0,15	0,0468	0,0000	0,0600	0,0000	0,0149
S3.1	0,31	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.2	0,31	0,0001	0,0000	0,0518	0,3132	0,0009
S3.3	0,31	0,1193	0,3132	0,0518	0,2515	0,2669
S4.1	0,37	0,0000	0,0798	0,2419	0,0747	0,0484
S4.2	0,37	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S5	0,72	0,6525	0,7015	0,7198	0,4085	0,6279
S6.1	1,50	0,2852	0,9444	0,0000	0,2959	0,0000
S6.2	1,50	0,1406	0,7998	0,0000	0,1513	0,0000
S7	0,30	0,1712	0,1841	0,0000	0,0544	0,1648
TOPLAM	100	14,9196	43,9708	35,7993	11,1205	13,7087
TOPLAM/ 100	1	0,1492	0,4397	0,3580	0,1112	0,1371

6. Adımda ise, (3.22) eşitliği ile pozitif sıralama akışı ve (3.23) eşitliği ile negatif sıralama akışları hesaplanmış olup sonuçlar aşağıda sunulmuştur

2021 Yılı PROMTHEE-II Analizi:**Pozitif ve Negatif Sıralama Akışlarının Belirlenmesi**

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Çıkış Akışı
M1	-	0,1492	0,4397	0,3580	0,1112	0,1371	0,2390
M2	0,0585	-	0,3504	0,2743	0,0965	0,1248	0,1809
M3	0,1027	0,1042	-	0,1328	0,0971	0,1497	0,1173
M4	0,1636	0,1706	0,2754	-	0,1754	0,2250	0,2020
M5	0,0757	0,1517	0,3987	0,3344	-	0,1046	0,2130
M6	0,1305	0,2089	0,4801	0,4128	0,1335	-	0,2732
Giriş Akışı	0,1062	0,1569	0,3889	0,3024	0,1227	0,1482	-

7. ve son adımda ise (3.24) eşitliği kullanılarak yukarıda yer alan sonuçlarına göre aşağıdaki gibi sıralamalar elde edilmiştir.

2021 Yılı PROMTHEE-II Analizi: Sıralama ve Sonuç

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
Çıkış Akışı	0,2390	0,1809	0,1173	0,2020	0,2130	0,2732
Giriş Akışı	0,1062	0,1569	0,3889	0,3024	0,1227	0,1482
e(a)	0,1329	0,0240	-0,2716	-0,1005	0,0903	0,1249
En büyük değer en ideal çözümdür.						
Sıralama	1	4	6	5	3	2

2021 Yılı PROMETHEE-II Analizi: Alternatiflerin Sıralama Sonuçları

Havalimanı	Atina (ATH)	Dallas Fort Worth (DFW)	Münih (MUC)	Heathrow (LHR)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-8 2021 Yılı TOPSIS Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

Yöntemin 1. Adımında Tablo 4.13, 4.14 ve 4.15 karar matrisleri kullanılmıştır. TOPSIS yöntemi kendine özgün bir normalizasyon yöntemi kullanmakta olup 2. Adım kapsamında (3.26) eşitliği ile aşağıdaki normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Normalize Karar Matrisi

Referans	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,0827	0,0851	-0,6168	0,7779	-0,0132	0,0161
E1.2	↑	0,0034	-0,2136	-0,3702	-0,8531	-0,2984	-0,0203
E2.1	↑	0,4507	-0,1024	0,6010	-0,6270	0,1059	0,1443
E2.2	↑	0,8970	0,0256	-0,0196	-0,4396	0,0000	0,0336
E2.3	↑	0,8776	-0,1151	0,2777	-0,2679	0,0911	0,2438
E3	↑	-0,0178	0,8094	-0,2655	0,5865	-0,0235	-0,1580
E4	↑	-0,0915	-0,9116	-0,2655	0,0856	-0,2404	-0,1580
Ç1.1	↑	0,3544	0,2949	0,1081	0,5495	0,5794	0,3715
Ç1.2	↑	0,0255	-0,0164	-0,2710	-0,9616	0,0181	0,0248
Ç1.3	↓	0,0254	0,0147	0,1104	0,9484	0,0168	0,2952
Ç2.1	↑	0,4690	0,0510	-0,3440	0,6450	0,5963	0,0916
Ç2.2	↓	0,0393	0,0657	0,1556	0,9801	0,0486	0,0835
Ç2.3	↑	0,0526	0,0364	-0,8437	-0,5312	0,0235	0,0376
Ç3.1	↓	0,5208	0,1284	0,4861	0,4832	0,5089	0,8643
Ç3.2	↓	0,1245	0,1284	0,4861	0,4832	0,4702	0,8643
Ç4.1	↑	0,0243	0,0372	0,5026	0,8621	0,0465	0,0110
Ç4.2	↑	0,0496	-0,0265	-0,9119	-0,4058	0,0210	-0,0092
Ç4.3	↑	1,0000	0,0002	0,0005	0,0052	0,0337	0,0009
Ç5.1	↓	0,0240	0,0172	0,7547	0,6509	0,0720	0,0267
Ç5.2	↑	0,0570	-0,0477	-0,9547	-0,2868	0,0151	0,0225
Ç5.3	↑	0,1030	0,0205	0,2586	0,1040	0,3992	0,8671
Ç6.1	↑	0,4104	0,4104	0,3078	0,3078	0,3078	0,6156
Ç6.2	↑	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,0000
Ç6.3	↑	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,2486	0,1213	0,0466	0,2812	0,2120	0,2451
S1.1	↑	0,5492	0,0935	0,1168	0,0467	0,0701	0,8179
S1.2	↑	0,5370	0,4508	0,4111	0,3845	0,4376	0,0000
S1.3	↑	0,4355	0,4235	0,4876	0,4606	0,4255	0,4089
S1.4	↑	0,2923	0,2355	0,5439	0,4952	0,5095	0,4465
S1.5	↑	0,1905	0,2355	0,2014	0,9126	0,0767	0,2906
S1.6	↑	0,0400	0,2938	0,0019	0,6146	0,7300	0,0375
S2.1	↑	0,5810	0,2355	0,3612	0,5876	0,5632	0,2688
S2.2	↑	0,3579	0,1771	0,6974	0,1262	0,4978	0,3005
S3.1	↓	0,3925	0,3996	0,4224	0,4175	0,4190	0,3975
S3.2	↓	0,0000	0,0003	0,0001	0,4175	1,0000	0,0027
S3.3	↑	0,0090	0,2000	0,6484	0,4175	0,5223	0,5538
S4.1	↑	0,4306	0,4977	0,3903	0,3086	0,3929	0,4062
S4.2	↑	0,4213	0,4977	0,5306	0,5333	0,3929	0,5066
S5	↑	0,9871	0,0938	0,0267	0,0016	0,4644	0,1273

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Normalize Karar Matrisi (Devam)

S6.1	↑	0,4532	0,2589	0,1408	0,6368	0,4644	0,6077
S6.2	↑	0,4697	0,2589	0,3270	0,5945	0,4644	0,5648
S7	↑	0,5251	0,0499	0,0142	0,8467	0,4644	0,0677

