T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

HAVALİMANI PERFORMANS ÖLÇÜMLENMESİNDE ÇOK BOYUTLU KARMA BİR YAKLAŞIM

SERHAN KARADENİZ
21713081

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BEYZA AHLATCIOĞLU ÖZKÖK

2025

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
İŞLETME ANA BİLİM DALI
İŞLETME YÖNETİMİ DOKTORA PROGRAMI

DOKTORA TEZİ

HAVALİMANI PERFORMANS ÖLÇÜMLENMESİNDE ÇOK BOYUTLU KARMA BİR YAKLAŞIM

SERHAN KARADENİZ
21713081
ORCID NO: 0000-0001-5109-3997

TEZ DANIŞMANI
PROF. DR. BEYZA AHLATCIOĞLU ÖZKÖK

HAZİRAN 2025

Serhan KARADENİZ tarafından hazırlanan "Havalimanı Performans Ölçümlenmesinde Çok Boyutlu Karma Bir Yaklaşım" başlıklı çalışma, **26.06.2025** tarihinde yapılan savunma sınavı sonucunda **oybirliği** ile başarılı bulunmuş ve jürimiz tarafından İşletme Ana Bilim Dalı İşletme Yönetimi Programında **DOKTORA** tezi olarak kabul edilmiştir.

Danışman	**İmza**
Prof. Dr. Beyza Ahlatcıoğlu Özkök	……

Jüri Üyeleri	**İmza**
Doç. Dr. Neslihan Fidan Keçeci	……
Doç. Dr. Tuğçe Ozansoy Çadırcı	……
Prof. Dr. Esin Can	……
Doç. Dr. Yakup Çelikbilek	……

ÖZET

HAVALİMANI PERFORMANS ÖLÇÜMLENMESİNDE ÇOK BOYUTLU KARMA BİR YAKLAŞIM

Havalimanları, ekonomik büyümeyi, turizmi ve kıtalar arası kültürel bağlantıyı yönlendiren kritik öneme sahip yapılar olmaları nedeniyle, literatürde farklı açılardan ele alınarak kapsamlı araştırmalara konu olmuştur. Çalışmanın temel motivasyonu, havalimanı performans değerlendirmesine kapsamlı bir yaklaşım sağlamaktır. Böylece havalimanı kullanıcıları yolcu segmentlerine bölünerek deneyim ve beklentilerinin yansıtıldığı çok boyutlu bir bakış açısı sunumu amaçlanmıştır. Bu bağlamda Çok Kriterli Karar Verme yöntemlerinden TOPSIS ve Duygu Analizi yöntemleri birbirine entegre edilmiş; Duygu Analizi'nden gelen puanlar ve servis kalitesi boyutları kriter olarak TOPSIS'e eklenmiştir. Nihai boyutu 20 havalimanı olan örneklem 2022 yılı Avrupa'nın 20.000.000 üzeri yolcu trafiğine sahip havalimanlarından oluşmaktadır. Araştırmanın sonucunda segmentlerin bazı öncelikleri örtüşürken bazılarının farklılık gösterdiği, business segmentinin diğer segmentlerden ayrıştığı ve duygu puanlarının havalimanı sıralamalarını etkilediği görülmüştür. Genel sıralamaya göre en yüksek puanlı 3 havalimanı Fiumicino, Zurih ve İstanbul havalimanlarıdır. Hizmetleri farklı yolcu gruplarına göre uyarlamak, genel iyileştirme için önemli görünmektedir.

Anahtar Kelimeler: Havalimanı, ÇKKV, TOPSIS, Duygu Analizi, Servis Kalitesi

ABSTRACT

A MULTI-DIMENSIONAL MIXED APPROACH TO MEASURING AIRPORT PERFORMANCE

Airports, due to their critical role in driving economic growth, tourism, and intercontinental cultural connectivity, have been the subject of extensive research from various perspectives in the literature. The primary motivation of this study is to provide a comprehensive approach to airport performance evaluation. To achieve this, airport users have been segmented based on passenger types, aiming to present a multidimensional perspective that reflects their experiences and expectations. In this context, the TOPSIS method, one of the Multi-Criteria Decision-Making (MCDM) techniques, was integrated with sentiment analysis. Scores derived from sentiment analysis and service quality dimensions were incorporated as criteria into the TOPSIS evaluation. The final sample comprises 20 airports in Europe, each with over 20 million passengers in 2022. The findings indicate that while some priorities overlap across segments, notable differences exist, particularly with the business segment distinguishing itself from others. It was also observed that sentiment scores influence airport rankings. According to the overall ranking, the top three airports are Fiumicino, Zurich, and Istanbul. Tailoring services according to different passenger segments appears to be crucial for overall improvement.

Keywords: Airport, MCDM, TOPSIS, Sentiment Analysis, Service Quality

ÖN SÖZ

Doktora sürecime başlamadan önce kendimce önemli kararlar aldım. Bu kararlar; bir yazılım dili öğrenmek, araştırma yöntemlerini daha derinlemesine kavramak, lisans eğitimim sırasında çok sevdiğim istatistik dersiyle ilgili kendimi geliştirmek, veri bilimi alanında kendimi geliştirmek ve tüm bunları doktora tezimde uygulayabilmek gibi hedeflerden oluşuyordu. Bu düşünceler içerisindeyken Prof. Dr. Beyza Ahlatcıoğlu Özkök ile tanıştım. Kendisi, tam da tez danışmanı olarak hayal ettiğim kişiydi ve sağ olsun, beni tez öğrencisi olarak kabul etti. Bu süreçte bana eşlik ettiği; anlayışlı, eğitici ve her zaman ulaşılabilir bir danışman olduğu için kendisine; ayrıca desteğini hiçbir zaman esirgemeyen Arş. Gör. Sezin Öztürk Uşun'a gönülden teşekkür ederim. Ders döneminde tanıma fırsatı bulduğum, bana her zaman içten yaklaşan ve doktora sürecim boyunca desteğini hissettiren Prof. Dr. Esin Can'a hem enerjisi hem de Tez Savunma Jürim'de yer aldığı için teşekkür ederim. Alan değişikliği sürecimi kolaylaştıran ve kafamdaki soru işaretlerini gidermemde büyük katkı sağlayan Pazarlama Araştırması dersini almama vesile olan, aynı zamanda Tez İzleme Komitem'de bulunan Doç. Dr. Tuğçe Ozansoy Çadırcı'ya içten teşekkürlerimi sunuyorum. Tez İzleme Komitem'de yer aldığı için Doç. Dr. Neslihan Fidan Keçeci'ye, Tez Savunma Jürim'de bulunduğu için Doç. Dr. Yakup Çelikbilek'e de ayrıca teşekkür ederim. Yüksek lisans tez danışmanım Doç. Dr. Burcu Şentürk'e, mesleki yolculuğumda öğrendiğim pek çok şeyi ve hayat görüşümdeki gelişimi borçluyum. Bana kattıkları için kendisine en içten teşekkürlerimi sunuyorum. Çalışma hayatımda tanıdığım ve her konuda desteğini hissettiren Dr. Öğr. Üyesi Özgür Burçak Gürsoy Yenilmez'e ve değerli eşi Dr. Taylan Yenilmez'e verdikleri destekler için teşekkür ediyorum. Beykoz Üniversitesi'nde birlikte çalıştığım; desteklerini her zaman hissettiğim Prof. Dr. Erhan Bütün'e, Doç. Dr. Nigar Çağla Mutlucan'a, Dr. Öğr. Üyesi Behiye Beğendik'e, Dr. Öğr. Üyesi Melike Mehveş Pamuk'a, Dr. Öğr. Üyesi Aysun Varan'a, Dr. Öğr. Üyesi Aslıhan Bekaroğlu Özatar'a ve Doç. Dr. Ümit Deniz İlhan'a teşekkür ederim. Değerli babam Emin Karadeniz ve sevgili annem Ayfer Karadeniz'e, bana sundukları imkânlar, sevgi ve özveri için sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum. Son olarak, tezime verdikleri destek ve projelendirme imkânı sağladıkları için Yıldız Teknik Üniversitesi Proje Ofisi'ne de ayrıca teşekkür ederim.

Serhan KARADENİZ

Haziran, 2025; İstanbul

İÇİNDEKİLER

ÖZET iii
ABSTRACT iv
ÖN SÖZ v
İÇİNDEKİLER vi
TABLOLAR LİSTESİ vii
ŞEKİLLER LİSTESİ viii
KISALTMALAR LİSTESİ ix

1. GİRİŞ 1

2. HAVACILIK SEKTÖRÜ VE HAVALİMANLARININ PERFORMANS ÖLÇÜMÜ 4
2.1. Havacılık Sektörü 4
2.1.1. Havacılık Sektörü'nün Ekonomik Etkileri 4
2.1.2. Havacılık Sektörü'nde Operasyonel Süreçler 5
2.1.3. Havacılık Sektöründe Teknolojik Gelişmeler 6
2.1.4. Havacılık Sektörü Çevresel Konular 6
2.1.5. Havacılık Sektörü Gelecek Trendler 8
2.2. Havalimanlarının Performans Ölçümü 8

3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ 12
3.1. TOPSIS 14
3.2. VADER (Valence Dictionary and Sentiment Reasoner) Lexicon'u Temelli Duygu Analizi 18

4. HAVALİMANI PERFORMANS ÖLÇÜMLENMESİNDE ÇOK BOYUTLU KARMA BİR YAKLAŞIM 19
4.1. Araştırmanın Örneklemi 19
4.2. Araştırmanın Modeli 21
4.3. Araştırmanın Bulguları 23

5. SONUÇ VE ÖNERİLER 37

KAYNAKÇA 41

TABLOLAR LİSTESİ

Tablo 1. Havalimanı Performans Ölçümü Çalışmaları ve Kullanılan Değişkenler ... 10
Tablo 2. Havalimanları Performans Ölçümü Çalışmalarında En Çok Kullanılan Değişkenler ... 12
Tablo 3. TOPSIS Analizinde Kullanılan Değişkenler ... 20
Tablo 4. Duygu Skorları Hariç Genel Sıralama ... 24
Tablo 5. Duygu Skorları Dahil Genel Sıralama ... 25
Tablo 6. Tek Yolcu Segmenti Sıralaması ... 27
Tablo 7. Business Yolcu Segmenti Sıralamaları ... 29
Tablo 8. Aile Yolcu Segmenti Sıralaması ... 30
Tablo 9. Çift Yolcu Segment Sıralaması ... 31

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1. ÇKKV Probleminin Hiyerarşik Yapısı 17
Şekil 2. Örneklemdeki Havalimanlarının 2021-2023 Yolcu Sayısı Ortalamaları 19
Şekil 3. Uygulama Şeması 21
Şekil 4. SKYTRAX Yolcu Servis Kalitesi Değerlendirmesi..... 22
Şekil 5. Bütün Sıralamaların Genel Görünümü 32
Şekil 6. Havalimanı Bazında Sıralama Ortalamaları Ve Standart Sapmalarının Görünümü 34
Şekil 7. Sıralamalar ve Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar..... 35

KISALTMALAR LİSTESİ

ACI Europe: Airport Council International Europe
AI : Artificial Intelligent (Yapay Zeka)
ATAG : Air Transport Action Group
CORSIA : Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma Planı
CO_2 : Karbondioksit
ICAO : International Civil Aviation Organization
IOT : Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
KPI : Key Performance Indicator (Anahtar Perfomans Göstergesi)
KTE : Kaba Tam Eşleme
ML : Machine Learning (Makine Öğrenmesi)
NOx : Azot oksit
SAF : Sustainable Aviation Fuel (Sürdürülebilir Havacılık Yakıtı)
SSA : Skotastik Sınır Analizi
TOPSIS : Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (İdeal Çözüme Göre Sıralama Tekniği)
VZA : Veri Zarflama Analizi

1. GİRİŞ

Havayolu taşımacılığı, sağladığı faydalar sebebiyle modern toplumların vazgeçilmez unsurlarından biri haline gelmiştir. Yolcu, yük ve hava aracı hareketlerinin verimli biçimde yönetilmesi, toplumlara ve ülkelere ekonomik açıdan önemli katkılar sağlamaktadır. Taşımacılık faaliyetlerinin en önemli bileşenlerinden biri olan havalimanları, ekonomik faaliyetlerin, turizmin ve ticaretin merkezinde yer alarak küresel ulaşım ağında kritik bir rol üstlenir.

Havalimanları, hem yurtiçi hem de uluslararası seyahat için merkez olarak işlev görmesinin yanısıra bireyleri birbirine bağlar, küresel ölçekte mal ve hizmetlerin taşınmasına olanak tanır. Hava trafiğinin hızla artmasıyla birlikte operasyonel verimlilik, sürdürülebilirlik ve müşteri memnuniyetine yönelik beklentiler de yükselmiştir; bu durum, havalimanı yönetimi açısından çeşitli yeni arayışları beraberinde getirmiştir.

Havalimanı performansını değerlendirmek için kullanılan geleneksel yöntemler genellikle yolcu sayısı, zamanında performans veya finansal sonuçlar gibi operasyonel ölçütlere odaklanır. Havalimanları ile ilgili çalışmalar incelendiğinde operasyonel göstergelerin değerlendirilmesi ve hizmet kalitesi çalışmalarının birbirini dışladıkları, havalimanı performansı ile ilgili çalışmaların nicel metriklere odaklandıkları görülmüştür (Shan vd., 2024). Bu yaklaşımlar önemli içgörüler sunsa da, verimlilik, çevresel etki, güvenlik ve yolcu deneyimini kapsayan havaalanı operasyonlarının çok yönlü doğasını yakalamada yeni yöntem arayışları sürmektedir (Saini vd., 2023). Havalimanları bağlamında hizmet kalitesi yolcu memnuniyetini, operasyonel verimliliği ve hava yolculuğu deneyiminin genel algısını etkileyen önemli bir unsurdur. Modern havaalanı sistemlerinin artan karmaşıklığı, çeşitli performans boyutlarını entegre edebilen yenilikçi değerlendirme çerçevelerini gerekli kılmaktadır, Bazerra ve Gomez, hem operasyonel ölçütleri hem de yolcu algılarını içeren, havaalanı performansını ölçmek için çok boyutlu bir yaklaşımın savunuculuğunu yapmaktadır, bunun yapılmamasının yolcu deneyiminin kritik yönlerini gözardı eden eksik değerlendirmelere yol açabileceğini ifade etmişlerdir (Bazerra ve Gomez, 2016). Sulu

vd., yolcu geribildirimlerinin havalimanı performans değerlendirmelerine sistematik olarak entegre edilerek hizmet etklinliğine dair daha bütünsel bir anlayışa geçilebileceğini vurgulamışlardır (Sulu vd., 2021). Rekabetçi bir sektör olan havacılık sektöründe, havalimanlarını operasyonel verimlilik açısından değerlendirmek önemli bir çalışma alanıdır. Havalimanlarının performanslarını ölçmek ve yapılan ölçümleri yorumlamak söz konusu olduğu zaman birçok faktörün dikkate alınması gerekmektedir.

Bu çalışma, operasyonel, çevresel ve yolcu merkezli göstergeleri içeren bütünsel bir bakış açısını dikkate alan havaalanı performansını değerlendirmek için yeni bir yaklaşım önermektedir. ÇKKV yöntemlerine kriter olarak yolcu deneyimine dayalı nitel verilerin sayısallaştırılmış şeklini entegre edip bir çerçeve sunulur; bu çerçeve havaalanı performansının daha kapsamlı ve eyleme geçirilebilir bir değerlendirmesini sağlamayı amaçlamaktadır. Literatürdeki havalimanı performans ölçümündeki yenilik arayışı, bu noktada hizmet kalitesinin ve müşteri algısının ihmal edilmesi (Bogicevic vd., 2013) bu çalışmanın motivasyonunu oluşturmaktadır. Bu araştırmanın temel amaçları, havalimanlarının operasyonel verileri ve yolcu deneyimini birlikte kapsayan yeni bir değerlendirme modeli fikri sunmak, bu fikri gerçek dünya havaalanı verilerine uygulamak ve havaalanı yönetiminde karar alma süreçlerini iyileştirmek için öneriler sunmaktır. Çalışmada havalimanı performans ölçümü için yolcu sayısı, kargo tonajı, uçak operasyonaları ve karbon emisyonu gibi geleneksel oprasyonel kriterlere müşteri duyguları ve servis kalitesi algısı kriterleri de eklenmiştir. Müşteri duygularını ölçmek için VADER duygu analizi yönetimi kullanılmıştır, servis kalitesi algısı için ise SKYTRAX'teki servis kalitesi puanlamaları kullanılmıştır. Nihai değişkenler birden fazla kriteri gözetmesi, hem pozitif hem negatif kriterleri değerlendirebilmesi ve en iyi alternatifi ideal çözüme en yakın, en kötü çözüme en uzak olan seçenek olarak belirleyerek dengeli bir sıralama sunması sebebiyle TOPSIS yöntemi kullanılarak değerlendirilmiştir.

