



**T.C. İSTANBUL T CARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAVAYOLU İŞLETMELERİNİN OPERASYONEL PERFORMANSLARININ  
SWARA TOPSIS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ANALİZİ**

**Rabia DEMİR GÜVEN**

**Danışman**

**Dr.   r. Üyesi Emin Başar BAYLAN**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL – 2023**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Rabia DEMİR GÜVEN** tarafından hazırlanan "**Havayolu İşletmelerinin Operasyonel Performanslarının SWARA TOPSIS Yöntemleri Kullanılarak Analizi**" adlı tez çalışması .../.../.... tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü **Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı**’nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

|                   |                                                                   |       |
|-------------------|-------------------------------------------------------------------|-------|
| <b>Danışman</b>   | <b>Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN</b><br>Piri Reis Üniversitesi | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | <b>Prof. Dr. Oğuz BORAT</b><br>İstanbul Ticaret Üniversitesi      | ..... |
| <b>Jüri Üyesi</b> | <b>Dr. Öğr. Üyesi Özge YANIKOĞLU</b><br>Özyeğin Üniversitesi      | ..... |

**Onay Tarihi : 17.02.2023**

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsünün 17.02.2023 tarih ve 2023/375 numaralı Yönetim Kurulu Kararının 10. maddesi gereğince, ders yüklerini ve tez yükümlülüğünü yerine getirdiği belirlenen “**Rabia DEMİR GÜVEN**” adlı öğrencinin mezun olmasına oy birliği ile karar verilmiştir.

**Prof. Dr. Doğan KAYA**  
**Enstitü Müdürü**

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı

beyan ederim.

**17.02.2023**

Rabia Demir GÜVEN

## İÇİNDEKİLER

|                                                              | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------|-------|
| İÇİNDEKİLER.....                                             | i     |
| ÖZET .....                                                   | ii    |
| ABSTRACT .....                                               | iii   |
| TEŞEKKÜR .....                                               | iv    |
| ŞEKİLLER .....                                               | v     |
| ÇİZELGELER.....                                              | vi    |
| SİMGELER VE KISALTMALAR .....                                | vii   |
| 1. GİRİŞ .....                                               | 1     |
| 1.1. Karar Verme ve ÇKKV Yöntemleri .....                    | 2     |
| 1.2. Dünyada Sektördeki Durum .....                          | 4     |
| 1.3. Türkiye’de Sektördeki Durum .....                       | 10    |
| 2. LİTERATÜR ÖZETİ .....                                     | 14    |
| 2.1. SWARA Yöntemi .....                                     | 14    |
| 2.2. Havayolu İşletmelerinde Performans Değerlendirmesi..... | 16    |
| 3. YÖNTEM .....                                              | 20    |
| 3.1. SWARA Yöntemi .....                                     | 20    |
| 3.2. TOPSIS Yöntemi .....                                    | 23    |
| 4. SWARA TABANLI TOPSIS UYGULAMASI .....                     | 29    |
| 4.1. Örneklem.....                                           | 30    |
| 4.1.1. Southwest Airlines .....                              | 31    |
| 4.1.2. Delta Air Lines .....                                 | 32    |
| 4.1.3. Air China .....                                       | 32    |
| 4.1.4. China Southern Airlines.....                          | 33    |
| 4.1.5. United Airlines Holdings.....                         | 34    |
| 4.1.6. China Eastern Airlines .....                          | 35    |
| 4.1.7. American Airlines .....                               | 35    |
| 4.1.8. International Consolidated Airlines .....             | 36    |
| 4.1.9. Lufthansa Group.....                                  | 37    |
| 4.1.10. Turkish Airlines.....                                | 38    |
| 4.2. SWARA Yöntemi Uygulaması .....                          | 39    |
| 4.3. TOPSIS Yöntemi Uygulaması .....                         | 49    |
| 5. SONUÇ VE ÖNERİLER .....                                   | 64    |
| KAYNAKLAR .....                                              | 66    |
| EKLER.....                                                   | 76    |
| ÖZGEÇMİŞ .....                                               | 80    |

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### HAVAYOLU İŞLETMELERİNİN OPERASYONEL PERFORMANSLARININ SWARA TOPSIS YÖNTEMLERİ KULLANILARAK ANALİZİ

Rabia DEMİR GÜVEN

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Emin Başar BAYLAN  
2023, 80 sayfa

İşletmeler kendi performanslarını ölçerken bazı anahtar / temel performans göstergeleri kullanmaktadır. Bu göstergeler işletmelerin varoluş amaçlarından yola çıkılarak oluşturulmaktadır. Hem işletme içindeki departmanlar hem de dış yatırımcılar / gözlemciler bu göstergeleri kullanarak diğer işletmelerle kıyaslama yapabilmekte veya yatırım kararı verebilmektedir.