3. Adımda ise (3.27) eşitliği kullanılarak aşağıdaki ağırlıklı karar matrisi elde edilmiştir.

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	0,4836	0,4976	-3,6070	4,5492	-0,0773	0,0940
E1.2	5,85	0,0197	-1,2492	-2,1651	-4,9894	-1,7452	-0,1187
E2.1	0,90	0,4055	-0,0922	0,5407	-0,5641	0,0952	0,1298
E2.2	0,90	0,8071	0,0230	-0,0176	-0,3955	0,0000	0,0302
E2.3	0,90	0,7896	-0,1036	0,2498	-0,2411	0,0820	0,2193
E3	1,20	-0,0213	0,9710	-0,3185	0,7036	-0,0282	-0,1895
E4	2,60	-0,2379	-2,3695	-0,6901	0,2225	-0,6249	-0,4106
Ç1.1	2,30	0,8149	0,6780	0,2486	1,2635	1,3323	0,8543
Ç1.2	2,30	0,0586	-0,0377	-0,6232	-2,2110	0,0416	0,0570
Ç1.3	2,30	0,0583	0,0337	0,2539	2,1808	0,0386	0,6787
Ç2.1	2,50	1,1723	0,1275	-0,8598	1,6121	1,4903	0,2289
Ç2.2	2,50	0,0983	0,1642	0,3889	2,4495	0,1215	0,2088
Ç2.3	2,50	0,1315	0,0909	-2,1086	-1,3275	0,0586	0,0941
Ç3.1	3,60	1,8743	0,4620	1,7494	1,7389	1,8316	3,1105
Ç3.2	3,60	0,4479	0,4620	1,7494	1,7389	1,6921	3,1105
Ç4.1	2,77	0,0673	0,1028	1,3901	2,3843	0,1285	0,0304
Ç4.2	2,77	0,1373	-0,0733	-2,5222	-1,1224	0,0582	-0,0254
Ç4.3	2,77	2,7658	0,0005	0,0013	0,0143	0,0933	0,0025
Ç5.1	10,83	0,2598	0,1865	8,1738	7,0488	0,7795	0,2897
Ç5.2	10,83	0,6170	-0,5168	-10,3397	-3,1060	0,1630	0,2437
Ç5.3	10,83	1,1153	0,2219	2,8006	1,1264	4,3237	9,3910
Ç6.1	1,10	0,4513	0,4513	0,3385	0,3385	0,3385	0,6769
Ç6.2	1,10	0,4918	0,4918	0,4918	0,4918	0,4918	0,0000
Ç6.3	1,10	0,5498	0,5498	0,5498	0,5498	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	2,1875	1,0668	0,4100	2,4742	1,8652	2,1566
S1.1	0,29	0,1610	0,0274	0,0343	0,0137	0,0206	0,2398
S1.2	0,29	0,1575	0,1322	0,1205	0,1128	0,1283	0,0000
S1.3	0,29	0,1277	0,1242	0,1430	0,1351	0,1248	0,1199
S1.4	0,15	0,0433	0,0348	0,0805	0,0733	0,0754	0,0661
S1.5	0,15	0,0282	0,0348	0,0298	0,1350	0,0113	0,0430
S1.6	0,15	0,0059	0,0435	0,0003	0,0909	0,1080	0,0055
S2.1	0,15	0,0860	0,0348	0,0534	0,0869	0,0833	0,0398
S2.2	0,15	0,0530	0,0262	0,1032	0,0187	0,0737	0,0445
S3.1	0,31	0,1229	0,1252	0,1323	0,1308	0,1313	0,1245
S3.2	0,31	0,0000	0,0001	0,0000	0,1308	0,3132	0,0009
S3.3	0,31	0,0028	0,0626	0,2031	0,1308	0,1636	0,1735

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi (Devam)

S4.1	0,37	0,1614	0,1866	0,1463	0,1157	0,1473	0,1523
S4.2	0,37	0,1579	0,1866	0,1989	0,1999	0,1473	0,1899
S5	0,72	0,7105	0,0675	0,0192	0,0011	0,3343	0,0917
S6.1	1,50	0,6796	0,3883	0,2111	0,9550	0,6964	0,9112
S6.2	1,50	0,7043	0,3883	0,4903	0,8915	0,6964	0,8470
S7	0,30	0,1575	0,0150	0,0043	0,2539	0,1393	0,0203
	100,0000	18,9047	4,0172	-1,9446	20,4058	15,9444	23,9325

5. adımda her kritere göre en iyi değere sahip olan ideal çözüm ve en kötü değere sahip anti ideal çözüm (3.28) ve (3.29) eşitlikleri ile aşağıdaki gibi bulunmuştur.

TOPSIS 2021 Analizi: İdeal ve Anti İdeal Çözümler

Referans	İdeal Çözüm (v_j^*)	Anti İdeal Çözüm (v_j^-)
E1.1	4,5492	-3,6070
E1.2	0,0197	-4,9894
E2.1	0,5407	-0,5641
E2.2	0,8071	-0,3955
E2.3	0,7896	-0,2411
E3	0,9710	-0,3185
E4	0,2225	-2,3695
Ç1.1	1,3323	0,2486
Ç1.2	0,0586	-2,2110
Ç1.3	0,0337	2,1808
Ç2.1	1,6121	-0,8598
Ç2.2	2,4495	0,0983
Ç2.3	-2,1086	0,1315
Ç3.1	0,4620	3,1105
Ç3.2	0,4479	3,1105
Ç4.1	0,0304	2,3843
Ç4.2	0,1373	-2,5222
Ç4.3	2,7658	0,0005
Ç5.1	0,1865	8,1738
Ç5.2	0,6170	-10,3397
Ç5.3	9,3910	0,2219
Ç6.1	0,6769	0,3385
Ç6.2	0,4918	0,0000
Ç6.3	0,5498	0,0000
Ç7	2,4742	0,4100
S1.1	0,0137	0,2398
S1.2	0,1575	0,0000
S1.3	0,1430	0,1199
S1.4	0,0805	0,0348
S1.5	0,1350	0,0113
S1.6	0,1080	0,0003
S2.1	0,0869	0,0348

TOPSIS 2021 Analizi: İdeal ve Anti İdeal Çözümler (Devam)

S2.2	0,1032	0,0187
S3.1	0,1323	0,1229
S3.2	0,0000	0,3132
S3.3	0,0028	0,2031
S4.1	0,1866	0,1157
S4.2	0,1999	0,1473
S5	0,7105	0,0011
S6.1	0,9550	0,2111
S6.2	0,8915	0,3883
S7	0,2539	0,0043

TOPSIS Yöntemi 5. Adımında ideal ve anti ideal çözüme uzaklıklar (3.30) ve (3.31) eşitlikleri ile hesaplanmış olup sonuçlar aşağıdaki tablolarda sunulmuştur.

2021 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

Ref.	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	16,5288	16,4156	66,5238	0,0000	21,4044	19,8482
E1.2	0,0000	1,6099	4,7732	25,0902	3,1146	0,0191
E2.1	0,0183	0,4005	0,0000	1,2207	0,1985	0,1689
E2.2	0,0000	0,6147	0,6801	1,4462	0,6513	0,6035
E2.3	0,0000	0,7977	0,2913	1,0622	0,5006	0,3252
E3	0,9846	0,0000	1,6627	0,0715	0,9984	1,3467
E4	0,2119	6,7184	0,8327	0,0000	0,7181	0,4008
Ç1.1	0,2677	0,4281	1,1743	0,0047	0,0000	0,2285
Ç1.2	0,0000	0,0093	0,4649	5,1514	0,0003	0,0000
Ç1.3	0,0006	0,0000	0,0485	4,6099	0,0000	0,4161
Ç2.1	0,1934	2,2037	6,1103	0,0000	0,0148	1,9131
Ç2.2	5,5281	5,2226	4,2461	0,0000	5,4194	5,0209
Ç2.3	5,0179	4,8378	0,0000	0,6101	4,6969	4,8518
Ç3.1	1,9947	0,0000	1,6575	1,6305	1,8759	7,0144
Ç3.2	0,0000	0,0002	1,6940	1,6667	1,5480	7,0892
Ç4.1	0,0014	0,0052	1,8489	5,5410	0,0096	0,0000
Ç4.2	0,0000	0,0443	7,0731	1,5869	0,0063	0,0265
Ç4.3	0,0000	7,6469	7,6427	7,5706	7,1421	7,6359
Ç5.1	0,0054	0,0000	63,7981	47,0912	0,3516	0,0106
Ç5.2	0,0000	1,2854	120,0494	13,8602	0,2061	0,1393
Ç5.3	68,4875	84,0713	43,4325	68,3040	25,6770	0,0000
Ç6.1	0,0509	0,0509	0,1146	0,1146	0,1146	0,0000
Ç6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2419
Ç6.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3023	0,3023
Ç7	0,0822	1,9809	4,2608	0,0000	0,3709	0,1008
S1.1	0,0217	0,0002	0,0004	0,0000	0,0000	0,0511
S1.2	0,0000	0,0006	0,0014	0,0020	0,0009	0,0248
S1.3	0,0002	0,0004	0,0000	0,0001	0,0003	0,0005
S1.4	0,0014	0,0021	0,0000	0,0001	0,0000	0,0002

2021 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Uzaklıkların Hesaplanması (Devam)