Çalışmanın ikinci bölümünde havacılık sektörü ve havalimanlarının performans ölçümü ile ilgili literatür çalışması yapılmıştır, Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan TOPSIS yöntemi ve duygu analizi yöntemi tanıtılmıştır. Dördüncü bölümde ise "Havalimanı Performans Değerlendirmesinde Yeni Bir Yaklaşım: Avrupa Havalimanları Örneği" bölümü yer almaktadır. Bu bölümde toplanan veriler doğrultusunda havalimanları yolcu kategorilerine göre analiz edilmiş, sıralanmış ve

bulgular sunulmuştur. Çalışmanın beşinci bölümü son bölümüdür, “Sonuç ve Öneriler” başlıklı bu bölümde çalışmadan çıkan sonuçlar ve bu sonuçların nerelerde kullanılabileceği anlatılmıştır.

2. HAVACILIK SEKTÖRÜ VE HAVALİMANLARININ PERFORMANS ÖLÇÜMÜ

Havacılık sektörü, insanları, kültürleri ve ekonomileri birbirine bağlayan hayati bir sektördür. Havacılık sektörü, havalimanı ve havayolları operasyonları, uçak imalatı, hava seyrüsefer hizmetleri ve yardımcı hizmetler gibi bileşenlerden oluşmaktadır. Hızla gelişen teknoloji, artan hava trafiği ve sürdürülebilirlik gereklilikleri, havalimanlarının performans ölçümünü daha önemli hale getirmiştir. Havalimanlarının etkinliği; yolcu trafiği, uçuş operasyonları, hizmet kalitesi, çevresel etkiler ve finansal verimlilik gibi çeşitli kriterlerle değerlendirilmektedir. Bu bağlamda, doğru performans ölçüm yöntemleri kullanılarak havalimanlarının rekabet gücü artırılabilir ve sektörün gelecekteki gelişimine yön verilebilir.

2.1. Havacılık Sektörü

Havacılık sektörü, küresel ekonominin önemli bir bileşenidir, insanların ve malların çok uzun mesafeler boyunca hareketini kolaylaştırır. Sektör, ticari havayolları, kargo taşımacılığı, havalimanı operasyonları ve düzenleyici kuruluşlar olmak üzere birçok unsuru kapsamaktadır.

Hava taşımacılığı, taşımacılığın önemli bir bölümünü oluşturan modern ve etkili bir taşımacılık türüdür. Havalimanları hava taşımacılığı için gerekli alt yapıyı oluşturur ve taşımacılığın değer zincirinde önemli bir işleve sahiptir. Avrupa'daki havalimanları ise hem yolcu hem yük taşımacılığı için kritik noktalar olarak kıtanın diğer kıtalarla bağlantısının sağlanması ve ekonomik yapısı açısından önemli rol oynamaktadırlar.

2.1.1. Havacılık Sektörü'nün Ekonomik Etkileri

Air Transport Action Group (ATAG)'a göre endüstri, 86,5 milyondan fazla iş üretmektedir, dünya ekonomisinin %3,9'unu oluşturmaktadır. Bu da 4,6 trilyon dolara denk gelmektedir. (ATAG, 2024). Bunlara havayolları, havaalanları ve ilgili hizmetlerdeki doğrudan istihdamın yanı sıra turizm, otelcilik ve perakende gibi sektörlerdeki dolaylı ve kaynaklı istihdamlar da dahildir. Ayrıca havacılık, mal ve

hizmetlerin hızlı hareketini sağlayarak uluslararası ticaretin önemli bir itici gücüdür. Değer olarak Dünya ticaretinin üçte birini taşır ve dünyadaki turistlerin %58'i gidecekleri yere hava taşımacılığı ile gitmişlerdir. 2023 yılında 4,4 milyar yolcu, 1.138 ticari havayolu ve 4.072 havalimanının hizmet verdiği 67.300 rota üzerinden havayoluyla seyahat etmiştir. (ATAG, 2024). Avrupa havalimanları ise kıtanın ekonomisinde önemli rol oynar ve kıtada istihdama katkıda bulunduğu gibi Gayri Safi Yurt İçi Hasıla'ya ve genel büyümeye de katkıda bulunur. Airports Council International Europe (ACI EUROPE) tarafından yaptırılan ve SEO Amsterdam Economics tarafından yürütülen bir çalışmaya göre, Avrupa havalimanları ve sağladıkları hava bağlantısı yaklaşık 851 milyar avro gelir elde etmektedir, Avrupa'nın GSYİH'sinin %5'ini oluşturmaktadır ve yaklaşık 14 milyon işi desteklemektedir, bu da toplam Avrupa istihdamının %6'sını temsil eder (ACI EUROPE, 2024).

2.1.2. Havacılık Sektörü'nde Operasyonel Süreçler

Havacılık sektörü yapısı gereği ekonomik baskıların yoğun hissedildiği bir sektördür. Bu durum operasyonel süreçleri doğrudan etkilemektedir. Yapısal olarak zorluk yaratan yüksek genel giderler ve sermaye maliyetleri vardır. Yoğun rekabet, ekonomik gerilemeler ve küresel krizlerin bu ekonomik gerilimleri daha da arttırdığı vurgulanmaktadır (Mhlanga vd., 2018). Bunun yanında havacılık sektöründe bulunan işletmeler müşteri talebi ve mevsimsel dalgalanmalara göre hareket kabiliyetlerini geliştirmek durumundadırlar. Var olan ekonomik dalgalanma durumu, maliyet ve gelir optimizasyon stratejilerini gerektirmektedir.

Havacılık sektörünü oluşturan ve operasyonel süreçleri etkileyen faaliyetlerden bir diğeri de insan kaynakları süreçleridir. İnsan kaynakları yönetimi, etkili işgücü yönetiminin doğrudan operasyonel mükemmelliği ve güvenliği etkilediği havacılık sektöründe kritik öneme sahiptir. Havacılık sektörünün dinamik yapısı, kuruluşların yetenekli personeli çeken, geliştiren ve elinde tutan stratejiler benimsemesini gerektirir (Chanarpas, 2022). Yüksek personel devir oranları, sürekli eğitim ihtiyacı ve çeşitli ekiplerin yönetimi gibi zorluklar operasyonel verimliliği engelleyebilir. Havacılık sektöründe bulunan işletmelerin, operasyonel talepleri karşılayabilecek yetenekli bir iş gücü sağlamak için insan kaynakları stratejilerine öncelik vermeleri gerekmektedir.

Teknolojik gelişmelerin hızlı olması da havacılık sektörü operasyonları için hem fırsat hem tehdit oluşturan bir unsurdur. Gelişmiş sensör ve bulut teknolojileri gibi yenilikler

operasyonel yetenekleri arttırılar ancak önemli yatırım ve adaptasyon gerektirir (Haider ve Khateeb, 2018). Yeni teknolojilerin entegrasyon süreçleri iş süreçlerin verimsizleşmesine ve iş önceliklendirmelerinin bozulmasına sebep olabilmektedir. Bu nedenle havacılık organizasyonları yeni teknolojilerin benimsenmesi ile etkili değişim yönetimi süreçlerine duyulan ihtiyaç arasında denge kurmalıdır.

2.1.3. Havacılık Sektöründe Teknolojik Gelişmeler

Yapay Zekâ (AI) ve Makine Öğrenimi'nin (ML) ortaya çıkışı havacılık sektörünün çeşitli alanlarında değişikliğin ve ilerlemelerin önünü açmaktadır. Bazı çalışmalar, AI ve ML uygulamaları uçuş operasyonlarını optimize etmekten ve yolcu hizmetlerini iyileştirmekten havacılık güvenliğini artırmaya kadar gelişmelere yol açağına işaret etmektedir (Verma, 2024). Bu teknolojiler, kesinti süresini ve operasyonel maliyetleri azaltan ve hava trafiği yönetiminde karar alma süreçlerini iyileştiren öngörücü bakımı mümkün kılmaktadır ve böylece güvenliği ve verimliliği arttırır.

Bunun yanında havacılık sektörünün dijital dönüşümü, otomasyon ve veri analitiği de dahil olmak üzere gelişmiş teknolojilerin entegrasyonuyla tanımlanmaktadır. Havalimanlarının modern teknolojilerinin büyük miktarda veri işlemek ve güvenliği sağlamak için gerekli olduğu konusu birçok çalışmada konu olmaktadır (Katerna ve Malcohnova, 2021). Ayrıca IoT ve büyük veri analitiği gibi Endüstri 4.0 araçlarının uygulanması, operasyonel verimliliği artırır ve havalimanlarındaki yolcu deneyimlerini iyileştirir.

Havacılık sektörü giderek dijital teknolojilere bağımlı hale gelmektedir, bununla birlikte siber güvenlik endişeleri de artmaktadır. Havacılık sistemlerini potansiyel tehditlerden korumak için güçlü siber güvenlik önlemlerine ihtiyaç duyulduğu ve bu konuda çeşitli önemlerin alınması gerektiği bazı çalışmalarda vurgulanmaktadır (Ukwandu vd., 2022). Bilgi ve İletişim Teknolojileri araçlarının havacılık operasyonlarına entegre edilmesi, siber güvenlik risklerinin yönetilmesine yönelik proaktif bir yaklaşımı gerekli hale getirmektedir.

2.1.4. Havacılık Sektörü Çevresel Konular

Havacılık endüstrisi, sürdürülebilirliğini tehdit eden ve iklim değişikliğine katkıda bulunan önemli çevresel zorluklarla karşı karşıyadır. Bu zorluklar, sera gazı

emisyonları, gürültü kirliliği ve kaynak tüketimi gibi çeşitli unsurlardan kaynaklanmaktadır.

Havacılık, toplam insan kaynaklı CO_2 emisyonlarının yaklaşık %2-3'ünü oluşturarak küresel sera gazı emisyonlarına önemli bir katkıda bulunmaktadır (Jain vd., 2021). Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO), havacılık sektörünün karbon ayak izini azaltma ihtiyacını, özellikle hava yolculuğu talebi artmaya devam ederken, kabul etmiştir. Qiu vd. (2021), havacılık sektörünün çevresel etkisini azaltmak için yenilikçi teknolojiler ve sürdürülebilir uygulamalar benimsemesi gerektiğini vurgulamaktadır. Sektörün büyümesi ile emisyonları azaltma ve uluslararası iklim anlaşmalarına uyma konusundaki acil ihtiyaç çelişkili bir durum yaratmaktadır.

Havacılık operasyonları CO2'nin yanı sıra azot oksitler (NOx), su buharı ve partikül madde gibi önemli iklim etkilerine yol açabilen diğer kirleticileri de yayar. Lee vd. (2021), bu CO2 dışı emisyonların radyasyon zorlamalarına ve iklim değişikliğine katkıda bulunduğunu ve endüstrinin iklim nötrlüğüne ulaşma çabalarını zorlaştırdığını vurgulamaktadır.

Sürdürülebilir Havacılık Yakıtlarının (SAF) benimsenmesi havacılık emisyonlarının azaltılması için kritik bir yol olarak görülmektedir. Fakat She (2023)'e göre SAF'lerin yaygın kullanımı henüz başlangıç aşamasında olup, sınırlı üretim kapasitesi ve altyapıya önemli yatırım yapma ihtiyacı gibi zorluklarla karşı karşıyadır. SAF'ler havacılık yakıtlarının karbon yoğunluğunu düşürme potansiyeline sahip olsa da, mevcut bulunabilirlikleri ve ölçeklenebilirlikleri önemli engeller oluşturmaya devam etmektedir.

Havacılık endüstrisi, emisyonları azaltma çabalarını hem kolaylaştırabilen hem de engelleyebilen karmaşık bir düzenleyici ortamda faaliyet göstermektedir. Guan vd. (2022), Uluslararası Havacılık için Karbon Dengeleme ve Azaltma Planı (CORSIA) gibi yeni uluslararası düzenlemelerin, hükümetler ve havayolları da dahil olmak üzere paydaşlara ek sorumluluklar yüklediğini belirtmektedir. Bu düzenlemeleri mevcut ulusal politikalarla uyumlu hale getirmek zor olabilir ve sürdürülebilirliği teşvik eden tutarlı ve destekleyici çerçevelere ihtiyaç duyulmasına neden olabilir.

Gürültü kirliliği havacılıkla ilişkili bir diğer önemli çevresel zorluktur. Hava trafiğinin büyümesi, havaalanları yakınındaki toplulukları olumsuz etkileyebilecek artan gürültü seviyelerine yol açmıştır. Graham vd. (2014), gelecekteki uçak teknolojilerinin gürültü

ve kirletici emisyonlarını etkili bir şekilde ele alması gerektiğini vurgulamaktadır. Daha sessiz uçaklar geliştirmek ve gürültü azaltma prosedürleri uygulamak, havacılığın çevredeki topluluklar üzerindeki etkisini en aza indirmek için kritik öneme sahiptir.

2.1.5. Havacılık Sektörü Gelecek Trendler

Havacılık sektörü, gelecek trendleri incelendiğinde gelişmiş hava hareketliliği kavramının ivme kazandığı görülmektedir. Bu sektör aslında hava taksileri ve hava kargo hizmetlerini içermektedir. Goyal vd. (2021), çalışmalarında pazar potansiyelini analiz etmişler ve hava sahası entegrasyonu ve diğer ulaşım türleriyle rekabet zorluklarını belirlemeye çalışmışlardır. Teknoloji ilerledikçe gelişmiş hava hareketliliğinin kentsel ulaşımı yeniden şekillendirmede önemli bir rol üstlenmesi beklenmektedir.

Çok modlu ulaşım sistemlerinin entegrasyonu havacılık sektöründe ilgi çeken bir trenddir. Bazı çalışmalar, daha yeşil ve daha sürdürülebilir ulaşım seçenekleri yaratmayı amaçlayan hava yolcuları için entegre kapıdan kapıya ulaşım hizmetlerinin geliştirilmesini incelemişlerdir (Babić vd., 2022). Tartışılan bu konu , farklı ulaşım modları arasında sorunsuz geçişler yoluyla yolcular için bağlantıyı ve kolaylığı artırmaya yönelik daha geniş bir hareketi yansıtmaktadır.

Pandemi dönemi, yolcu davranışlarında ve hava yolculuğuna ilişkin algılarda değişimlere yol açmıştır. Yapılan bazı araştırmalarda, COVID-19 krizinin yolcu güveni ve talebi üzerindeki etkisini değerlendirerek, psikolojik faktörlerin havacılık sektörünün toparlanmasında önemli bir rol oynayacağını belirtilmektedir (Budd vd., 2021). Bu davranış değişikliklerini anlamak, havayolları ve havalimanları için müşterileri çekmek ve elde tutmak için stratejiler geliştirirken daha da önemli bir konuma gelecektir.

2.2. Havalimanlarının Performans Ölçümü

Havaalanı performans ölçümü, havaalanı operasyonlarının verimliliğini ve etkinliğini değerlendirmek için çeşitli göstergeler ve metodolojileri kapsayan çok yönlü bir alandır. Airports Council International tarafından bildirildiği üzere yıllık %4,2 oranında büyüyen artan hava trafiği, yolcular, havayolları ve havaalanı operatörleri

dahil olmak üzere birden fazla bakış açısından havaalanı hizmet performansını değerlendirmek için sağlam bir çerçeve gerektirir (Wiredja vd., 2019).

Havalimanlarının karşılaştırılmalı performansları, rekabet güçlerine odaklanabilmeleri açısından önemlidir, bu sebeple stratejilerini netleştirebilmek için performans ölçümlerini ve karşılaştırmalarını kullanırlar (See vd., 2023). Dünya üzerinde hava taşımacılık hizmetlerine olan talebin artması, havalimanlarına olan yatırımların artmasına yol açmış ve bu durum akademik dünyada sermaye yoğun girişimlerin derinlemesine verimlilik ve etkinlik analizi olarak karşılık bulmuştur (Yılmaz vd., 2022). Havalimanı verimliliğinin ve etkinliğinin ölçümlenmesi 20 yılı aşkın bir süredir ilgi çeken bir konudur.

Havalimanlarının verimliliği ile ilgili çalışmalar sadece karlılığa ve üretime odaklıyken hava taşımacılığının çevresel etkilerinin anlaşılması, müşteri ve yatırımcıların karbonsuzlaşma talebi ve hava taşımacılığında atılan karbonsuzlaşma adımlarıyla karbon miktarının azaltılması da verimlilik kavramının alt başlığı haline gelmiştir. Mevcut çalışmalar genellikle operasyonel girdiler ve verimlilik arasındaki ilişkiyi incelerken, bu faktörleri ve diğer etki faktörlerini entegre etmek için daha fazla araştırmaya ihtiyaç olduğu vurgulanmaktadır (Saini vd., 2023). Havalimanlarıyla ilgili çevresel boyutun ön plana çıkmasının arkasındaki sebep sektörün 1990'larda dünya karbon salımının %3.5'unu oluştururken, 2025'te %15-%40 aralığında bir oran beklenmesidir (Gössling ve Peeters, 2007). Bununla birlikte havalimanlarının içinde bulunduğu rekabet ortamında müşteri kaybetmekten kaçınmak için servis standartlarını korumaları ve geliştirmeleri gerektirdiği de vurgulanmaktadır (Bakır vd., 2023). Teixera vd. (2023)'nin çalışmasında Brezilya'da müşteri tatmini verisine ulaşılabilen havalimanları üzerinden verimliliğin müşteri tatminine etkisi olup olmadığı incelenmiştir. Havalimanları ve havayolları yanında diğer hizmet sağlayıcılarla ilgili tüketicilerin duygularını, düşüncelerini, tutumlarını vb. ortaya çıkaran ve fikir veren metin madenciliği türlerinden biri olan duygu analizi sıklıkla kullanılmaktadır. Duygu analizi müşteri yorumları gibi metin yığınlarını pozitif ve negatif duygu ayrımı yaparak ayırt etme imkanı vermekte ve araştırmacılara servis sağlayıcıları ile ilgili çıkarım yapma imkanı sağlamaktadır (Kwon vd., 2021). Havalimanları ile ilgili verimlilik ve üretkenlik analizi ile ilgili çalışmalar incelendiği zaman en çok kullanılan iki yöntemin veri zarflama analizi ve stokastik sınır analizi olduğu görülmektedir. Bu yöntemler çalışmalarda en sık kullanılan parametrelerin ise

havacılık dışı kazanç, yolcu trafiği, kargo trafiği, havalimanı alanı, operasyon saatleri, hizmet veren havayolu sayısı olduğu görülmektedir (See vd., 2023). Son dönem araştırmalarda ise karbon salınımı miktarı istenmeyen çıktı olarak değerlendirilmektedir (Saini vd., 2023). Havalimanları karbon emisyonu konusuna tüketici ve yatırımcıların isteği doğrultusunda, hükümet baskıları gibi faktörler nedeniyle daha hassas yaklaşmaktadır. Akademik çalışmaların karşılaştırma yapmak üzere odaklandıkları genel faktörler ise finansal, operasyonel ve çevresel faktörlerdir (Tanrıverdi vd., 2023).

Tablo 1. Havalimanı Performans Ölçümü Çalışmaları ve Kullanılan Değişkenler

Yazarlar	**Örneklem**	**Yöntem**	**Değişkenler**
Fernandez vd., (2022)	En Geniş 21 Avrupa Havalimanı (2009-2014)	VZA ve Regresyon	Yolcu sayıları, Kargo tonajı, Çalışan sayıları, Biniş Kapısı sayıları, Kargo Alanı, Ülke Lojistik İndeksi
Chaouk vd., (2020)	59 Avrupa ve Asya-Pasifik Bölgesi Havalimanı (2009 ve 2015)	VZA ve Kesik Regresyon	Pistler, Kapılar, Terminal Alanı (m2), Çalışan Sayısı, Yolcu Sayısı, Kargo Tonajı, Hava Trafik Hareketleri, Toplam Havacılık Dışı Gelir, Makro-çevresel faktörler
Park and Kim, (2021)	53 Asya-Pasifik Havalimanı, 71 Avrupa Havalimanı ve 81 Kuzey Amerika Havalimanı	VZA, KTE ve Tobit Regresyon	Çalışan Sayısı, Terminal Alanı, Biniş kapısı sayıları, Değişken maliyeti, Yolcu sayıları, Kargo tonajı, Faaliyet geliri, Net faaliyet karı, Yönetim şekli, Market gücü
Zarraga ve Raya, (2020)	İspanya'da bulunan 49 Havalimanı	SSA	Yolcu sayıları, Kargo tonajı, Uçuş operasyon sayıları, Reklam giderleri, Çalışan giderleri, Faaliyet giderleri, Amortisman giderleri, Turizm göstergeleri

Kaya vd. (2022)	Türkiye'de bulunan 39 uluslararası havalimanı	Super efficient DEA ve Eigenvector merkezilik analizi	Çalışan Sayısı, Terminal Alanı, Biniş kapısı sayıları, Kargo tonajı, Apron Alanı, Pist sayısı, Harcamalar, Servis Satışları, Biniş kapısı sayıları, Check-in kontuarı sayıları, DHMI personel sayısı, Uçuş trafiği
Fernandez vd. (2018)	İspanya'da bulunan 35 havalimanı	SFA	Yolcu Sayıları, Kargo Tonaju, Havalimanı Kazançları, Sermaye Yatırımları, Çalışan Maliyetleri, Havalimanı genişliği
Ülkü, (2018)	İspanya'da bulunan 41 ve Türkiye'de bulunan 35 Havalimanı	VZA	Yolcu sayıları, Kargo tonajı, Uçuş operasyon sayıları, Reklam giderleri, Çalışan giderleri, Faaliyet giderleri, Amortisman giderleri, Turizm göstergeleri
Shamohammadi vd., (2022)	50 Uluslarası Havalimanı	VZA	Pistler, terminal alanları, personel, yolcu sayıları, kargo miktarı
Henke vd., (2021)	Asya Havalimanları	Entegre edilmiş AHP ve VZA	Operasyonel kaynaklar, yönetim uygulamaları, müşteri memnuniyeti, verimlilik skorları
Keskin ve Köksal, (2019)	Türkiye'de bulunan 48 havalimanı	Hibrit AHP-VZA	Operasyonel kaynaklar, verimlilik metrikleri, servis kalitesi indikatörleri

Tablo 1'de belli başlı havalimanı performans ölçümü çalışmaları ve çalışmalarda kullanılan değişkenler verilmiştir.

Tablo 2. Havalimanları Performans Ölçümü Çalışmalarında En Çok Kullanılan Değişkenler

Değişken	Frekans
Sahiplik	19
Düzenleme	9
Havalimanı Büyüklüğü	8
Havalimanı Merkezi	8
Herfindhal endeksi / Rekabet	5
Havacılık Dışı Gelirler	5
Nüfus	5
Pist Kapasite Kullanımı	5
Kargo Trafiği	4
Uluslararası Yolcu Sayısı	4
Düşük Maliyetli Taşıyıcılar	4

See vd. (2022)'nin çalışmasına göre havalimanları performans ölçümü çalışmalarında en çok kullanılan değişkenler ise Tablo 2'de gösterilmiştir.

Ayrıca, yolcu memnuniyeti ölçümlerinin performans ölçüm çerçevelerine entegre edilmesi esastır. Konuyla ilgili yapılan araştırmalar, algılanan hizmet kalitesinin genel havalimanı performansını önemli ölçüde etkilediğini ve havalimanlarının operasyonel ölçümlerin yanı sıra yolcu deneyimine öncelik vermesi gerektiğini vurgulamaktadır (D'Alonzo vd., 2021; Armeni vd., 2018).

Yolcu memnuniyeti metriklerine de dayalı göstergeleri içeren yolcu merkezli bir modelin geliştirilmesi, havalimanı operasyonlarının yolcu beklentileriyle uyumlu hale getirilmesi genel performansın daha ayrıntılı bir şekilde anlaşılmasını sağlayabilir (Wiredja vd., 2019).

Ayrıca, yüzey gözetim verileri gibi gelişmiş veri analitiğinin kullanımı, havaalanı operasyonlarını karakterize etme, tıkanıklık noktalarını belirleme ve günlük ve uzun vadeli performans değerlendirmesi için ölçümler geliştirme yeteneğini artırır (Khadilkar ve Balakrishnan, 2013). Bu yaklaşım yalnızca operasyonel karar almaya yardımcı olmakla kalmaz, aynı zamanda güvenlik, gecikme ve öngörülebilirlik ölçümleri de dahil olmak üzere havaalanının performans manzarasının kapsamlı bir şekilde anlaşılmasına da katkıda bulunur (Ejem vd., 2020).

Havalimanı performans ölçümü, operasyonel ve hizmet kalitesi boyutları eklenerek çeşitli boyutlar üzerinden sürdürülebilir.

3. ARAŞTIRMANIN METODOLOJİSİ

Araştırmada karma bir yöntem kullanılmıştır. Bu bölüm kullanılan yöntemlerin hangi alanlarda kullanıldığı ve işleyişi ile ilgilidir. Önce kullanılan yöntemler genel olarak anlatılmış daha sonra altbaşlıklarda ise kullanılan yöntemin nasıl çalıştığı ve özellikleri anlatılmıştır.

Çok kriterli karar verme (ÇKVV), birden fazla kritere dayanan alternatifler arasından en verimli alternatifi seçmek üzere kurgulanmış yaklaşımların genel adıdır. Kriter seçimi, alternatif seçimi, toplama yöntemlerinin seçimi ve alternatiflerin ağırlığa veya üstünlüğe göre seçilmesi ÇKVV yöntemlerinin temel çalışma prensiplerini oluşturan adımlardır (Tuğrul vd., 2020). Dokovic (2023)'e göre Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP), VIKOR, ELECTRE yöntemi, The Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution (TOPSIS) yaygın olarak kullanılan ÇKVV yöntemleridir ve karar vericilere alternatifleri sistematik olarak değerlendirme konusunda farklı ve yerine göre çelişen kriterleri dengeleyen bir uzlaşım çözümü bulma konusunda yardımcı olan yöntemlerdir.

ÇKVV yöntemleri su arıtma, bankacılık, eğitim, havacılık gibi birçok alanda kullanılmıştır (Gyarmati, 2015; Sadr vd., 2020; Podzilkova vd., 2023; Permenaseri vd., 2020; Texeira vd., 2023). ÇKVV belirsizlikleri gidermek ve karar alma süreçlerini iyileştirmek için bulanık mantık ve işbirlikçi filtreleme gibi diğer tekniklerle birlikte de kullanılabilmektedir (Taş vd., 2021; Jiang vd., 2014). ÇKVV yöntemleri uzun yıllardır aktif bir araştırma alanıdır ve birçok çalışmaya konu olmuştur (Ehrgott, 2000).

Araştırmada kullanılan bir diğer yöntem ise duygu analizidir. Duygu analizi, fikir madenciliği olarak da bilinmektedir. Doğal Dil İşleme (NLP) başlığı altında bir araştırma alanı olarak ortaya çıkmıştır. Metinsel verilerden öznel bilgilerin otomatik olarak tanımlanması ve çıkarılması üzerine odaklıdır. Bu alanın ilgi çekmesindeki en büyük etken kullanıcı tarafından üretilen içeriklerin sayılarının artması ve bu içerikler tarafından ifade edilmeye çalışılan duyguların işlenmesi ve yorumlanmasının değişik yöntemler gerektirmesidir. Bu konuda yaygın olarak incelenen metin türleri ürün yorumları, işletme yorumları ve siyasi yorumlardır (Chifu, 2023). Duygu analizi türleri

metodolojileri, dilleri ve uygulama alanları açısından ele alındığında farklılık gösterebilirler.

Duygu analizi metodolojileri genel olarak makine öğrenmesi temelli, derin öğrenme temelli ve lexicon temelli olmak üzere üç kategori halindedir. Lexicon temelli yöntemler önceden tanımlanmış kelime listeleriyle çalışırken, makine öğrenmesi yaklaşımlarında duyguları sınıflandırmak için etiketlenmiş veri kümeleri üzerinde eğitilmiş algoritmalar kullanılır (Hasan vd., 2018). Yapay sinir ağlarından yararlanan derin öğrenme yöntemleri verilerdeki karmaşık yapıları yakalama ve duyguları saptarken tutarlı olmaları sebebiyle önem kazanmıştır (Lagrari ve Elkettani, 2021). Yöntemlerin karma olarak kullanıldığı örnekler de bazı araştırmalarda görülmektedir; bu şekilde lexicon temelli ve makine öğrenmesi temelli tekniklerin güçlü yönlerinin birleştirilerek kullanımı uygulanılmaya çalışılmıştır (Li ve Jiao, 2021). Makine öğrenimi yaklaşımı denetlenen ve denetlenmeyen algoritmalarla incelenirken, sözlük tabanlı yaklaşım sözlük tabanlı ve gövde tabanlı yaklaşımlarla ele alınmaktadır (Medhat vd., 2014; Song vd., 2020).

Yöntem, insanların düşüncelerini ve duygularını metin verileri aracılığıyla anlamak için son yıllarda yaygın olarak kullanılan araştırma yöntemlerinden biridir. Çeşitli endüstriler için bakış açıları toplamak, tüketici memnuniyetini değerlendirmek, pazar araştırması yapmak, rekabet analizi yapmak ve bireysel deneyimleri geliştirmek gibi çeşitli amaçlar için çok sayıda araştırmacı tarafından kullanılmıştır. Kurumların rekabet ortamında, özellikle kişisel deneyimleri geliştirme noktasında elde edilen sonuçlar büyük önem taşımaktadır.

3.1. TOPSIS

ÇKVV problemleri, hedef, kriterler (n birim) ve alternatiflerden (m birim) katmanlardan oluşan hiyerarşik bir modeldir. TOPSIS bu tür modellerin çözümünde kullanılan yöntemlerden biridir. Şekil 1'de yöntemin genel hiyerarşik yapısı gösterilmiştir. TOPSIS yöntemi alternatiflerin kriterlere göre puanlanması, her kriter için pozitif ideal çözüm ve negatif ideal çözümlerin belirlenmesi ve alternatiflerin ideal çözüme ne kadar yakın olduğu ve negatif çözüme ne kadar uzak olduğuna göre sıralanmasını içeren bir süreçten oluşmaktadır. Yöntemin amacı, belirlenen amaca göre alternatiflerin kötüden iyiye doğru sıralanmasıdır. Yöntem aşağıdaki adımlar izlenerek uygulanır (Hwang ve Yoon, 1981).

$$A = \alpha_1, \ldots, \alpha_m$$

Alternatifler kümesi (m birim)

$$C_b \cup C_c = C = \sigma_1, \ldots, \sigma_n$$

ve

$$C_b \cap C_c = \emptyset:$$

Kriter kümesi (n birim)

Burada C_b fayda kriterlerini temsil ederken, C_c maliyet kriterlerini temsil etmektedir.