S1.5	0,0114	0,0100	0,0111	0,0000	0,0153	0,0085
S1.6	0,0104	0,0042	0,0116	0,0003	0,0000	0,0105
S2.1	0,0000	0,0027	0,0011	0,0000	0,0000	0,0022
S2.2	0,0025	0,0059	0,0000	0,0071	0,0009	0,0034
S3.1	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
S3.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0171	0,0981	0,0000
S3.3	0,0000	0,0036	0,0401	0,0164	0,0259	0,0291
S4.1	0,0006	0,0000	0,0016	0,0050	0,0015	0,0012
S4.2	0,0018	0,0002	0,0000	0,0000	0,0028	0,0001
S5	0,0000	0,4134	0,4779	0,5031	0,1415	0,3829
S6.1	0,0759	0,3211	0,5534	0,0000	0,0669	0,0019
S6.2	0,0351	0,2532	0,1610	0,0000	0,0381	0,0020
S7	0,0093	0,0571	0,0623	0,0000	0,0131	0,0546
Toplam	99,5437	135,4184	339,7012	187,1837	75,7273	58,2769

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Anti İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

Ref.	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	16,7334	16,8477	0,0000	66,5238	12,4589	13,6980
E1.2	25,0902	13,9890	7,9763	0,0000	10,5247	23,7236
E2.1	0,9403	0,2228	1,2207	0,0000	0,4348	0,4816
E2.2	1,4462	0,1752	0,1428	0,0000	0,1564	0,1812
E2.3	1,0622	0,0189	0,2410	0,0000	0,1044	0,2120
E3	0,0883	1,6627	0,0000	1,0447	0,0842	0,0166
E4	4,5439	0,0000	2,8206	6,7184	3,0435	3,8373
Ç1.1	0,3207	0,1843	0,0000	1,0300	1,1743	0,3668
Ç1.2	5,1514	4,7235	2,5213	0,0000	5,0743	5,1441
Ç1.3	4,5046	4,6099	3,7128	0,0000	4,5887	2,2561
Ç2.1	4,1295	0,9750	0,0000	6,1103	5,5231	1,1853
Ç2.2	0,0000	0,0043	0,0844	5,5281	0,0005	0,0122
Ç2.3	0,0000	0,0016	5,0179	2,1286	0,0053	0,0014
Ç3.1	1,5281	7,0144	1,8524	1,8812	1,6354	0,0000
Ç3.2	7,0892	7,0144	1,8524	1,8812	2,0118	0,0000
Ç4.1	5,3685	5,2054	0,9884	0,0000	5,0887	5,5410
Ç4.2	7,0731	5,9975	0,0000	1,9594	6,6585	6,2343
Ç4.3	7,6469	0,0000	0,0000	0,0002	0,0086	0,0000
Ç5.1	62,6317	63,7981	0,0000	1,2658	54,6768	62,1604
Ç5.2	120,0494	96,4905	0,0000	52,3275	110,3077	112,0086
Ç5.3	0,7980	0,0000	6,6497	0,8180	16,8247	84,0713
Ç6.1	0,0127	0,0127	0,0000	0,0000	0,0000	0,1146
Ç6.2	0,2419	0,2419	0,2419	0,2419	0,2419	0,0000
Ç6.3	0,3023	0,3023	0,3023	0,3023	0,0000	0,0000
Ç7	3,1592	0,4313	0,0000	4,2608	2,1175	3,0507
S1.1	0,0062	0,0451	0,0423	0,0511	0,0481	0,0000
S1.2	0,0248	0,0175	0,0145	0,0127	0,0165	0,0000
S1.3	0,0001	0,0000	0,0005	0,0002	0,0000	0,0000
S1.4	0,0001	0,0000	0,0021	0,0015	0,0016	0,0010
S1.5	0,0003	0,0006	0,0003	0,0153	0,0000	0,0010

2021 Yılı TOPSIS Analizi: Anti İdeal Uzaklıkların Hesaplanması (Devam)

S1.6	0,0000	0,0019	0,0000	0,0082	0,0116	0,0000
S2.1	0,0026	0,0000	0,0003	0,0027	0,0024	0,0000
S2.2	0,0012	0,0001	0,0071	0,0000	0,0030	0,0007
S3.1	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
S3.2	0,0981	0,0981	0,0981	0,0333	0,0000	0,0976
S3.3	0,0401	0,0197	0,0000	0,0052	0,0016	0,0009
S4.1	0,0021	0,0050	0,0009	0,0000	0,0010	0,0013
S4.2	0,0001	0,0015	0,0027	0,0028	0,0000	0,0018
S5	0,5031	0,0044	0,0003	0,0000	0,1110	0,0082
S6.1	0,2195	0,0314	0,0000	0,5534	0,2356	0,4902
S6.2	0,0999	0,0000	0,0104	0,2532	0,0949	0,2104
S7	0,0235	0,0001	0,0000	0,0623	0,0182	0,0003
Toplam	280,9334	230,1487	35,8047	155,0242	243,2904	325,1105

6. Adım kapsamında (3.32) eşitliği kullanılarak hesaplanan C_i^* ideal çözüme yakınlık derecesi değerleri aşağıda yer almaktadır.

2021 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Çözüme Göreli Yakınlıklar ve Sıralamalar

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
S_i^*	9,9772	11,6369	18,4310	13,6815	8,7021	7,6339
S_i'	16,7611	15,1707	5,9837	12,4509	15,5978	18,0308
C_i^*	2,4707	4,2931	-0,4807	-10,1174	2,2620	1,7343
Sıralama	2	1	5	6	3	4

7. ve son adım kapsamında alternatifler, C_i^* değerleri en büyük olandan en küçüğe doğru sıralanmış olup elde edilen sıralama sonuçları aşağıda verilmiştir.

2021 TOPSIS Analizi: Alternatiflerin sıralama sonuçları

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-9 2022 Yılı VIKOR Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

VIKOR Yönteminin 1. Adımı ve min-max yöntemi kapsamında kriterlerin fayda (↑) veya maliyet (↓) yönlü olma durumları dikkate alınarak (3.4) ve (3.5) eşitliklerinden biri kullanılmış ve 2022 yılı için aşağıda yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2022 Yılı VIKOR Analizi: Normalize Karar Matrisi

Ref.	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,7023	1,0000	0,5830	0,0000	0,5772	0,5265
E1.2	↑	1,0000	0,8075	0,1253	0,0000	0,4986	0,5412
E2.1	↑	0,0728	0,2533	1,0000	0,5797	0,1659	0,0000
E2.2	↑	0,0938	1,0000	0,2270	0,5679	0,5376	0,0000
E2.3	↑	0,2995	1,0000	0,0514	0,2612	0,8678	0,0000
E3	↑	0,2735	0,6833	0,1261	1,0000	0,0000	0,0000
E4	↑	0,2417	1,0000	0,1261	0,3686	0,0653	0,0000
Ç1.1	↑	0,6799	0,3798	0,0000	0,9667	1,0000	0,6595
Ç1.2	↑	0,0000	0,4963	0,8602	0,8814	0,5761	1,0000
Ç1.3	↓	0,9137	1,0000	0,9085	0,0000	0,9999	0,8696
Ç2.1	↑	0,7727	0,0000	0,0077	1,0000	0,7960	0,0214
Ç2.2	↓	0,0150	0,0000	0,0154	1,0000	0,0120	0,2752
Ç2.3	↑	0,7505	0,2885	0,0000	0,0394	0,5411	1,0000
Ç3.1	↓	0,0995	0,9873	1,0000	0,3909	0,0000	0,0000
Ç3.2	↓	1,0000	0,9873	1,0000	0,3909	0,8494	0,0000
Ç4.1	↑	0,9798	0,9869	0,6950	0,0000	0,9468	1,0000
Ç4.2	↑	0,2587	0,6961	0,9105	1,0000	0,5783	0,0000
Ç4.3	↑	0,4589	0,2385	0,0000	1,0000	0,7626	0,5000
Ç5.1	↓	0,9215	1,0000	0,2615	0,0000	0,7730	0,8745
Ç5.2	↑	0,2272	0,6964	1,0000	0,8943	0,4866	0,0000
Ç5.3	↑	0,0999	0,1046	0,0000	0,0224	0,4045	1,0000
Ç6.1	↑	0,3333	1,0000	0,0000	0,0000	0,0000	1,0000
Ç6.2	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000
Ç6.3	↑	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,5594	0,6389	0,5093	0,5639	0,5721	0,4824
S1.1	↑	0,2985	0,8806	0,7761	1,0000	0,9701	0,0000
S1.2	↑	0,1724	0,0000	0,0000	0,9655	0,3218	1,0000
S1.3	↑	0,2889	0,0000	1,0000	0,1889	0,0333	0,5000
S1.4	↑	0,3372	0,7430	1,0000	0,6960	0,3600	0,0000
S1.5	↑	0,2883	0,7430	0,0403	1,0000	0,0000	0,1845
S1.6	↑	0,0005	1,0000	0,0190	0,0083	0,0250	0,0000
S2.1	↑	0,6136	0,7430	0,5148	1,0000	0,0000	0,1373
S2.2	↑	0,4463	0,4860	1,0000	0,0000	0,6939	0,3645
S3.1	↓	0,0000	0,2385	1,0000	0,8348	0,8865	0,1667
S3.2	↓	0,9577	0,9535	1,0000	0,8348	0,6092	0,0000
S3.3	↑	1,0000	0,5960	0,4909	0,8348	0,0000	0,3600
S4.1	↑	0,7255	1,0000	0,3922	0,0000	0,3948	0,5163
S4.2	↑	1,0000	1,0000	0,9375	1,0000	0,3948	0,0000
S5	↑	1,0000	0,0603	0,0000	0,9735	0,3607	0,0640