1. **Adım:** Tüm alternatifler her bir kritere göre ayrı ayrı değerlendirilir (puanlanır). Bu değerlendirme ile Eşitlik (1)'de gösterildiği gibi alternatifleri temsil eden satırlardan ve kriterleri temsil eden sütunlardan oluşan mxn boyutlu bir karar matrisi elde edilir.

$$D = \begin{bmatrix} & \sigma_1 & \cdots & \sigma_n \\ \alpha_1 & \theta_{11} & \cdots & \theta_{1n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \alpha_m & \theta_{m1} & \cdots & \theta_{mn} \end{bmatrix} \quad \textbf{(1)}$$

2. **Adım:** Kriterlere önem ağırlıkları atanır. Eğer belirli bir önem ağırlığı istenmiyorsa, her ağırlığa 1 değeri atanması mümkündür. Kriterlerin karar ağırlıkları Eşitlik (2)'deki gibidir.

$$\begin{matrix} \sigma_1 & \cdots & \sigma_n \end{matrix} \qquad \textbf{(2)}$$
$$W = \begin{bmatrix} \varrho_1 & \cdots & \varrho_n \end{bmatrix}$$

3. **Adım:** Karar matrisinde bulunan her kriter sütunu, o kriterin ağırlığıyla ayrı ayrı çarpılır. Kriter sütunları ayrı vektörler olarak baz alınırsa, her kriter vektörü denk düştüğü sabit değerle çarpılır. Eşitlik (3)'te görüldüğü gibi ağırlıklı karar matrisi elde edilir.

$$D_W = \begin{matrix} \alpha_1 \\ \vdots \\ \alpha_m \end{matrix} \begin{bmatrix} \varrho_1\theta_{11} & \cdots & \varrho_n\theta_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \varrho_1\theta_{m1} & \cdots & \varrho_n\theta_{mn} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \vartheta_{11} & \cdots & \vartheta_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ \vartheta_{m1} & \cdots & \vartheta_{mn} \end{bmatrix} \quad \textbf{(3)}$$

4. **Adım:** Her kriter için ağırlıklı karar matrisi kullanılarak pozitif ve negatif ideal çözüm çiftleri (ϑ^+, ϑ^-) elde edilir. Pozitif ideal çözüm için fayda kriterinde en yüksek değer ve maliyet kriterinde en düşük değer aranırken, negatif ideal çözüm için fayda kriterinde en düşük değer ve maliyet kriterinde en yüksek değer aranmaktadır. Böylece, Eşitlik (4) ve (5)'te gösterildiği gibi, her kriter için pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenir.

$$\vartheta_v^+ = \begin{cases} \max\limits_{\mu} \vartheta_{\mu v}, & \sigma_v \in \mathscr{C}_b \\ \min\limits_{\mu} \vartheta_{\mu v}, & \sigma_v \in \mathscr{C}_c \end{cases}, \quad \mu = 1, \ldots, m;\ v = 1, \ldots, n \quad \textbf{(4)}$$

$$\vartheta_v^- = \begin{cases} \min\limits_{\mu} \vartheta_{\mu v}, & \sigma_v \in \mathscr{C}_b \\ \max\limits_{\mu} \vartheta_{\mu v}, & \sigma_v \in \mathscr{C}_c \end{cases}, \quad \mu = 1, \ldots, m;\ v = 1, \ldots, n \quad \textbf{(5)}$$

5. **Adım:** Eşitlik 6 ve 7 tüm alternatiflerin pozitif ve negatif ideal çözümden sapmalarının hesaplandığı formülü temsil etmektedir.

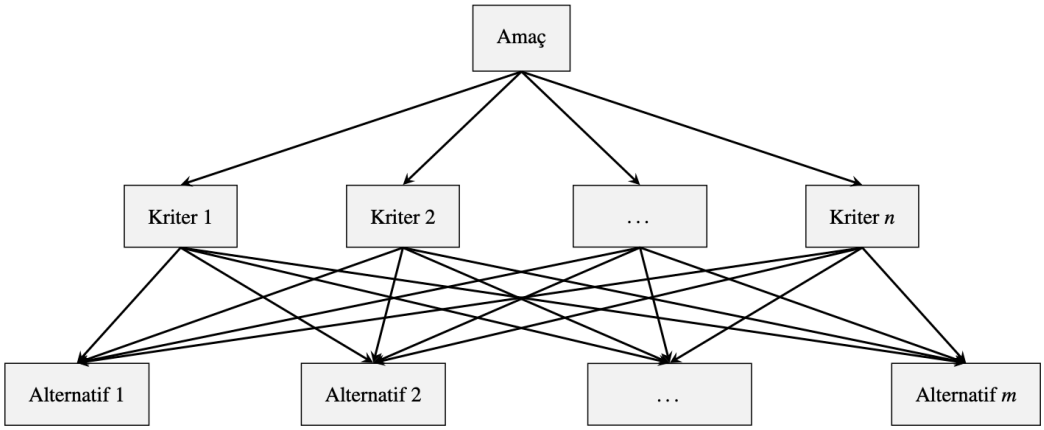
$$\xi_\mu^+ = \sqrt{\sum_{v=1}^{n} \left(\vartheta_{\mu v} - \vartheta_v^+ \right)^2}, \quad \mu = 1, \ldots, m \quad \textbf{(6)}$$

$$\xi_\mu^- = \sqrt{\sum_{v=1}^{n} \left(\vartheta_{\mu v} - \vartheta_v^- \right)^2}, \quad \mu = 1, \ldots, m \quad \textbf{(7)}$$

6. **Adım:** Alternatiflerin sapmaları kullanılarak, her alternatif için nihai puanlar Eşitlik 8 aracılığıyla elde edilir.

$$\theta_\mu = \frac{\xi_\mu^-}{\xi_\mu^+ + \xi_\mu^-}, \quad \mu = 1, \ldots, m \quad \textbf{(8)}$$

Şekil 1. ÇKKV Probleminin Hiyerarşik Yapısı



Alternatifler, puanlarına (θμ) göre azalan sırada sıralanır. En yüksek puana sahip alternatif, sıralamanın en üstünde yer alır ve en iyi çözüm olarak kabul edilir.

TOPSIS yönteminin öne çıktığı alanlardan biri sürdürülebilir enerji kaynağı alternatiflerinin seçimidir. Afsorgedan vd. (2016), enerji seçeneklerini birden fazla kritere göre değerlendirme konusunda TOPSIS yönteminin etkinliğini karşılaştırmalı olarak göstermişlerdir. Netto vd. (2020), ise yöntemi tekstil endüstrisinde sürdürülebilirlik programlarını değerlendirmek için uygulamışlardır. Bu çalışma yöntemin çevresel etki ve operasyonel verimlilik ile ilgili kriteleri değerlendirme konusundaki faydasını göstermiştir.

TOPSIS yöntemi işletme ve ekonomi gibi doğası gereği karar verme konularının gündeme geldiği alanlarda da uygulanmaktadır. Örneğin insan kaynakları alanında işe alınacak adayların bazı kriterlere göre sıralanması için kullanılmıştır (Rahim vd., 2018). Başka bir çalışma ise insan kaynaklarıyla ilgili çok yönlülüğe vurgu yaparak, yeni girişmler için model oluşturmak üzere TOPSIS'i kullanılmışlardır (Setiyadi ve Satiawan, 2021).

TOPSIS uygulamalarında öne çıkan başka bir alan ise servis sağlayıcısı seçimidir. Aouadni vd. (2017), tedarikçi seçiminde TOPSIS yönetimini kullanmışlar ve yöntemin hem nicel hem nitel faktörleri içeren çok boyutlu karar verme problemlerini ele alırken de etkili olduğunu vurgulamışlardır.

TOPSIS, diğer ÇKKV yöntemleri ile bir arada kullanılmaya elverişlidir ayrıca işletmeler için etkin yer seçiminde de sıklıkla tercih edilen bir yöntemdir (Mishra vd., 2017; Nugraha, 2024).

3.2. VADER (Valence Dictionary and Sentiment Reasoner) Lexicon'u Temelli Duygu Analizi

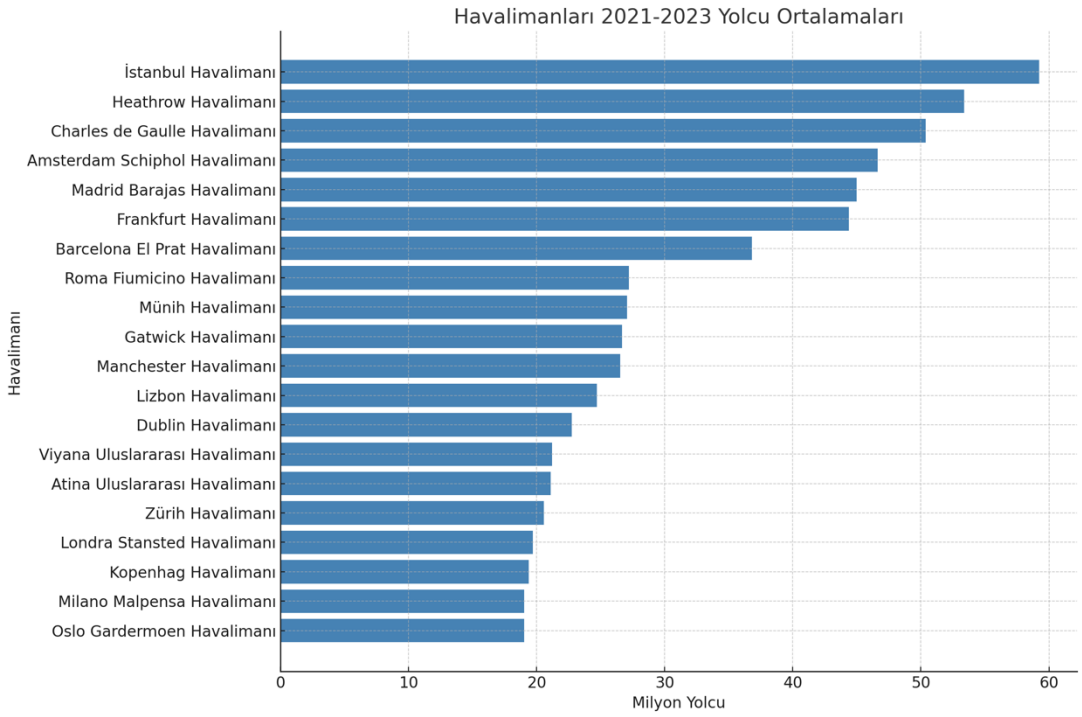
Bu çalışmada yolcu yorumlarındaki duygusal eğilimi ölçmek amacıyla VADER duygu analiz yöntemi kullanılmıştır. Hutto ve Gilbert (2014), mikroblogların sıklıkla yer aldığı sosyal medya uygulamalarının metin analizlerinde kullanılmak için verimli olan VADER duygu sözlüğünü geliştirmişlerdir. VADER, sözlük tabanlı bir yaklaşımla, her biri duygusal değeri yansıtan bir duygu puanına sahip kelimeler ve ifadeler kullanarak, mikrobloglara özgü kısa, gayrı resmi metinlerde duygu kutupluluğunun ve yoğunluğunun etkili bir şekilde ölçülmesini sağlar. VADER, sosyal medya diline özgü nüanslara odaklanılarak tasarlanmıştır; emojiler, harf tekrarı, kısa ve yoğun duygu ifadeleri gibi kullanıcı kaynaklı içeriklerde sıkça kullanılan öğeler de dikkate alınmıştır (Hutto ve Gilbert, 2014). VADER, önceden tanımlanmış bir duygu sözlüğü üzerinden çalışır ve kelimelere bağlama bağlı olarak, bir duygu değeri atar. Bu değerler -4 (Çok olumsuz) ile +4 (Çok olumlu) arasında değişen puanlardır. Daha sonra bu puanlar normalize edilir. VADER farklı puan tipleri oluşturur positive (poz) yorumun olumlu içerik taşıma düzeyi, negative (neg) yorumun olumsuz içerik taşıma düzeyi, neutral (neu) ise nötr ifadelerin oranıdır. Tüm mesaj için bileşik bir puan oluşturmak amacıyla tek tek kelimelerin duygu puanlarını kullanır (Borg ve Boldt, 2020). Bileşik puan (Compound score), her mesaj metninin etiketi olarak kullanılan olumlu ve olumsuz duygu arasındaki orandır. Bileşik puanı -1 olan mesajlar son derece olumsuz, +1 olan mesajlar son derece olumlu ve sıfıra yakın puanlar nötr olarak etiketlenir (Monselise vd., 2021; Hutto ve Gilbert, 2014). VADER, her mesaj için olumlu, olumsuz ve nötr duygu sınıflarına 0 ile 1 arasında bir üyelik puanı türetir. VADER'in duygu sınıflandırma performansı, TextBlob ve SentiWordNe gibi diğer duygu analiz araçlarına kıyasla çok sayıda çalışmada doğrulanmıştır. Bu nedenle e-ticaret (Arief ve Samsudin, 2023), finans (Mardjo ve Choksuchat, 2023; Long vd., 2023), sağlık (Megtangob ve Palaoag, 2023), Covid-19 aşıları (Chandresekran vd., 2023) gibi pek çok konuda toplum görüşünü analiz etmek için kullanılmıştır.

4. HAVALİMANI PERFORMANS ÖLÇÜMLENMESİNDE ÇOK BOYUTLU KARMA BİR YAKLAŞIM

4.1. Araştırmanın Örneklemi

Örneklem olarak homojenliğin ve veri bütünlüğünün sağlanması açısından Avrupa'da yer alan ve yolcu trafiği yıllık 20.000.000'dan fazla sayıda olan havalimanları seçilmiştir. Ancak Fransa'daki Orly Havalimanı ve Rusya Havalimanları'nın bazı verilerine ulaşılamadığı için bu havalimanları örneklemden çıkarılmıştır. Sonuç olarak nihai örneklem Avrupa'da yer alan 2022 yılında yolcu trafiği en yüksek 20 havalimanıdır.

Şekil 2. Örneklemdeki Havalimanlarının 2021-2023 Yolcu Sayısı Ortalamaları



Şekil 2'de örneklemde yer alan havalimanları ve havalimanlarına ait 2021 ve 2023 yolcu sayısı ortalamalarının küçükten büyüğe sıralanmış hali görülmektedir.

Tablo 3. TOPSIS Analizinde Kullanılan Değişkenler

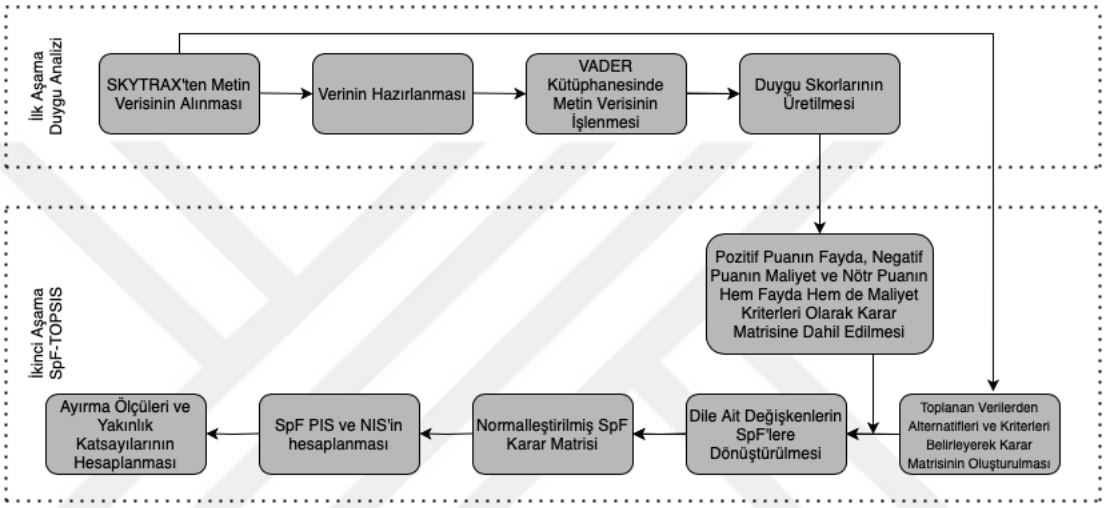
Değişken	Ortalama	Standart Sapma	Min.	Maks.
(+) Toplam Yolcu	31528605,52	13278440,46	19004519	59234198,67
(+) Uçuş Operasyonları	244625,1	92653,84	149418	439961
(+) Kargo Tonajı	244625,1	92653,84	62389,66	439961
(-) CO_2 Emisyonu	6631049,82	5526128	2198239,25	21663485,35
(-) Vader Negatif Puan	6631049,82	5526128	2198239,25	21663485,35
(-) Vader Nötr Negatif Puan	0,79	0	0,76	0,82
(+) Vader Nötr Pozitif Puan	0,79	0	0,76	0,82
(+) Vader Pozitif Puan	0,09	0	0,06	0,14
(+) Kuyruk Bekleme	2,28	0,06	1,47	3,08
(+) Terminal Temizliği	3,16	0,32	1,89	3,79
(+) Oturma Alanları	2,2	0,45	1,44	3,33
(+) Terminal İşaretleri	2,66	0,14	1,77	3,44
(+) Yeme İçme	1,87	0,23	1,41	2,45
(+) Alışveriş	3,07	1,04	1,83	3,81
(+) Wi-Fi Bağlantısı	2,14	1	1,43	3,53
(+) Havalimanı Çalışanları	2,04	0,37	1,53	2,83

Tablo 3'te araştırmada TOPSIS yönteminin uygulandığı kriterlerin sırasıyla ortalama, standart sapma, minimum ve maksimum değeri verilmiştir. İlk 4 değişken bütün veri setleri için aynıyken diğer değişkenler yolcu segmentine göre değişiklik göstermektedir. İlk 4 değişken 2021-2023 yılları arası toplam yolcu, uçuş operasyon sayısı, kargo tonajı ve karbondioksit emisyon miktarlarının ortalamalarından oluşmaktadır. Sonraki değişkenler ise havalimanları için 2021-2023 yıllarına ait SKYTRAX'ten alınan yolcu yorumlarının duygu skorları ve yolculara ait hizmet kalitesi puanlamalarını içerir. Araştırmada duygu skorlarını içermeyen, bütün yolcu yorumlarını içeren, tek başına seyehat edenleri içeren, business seyehat edenleri içeren, aile olarak seyehat edenleri içeren ve çift olarak seyehat edenleri içeren toplam 6 veriseti oluşturulmuştur. İlk TOPSIS analizi için operasyonel veriler yani Toplam

Yolcu, Uçuş Operasyonaları, Kargo Tonajı ve negatif olarak Karbon Emisyonu kriterleri kullanılmıştır. Sonrasında ise bu kritelere ek olarak bütün yolcular için tablo 3'teki diğer değişkenler kriter olarak eklenip TOPSIS analizi yapılmıştır. Sonrasında ise yolcu segmentlerine göre bölünen veri setleri aynı kriterler üzerinden TOPSIS analizine sokulmuş ve bütün segmentler için sıralamalar oluşmuştur.

4.2. Araştırmanın Modeli

Şekil 3. Uygulama Şeması



Çalışmanın uygulama bölümü Şekil 3'teki akışa göre gerçekleşmiştir. Havalimanlarına ait 2021, 2022 ve 2023 yılına ait toplam yolcu sayısı, uçak operasyonları, kargo tonajı ve karbondioksit verileri toplanmış ve 3 yılın ortalaması alınmıştır. Daha sonra havalimanlarına ait 2021, 2022 ve 2023 yıllarına ait yolcuların yorumları Pyhton'ın BeautifulSoup kütüphanesi aracılığıyla toplanmış ve yorumlar duygu analizine hazır hale getirildikten sonra nltk kütüphanesi aracılığıyla VADER modülü kullanılarak duygu analizi uygulanmıştır. VADER havalimanlarına yapılan her bir yorum için (POSITIVE, NEUTRAL, NEGATIVE) olmak üzere 3 adet puan çıkartmaktadır (Nucahyawati ve Mustaffa, 2023). Havalimanları ve yolcu segmentleri için bu değerlerin ortalaması alınmıştır.

Şekil 4. SKYTRAX Yolcu Servis Kalitesi Değerlendirmesi

Experience At Airport	Departure Only
Date Visit	October 2024
Type Of Traveller	Family Leisure
Queuing Times	★☆☆☆☆
Terminal Cleanliness	★☆☆☆☆
Terminal Seating	★★☆☆☆
Terminal Signs	★★☆☆☆
Food Beverages	★★★☆☆
Airport Shopping	★★★☆☆
Wifi Connectivity	★☆☆☆☆
Airport Staff	★☆☆☆☆
Recommended	✖

Kaynak: Skytrax (t. y.)

SKYTRAX'te yorum yapanların ayrıca cevap vermeleri gereken Şekil 4'teki gibi bir yapı mevcuttur. Burada yolculuk tipi, seyahat edilen tarih, seyahat etme türü, havalimanını tavsiye edip etmediği gibi bilgiler yer almaktadır. Ayrıca yolcuların 1-5 arası puan verebildiği "kuyruk bekleme süresi, terminal temizliği, oturma alanları, yön işaretleri, yemek ve meşrubatlar, havalimanı alışverişi, wi-fi bağlantısı, havalimanı personeli" olmak üzere sekiz farklı hizmet kalitesi boyutu vardır. Tablo 3'te TOPSIS analizinde kullanılan değişkenler görülmektedir. Tablo 3'teki kriterlerden servis kalitesi boyutları Şekil 4'teki yapıdan her yolcu için alınmış ve ortalaması alınarak elde edilmiştir. İlk başta sadece operasyonel veriler için TOPSIS uygulanmıştır. Daha sonra ise duygu skoru ve yolcu servis kalitesi boyutları da kriter olarak eklenerek segmentlere göre ayrı ayrı TOPSIS uygulaması yapılmıştır. Nihai olarak duygu skorsuz, bütün kategoriler, tek seyehat edenler, business seyehat edenler, aile ve çift kategorileri olmak üzere toplam 6 adet sıralama oluşmuştur. Sıralamalar ilerleyen bölümlerde tablo ve grafik halinde verilmiştir.

4.3. Araştırmanın Bulguları

Küresel hava yolculuğunun giderek arttığı bir dönemde, etkili havalimanı performansının neleri içerdiğini anlamak yalnızca altyapı planlaması için değil, aynı zamanda yolcu memnuniyetini artırmak için de kritik öneme sahiptir. Geleneksel havalimanı kıyaslama yaklaşımları genellikle yalnızca yolcu hacmi, kargo tonajı ve uçuş hareketleri gibi operasyonel göstergelere dayanır. Ancak bu ölçütlerin, yolcular tarafından algılanan deneyimsel kaliteyi yakalamada yetersiz olduğu düşünülebilir (Bazerra ve Gomez, 2016). Bu çalışma, niceliksel operasyonel verileri yolcu geri bildirimlerinden türetilen nitel duygu puanlarıyla bütünleştirerek havalimanı performansının yeni, çok boyutlu bir değerlendirmesini sunar. Daha da önemlisi, yolcu segmentasyonunu analize dahil ederek farklı yolcu profillerinin (tek, iş, aile, çift) havalimanı hizmetlerini farklı ihtiyaç ve beklentilere göre değerlendirdiğini kabul eder. TOPSIS yöntemini hem operasyonel hem de duygu zenginleştirilmiş veri kümelerine uygulayarak, bu araştırma daha kapsamlı ve bağlam duyarlı bir kıyaslama çerçevesi sunmaktadır. Bulgular, bir havalimanının performans sıralamasının analiz edilen segmente bağlı olarak önemli ölçüde değişebileceğini ortaya koyarak, tek tip değerlendirmelerin yetersizliğini vurgulamaktadır. Segmentlere yönelik ayrı TOPSIS skorları ve havalimanı sıralamaları aşağıda tablolarda verilmiştir. Havalimanlarının son zamanlarda içinde bulunduğu rekabet ortamı müşteri segmentlerinin derinlemesine anlaşılması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Havalimanlarındaki müşteri segmentlemesi sadece rekabet üretkenliği değil aynı zamanda müşteri tatmini ve çekimine de sağlar (Rengarajan vd., 2021).

Tablo 4. Duygu Skorları Hariç Genel Sıralama

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Istanbul Airport	0,7693	1
Heathrow Airport	0,6692	2
Charles de Gaulle Airport	0,6689	3
Amsterdam Airport Schiphol	0,6330	4
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,5308	5
Frankfurt Airport	0,5211	6
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,4548	7
Gatwick Airport	0,4070	8
Munich Airport	0,3934	9
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,3877	10
Lisbon Airport	0,3872	11
Dublin Airport	0,3805	12
Vienna International Airport	0,3801	13
Manchester Airport	0,3772	14
London Stansted Airport	0,3719	15
Athens International Airport	0,3713	16
Zurich Airport	0,3713	17
Oslo Airport, Gardermoen	0,3710	18
Copenhagen Airport	0,3703	19
Malpensa Airport	0,3698	20

Tablo 4'te görülen duygu skoru hariç genel sıralama, sadece operasyonel veriler olan "Toplam Yolcu Trafiği, Uçuş Operasyonları, Kargo Tonajı ve Karbondioksit Emisyon Miktarı"nın değişken olarak kabul edildiği analiz sonucu oluşan sıralamadır. Sıralamaya göre ilk üç sırada sırasıyla İstanbul Havalimanı, Heathrow Havalimanı ve Charles de Gaulle Havalimanı bulunuyor. Operasyonel olarak en verimli veya dengeli havalimanın İstanbul Havalimanı olduğunu söyleyebiliriz. Malpensa Havalimanı, 0,3698'lik TOPSIS puanıyla sonuncu yani 20. sırada yer alıyor; bu da ideal çözüme en uzak, en kötü durum senaryosuna ise en yakın olduğu anlamına geliyor. Malpensa Havalima'nın sonuncu olmasının sebebi operasyon hacmine göre yüksek karbon salınımından dolayı olabilir. Kopenhag, Oslo ve Zürih de muhtemelen daha düşük trafik veya daha az kargo miktarı nedeniyle düşük sıralarda yer alıyor. Buradan bu

havalimanlarının diğerlerine göre operasyonel açıdan zayıf olduğu söylenebilir. Bu analizin, yolcu memnuniyetini hesaba katmadan performans için bir temel sağladığı düşünülebilir. Bu puanların daha sonra duyguyu da kapsayan TOPSIS sıralamalarıyla karşılaştırarak, operasyonel performansın algılanan müşteri deneyimiyle uyumlu olduğu veya çeliştiği havalimanlarının belirlenebilir.

Tablo 5. Duygu Skorları Dahil Genel Sıralama

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,6589	1
Zurich Airport	0,5400	2
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,5349	3
Malpensa Airport	0,5195	4
Oslo Airport, Gardermoen	0,5104	5
Istanbul Airport	0,4968	6
Gatwick Airport	0,4790	7
Munich Airport	0,4769	8
Heathrow Airport	0,4605	9
Athens International Airport	0,4523	10
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,4450	11
Charles de Gaulle Airport	0,4391	12
Copenhagen Airport	0,4360	13
Amsterdam Airport Schiphol	0,4334	14
Dublin Airport	0,4042	15
Frankfurt Airport	0,3976	16
Vienna International Airport	0,3760	17
Manchester Airport	0,3126	18
Lisbon Airport	0,2880	19
London Stansted Airport	0,2876	20

Çalışmanın bu aşamasında ve sonrasında yapılan TOPSIS analizlerinde operasyonel verilere ek olarak kriter olarak SKYTRAX'ten gelen servis kalitesi puanları ve VADER sentiment puanları da eklenmiştir.

Leonardo da Vinci-Fiumicino Havalimanı 10'uncu sıradan 1'e yükselmiştir. Fiumnicino Havalimanı'nın SKYTRAX sayfası incelendiğinde bu havalimanının yönetiminin şikayetleri yanıtladığı görülmüştür. Bu uygulama diğer havalimanları tarafından yapılmamaktadır. Söz konusu havalimanının operasyonel hacmi düşük olmasına rağmen müşteri memnuniyeti konusunda iyi bir performans gösterdiği söylenebilir. Zurich Havalimanı 17'nci sıradan 2'nci sıraya yükselmiştir. Operasyonel olarak küçük bir hacmi olsa da müşteri memnuniyeti konusunda iyi bir izlenim yaratmaktadır ve bu konuda örnek bir havalimanı olabilir.

Frankfurt, Amsterdam Schipol ve Charles de Gaulle ise duygu skoru etkisiyle sırasıyla 10, 10, 9 sıra geri düşmüşlerdir. Operasyonel hacminin yüksek olmasının havalimanı müşteri duygularıyla ilişkili olmadığını görebiliyoruz. Küçük veya orta ölçekli havalimanları operasyonel anlamda baskın olmayabilir ancak itibar, sadakat ve uzun vadeli rekabet gücü için kritik öneme sahip olan kullanıcı deneyiminde öne çıkabilirler. Havalimanlarının farklı farklı şekillerde gruplandığını görebiliyoruz. Örneğin London Stansted Havalimanı hem operasyonel hacim performansı hem müşteri memnuniyetinde düşük puanlar alarak gelişime açık olduğunu göstermektedir. Adolfo-Suarez Madrid Havalimanı ise operasyonel verilerin sıralamasında 5 iken duygu skorları işin içine girdiği zaman 3'ncü sıraya yükselmiştir. Bu ikili bakış açısı, havaalanı kıyaslamalarına zenginlik ve derinlik katacağı düşünülebilir. Örneğin Okoth vd. (2024)'ne göre operasyonel performans iyileştirmeleri her zaman müşteri memnuniyetine yol açmamaktadır, operasyonel iyileşme rekabet avantajı sağlayabilir ancak bunun müşteri ihtiyaç anlama konusuyla tamamlanması gerekmektedir. Müşteri memnuniyetinin teşvik edilemesi bilmesi için operasyonel iyileştirmeler müşteri beklentileri ile uyumlu olmalıdır (Blom vd., 2021). Nihai olarak ortaya 4 farklı grubun çıktığı görülmüştür. Bunlar;

- Yüksek operasyonel hacme sahip olan ve yüksek yolcu memnuniyet düzeyine sahip olan
- Yüksek operasyonel hacme sahip olan ve düşük yolcu memnuniyet düzeyine sahip olan
- Düşük operasyonel hacme sahip olan ve yüksek yolcu memnuniyet düzeyine sahip olan
- Düşük operasyonel hacme sahip olan ve düşük yolcu memnuniyet düzeyine sahip olan havalimanlarıdır.

Örneğin London Stansted hem düşük hacim hem düşük yolcu memnuniyeti ile her yönden gelişime açık olarak kabul edilebilir. Fakat Madrid Havalimanı operasyonel sıralamada 5, yolcu verileri dahil sıralamada ise 3'üncü sırada olmasıyla daha örnek bir havalimanı olarak kabul edilebilir.

Tablo 6. Tek Yolcu Segmenti Sıralaması

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,6347	1
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,6326	2
Oslo Airport, Gardermoen	0,5677	3
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,5374	4
Zurich Airport	0,5236	5
Athens International Airport	0,5077	6
Charles de Gaulle Airport	0,4954	7
Amsterdam Airport Schiphol	0,4758	8
Heathrow Airport	0,4724	9
Istanbul Airport	0,4634	10
Copenhagen Airport	0,4619	11
Dublin Airport	0,4421	12
Munich Airport	0,4396	13
Frankfurt Airport	0,4172	14
Malpensa Airport	0,3883	15
Gatwick Airport	0,3834	16
Vienna International Airport	0,3741	17
London Stansted Airport	0,3381	18
Manchester Airport	0,3273	19
Lisbon Airport	0,2758	20

Tablo 6'da yalnız seyahat edenler segmenti sıralaması, operasyonel metrikler ve duygu temelli özellikler bir araya getirilerek, yolcu deneyiminin yalnız seyahat eden bireylerin bakış açısından değerlendirildiğinde havalimanlarının nasıl performans gösterdiğini yansıtmaktadır. Burada üst sıralarda yer alan havalimanları her zaman

operasyonel olarak iyi performans göstermeyebilir ancak daha konforlu bir tek başına seyahat deneyimi sunar. Barselona havalimanının birinci sırada yer aldığı görülmektedir. Barselona havalimanının tek başına seyehat edenler sıralamalasında birinci sırada yer alması bu havalimanındaki yolcuların diğerlerine göre bu segmentte diğerlerine göre daha olumlu duygular beslediği ve hizmetlerden daha memnun olduğu anlamına gelebilir. Yolcu yorumları bu segment özelinde incelendiğinde havalimanını tavsiye eden yorumlar da göze çarpmaktadır ve bu durum SKYTRAX özelinde çok rastlanan bir durum değildir. Memnun yolcular süreçlerin akıcılığından bahsetmişlerdir. Şikâyet yorumlarından ise bu segment özelinde havalimanı işaretlerinden şikayetçi olmuşlardır. Ayrıca bu segmentte yolcuların oturma alanlarına ve personele diğer hizmet segmentlerinden daha çok önem verdikleri söylenebilir. Yalnız seyehat edenlerle ilgili çalışmalar bu grup için genellikle havaalanının konumu, toplu taşımaya uzaklığı ve personel faktörlerinin önemli olduğunu ortaya koymuştur (Zhou vd., 2024).

Tablo 7. Business Yolcu Segmenti Sıralamaları

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Gatwick Airport	0,6320	1
Istanbul Airport	0,5623	2
Athens International Airport	0,5617	3
Amsterdam Airport Schiphol	0,5435	4
Malpensa Airport	0,5261	5
Zurich Airport	0,5241	6
Munich Airport	0,5109	7
Vienna International Airport	0,5086	8
Copenhagen Airport	0,5032	9
Frankfurt Airport	0,4913	10
Charles de Gaulle Airport	0,4826	11
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,4745	12
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,4552	13
Dublin Airport	0,4529	14
Heathrow Airport	0,4367	15
London Stansted Airport	0,4010	16
Manchester Airport	0,3759	17
Oslo Airport, Gardermoen	0,3706	18
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,3613	19
Lisbon Airport	0,3440	20

Tablo 7'de business seyehat edenlere ait sıralamalar görülmektedir. Gatwick havalimanının diğer sıralamalarda orta sıralarda yer almasına rağmen business sıralamasında birinci sırada olduğu görülmektedir. Business yolcularının diğer segmentlerde seyehat edenlere kıyasla hizmet kalitesi ve verimlilik konusunda daha yüksek beklentiler içinde oldukları bilinmektedir (Safaeimesh vd., 2021). Fiumicino ve Barselona havalimanlarının tek başına ve çift olarak seyehat edenler için üst sıralarda yer alırken business segmenti için ortalama altı bir performans göstermesi business yolcuları özelinde yolcu memnuniyeti konusunda yetersiz kaldığını gösterir. Havalimanları için yorumlar özelinde inceleme yapıldığında genellikle şikayetlerin personelle ilgili olduğu görülmüştür. Business segmentlerin diğer segmentlere göre

farklılık gösterdiği görülmektedir. TOPSIS'te kullanılan kriterler ve sıralamalar arasındaki korelasyonlar incelendiğinde kuyruk beklemenin ve yiyecek içecek boyutunun bu segmenti diğer segmentler kadar etkilemediği görülmektedir. Business yolcularının zaten kuyruk beklemiyor oluşunun ve yemek servisinde özel hizmet almalarının bunu açıkladığı söylenebilir. Business segmenti diğer segmentlerden farklı olarak personel konusuna hassasiyet göstermektedir.