2022 Yılı VIKOR Analizi: Normalize Karar Matrisi (Devam)

S6.1	↑	1,0000	0,5669	0,0000	1,0000	0,3607	0,4399
S6.2	↑	1,0000	0,5669	0,8875	1,0000	0,3607	0,0000
S7	↑	1,0000	0,0603	0,0000	0,9735	0,3607	0,0640

VIKOR yönteminin 2. adımı kapsamında (3.10) eşitliği kullanılarak tüm kriterler, kriter ağırlıkları ile çarpılmış ve aşağıda yer alan ağırlıklı normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2022 Yılı VIKOR Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	4,1074	5,8482	3,4095	0,0000	3,3759	3,0793
E1.2	5,85	5,8482	4,7226	0,7328	0,0000	2,9161	3,1653
E2.1	0,90	0,0655	0,2279	0,8997	0,5216	0,1493	0,0000
E2.2	0,90	0,0844	0,8997	0,2043	0,5110	0,4837	0,0000
E2.3	0,90	0,2694	0,8997	0,0462	0,2350	0,7807	0,0000
E3	1,20	0,3281	0,8197	0,1513	1,1996	0,0000	0,0000
E4	2,60	0,6283	2,5992	0,3278	0,9581	0,1698	0,0000
Ç1.1	2,30	1,5633	0,8732	0,0000	2,2228	2,2993	1,5165
Ç1.2	2,30	0,0000	1,1412	1,9779	2,0266	1,3246	2,2993
Ç1.3	2,30	2,1008	2,2993	2,0889	0,0000	2,2990	1,9994
Ç2.1	2,50	1,9311	0,0000	0,0193	2,4993	1,9895	0,0535
Ç2.2	2,50	0,0375	0,0000	0,0386	2,4993	0,0300	0,6879
Ç2.3	2,50	1,8756	0,7210	0,0000	0,0984	1,3524	2,4993
Ç3.1	3,60	0,3579	3,5533	3,5989	1,4069	0,0000	0,0000
Ç3.2	3,60	3,5989	3,5533	3,5989	1,4069	3,0570	0,0000
Ç4.1	2,77	2,7100	2,7297	1,9222	0,0000	2,6186	2,7658
Ç4.2	2,77	0,7155	1,9253	2,5183	2,7658	1,5996	0,0000
Ç4.3	2,77	1,2694	0,6598	0,0000	2,7658	2,1091	1,3829
Ç5.1	10,83	9,9794	10,8301	2,8320	0,0000	8,3715	9,4711
Ç5.2	10,83	2,4602	7,5420	10,8301	9,6858	5,2703	0,0000
Ç5.3	10,83	1,0815	1,1333	0,0000	0,2421	4,3813	10,8301
Ç6.1	1,10	0,3666	1,0997	0,0000	0,0000	0,0000	1,0997
Ç6.2	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000
Ç6.3	1,10	1,0997	1,0997	1,0997	1,0997	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	4,9216	5,6209	4,4809	4,9607	5,0333	4,2436
S1.1	0,29	0,0875	0,2582	0,2276	0,2932	0,2845	0,0000
S1.2	0,29	0,0506	0,0000	0,0000	0,2831	0,0944	0,2932
S1.3	0,29	0,0847	0,0000	0,2932	0,0554	0,0098	0,1466
S1.4	0,15	0,0499	0,1099	0,1480	0,1030	0,0533	0,0000
S1.5	0,15	0,0427	0,1099	0,0060	0,1480	0,0000	0,0273
S1.6	0,15	0,0001	0,1480	0,0028	0,0012	0,0037	0,0000
S2.1	0,15	0,0908	0,1099	0,0762	0,1480	0,0000	0,0203
S2.2	0,15	0,0660	0,0719	0,1480	0,0000	0,1027	0,0539

2022 Yılı VIKOR Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi (Devam)

S3.1	0,31	0,0000	0,0747	0,3132	0,2615	0,2777	0,0522
S3.2	0,31	0,3000	0,2987	0,3132	0,2615	0,1908	0,0000
S3.3	0,31	0,3132	0,1867	0,1538	0,2615	0,0000	0,1128
S4.1	0,37	0,2720	0,3749	0,1470	0,0000	0,1480	0,1936
S4.2	0,37	0,3749	0,3749	0,3515	0,3749	0,1480	0,0000
S5	0,72	0,7198	0,0434	0,0000	0,7007	0,2596	0,0461
S6.1	1,50	1,4996	0,8501	0,0000	1,4996	0,5409	0,6597
S6.2	1,50	1,4996	0,8501	1,3309	1,4996	0,5409	0,0000
S7	0,30	0,2999	0,0181	0,0000	0,2920	0,1082	0,0192
Toplam	100,00	54,2512	65,7779	45,3882	44,3879	53,4732	46,7187

VIKOR Yönteminin 3. Adımı kapsamında (3.11) eşitliği kullanılarak aşağıda yer alan ideal çözüme yakınlık (S_i) ve (R_i) değerleri hesaplanmıştır.

2022 Yılı VIKOR Analizi: (S_i) ve (R_i) değerleri

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
S_i	54,2512	65,7779	45,3882	44,3879	53,4732	46,7187
R_i	9,9794	10,8301	10,8301	9,6858	8,3715	10,8301

(S_i) ve (R_i) değerleri hesaplandıktan sonra, (3.12) eşitliği kullanılarak; $S^* = 44,3879$, $R^* = 8,3715$, $S^- = 65,7779$, ve $R^- = 10,8301$ değerleri bulunmuş, sonrasında ise Q_i değerleri aşağıdaki gibi hesaplanmıştır.

2022 Yılı VIKOR Analizi: Q_i değerleri

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
$q=0,00$	0,6540	1,0000	1,0000	0,5346	0,0000	1,0000
$q=0,25$	0,6058	1,0000	0,7617	0,4009	0,1062	0,7772
$q=0,50$	0,5576	1,0000	0,5234	0,2673	0,2124	0,5545
$q=0,75$	0,5093	1,0000	0,2851	0,1336	0,3186	0,3317
$q=1,00$	0,4611	1,0000	0,0468	0,0000	0,4247	0,1090

4. Adımda ise; (3.13), (3.14) ve (3.15) eşitlikleri kullanılarak alternatifler; S, R ve Q değerlerine göre koşul değerlendirilmesine tabi tutulmuş ve sonrasında elde edilen sonuçlara göre büyükten küçüğe doğru sıralanmıştır. Müteakip iki tabloda sıralama ve koşul değerlendirmeleri ile sıralama sonuçları verilmiştir.

2022 Yılı VIKOR Analizi: Sıralama, Koşul Değerlendirmesi ve Sonuç

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
q=0,00	4	1	1	5	6	1
q=0,25	4	1	3	5	6	2
q=0,50	2	1	4	5	6	3
q=0,75	2	1	5	6	4	3
q=1,00	2	1	5	6	3	4
Koşul 1: $Q(A^{(2)})-Q(A^{(1)})>DQ$ olmalı						
Koşul 2: En iyi Q değerini saplayan alternatif S ve R değerinin en az bir tanesinde en iyi değeri gerçekleştirmiş olmalı						
$Q(A^{(1)})$	$Q(A^{(2)})$	$Q(A^{(1)})-Q(A^{(2)})$	$DQ= 1/(6-1)$	KOŞUL 1	KOŞUL 2	
1	1	0	0,2	Koşul 1 sağlanmadı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,7772	0,2228	0,2	Koşul 1 sağlandı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,5576	0,4424	0,2	Koşul 1 sağlandı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,5093	0,4907	0,2	Koşul 1 sağlandı	Koşul 2 sağlandı	
1	0,4611	0,5389	0,2	Koşul 1 sağlandı	Koşul 2 sağlandı	

Yukarıdaki tabloda yer verilen koşul değerlendirmeleri sonucunda, en yakın opsiyon olarak q=1,00 alternatifi seçilmiş olup bu alternatife göre havalimanlarının sürdürülebilirlik sıralamaları aşağıdaki gibi bulunmuştur.