Tablo 8. Aile Yolcu Segmenti Sıralaması

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,6512	1
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,5625	2
Oslo Airport, Gardermoen	0,5560	3
Heathrow Airport	0,5339	4
Istanbul Airport	0,5292	5
Malpensa Airport	0,5152	6
Gatwick Airport	0,4977	7
Amsterdam Airport Schiphol	0,4896	8
Zurich Airport	0,4827	9
Charles de Gaulle Airport	0,4651	10
Munich Airport	0,4324	11
Dublin Airport	0,4280	12
Frankfurt Airport	0,4104	13
Copenhagen Airport	0,3704	14
Vienna International Airport	0,3686	15
Lisbon Airport	0,3663	16
London Stansted Airport	0,3617	17
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,3546	18
Manchester Airport	0,3495	19
Athens International Airport	0,3413	20

Aile segmentinin seyahatleri verimlilikten daha fazlasını gerektirmektedir; açık ve anlaşılır tabelalar, çocuklar için tesisler, güvenli ortamlar ve yardımsever personel büyük olasılıkla en önemli etkenler olarak kabul edilebilir (Zeng vd., 2024). Burada

üst sıralarda yer alan havalimanları genellikle dengeli hizmet anlayışına sahip olma eğilimindedir ve temizlik, alan ve erişilebilirlik konusunda yüksek duygu puanları alırlar. Madrid ve Fiucimino havalimanları aile segmenti açısından en yüksek sıralamalara sahip olmuşlardır bu bağlamda bu havalimanları aile segmenti açısından örnek havalimanları olarak kabul edilebilirler. Alışveriş yerlerinin ve oturma alanları iyileştirmesi gibi bazı iyileştirmeler aile memnuniyetinin artması ile sonuçlanabilir (Daya, 2023). Aile olarak yolculuk yapan yolcuların yorumları incelendiğinde genellikle vakit geçirme sorunu ve gecikme kaygısı yaşadıkları görülmüştür.

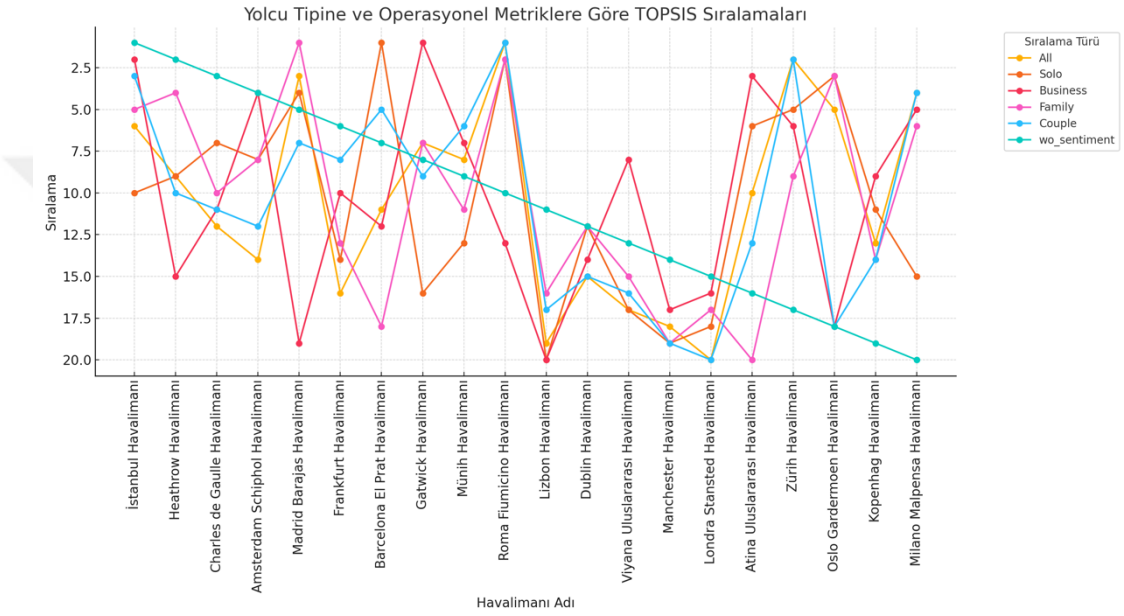
Tablo 9. Çift Yolcu Segment Sıralaması

Havalimanının Adı	TOPSIS Puanı	Sıralama
Leonardo da Vinci–Fiumicino Airport	0,6360	1
Zurich Airport	0,5396	2
Istanbul Airport	0,5293	3
Malpensa Airport	0,5288	4
Josep Tarradellas Barcelona–El Prat Airport	0,5046	5
Munich Airport	0,4747	6
Adolfo Suárez Madrid–Barajas Airport	0,4527	7
Frankfurt Airport	0,4499	8
Gatwick Airport	0,4497	9
Heathrow Airport	0,4389	10
Charles de Gaulle Airport	0,4303	11
Amsterdam Airport Schiphol	0,3891	12
Athens International Airport	0,3772	13
Copenhagen Airport	0,3695	14
Dublin Airport	0,3652	15
Vienna International Airport	0,3612	16
Lisbon Airport	0,3559	17
Oslo Airport, Gardermoen	0,3503	18
Manchester Airport	0,3498	19
London Stansted Airport	0,3338	20

Tablo 9'da çift segmentindeki yolculara ait sıralamalar görülmektedir. Malpensa ve Fiumicino gibi operasyonel olarak ortalama havalimanları, deneyime dayalı duygu dikkate alındığında operasyonel olarak yukarıdaki havalimanlarından daha iyi

performans gösterir. Çift segmenti sıralama korelasyonları incelendiğinde, bu segmentin kuyruk bekleme süresine hassasiyet gösterdikleri görülmektedir. Fiumicino havalimanı bu konuda örnek bir havalimanı olarak kabul edilebilir. Fiumicino havalimanı için çift yorumları özelinde inceleme yapıldığında ise genel durumun aksine olumlu yorumların fazlalığı göze çarpmaktadır. Bu segmentteki yolcular genellikle iyi bir seyehat deneyimi yaşadıklarını ve süreçlerin havalimanı tarafından verimli bir şekilde yürütüldüğünü belirtmişlerdir.

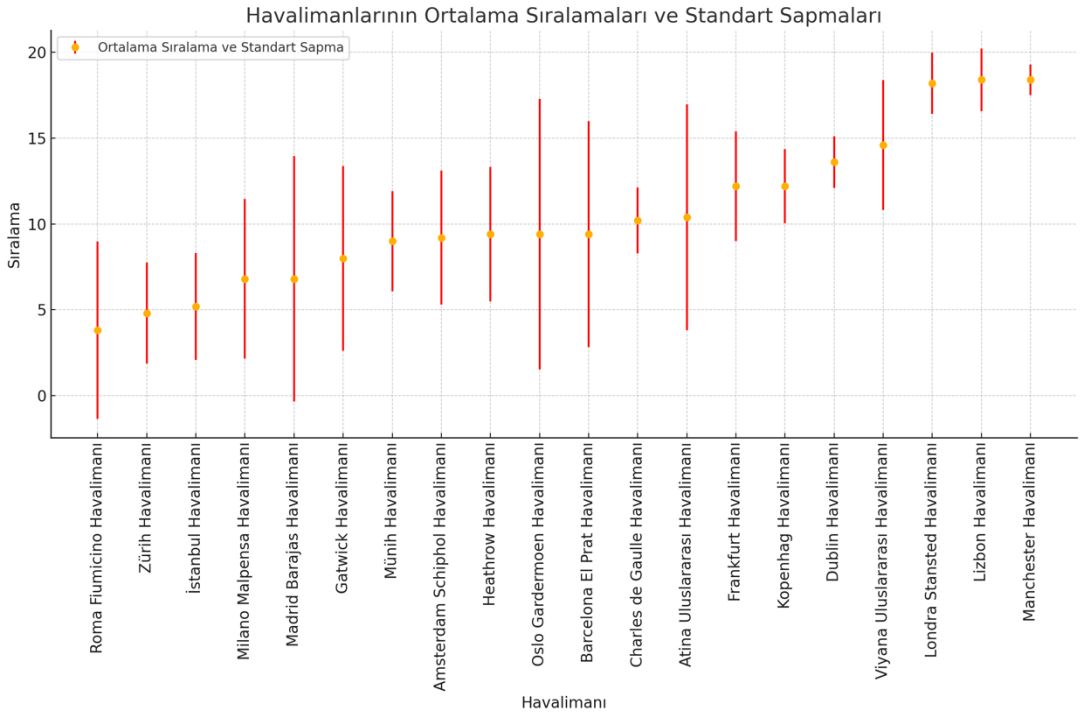
Şekil 5. Bütün Sıralamaların Genel Görünümü



Şekil 5'te havalimanlarının müşteri segmentleri ve operasyonel verilere göre sıralamaları görülmektedir. Lineer olarak devam eden mavi çizgi sadece operasyonel verilerin dahil edildiği sıralamaları göstermektedir. Araştırma verilerine göre birçok havalimanında segmentler arasında sıralamada önemli dalgalanmalar görülüyor; bu, yolcu deneyiminin evrensel olmadığını ve seyahat bağlamına göre değiştiğini göstermektedir. Uçuş deneyimi yaş, gelir seviyesi ya da farklı demografik değişkenlere göre de değişiklik göstermektedir (Naruetharadhol vd., 2022). Örneğin İstanbul, Heathrow, Amsterdam ve Frankfurt Havalimanları operasyonel verilerle görece iyi performans göstermişken duygu skoru bazlı sıralamalarda özellikle Tek ve Business segmentlerinde düşüş göstermişlerdir. Bunun yanında Malpensa, Fiumucino ve Zurich havalimanı ise operasyonel metriklerde düşük sıralamalar gösterirken duygu skoru bazlı sıralamalarda görece iyi performans göstermişlerdir. Şekil 5 sıralamaların duygu skorları ve hizmet kalitesi metrikleriyle belirgin şekilde değiştiğini de göstermektedir. Ayrıca sıralamalar incelendiğinde, business segmenti sıralamalarının

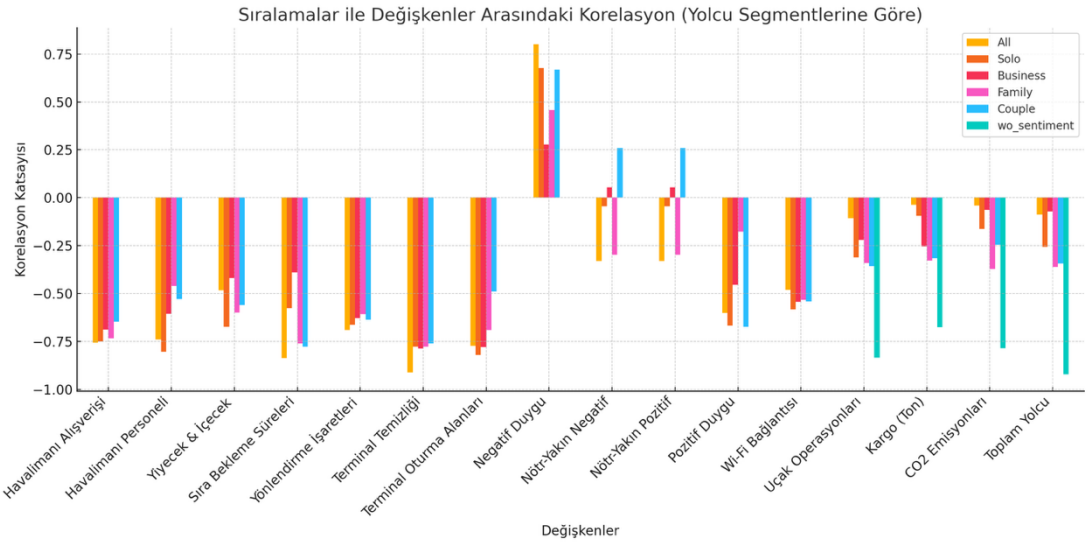
diğer yolcu segmenti sıralamalarından ve operasyonel veri sıralamasına göre farklı bir seyir izlediği görülmektedir. Farklılık örneklem yetersizliği sebebiyle istatistiksel olarak anlamlı olmasa da mevcut örneklemde özellikle bazı havalimanlarının belirgin bir şekilde ayrıştığı görülmüştür. Bazı havalimanlarının (bkz. İstanbul, Gatwick) Business segment performansının diğer segmentlerin oldukça üzerinde olduğu görülmektedir. Segment olarak derinlemesine incelendiğinde business yolcuları İstanbul Havalimanı özelinde genellikle pahalılık ve yapının büyüklüğü ile ilgili sorunlardan bahsedilmiştir. Havalimanının genç ve büyük bir havalimanı olması koordinasyon sorunları yaşanması açısından önemli bir faktör olabilir. Bu durum business yolcu kitlesinin farklı hizmet anlayışına sahip olduğunu ve genel memnuniyet eğilimlerinden ayrıştığıyla açıklanabilir. Business yolcularının binişte öncelik, check-in'de özel muamele ve uçuş sırası ayrıcalıkları gibi daha kişiselleştirilmiş olanakları olduğu bilinmektedir (Lippit vd., 2023). Madrid Barajas Havalimanı ise diğer segmentlerde yukarı sıralarda yer alırken business segmentinde oldukça geri sıralarda yer almıştır. Yorumlar incelendiğinde Madrid havalimanını kullanan business segmentindeki yolcuların genel olarak personel ile ilgili şikayet ettikleri görülmüştür.

Şekil 6. Havalimanı Bazında Sıralama Ortalamaları Ve Standart Sapmalarının Görünümü



Şekil 6 havalimanlarının bütün kategoriler göz önüne alındığı zaman oluşturdukları standart sapmayı göstermektedir. Daha önce yapılan çalışmalarda da yolcu segmentlerinin etkili servis kalitesi politikaları için göz önünde bulundurulması gerektiği vurgulanmıştır (Usman vd, 2023; Bazerra ve Gomez, 2016). Sıralamalardaki hem ortalama performansı hem de tutarlılığı genel olarak özetlemektedir. Sapmalar ve ortalamalar incelendiğinde Leonardo da Vinci-Fiumicino havalimanının tüm segmentlerde düşük sıralamalar sergilediği fakat business sıralamasında 13. Sırada olduğu görülmüştür, bu sebeple de yüksek standart sapmaya sahip olduğu görülmektedir. Yüksek standart sapmalı havalimanlarının başarılı ve başarısız olduğu segmentler incelenmelidir. Zürich Airport ortamalar konusunda en başarılı ikinci havalimanıdır, aynı zamanda daha tutarlı bir performans göstermektedir. Tek başına seyehat edenler ve çift sıralamalarında özellikle öne çıkmaktadır.

Şekil 7. Sıralamalar ve Değişkenler Arasındaki Korelasyonlar



Şekil 7'de havalimanlarının segmentlere göre sıralamalarla değişkenler arasındaki ilişkinin yönü ve şiddeti görülmektedir. Buna göre havaalanı personeli, sıra bekleme süresi, işaretler ve terminal temizliği tüm segmentlerle güçlü, negatif korelasyonlar göstermektedir. Bu durum iyi algılanan hizmet kalitesinin yüksek sıralamalarla yüksek derecede ilişkili olduğu anlamına gelmektedir. Havalimanı personeli özellikle tek yolcular ve genel duygu sıralaması dahil sıralamaları için önemlidir. Yiyecek ve içecek, havalimanı alışverişi, terminal koltukları da sıralamalarla negatif korelasyona sahiptir ancak bu korelasyon hizmet unsurlarından daha az güçlüdür.

Yalnız seyehat eden yolcuların özellikle havalimanı personeli ve terminal oturma alanları konusunda hassas oldukları görülmektedir. Wi-Fi hizmetinin iyi olması havalimanı ile ilgili algıyı da iyileştirmektedir ancak sıralamalarla arasında güçlü bir ilişki yoktur ve ayırıcı bir boyut değildir.

Vader negatif puanlar ve sıralamalar arasındaki ilişki incelendiği zaman negatif puanların beklendiği gibi yüksek sıralamalarla güçlü bir ilişki gösterdiği görülmektedir. Pozitif skorlar için ise yüksek sıralamalarla negatif yönlü bir korelasyon özellikle tüm yolcular ve çift olarak seyehat eden yolcular için ön plana çıkmaktadır.

Müşteri deneyimi ile ilgili değişkenlerden personel ve alışveriş değişkenin özellikle segmentlere ayrılmış puanlamalarda sıralamayı iyileştirmek için kritik öneme sahip oldukları görülmektedir.

Korelasyonlar incelendiğinde segmentlere yönelik bazı ayrımlar da görülmüştür. Örneğin tek başına seyehat eden yolcuların özellikle oturma alanları ve havalimanı personeli boyutlarına duyarlı olduğu, çiflerin ve ailelerin ise temizlik ve kuyruk bekleme sürelerine duyarlı oldukları görülmüştür. İş seyehati yapanların oturma alanlarına ve havaalanı temizliğine duyarlı oldukları görülmüştür. Negatif puanlar solo ve çift segmentlerini diğer segmentler kadar etkilememiştir. Pozitif puanlar ise iş ve aile segmentini diğer segmentler kadar etkilememiştir.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Bu çalışma hem niceliksel operasyonel verileri hem de yolcu değerlendirmelerinden türetilen nitel duygu puanlarını içeren TOPSIS yöntemini kullanarak 20 büyük Avrupa havalimanının kapsamlı bir performans değerlendirmesini sunmaktadır. Analiz, tüm yolcular, tek başına seyahat edenler, iş için seyehat edenler, aileler ve çiftler dahil olmak üzere birden fazla müşteri segmentinde ve duygu skorlarıyla yolcu memnuniyeti skorlarını hariç tutan sadece operasyonel değişkenleri dahil eden toplamda 6 veri seti üzerinde uygulanmıştır.

Sonuçlar, havaalanı sıralamalarının müşteri segmentasyonuna ve duygu skoru dahil edilmesine karşı oldukça hassas olduğunu açıkça göstermektedir. İstanbul, Frankfurt ve Heathrow gibi havalimanları yalnızca operasyonel veriler dikkate alındığında daha yüksek sıralarda yer almıştır ancak duygu verileri dahil edildiğinde fark edilir sıralama düşüşleri yaşanmıştır. Buna karşılık, mütevazı operasyonel performansa sahip olan Fiumicino, Zürih, Malpensa ve Oslo gibi havalimanları, özellikle aile, çift ve tek başına seyahat eden segmentler için duygu dahil analizlerde önemli ölçüde daha iyi sıralamalar elde ettiği görülmüştür.

Bu bulgular, algılanan hizmet kalitesinin, duygusal deneyimin ve bağlamsal alaka düzeyinin, yolcuların havaalanı performansına ilişkin değerlendirmelerini şekillendirmede kritik bir rol oynadığını vurgulamaktadır; bu, genellikle geleneksel operasyonel göstergelerin yakalayabildiğinin ötesindedir. Yeni performans değişkenlerinin, bu bağlamda yolcu beklentilerini anlamanın önemi, havalimanlarının bu şekilde hizmetlerini daha etkili bir şekilde uyarlayabilecekleri ve bunun yolcu memnuniyetinin artmasına olanak tanıyacağı da bazı çalışmalarda vurgulanmıştır (Fodness ve Murray, 2007). Bunun yanında Alhammadi ve Zervopoulos (2023), performans değerlendirmelerinde çalışan bakış açısının da dahil edilmesi gerektiğini ve bunun yolcu deneyimlerini doğrudan etkileyen potansiyel iyileştirme alanları da ortaya çıkarabileceğini söylemişlerdir.

Elde edilen sonuçlar doğrultusunda havalimanlarının belirli yolcu gruplarının ihtiyaçlarına göre bazı iyileştirmeler yapmayı düşünebilirler. Tek başına seyehat eden

yolcular oturma yerlerine, terminal temizliğine ve personel davranışlarına önem verirler. İş seyahati yapanlar özellikle personele karşı hassasiyet gösterirler ancak yemek ve meşrubat ya da kuyruk beklemeye karşı bir hassasiyetleri söz konusu değildir, bu durum bu segmentin zaten bu konularda ayrıcalıklı hizmet almasından kaynaklanıyor olabilir. Business segmentinin bazı yönlerden diğer segmentlerden ayrıldığı bilinmektedir (Materna ve Tomova, 2016). Aile ve çiftlerin ise öncelikleri çakışma göstermektedir. Bu iki segment için temizlik ve kuyruk süreleri önem taşımaktadır.

Hizmet unsurlarıyla yolcu duyguları geliştirilmelidir. Bazı yolcu segmentlerini hedeflemek havalimanlarına rekabet avantajı sağlayabilir. Nötr puanlar sıralamalarla daha zayıf veya tutarsız bir ilişki gösterir. Daha yüksek olumsuz duygu puanları daha düşük sıralamalarla ilişkilidir ve yolcu memnuniyetsizliğinin etkisini vurgular. Business ve aile segmentleri vader duygu puanlarındansa servis kalitesi boyutlarına daha duyarlıdır. Düşük sıradaki havalimanları olumsuz yorumlarda eleştirilen operasyonel alanlara ve servis boyutlarına odaklanabilirler. Yalnızca operasyonel anlamda güçlü olunması olumlu yolcu memnuniyeti için yeterli değildir. Havalimanı yönetimleri temizlik, konforlu seyehat, ses kirliliğinden arındırma, verimli işaretler ve bekleme sürelerinin azaltılması konularına yatırım yapmalıdır (Boc vd., 2023). İyi eğitimli, güler yüzlü personelin hizmet vermesi sağlanmalıdır. Ayrıca yol bulma konusunda verimlilik arttırılmalı ve kuyruk süreleri de azaltılmalıdır. Araştırmaya göre Leonardo da Vinci-Fiumicino ve Zurich gibi havalimanları genel ortalama olarak daha iyi performans göstermişlerdir. Bu havalimanlarının operasyonel verimlilik ve yolcu memnuniyetini dengelediği söylenebilir. Yapılan bazı araştırmalar bazı havalimanlarının hem operasyonel verimliliği hem yolcu memnuniyetini dengede tutabilen havalimanları olduğunu ortaya koymuşlardır (Abdul vd., 2015; Ma ve Ma, 2022). Bu havalimanları rol model olarak görülebilir ve bütünsel havalimanı deneyimi tasarlanırken en iyi uygulamalar açısından incelenebilir. Özellikle Oslo, Madrid ve Atina Havalimanları'nın sıralamalar açısından standart sapmaları yüksektir, bu havalimanlarının bazı yolcu segmentlerinde ötekilerden daha iyi olduğu görülmektedir. Bu durumdaki havalimanları bu durumu bir fırsata dönüştürüp, düşük sıradaki segmentlerini iyileştirebilirler.

Havalimanları yolcuların duygularını içeren yorumlar bırakabilecekleri daha fazla alan tasarlayabilir ve gerçek zamanlı yolcu geri bildirimlerini performans

değerlendirmelerine entegre etmek, havalimanı yöneticilerinin proaktif bir şekilde hizmet boşluklarını belirlemesine ve ele almasına yardımcı olabilir. Havayolları yolcu segmentleri için havalimanları ile iş birliği içerisinde bulunup kendi marka değerlerine de katkıda bulunabilirler. Fiumicino Havalimanı yönetimi SKYTRAX üzerindeki yorumlara cevap vererek onların geri dönüşlerini aldıklarını ve durumun çözülmesi için harekete geçtiklerini belirtmektedir. Fiumicino Havalimanı'nın bu uygulaması diğer havalimanları tarafından da uygulanabilir. Bu noktada havalimanlarının birbirlerini takip etmeleri ve olumlu gelişmeleri örnek almak, havalimanları ve havayolları için yolcu memnuniyeti açısından önemli bir adım olabilir.

Duygu analizi verileri, yolcu memnuniyeti ve zamanında performans gibi KPI'ların tamamlayıcısı olması önerilen önemli bir nitel boyut ekler. TOPSIS gibi yöntemler, karar vericilerin karmaşık veri kümelerini sentezlemelerini ve eyleme dönüştürülebilir içgörüler çıkarmalarını sağlar (Phoolsook vd., 2023). Düzenli ÇKKV değerlendirmeleri stratejik planlama ve sürekli iyileştirme girişimlerini destekleyebilir. Müşteri yorumlarını, servis kalitesi puanlarını ve operasyonel verileri eşzamanlı işleyecek yazılımlar üretilip karar vericilerin kısa ve uzun vadeli planlarında kullanmaları sağlanabilir.

Araştırmanın örnekleminin Avrupa havalimanları ile kısıtlı olması ve müşteri yorumlarının sadece SKYTRAX'ten toplanması araştırmanın kısıtı olarak kabul edilebilir, daha sonraki çalışmalar için araştırmada kullanılan model daha büyük örneklemler için de test edilebilir. Araştırmada müşteri yorumlarının yalnızca SKYTRAX'ten toplanmasının sebebi ise diğer sitelerdeki servis kalitesi boyutlarının SKYTRAX ile eşleşmemesidir. Ayrıca gelecek çalışmalarda örneklem olarak havayolları şirketleri de kullanılabilir. Ayrıca havalimanları ve havayolları entegrasyonunu sağlayacak bir model kurgulanabilir.

Sonuçlar yolcu deneyiminin sadece havalimanı hizmetlerinden değil, havayolu hizmetleriyle şekillenen bir yolculuk algısından da etkilendiğini göstermektedir. Bu bağlam havayolu şirketleri ve havalimanları müşteri deneyimini birlikte ele almalı ve bütünleşmiş stratejiler geliştirmelidirler. Özellikle check-in süreci, bagaj işlemleri, yönlendirme tabelaları ve personel etkileşimleri gibi kritik temas noktalarında havayollarının hizmet kalitesi, havalimanı algısını doğrudan etkileyebilmektedir. Örneğin, operasyonel olarak güçlü olup düşük müşteri memnuniyetine sahip havalimanlarında, bu zayıflığın bir kısmı havayolu kaynaklı süreçlerden

kaynaklanmaktadır. Bu nedenle, havayolu şirketlerinin havalimanları ile daha yakın, veri temelli ve segment odaklı iş birlikleri kurması hem operasyonel verimliliği hem de algılanan hizmet kalitesini artıracaktır.

Ayrıca, müşteri yorumlarının analizine dayalı olarak, bazı havalimanlarında havayollarının yolcu bilgilendirme ve yönlendirme süreçlerinde yetersiz kalındığı görülmüştür. Bu durumun önüne geçmek için ortak hizmet protokolleri, paylaşılmış kalite KPI'ları ve entegre geri bildirim sistemleri oluşturulması önerilmektedir. Havalimanı ödülleri verilirken nitel boyutların da kriterlere eklenmesi değerlendirilebilir.

Sonuç olarak, havacılık sektörünün dinamik yapısı, havalimanı performans ölçüm sistemlerinin gelişmesini gerektirir. Dış çevresel etkilerden müşteri ve çalışan memnuniyeti ölçümlerine kadar uzanan yeni değişkenleri dahil ederek, havalimanı yetkilileri devamlı değişen sektör standartlarıyla uyumlu daha bütünsel bir operasyonel etkinlik görüşü geliştirebilirler.

KAYNAKÇA

Abdul, M., Aziz, M. ve Yahya, M. (2015). Customers satisfaction towards the services provided in kuala lumpur international airport, malaysia. *China-Usa Business Review*, 14(1). https://doi.org/10.17265/1537-1514/2015.01.006

ACI EUROPE. (2024, 18 Octorber). Airports Council International Europe has released a new study on the aviation industry's impact on the continent https://www.internationalairportreview.com/news/230960/airports-council-international-europe-has-released-a-new-study-on-the-aviation-industrys-impact-on-the-continent/?utm_source=chatgpt.com.

Afsordegan, A., Sánchez, M., Agell, N., Zahedi, S. ve Cremades, L. (2016). Decision making under uncertainty using a qualitative topsis method for selecting sustainable energy alternatives. *International Journal of Environmental Science and Technology*, 13(6), 1419-1432. https://doi.org/10.1007/s13762-016-0982-7

Alhammadi, E. and Zervopoulos, P. (2023). Performance measurement of airports incorporating employees' and customers' perspectives. *Advances in Science and Technology*, 129, 97-116. https://doi.org/10.4028/p-9vo5z3

Alzoubi, H. M. (2023). Rationalizing the cost of quality through lean and agile operations practices: evidence from aviation industry. *Uncertain Supply Chain Management*, 11(1), 319-324. https://doi.org/10.5267/j.uscm.2022.9.011

Aouadni, S., Rebaï, A., ve Turskis, Z. (2017). The meaningful mixed data topsis (topsis-mmd) method and its application in supplier selection. *Studies in Informatics and Control*, 26(3). https://doi.org/10.24846/v26i3y201711

Arief, M., & Samsudin, N. A. (2023). Hybrid approach with vader and multinomial logistic regression for multiclass sentiment analysis in online customer review. *International Journal of Advanced Computer Science & Applications*, 14.

Armenti, A., Bobbio, A., & Cottone, P. (2018). The PASSQ. *Aviation Psychology and Applied Human Factors*, 8(2), 112-123. https://doi.org/10.1027/2192-0923/a000145

ATAG. (2024). Aviation Benefits Behind Borders. Airtransport Action Group.

Babić, D., Kalić, M., Janić, M., Dožić, S., & Kukić, K. (2022). Integrated door-to-door transport services for air passengers: from intermodality to multimodality. *Sustainability*, 14(11), 6503. https://doi.org/10.3390/su14116503

Bezerra, G. and Gomes, C. (2015). The effects of service quality dimensions and passenger characteristics on passenger's overall satisfaction with an airport. *Journal of Air Transport Management*, 44-45, 77-81. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2015.03.001

Bezerra, G. ve Gomes, C. (2016). Performance measurement in airport settings: a systematic literature review. *Benchmarking an International Journal*, 23(4), 1027-1050. https://doi.org/10.1108/bij-10-2015-0099

Blom, A., Lange, F., & Hess, R. (2021). Omnichannel promotions and their effect on customer satisfaction. *European Journal of Marketing*, 55(13), 177-201. https://doi.org/10.1108/ejm-12-2018-0866

Boc, K., Štimac, I., Pivac, J. ve Bračić, M. (2023). An empirical investigation: does new airport terminal infrastructure improve the customer experience. *Sustainability*, 15(17), 13188. https://doi.org/10.3390/su151713188

Borg, A., & Boldt, M. (2020). Using vader sentiment and svm for predicting customer response sentiment. *Expert Systems with Applications*, 162, 113746.

Chanarpas, M. (2022). Customer loyalty in airline industry: a literature review. *International Journal of Current Science Research and Review*, 05(01). https://doi.org/10.47191/ijcsrr/v5-i1-27

Chandrasekaran, R., Desai, R., Shah, H., Kumar, V., Moustakas, E. et al. (2022). Examining public sentiments and attitudes to- ward covid-19 vaccination: infoveillance study using twitter posts. *JMIR infodemiology*, 2, e33909.

Chifu, A. (2023). Sentiment difficulty in aspect-based sentiment analysis. *Mathematics*, 11(22), 4647. https://doi.org/10.3390/math11224647

D'Alonzo, L., Leva, M. C., & Bucciarelli, E. (2021). Comparing passenger satisfaction, employees' perspective and performance on quality and safety indicators: a field study. *Sustainability*, 13(10), 5636. https://doi.org/10.3390/su13105636

Daya, N. (2023). Airport service satisfaction and experience in leyte: basis for airport service and facilities improvement. *International Journal of Research Studies in Management*, 11(13). https://doi.org/10.5861/ijrsm.2023.1170

Đoković, L. (2023). Application of ahp and mabac methods in the framework of multi-criteria decision-making in the selection of investment projects. Journal of Process Management *New Technologies*, 11(3-4), 105-114. https://doi.org/10.5937/jpmnt11-47800

Ehrgott, M. (2000). Multicriteria optimization. https://doi.org/10.1007/978-3-662-22199-0

Ejem, E. A., Ikeogu, V. N., Okafor, C. L., & Erumaka, P. O. (2020). Performance evaluation of terminal airspace system safety, delay and predictability of muritala mohammed international airport, ikeja lagos, nigeria. *Journal of Transportation Technologies*, 10(04), 351-363. https://doi.org/10.4236/jtts.2020.104022

Fernández, X. L., Coto-Millán, P., & Díaz-Medina, B. (2018). The impact of tourism on airport efficiency: The Spanish case. *Utilities Policy*, *55*, 52-58.