2022 Yılı VIKOR Analizi: Alternatiflerin sıralama sonuçları

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-10 2022 Yılı PROMETHEE-II Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

PROMETHEE II yöntemi 1. adım olarak; Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28’de yer alan karar matrislerini, 2. Adım olarak da min-max yöntemiyle elde edilen normalize karar matrisini kullanmaktadır.

Yöntemin 3. Adımında alternatifler kendi aralarında karşılaştırılmakta olup karşılaştırma sonuçları aşağıdaki tabloda yer almaktadır.

PROMETHEE-II’nin bu aşamadan sonraki işlem adımlarında verilerin yoğunluğu nedeniyle tüm tablolar sunulmamış, bu tablolardan birer örnekleme yapılmıştır. Söz konusu örneklemeler aşağıda yer almaktadır.

2022 PROMTHERE-II Analiz: Alternatiflerin mukayesesi (M6)

Ref.	M6-M1	M6-M2	M6-M3	M6-M4	M6-M5
E1.1	-0,1758	-0,4735	-0,0565	0,5265	-0,0507
E1.2	-0,4588	-0,2663	0,4159	0,5412	0,0426
E2.1	-0,0728	-0,2533	-1,0000	-0,5797	-0,1659
E2.2	-0,0938	-1,0000	-0,2270	-0,5679	-0,5376
E2.3	-0,2995	-1,0000	-0,0514	-0,2612	-0,8678
E3	-0,2735	-0,6833	-0,1261	-1,0000	0,0000
E4	-0,2417	-1,0000	-0,1261	-0,3686	-0,0653
Ç1.1	-0,0204	0,2798	0,6595	-0,3072	-0,3405
Ç1.2	1,0000	0,5037	0,1398	0,1186	0,4239
Ç1.3	-0,0441	-0,1304	-0,0389	0,8696	-0,1303
Ç2.1	-0,7512	0,0214	0,0137	-0,9786	-0,7746
Ç2.2	0,2602	0,2752	0,2598	-0,7248	0,2632
Ç2.3	0,2495	0,7115	1,0000	0,9606	0,4589
Ç3.1	-0,0995	-0,9873	-1,0000	-0,3909	0,0000
Ç3.2	-1,0000	-0,9873	-1,0000	-0,3909	-0,8494
Ç4.1	0,0202	0,0131	0,3050	1,0000	0,0532
Ç4.2	-0,2587	-0,6961	-0,9105	-1,0000	-0,5783
Ç4.3	0,0411	0,2615	0,5000	-0,5000	-0,2626
Ç5.1	-0,0469	-0,1255	0,6130	0,8745	0,1015
Ç5.2	-0,2272	-0,6964	-1,0000	-0,8943	-0,4866
Ç5.3	0,9001	0,8954	1,0000	0,9776	0,5955
Ç6.1	0,6667	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Ç6.2	-1,0000	-1,0000	-1,0000	-1,0000	-1,0000
Ç6.3	-1,0000	-1,0000	-1,0000	-1,0000	0,0000
Ç7	-0,0771	-0,1566	-0,0270	-0,0815	-0,0898
S1.1	-0,2985	-0,8806	-0,7761	-1,0000	-0,9701
S1.2	0,8276	1,0000	1,0000	0,0345	0,6782
S1.3	0,2111	0,5000	-0,5000	0,3111	0,4667
S1.4	-0,3372	-0,7430	-1,0000	-0,6960	-0,3600
S1.5	-0,1038	-0,5585	0,1442	-0,8155	0,1845
S1.6	-0,0005	-1,0000	-0,0190	-0,0083	-0,0250

2022 PROMTHEE-II Analiz: Alternatiflerin mukayesesi (M6) (Devam)

2.1	-0,4763	-0,6057	-0,3776	-0,8627	0,1373
S2.2	-0,0818	-0,1215	-0,6355	0,3645	-0,3294
S3.1	0,1667	-0,0718	-0,8333	-0,6681	-0,7198
S3.2	-0,9577	-0,9535	-1,0000	-0,8348	-0,6092
S3.3	-0,6400	-0,2360	-0,1309	-0,4748	0,3600
S4.1	-0,2092	-0,4837	0,1242	0,5163	0,1216
S4.2	-1,0000	-1,0000	-0,9375	-1,0000	-0,3948
S5	-0,9360	0,0038	0,0640	-0,9094	-0,2967
S6.1	-0,5601	-0,1270	0,4399	-0,5601	0,0792
S6.2	-1,0000	-0,5669	-0,8875	-1,0000	-0,3607
S7	-0,9360	0,0038	0,0640	-0,9094	-0,2967

PROMETHEE 4. Adımda ise (3.20) eşitliğindeki tercih fonksiyonu kullanılarak alternatifler arası tercih belirlenmiş olup tercih sonuçları aşağıda verilmiştir.

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Tercih edilebilir Fonksiyon Hesabı (M6)

Ref.	M6-M1	M6-M2	M6-M3	M6-M4	M6-M5
E1.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,5265	0,0000
E1.2	0,0000	0,0000	0,4159	0,5412	0,0426
E2.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç1.1	0,0000	0,2798	0,6595	0,0000	0,0000
Ç1.2	1,0000	0,5037	0,1398	0,1186	0,4239
Ç1.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,8696	0,0000
Ç2.1	0,0000	0,0214	0,0137	0,0000	0,0000
Ç2.2	0,2602	0,2752	0,2598	0,0000	0,2632
Ç2.3	0,2495	0,7115	1,0000	0,9606	0,4589
Ç3.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç4.1	0,0202	0,0131	0,3050	1,0000	0,0532
Ç4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç4.3	0,0411	0,2615	0,5000	0,0000	0,0000
Ç5.1	0,0000	0,0000	0,6130	0,8745	0,1015
Ç5.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç5.3	0,9001	0,8954	1,0000	0,9776	0,5955
Ç6.1	0,6667	0,0000	1,0000	1,0000	1,0000
Ç6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç6.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.2	0,8276	1,0000	1,0000	0,0345	0,6782
S1.3	0,2111	0,5000	0,0000	0,3111	0,4667

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Tercih edilebilir Fonksiyon Hesabı (M6)
(Devam)

S1.4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.5	0,0000	0,0000	0,1442	0,0000	0,1845
S1.6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S2.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1373
S2.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,3645	0,0000
S3.1	0,1667	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3600
S4.1	0,0000	0,0000	0,1242	0,5163	0,1216
S4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S5	0,0000	0,0038	0,0640	0,0000	0,0000
S6.1	0,0000	0,0000	0,4399	0,0000	0,0792
S6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S7	0,0000	0,0038	0,0640	0,0000	0,0000

Yöntemin 5. Adımında da (3.21) eşitliği kullanılarak toplam tercih puanları hesaplanmış olup sonuçlara aşağıda yer verilmiştir.