Fodness, D. and Murray, B. (2007). Passengers' expectations of airport service quality. *Journal of Services Marketing*, 21(7), 492-506. https://doi.org/10.1108/08876040710824852

Goyal, R., Reiche, C., Fernando, C., & Cohen, A. (2021). Advanced air mobility: demand analysis and market potential of the airport shuttle and air taxi markets. *Sustainability*, 13(13), 7421. https://doi.org/10.3390/su13137421

Goyal, R., Reiche, C., Fernando, C., & Cohen, A. (2021). Advanced air mobility: demand analysis and market potential of the airport shuttle and air taxi markets. *Sustainability*, 13(13), 7421. https://doi.org/10.3390/su13137421

Gössling, Stefan & Peeters, Paul. (2007). 'It Does Not Harm the Environment!' An Analysis of Industry Discourses on Tourism, Air Travel and the Environment. *Journal of Sustainable Tourism*. 15. 402-417. 10.2167/jost672.0.

Graham, W. R. M., Hall, C. A., & Morales, M. V. (2014). The potential of future aircraft technology for noise and pollutant emissions reduction. *Transport Policy*, 34, 36-51. https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2014.02.017

Guan, H., Líu, H., & Saadé, R. (2022). Analysis of carbon emission reduction in international civil aviation through the lens of shared triple bottom line value creation. Sustainability, 14(14), 8513. https://doi.org/10.3390/su14148513

Haider, S. and Khateeb, A. (2018). Adopting cloud computing inaviation industry for flight safety. *International Journal of Innovative Research in Computer Science & Technology*, 6(6), 133-137. https://doi.org/10.21276/ijircst.2018.6.6.4

Hasan, A. H., Moin, S., Karim, A., ve Shamshirband, S. (2018). Machine learning-based sentiment analysis for twitter accounts. *Mathematical and Computational Applications*, 23(1), 11. https://doi.org/10.3390/mca23010011

Henke, I., Esposito, M., Corte, V. D., Gaudio, G. D., & Pagliara, F. (2021). Airport efficiency analysis in europe including user satisfaction: a non-parametric analysis with dea approach. *Sustainability*, 14(1), 283. https://doi.org/10.3390/su14010283

Hutto, C., & Gilbert, E. (2014). Vader: A parsimonious rule-based model for sentiment analysis of social media text. Proceedings of the international AAAI conference on web and social media, 8, 216–225.

Hwang, C., ve Yoon, K. (1981). Topsis (technique for order preference by similarity to ideal solution)–a multiple attribute decisionmaking: multiple attribute decision making–methods and applications, a state-of-the-at survey. Methods and application: New York:Springer-Verlag Berlin Heidelberg. *Springer Publications*.

Jain, S., Chao, H., Mane, M., Crossley, W. A., & DeLaurentis, D. A. (2021). Estimating the reduction in future fleet-level co2 emissions from sustainable aviation fuel. *Frontiers in Energy Research*, 9. https://doi.org/10.3389/fenrg.2021.771705

Jiang, L., Zhu, M. ve Wang, W. (2014). Collaborative filtering recommendation algorithm applying multi-criteria decision making. *Advanced Materials Research*, 926-930, 3379-3383. https://doi.org/10.4028/www.scientific.net/amr.926-930.3379

Katerna, O. and Molchanova, K. (2021). Technological solutions for airports development during the digital transformation period. *Economic Analysis*, (31(3)), 143-149. https://doi.org/10.35774/econa2021.03.143

Keskin, B. and Köksal, C. D. (2019). A hybrid ahp/dea-ar model for measuring and comparing the efficiency of airports. *International Journal of Productivity and Performance Management*, 68(3), 524-541. https://doi.org/10.1108/ijppm-02-2018-0043

Khadilkar, H. and Balakrishnan, H. (2013). Metrics to characterize airport operational performance using surface surveillance data. *Air Traffic Control Quarterly*, 21(2), 183-206. https://doi.org/10.2514/atcq.21.2.183

Kwon, H.-J., Ban, H.-J., Jun, J.-K. ve Kim, H.-S. (2021). Topic Modeling and Sentiment Analysis of Online Review for Airlines. *Information*, *12*(2), 78. https://doi.org/10.3390/info12020078

Lagrari, F. ve Elkettani, Y. (2021). Traditional and deep learning approaches for sentiment analysis: a survey. *Advances in Science, Technology and Engineering Systems Journal*, 6(5), 1-7. https://doi.org/10.25046/aj060501

Lee, D. S., Fahey, D. W., Skowron, A., Allen, M., Burkhardt, U., Chen, Q., … & Wilcox, L. (2021). The contribution of global aviation to anthropogenic climate forcing for 2000 to 2018. *Atmospheric Environment*, 244, 117834. https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2020.117834

Lippitt, P., Itani, N., O'Connell, J. F., Warnock-Smith, D., & Efthymiou, M. (2023). Investigating airline service quality from a business traveller perspective through the integration of the kano model and importance–satisfaction analysis. *Sustainability*, 15(8), 6578. https://doi.org/10.3390/su15086578

Ma, G. and Ma, J. (2022). The impact of airport facility service quality on brand experience and passenger satisfaction: considering the mediating role of brand engagement. *Future Transportation*, 2(2), 501-521. https://doi.org/10.3390/futuretransp2020028

Magtangob, R. M. M., & Palaoag, T. D. (2023). Assessment of the healthcare administration of senior citizens from survey data using sentiment analysis. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 14.

Mardjo, A., & Choksuchat, C. (2022). Hyvadrf: hybrid vader–random forest and gwo for bitcoin tweet sentiment analysis. *IEEE Access*, 10, 101889–101897.

Materna, M. and Tomová, A. (2016). Long-haul low-cost air services: revealing key competitive features of airline within airline strategy. *Ekonomiczne Problemy Usług*, 124, 151-162. https://doi.org/10.18276/epu.2016.124-12

Medhat, W., Hassan, A. ve Korashy, H. (2014). Sentiment analysis algorithms and applications: A survey. *Ain Shams engineering journal*, 5, 1093–1113.

Mhlanga, O., Steyn, J. N., & Spencer, J. (2018). The airline industry in south africa: drivers of operational efficiency and impacts. *Tourism Review*, 73(3), 389-400. https://doi.org/10.1108/tr-07-2017-0111

Mishra, R., Pundir, A. K. ve Ganapathy, L. (2017). Evaluation and prioritisation of manufacturing flexibility alternatives using integrated ahp and topsis method. Benchmarking: *An International Journal*, 24(5), 1437-1465. https://doi.org/10.1108/bij-07-2015-0077

Monselise, M., Chang, C.-H., Ferreira, G., Yang, R., & Yang, C. C. (2021). Topics and sentiments of public concerns regarding covid-19 vaccines: Social media trend analysis. *Journal of medical Internet research*, 23, e30765.

Naruetharadhol, P., Wongsaichia, S., Zhang, S., Phonthanukitithaworn, C., & Ketkaew, C. (2022). Understanding consumer buying intention of e-commerce airfares based on multivariate demographic segmentation: a multigroup

structural equation modeling approach. *Sustainability*, 14(15), 8997. https://doi.org/10.3390/su14158997

Netto, A., Salomon, V., Ortíz-Barrios, M., Florek-Paszkowska, A., Petrillo, A. ve Oliveira, O. (2020). Multiple criteria assessment of sustainability programs in the textile industry. *International Transactions in Operational Research,* 28(3), 1550-1572. https://doi.org/10.1111/itor.12871

Nugraha, A. F. ve Sabrina, F. (2024). Selection of photocopy business branch locations using the cut off point, ahp and topsis methods. *Journal La Multiapp*, 5(2), 78-88. https://doi.org/10.37899/journallamultiapp.v5i2.1180

Nurcahyawati, V. and Mustaffa, Z. (2023). Vader lexicon and support vector machine algorithm to detect customer sentiment orientation. *Journal of Information Systems Engineering and Business Intelligence*, 9(1), 108-118. https://doi.org/10.20473/jisebi.9.1.108-118

Okoth, D., Patel, N., & Awuor, E. (2024). Operational excellence and customer satisfaction in the service industry in kenya. *International Journal of Research Publication and Reviews*, 4781-4786. https://doi.org/10.55248/gengpi.5.0624.1576

Permanasari, A., Wisaksono, M. ve Kusumawardani, S. (2020). A multi criteria decision making to support major selection of senior high school. *Ijitee International Journal of Information Technology and Electrical Engineering*, 3(4), 128. https://doi.org/10.22146/ijitee.54427

Pholsook, T., Wipulanusat, W., Thamsatitdej, P., Ramjan, S., Sunkpho, J., & Ratanavaraha, V. (2023). A three-stage hybrid sem-bn-ann approach for analyzing airport service quality. *Sustainability*, 15(11), 8885. https://doi.org/10.3390/su15118885

Pozdílková, A., Pozdílek, M. ve Hedvičáková, M. (2023). Analysis of bank accounts using multi-criteria decision-making and a custom web application.. https://doi.org/10.36689/uhk/hed/2023-01-051

Qiu, R., Hou, S., Chen, X. Ve Meng, Z. (2021). Green aviation industry sustainable development towards an integrated support system. *Business Strategy and the Environment,* 30(5), 2441-2452. https://doi.org/10.1002/bse.2756

Queiroz Júnior, Hélio Da Silva, Marcos Araújo De Souza Celestino, Carolina Farias Ferreira De Souza, Viviane Adriano Falcão ve Flávia De Castro Camioto (2023). "CO $_2$ Emissions in Air Transport: A Comparative Study Using Data Envelopment Analysis." *Transportation Research Record: Journal of the Transportation Research Board*, https://doi.org/10.1177/03611981231193407

Rahim, R., Supiyandi, S., Siahaan, A., Listyorini, T., Utomo, A., Triyanto, W., … ve Khairunnisa, K. (2018). Topsis method application for decision support system in internal control for selecting best employees. *Journal of Physics Conference Series*, 1028, 012052. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1028/1/012052

Rengarajan, S., Moser, R., Tillessen, L., Narayanamurthy, G., & Jayanth, R. (2021). Decision model innovation for competitive productivity (cp) in the airport industry. *International Journal of Contemporary Hospitality Management*, 33(9), 3021-3039. https://doi.org/10.1108/ijchm-09-2020-1041

Safaeimanesh, F., Kılıç, H., Alipour, H. ve Safaeimanesh, S. (2021). Self-service technologies (ssts)—the next frontier in service excellence: implications for tourism industry. *Sustainability*, 13(5), 2604. https://doi.org/10.3390/su13052604

Saini, Arun, Dothang Truong ve Jing Yu Pan (2023). "Airline Efficiency and Environmental Impacts – Data Envelopment Analysis." *International Journal of Transportation Science and Technology* 12, no. 2: (335–53. https://doi.org/10.1016/j.ijtst.2022.02.005.

See, Kok Fong, Tolga Ülkü, Peter Forsyth ve Hans-Martin Niemeier (2023). "Twenty Years of Airport Efficiency and Productivity Studies: A Machine Learning Bibliometric Analysis." *Research in Transportation Business & Management* 46 100771. https://doi.org/10.1016/j.rtbm.2021.100771.

Sanskriti Verma. (2024). Artificial Intelligence and Machine Learning in Aviation Industry. *IJFMR*. Volume 6, Issue 2, March-April 2024. DOI 10.36948/ijfmr.2024.v06i02.17562

Setiyadi, A. ve Setiawan, E. (2021). Model recommendation creation for new entrepreneur using topsis method in bandung raya. *Journal of Engineering Research*. https://doi.org/10.36909/jer.asseee.16101

Shamohammadi, M., Park, Y., Choi, J. H. ve Kwon, O. K. (2022). Exploring the performance of international airports in the pre- and post-covid-19 era: evidence from incheon international airport. *Sustainability*, 14(7), 4222. https://doi.org/10.3390/su14074222

Shan, Z., Wan, L., Lv, Y., Jiang, X. ve Ye, W. (2024). Research on the impact mechanism of airport operation based on life cycle theory., 50. https://doi.org/10.1117/12.3054527

She, Y. (2023). From takeoff to touchdown: a decade's review of carbon emissions from civil aviation in china's expanding megacities. *Sustainability*, 15(24), 16558. https://doi.org/10.3390/su152416558

Skytrax. (t.y.). *Palma Havalimanı yolcu yorumları*. Airline Quality. https://www.airlinequality.com/airport-reviews/palma-airport/page/1/

Song, C., Guo, J. ve Zhuang, J. (2020). Analyzing passengers' emotions following flight delays-a 2011–2019 case study on skytrax comments. *Journal of Air Transport Management*, 89, 101903.

Sulu, D., Araslı, H. ve Saydam, M. (2021). Air-travelers' perceptions of service quality during the covid-19 pandemic: evidence from tripadvisor sites. *Sustainability*, 14(1), 435. https://doi.org/10.3390/su14010435

Tanrıverdi, Gökhan, Rico Merkert, Çağlar Karamaşa ve Veysi Asker (2023). "Using Multi-Criteria Performance Measurement Models to Evaluate the Financial, Operational and Environmental Sustainability of Airlines." *Journal of Air Transport Management* 112. 102456. https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2023.102456.

Taş, M., Çakır, E. ve Ulukan, Z. (2021). Spherical fuzzy swara-marcos approach for green supplier selection. *3c Tecnología_glosas De Innovación Aplicadas a La Pyme*, 115-133. https://doi.org/10.17993/3ctecno.2021.specialissue7.115-133

Teixeira, R., Antunes, J. J. M., Wanke, P., Correa, H. L. ve Tan, Y. (2023). Customer satisfaction and airport efficiency in Brazil: A hybrid NDEA-AHP approach. *Benchmarking: An International Journal*, *ahead-of-print*(ahead-of-print). https://doi.org/10.1108/BIJ-11-2022-0702

Tuğrul, F., Çitil, M., Karasolak, B., ve Dagli, M. (2020). Interpretation of physical conditions of schools with fuzzy multi criteria decision making. *Journal of Universal Mathematics*, 3(1), 46-52. https://doi.org/10.33773/jum.655048

Ukwandu, E., Farah, M. A. B., Hindy, H., Bureš, M., Atkinson, R., Tachtatzis, C. ve Bellekens, X. (2022). Cyber-security challenges in aviation industry: a review of current and future trends. *Information*, 13(3), 146. https://doi.org/10.3390/info13030146

Usman, A., Azis, Y., Harsanto, B. ve Azis, A. M. (2023). The impact of service orientation and airport service quality on passenger satisfaction and image: evidence from indonesia. *Logistics*, 7(4), 102. https://doi.org/10.3390/logistics7040102

Ülkü, T. (2015). A comparative efficiency analysis of Spanish and Turkish airports. *Journal of Air Transport Management*, *46*, 56-68.

Wiredja, D., Popovic, V. ve Blackler, A. (2019). A passenger-centred model in assessing airport service performance. *Journal of Modelling in Management*, 14(2), 492-520. https://doi.org/10.1108/jm2-10-2018-0171

Yanxiang Li ve Jiajia Jiao (2021). A Hybrid Sentiment Analysis Method of Transformer and Capsule Network for Hotel Reviews. *Academic Journal of Computing & Information Science*, Vol. 4, Issue 1: 60-65. https://doi.org/10.25236/AJCIS.2021.040110.

Yilmaz, M. K., Kusakci, A. O., Aksoy, M. ve Hacioglu, U. (2022). The evaluation of operational efficiencies of Turkish airports: An integrated spherical fuzzy AHP/DEA approach. *Applied Soft Computing*, *119*, 108620. https://doi.org/10.1016/j.asoc.2022.108620

Zeng, Z., Wang, M., Gao, X. ve Wang, N. (2024). Exploring passenger satisfaction in multimodal railway hubs: a social media-based analysis of travel behavior in china's major rail stations. *Sustainability*, 16(12), 4881. https://doi.org/10.3390/su16124881

Zhou, F., Huang, S. ve Matthews, M. (2024). Understanding solo female travellers in canada: a two-factor analysis of hotel satisfaction and dissatisfaction using tripadvisor reviews. *Tourism and Hospitality*, 5(1), 167-186. https://doi.org/10.3390/tourhosp5010012