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Toplam tercih Fonksiyon Hesabı (M6)

Referans	M6-M1	M6-M2	M6-M3	M6-M4	M6-M5
E1.1	0,0000	0,0000	0,0000	3,0793	0,0000
E1.2	0,0000	0,0000	2,4326	3,1653	0,2493
E2.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E2.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
E4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç1.1	0,0000	0,6433	1,5165	0,0000	0,0000
Ç1.2	2,2993	1,1581	0,3214	0,2728	0,9747
Ç1.3	0,0000	0,0000	0,0000	1,9994	0,0000
Ç2.1	0,0000	0,0535	0,0342	0,0000	0,0000
Ç2.2	0,6503	0,6879	0,6493	0,0000	0,6579
Ç2.3	0,6237	1,7783	2,4993	2,4009	1,1469
Ç3.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç3.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç4.1	0,0558	0,0361	0,8436	2,7658	0,1472
Ç4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç4.3	0,1135	0,7231	1,3829	0,0000	0,0000
Ç5.1	0,0000	0,0000	6,6391	9,4711	1,0996
Ç5.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç5.3	9,7485	9,6968	10,8301	10,5880	6,4488
Ç6.1	0,7331	0,0000	1,0997	1,0997	1,0997
Ç6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
Ç6.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Toplam tercih Fonksiyon Hesabı (M6)
(Devam)

Ç7	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.2	0,2427	0,2932	0,2932	0,0101	0,1989
S1.3	0,0619	0,1466	0,0000	0,0912	0,1368
S1.4	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S1.5	0,0000	0,0000	0,0213	0,0000	0,0273
S1.6	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S2.1	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0203
S2.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0539	0,0000
S3.1	0,0522	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S3.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,1128
S4.1	0,0000	0,0000	0,0466	0,1936	0,0456
S4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S5	0,0000	0,0027	0,0461	0,0000	0,0000
S6.1	0,0000	0,0000	0,6597	0,0000	0,1187
S6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S7	0,0000	0,0011	0,0192	0,0000	0,0000
TOPLAM	14,5811	15,2208	29,3348	35,1912	12,4844
TOPLAM/100	0,1458	0,1522	0,2933	0,3519	0,1248

6. Adımda ise, (3.22) eşitliği ile pozitif sıralama akışı ve (3.23) eşitliği ile negatif sıralama akışları hesaplanmış olup sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

2022 Yılı PROMTHEE-II Analizi: Çıkış ve Giriş Akışlarının Belirlenmesi

	M1	M2	M3	M4	M5	M6	Çıkış Akışı
M1	-	0,0811	0,2607	0,3044	0,1260	0,2211	0,1987
M2	0,1964	-	0,2707	0,3733	0,2193	0,3428	0,2805
M3	0,1720	0,0668	-	0,1757	0,1528	0,2800	0,1695
M4	0,2058	0,1594	0,1657	-	0,1850	0,3286	0,2089
M5	0,1182	0,0963	0,2337	0,2759	-	0,1924	0,1833
M6	0,1458	0,1522	0,2933	0,3519	0,1248	-	0,2136
Giriş Akışı	0,1676	0,1112	0,2448	0,2962	0,1616	0,2730	-

Yöntemin 7. ve son adımında, (3.24) eşitliği kullanılarak net sıralama akışı hesaplanmış ve sıralamalar elde edilmiştir. Net Sıralama Akışı ve Alternatiflerin Sıralanmasına ilişkin tablolar aşağıda sırasıyla yer almaktadır.

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Net Sıralama Akışları

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
Çıkış Akışı	0,1987	0,2805	0,1695	0,2089	0,1833	0,2136
Giriş Akışı	0,1676	0,1112	0,2448	0,2962	0,1616	0,2730
$\epsilon(a)$	0,0310	0,1693	-0,0753	-0,0873	0,0217	-0,0594
En büyük değer en ideal çözümdür.						
Sıralama	2	1	5	6	3	4

2022 Yılı PROMTHEE-II 2022 Analizi: Sıralama Sonuçları

Havalimanı	Heathrow (LHR)	Atina (ATH)	Münih (MUC)	Dallas Fort Worth (DFW)	Hong Kong (HKG)	Incheon (ICN)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-11 2022 Yılı TOPSIS Yöntemi Uygulama Adımları ve Sonuçları

Yöntemde 1. Adım olarak Tablo 4.26, 4.27 ve 4.28 Karar Matrisleri kullanılmıştır. TOPSIS yönteminin kendine özgün olan normalizasyon yöntemi bulunmakta olup yöntemin 2. Adımı olarak (3.26) eşitliği ile aşağıda yer alan normalize karar matrisi elde edilmiştir.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Normalize Karar Matrisi

Ref.	Yön (↑↓)	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	↑	0,3315	0,7092	0,1801	-0,5595	0,1728	0,1085
E1.2	↑	0,5583	0,3346	-0,4585	-0,6041	-0,0245	0,0250
E2.1	↑	0,0895	0,2317	0,8197	0,4887	0,1629	0,0323
E2.2	↑	0,1306	0,7384	0,2200	0,4486	0,4283	0,0677
E2.3	↑	0,2456	0,7060	0,0826	0,2205	0,6191	0,0488
E3	↑	-0,0553	0,4347	-0,0157	0,8135	-0,3824	-0,1544
E4	↑	0,1115	0,9453	-0,0157	0,2510	-0,0826	-0,1544
Ç1.1	↑	0,4076	0,2742	0,1053	0,5351	0,5499	0,3985
Ç1.2	↑	-0,1397	0,2243	0,4911	0,5066	0,2828	0,5936
Ç1.3	↓	0,1185	0,0380	0,1233	0,9708	0,0381	0,1596
Ç2.1	↑	0,5224	0,1041	0,3563	0,6455	0,5350	0,1157
Ç2.2	↓	0,1251	0,1132	0,1255	0,9110	0,1228	0,3328
Ç2.3	↑	0,2015	0,4388	0,5871	0,5668	0,3091	0,0733
Ç3.1	↓	0,5383	0,0227	0,4001	0,4936	0,5536	0,9872
Ç3.2	↓	0,0104	0,0227	0,4001	0,4936	0,1575	0,9872
Ç4.1	↑	0,0800	0,0739	0,3272	0,9302	0,1087	0,0625
Ç4.2	↑	0,2638	0,4323	0,5149	0,5494	0,3869	0,1641
Ç4.3	↑	0,4226	0,2390	0,0403	0,8733	0,2478	0,1133
Ç5.1	↓	0,0920	0,0340	0,5797	0,7730	0,2017	0,1267
Ç5.2	↑	0,2453	0,4413	0,5681	0,5240	0,3537	0,1504
Ç5.3	↑	0,0949	0,0993	0,0037	0,0241	0,3732	0,9172
Ç6.1	↑	0,3730	0,5595	0,2798	0,2798	0,2798	0,5595
Ç6.2	↑	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,4472	0,0000
Ç6.3	↑	0,5000	0,5000	0,5000	0,5000	0,0000	0,0000
Ç7	↑	0,2531	0,2391	0,3441	0,5896	0,2910	0,3378
S1.1	↑	0,5630	0,1407	0,2165	0,0541	0,0758	0,7795
S1.2	↑	0,4293	0,4200	0,0000	0,4723	0,4374	0,4742
S1.3	↑	0,4446	0,4173	0,5119	0,4352	0,4204	0,6269
S1.4	↑	0,3161	0,6848	0,5334	0,5121	0,4885	0,4632
S1.5	↑	0,3308	0,6848	0,1343	0,8946	0,1024	0,2486
S1.6	↑	0,0032	0,9993	0,0217	0,0110	0,0276	0,0027
S2.1	↑	0,5809	0,6848	0,3312	0,6008	0,5492	0,2555
S2.2	↑	0,3497	0,3702	0,6355	0,1194	0,4775	0,3075
S3.1	↓	0,3925	0,3996	0,4224	0,4175	0,4190	0,3975
S3.2	↓	0,0621	0,0659	0,0241	0,4175	0,3751	0,9222
S3.3	↑	0,0191	0,2327	0,4006	0,4175	0,7684	0,4987
S4.1	↑	0,4448	0,4951	0,3836	0,3117	0,3841	0,4064
S4.2	↑	0,5105	0,4951	0,5080	0,5105	0,3841	0,4697

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Normalize Karar Matrisi (Devam)

S5	↑	0,7137	0,0582	0,0161	0,6952	0,3777	0,0608
S6.1	↑	0,7359	0,4138	0,1949	0,8529	0,3777	0,4843
S6.2	↑	0,7359	0,4138	0,7293	0,7359	0,3777	0,6771
S7	↑	0,7137	0,0582	0,0161	0,6952	0,3777	0,0608

TOPSIS 3. Adımında ise (3.27) eşitliği ile aşağıda yer alan ağırlıklı normalize karar matrisi oluşturulmuştur.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi

Ref.	Ağırlıklar	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	5,85	1,9389	4,1475	1,0535	-3,2721	1,0108	0,6346
E1.2	5,85	3,2651	1,9566	-2,6812	-3,5330	-0,1433	0,1464
E2.1	0,90	0,0806	0,2085	0,7375	0,4397	0,1466	0,0290
E2.2	0,90	0,1175	0,6644	0,1979	0,4036	0,3854	0,0609
E2.3	0,90	0,2210	0,6352	0,0743	0,1984	0,5571	0,0439
E3	1,20	-0,0663	0,5215	-0,0188	0,9759	-0,4587	-0,1852
E4	2,60	0,2897	2,4572	-0,0408	0,6524	-0,2146	-0,4013
Ç1.1	2,30	0,9372	0,6304	0,2422	1,2304	1,2644	0,9164
Ç1.2	2,30	-0,3212	0,5157	1,1292	1,1649	0,6502	1,3649
Ç1.3	2,30	0,2724	0,0873	0,2836	2,2321	0,0876	0,3671
Ç2.1	2,50	1,3056	0,2602	0,8904	1,6131	1,3372	0,2892
Ç2.2	2,50	0,3128	0,2828	0,3136	2,2769	0,3068	0,8317
Ç2.3	2,50	0,5036	1,0968	1,4672	1,4167	0,7724	0,1832
Ç3.1	3,60	1,9374	0,0818	1,4400	1,7764	1,9923	3,5529
Ç3.2	3,60	0,0373	0,0818	1,4400	1,7764	0,5667	3,5529
Ç4.1	2,77	0,2214	0,2043	0,9050	2,5729	0,3007	0,1730
Ç4.2	2,77	0,7296	1,1956	1,4241	1,5195	1,0702	0,4539
Ç4.3	2,77	1,1689	0,6611	0,1115	2,4154	0,6854	0,3134
Ç5.1	10,83	0,9966	0,3680	6,2787	8,3716	2,1849	1,3723
Ç5.2	10,83	2,6568	4,7794	6,1528	5,6749	3,8306	1,6292
Ç5.3	10,83	1,0277	1,0750	0,0397	0,2609	4,0421	9,9333
Ç6.1	1,10	0,4102	0,6153	0,3076	0,3076	0,3076	0,6153
Ç6.2	1,10	0,4918	0,4918	0,4918	0,4918	0,4918	0,0000
Ç6.3	1,10	0,5498	0,5498	0,5498	0,5498	0,0000	0,0000
Ç7	8,80	2,2268	2,1033	3,0272	5,1873	2,5604	2,9713
S1.1	0,29	0,1651	0,0413	0,0635	0,0159	0,0222	0,2286
S1.2	0,29	0,1259	0,1232	0,0000	0,1385	0,1283	0,1391
S1.3	0,29	0,1304	0,1224	0,1501	0,1276	0,1233	0,1838
S1.4	0,15	0,0468	0,1013	0,0789	0,0758	0,0723	0,0685
S1.5	0,15	0,0489	0,1013	0,0199	0,1324	0,0152	0,0368
S1.6	0,15	0,0005	0,1479	0,0032	0,0016	0,0041	0,0004
S2.1	0,15	0,0859	0,1013	0,0490	0,0889	0,0813	0,0378
S2.2	0,15	0,0517	0,0548	0,0940	0,0177	0,0707	0,0455
S3.1	0,31	0,1229	0,1252	0,1323	0,1308	0,1313	0,1245
S3.2	0,31	0,0195	0,0206	0,0075	0,1308	0,1175	0,2889

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Ağırlıklı Karar Matrisi (Devam)

S3.3	0,31	0,0060	0,0729	0,1255	0,1308	0,2407	0,1562
S4.1	0,37	0,1667	0,1856	0,1438	0,1169	0,1440	0,1524
S4.2	0,37	0,1914	0,1856	0,1904	0,1914	0,1440	0,1761
S5	0,72	0,5137	0,0419	0,0116	0,5004	0,2718	0,0438
S6.1	1,50	1,1036	0,6205	0,2922	1,2790	0,5663	0,7263
S6.2	1,50	1,1036	0,6205	1,0936	1,1036	0,5663	1,0153
S7	0,30	0,2140	0,0174	0,0048	0,2085	0,1133	0,0182
Toplam	100,00	25,4077	28,3549	28,2773	41,0938	26,5471	32,2903

4. adımda ise her kritere göre en iyi değere sahip olan ideal çözüm ve en kötü değere sahip anti ideal çözüm (3.28) ve (3.29) eşitlikleri ile bulunmuş olup sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Çözüm Bulma

Referans	Pozitif İdeal Çözüm (Vj*)	Negatif İdeal Çözüm (Vj-)
E1.1	4,1475	-3,2721
E1.2	3,2651	-3,5330
E2.1	0,7375	0,0290
E2.2	0,6644	0,0609
E2.3	0,6352	0,0439
E3	0,9759	-0,4587
E4	2,4572	-0,4013
Ç1.1	1,2644	0,2422
Ç1.2	1,3649	-0,3212
Ç1.3	0,0873	2,2321
Ç2.1	1,6131	0,2602
Ç2.2	2,2769	0,2828
Ç2.3	0,1832	1,4672
Ç3.1	0,0818	3,5529
Ç3.2	0,0373	3,5529
Ç4.1	0,1730	2,5729
Ç4.2	1,5195	0,4539
Ç4.3	2,4154	0,1115
Ç5.1	0,3680	8,3716
Ç5.2	6,1528	1,6292
Ç5.3	9,9333	0,0397
Ç6.1	0,6153	0,3076
Ç6.2	0,4918	0,0000
Ç6.3	0,5498	0,0000
Ç7	5,1873	2,1033
S1.1	0,0159	0,2286
S1.2	0,1391	0,0000
S1.3	0,1838	0,1224
S1.4	0,1013	0,0468

2022 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Çözüm Bulma (Devam)

S1.5	0,1324	0,0152
S1.6	0,1479	0,0004
S2.1	0,1013	0,0378
S2.2	0,0940	0,0177
S3.1	0,1323	0,1229
S3.2	0,0075	0,2889
S3.3	0,0060	0,2407
S4.1	0,1856	0,1169
S4.2	0,1914	0,1440
S5	0,5137	0,0116
S6.1	1,2790	0,2922
S6.2	1,1036	0,5663
S7	0,2140	0,0048

TOPSIS Yönteminin 5. Adımında ideal ve anti ideal çözüme uzaklıklar (3.30) ve (3.31) eşitlikleri ile hesaplanmıştır. Sonuçlar aşağıdaki iki tabloda sırasıyla sunulmuştur.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

Ref.	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	4,8778	0,0000	9,5728	55,0501	9,8385	12,3404
E1.2	0,0000	1,7122	35,3585	46,2140	11,6171	9,7260
E2.1	0,4315	0,2799	0,0000	0,0887	0,3492	0,5019
E2.2	0,2991	0,0000	0,2176	0,0680	0,0779	0,3642
E2.3	0,1716	0,0000	0,3146	0,1908	0,0061	0,3496
E3	1,0862	0,2065	0,9895	0,0000	2,0581	1,3482
E4	4,6979	0,0000	6,2397	3,2572	7,1383	8,1708
Ç1.1	0,1071	0,4020	1,0451	0,0012	0,0000	0,1211
Ç1.2	2,8430	0,7212	0,0556	0,0400	0,5108	0,0000
Ç1.3	0,0343	0,0000	0,0385	4,6000	0,0000	0,0783
Ç2.1	0,0946	1,8304	0,5224	0,0000	0,0761	1,7528
Ç2.2	3,8578	3,9764	3,8545	0,0000	3,8814	2,0887
Ç2.3	0,1027	0,8347	1,6488	1,5215	0,3472	0,0000
Ç3.1	3,4432	0,0000	1,8447	2,8716	3,6500	12,0483
Ç3.2	0,0000	0,0020	1,9677	3,0247	0,2803	12,3596
Ç4.1	0,0023	0,0010	0,5358	5,7596	0,0163	0,0000
Ç4.2	0,6240	0,1049	0,0091	0,0000	0,2019	1,1355
Ç4.3	1,5538	3,0776	5,3079	0,0000	2,9927	4,4183
Ç5.1	0,3952	0,0000	34,9364	64,0576	3,3012	1,0086
Ç5.2	12,2221	1,8862	0,0000	0,2284	5,3928	20,4629
Ç5.3	79,3091	78,4689	97,8832	93,5558	34,7060	0,0000
Ç6.1	0,0421	0,0000	0,0946	0,0946	0,0946	0,0000
Ç6.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,2419
Ç6.3	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,3023	0,3023
Ç7	8,7649	9,5110	4,6662	0,0000	6,9004	4,9106
S1.1	0,0223	0,0006	0,0023	0,0000	0,0000	0,0452

2022 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Uzaklıkların Hesaplanması (Devam)

S1.2	0,0002	0,0003	0,0193	0,0000	0,0001	0,0000
S1.3	0,0029	0,0038	0,0011	0,0032	0,0037	0,0000
S1.4	0,0030	0,0000	0,0005	0,0007	0,0008	0,0011
S1.5	0,0070	0,0010	0,0127	0,0000	0,0137	0,0091
S1.6	0,0217	0,0000	0,0209	0,0214	0,0207	0,0217
S2.1	0,0002	0,0000	0,0027	0,0002	0,0004	0,0040
S2.2	0,0018	0,0015	0,0000	0,0058	0,0005	0,0024
S3.1	0,0001	0,0001	0,0000	0,0000	0,0000	0,0001
S3.2	0,0001	0,0002	0,0000	0,0152	0,0121	0,0791
S3.3	0,0000	0,0045	0,0143	0,0156	0,0551	0,0226
S4.1	0,0004	0,0000	0,0017	0,0047	0,0017	0,0011
S4.2	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0022	0,0002
S5	0,0000	0,2226	0,2521	0,0002	0,0585	0,2209
S6.1	0,0308	0,4336	0,9737	0,0000	0,5079	0,3054
S6.2	0,0000	0,2334	0,0001	0,0000	0,2886	0,0078
S7	0,0000	0,0387	0,0438	0,0000	0,0102	0,0383
Toplam	125,0505	103,9550	208,4485	280,6907	94,7156	94,4891

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Anti İdeal Uzaklıkların Hesaplanması

Ref.	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
E1.1	27,1546	55,0501	18,7106	0,0000	18,3435	15,2622
E1.2	46,2140	30,1353	0,7255	0,0000	11,4901	13,5383
E2.1	0,0027	0,0322	0,5019	0,1687	0,0138	0,0000
E2.2	0,0032	0,3642	0,0188	0,1175	0,1053	0,0000
E2.3	0,0314	0,3496	0,0009	0,0239	0,2633	0,0000
E3	0,1540	0,9608	0,1935	2,0581	0,0000	0,0748
E4	0,4775	8,1708	0,1300	1,1102	0,0349	0,0000
Ç1.1	0,4831	0,1507	0,0000	0,9766	1,0451	0,4546
Ç1.2	0,0000	0,7003	2,1037	2,2085	0,9436	2,8430
Ç1.3	3,8402	4,6000	3,7966	0,0000	4,5986	3,4782
Ç2.1	1,0927	0,0000	0,3971	1,8304	1,1599	0,0008
Ç2.2	0,0009	0,0000	0,0009	3,9764	0,0006	0,3012
Ç2.3	0,9286	0,1372	0,0000	0,0026	0,4827	1,6488
Ç3.1	2,6098	12,0483	4,4642	3,1559	2,4354	0,0000
Ç3.2	12,3596	12,0483	4,4642	3,1559	8,9176	0,0000
Ç4.1	5,5295	5,6100	2,7819	0,0000	5,1626	5,7596
Ç4.2	0,0760	0,5502	0,9413	1,1355	0,3798	0,0000
Ç4.3	1,1180	0,3020	0,0000	5,3079	0,3294	0,0408
Ç5.1	54,3901	64,0576	4,3802	0,0000	38,2751	48,9904
Ç5.2	1,0559	9,9238	20,4629	16,3673	4,8459	0,0000
Ç5.3	0,9762	1,0719	0,0000	0,0489	16,0193	97,8832
Ç6.1	0,0105	0,0946	0,0000	0,0000	0,0000	0,0946
Ç6.2	0,2419	0,2419	0,2419	0,2419	0,2419	0,0000
Ç6.3	0,3023	0,3023	0,3023	0,3023	0,0000	0,0000
Ç7	0,0152	0,0000	0,8535	9,5110	0,2090	0,7535
S1.1	0,0040	0,0351	0,0273	0,0452	0,0426	0,0000
S1.2	0,0159	0,0152	0,0000	0,0192	0,0165	0,0193

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Anti İdeal Uzaklıkların Hesaplanması (Devam)

S1.3	0,0001	0,0000	0,0008	0,0000	0,0000	0,0038
S1.4	0,0000	0,0030	0,0010	0,0008	0,0007	0,0005
S1.5	0,0011	0,0074	0,0000	0,0137	0,0000	0,0005
S1.6	0,0000	0,0217	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
S2.1	0,0023	0,0040	0,0001	0,0026	0,0019	0,0000
S2.2	0,0012	0,0014	0,0058	0,0000	0,0028	0,0008
S3.1	0,0000	0,0000	0,0001	0,0001	0,0001	0,0000
S3.2	0,0726	0,0720	0,0791	0,0250	0,0294	0,0000
S3.3	0,0551	0,0282	0,0133	0,0121	0,0000	0,0071
S4.1	0,0025	0,0047	0,0007	0,0000	0,0007	0,0013
S4.2	0,0022	0,0017	0,0022	0,0022	0,0000	0,0010
S5	0,2521	0,0009	0,0000	0,2389	0,0677	0,0010
S6.1	0,6583	0,1078	0,0000	0,9737	0,0751	0,1884
S6.2	0,2886	0,0029	0,2781	0,2886	0,0000	0,2016
S7	0,0438	0,0002	0,0000	0,0415	0,0118	0,0002
Toplam	160,4676	207,2085	65,8804	53,3630	115,5465	191,5494

6. Adım kapsamında (3.32) eşitliği kullanılarak C_i^* ideal çözüme yakınlık derecesi hesaplanmış olup aşağıda sunulmuştur.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: İdeal Çözüme Görelî Yakınlığın Hesaplanması

	ATH	LHR	HKG	ICN	MUC	DFW
S_i^*	11,1826	10,1958	14,4377	16,7538	9,7322	9,7205
S_i'	12,6676	14,3947	8,1167	7,3050	10,7493	13,8401
C_i^*	8,5305	3,4282	-1,2841	-0,7731	10,5689	3,3596
Sıralama	2	3	6	5	1	4
	Pozitif ideal çözüme en yakın alternatif en ideal çözümdür.					

TOPSIS Yönteminin 7. ve son adımında alternatifler, C_i^* değerleri en büyükten en küçüğe doğru sıralanmış olup elde edilen sıralama sonuçları aşağıda sunulmuştur.

2022 Yılı TOPSIS Analizi: Alternatiflerin Sıralama Sonuçları

Havalimanı	Münih (MUC)	Atina (ATH)	Heathrow (LHR)	Dallas Fort Worth (DFW)	Incheon (ICN)	Hong Kong (HKG)
Sıra	1	2	3	4	5	6

EK-12 Özgeçmiş

ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Orhan YÜCEL
Yabancı Dil : İngilizce (YDS:95)
Doğum Yeri ve Yılı :
e-mail :

Eğitim Geçmişi :

- 1994, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uçak Mühendisliği – Lisans
- 2002, Osmangazi Üniversitesi, Fen Bilimler Enstitüsü, Makine Mühendisliği Anabilim Dalı – Yüksek lisans

Mesleki Geçmiş :

- 1995 Mart – 2005 Nisan, Uçak Sistem Mühendisi, Uçuş Test Kısım Amiri, Eskişehir 1'inci HİBM Klığı
- 2005 Nisan – 2013 Ağustos, Proje Yönetim Subayı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı
- 2013 Ağustos – 2016 Ekim, JSF Motor Sistem Ataşesi, Vaşington Silahlı Kuvvetler Ataşeliğı, F-35 Requiements Management Lead, F-35 Joint Program Office
- 2016 Ekim – 2018 Ağustos, Proje Yönetim Daire Başkanlığı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı
- 2020 Eylül – (halen devam ediyor), Öğretim Görevlisi, Kapadokya Üniversitesi, Kapadokya Meslek Yüksek Okulu

Akademik Yayınlar :

Uluslararası bilimsel toplantılarda sunulan ve bildiri kitaplarında (proceedings) basılan bildiriler

- Yücel, O., Dalkiran, A., Selimoğlu, S. K., ve Karakoc, T. H. (2021, November). Sustainability Indices for Airport Sustainability Evaluation. In International Symposium On Sustainable Aviation (pp. 257-261). Cham: Springer International Publishing.
- Yucel, O., Dalkiran, A., Selimoglu, S. K., ve Karakoc, T. H. (2022, April). An Assessment of Sustainable Waste Management Strategies in Airports. In International Symposium on Energy Management and Sustainability (pp. 763-773). Cham: Springer International Publishing.
- Yucel, O., Dalkiran, A., Selimoglu, S. K., ve Karakoc, T. H. (2022, September). Aviation Carbon Accounting for Climate Change Mitigation: The Case of Turkey. In International Symposium on Aviation Technology, MRO, and Operations (pp. 255-262). Cham: Springer Nature Switzerland.