Havacılık sektöründe havayolu işletmelerinin kullandığı ve uçuş operasyonunun etrafında toplanan sektöre özel göstergeler yer almaktadır. Bu çalışmada, bu göstergeler kullanılarak havayolu işletmelerinin operasyonel performansı analiz edilmiş ve en iyi performansı gösteren işletmeyi elde edebilmek için Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri'nden (ÇKKV) TOPSIS yöntemi kullanılmıştır. Literatür taraması yapılarak ve havacılık yönetiminde uzman karar vericilerle çalışarak 10 adet kriter belirlenmiş ve TOPSIS yöntemine girdi sağlayacak kriter ağırlıkları, SWARA yöntemiyle hesaplanmıştır.

Uygulama için 2021 yıl sonu pazar payı değerine göre 10 havayolu işletmesi seçilmiştir. Bu işletmeler pazar payı değerinin %30'unu oluşturmaktadır. 2020 yılında başlayan pandemiden sonra havayolu işletmelerinin tekrardan yükselişe geçtiği 2021 yıl sonu verileri analiz edilmiştir. Uygulama sonucunda Southwest Airlines en iyi performansı gösteren işletme olmuştur, sırayla Turkish Airlines ve Delta Air Lines takip etmiştir. Sektöre özel göstergeler oranlarla kullanıldığı için sektörece kullanılabilir yapı oluşturulmak hedeflenmiştir.

**Anahtar Kelimeler:** Çok kriterli karar verme yöntemi (ÇKKV), havacılıkta performans analizi, havayolları performans analizi, karar verme, performans analizi, operasyonel performans analizi, SWARA, TOPSIS.

## **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

### **AN ANALYSIS OF THE OPERATIONAL PERFORMANCE OF AIRLINES USING SWARA TOPSIS METHODS**

**Rabia DEMİR GÜVEN**

**Istanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Sciences  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Assist. Prof. Dr. Emin Başar BAYLAN  
2023, 80 pages**

Businesses use some key performance indicators to measure their own performance. These indicators are formed on the basis of the existence purposes of the enterprise. Both internal departments and external investors or observers can use these indicators to compare other businesses or make investment decisions.

There are sector-specific indicators used by airline companies in the aviation sector and gathered around the flying operation. In this study, the operational performance of airline companies was analyzed by using these indicators and the TOPSIS method, one of the Multi-Criteria Decision Making Methods (MCDM), was used to obtain the best performing airline. By reviewing the literature and working with decision makers who are experts in aviation management, 10 criteria were determined and the criteria weights that would provide input to the TOPSIS method were calculated with the SWARA method.

For the implementation, 10 airline companies were selected according to the market share value of the end of 2021. These businesses account for 30% of the market share value. After the pandemic that started in 2020, the data for the end of 2021, when airline companies started to rise again, were analyzed. As a result of the implementation, Southwest Airlines was the best performing business, followed by Turkish Airlines and Delta Air Lines. Since sector-specific indicators are used with ratios, it is aimed to create a structure that can be used by the sector.

**Keywords:** Decision making, multi criteria decision making (MCDM), performance analysis, operational performance analysis, performance analysis of airlines, performance analysis in aviation, SWARA, TOPSIS.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Sayın Dr. Öğretim Üyesi Emin Başar Baylan'a teşekkürlerimi sunarım. Araştırmada ve uygulamanın her adımında destekleri için değerli hocam Sayın Dr. Öğr. Üyesi Özge Yanıkoğlu'na teşekkür ederim. Uygulamada destekleri için değerli hocalarım Sayın Öğr. Görevlisi Cem Ersöz ve Sayın Öğr. Görevlisi Mehmet Ertürk'e teşekkür ederim.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Rabia Demir GÜVEN  
İstanbul, 2023

## ŞEKİLLER

|                                                                                    | Sayfa |
|------------------------------------------------------------------------------------|-------|
| Şekil 1.1 ÇKKV Problemleri .....                                                   | 3     |
| Şekil 1.2 Pazar Payı B (\$) .....                                                  | 4     |
| Şekil 1.3 Yolcu Talebi Senelik Büyüme .....                                        | 5     |
| Şekil 1.4 Gelir .....                                                              | 6     |
| Şekil 1.5 Net Kar .....                                                            | 6     |
| Şekil 1.6 Uçuş Sayısı .....                                                        | 7     |
| Şekil 1.7 Uçan Yolcu Sayısı .....                                                  | 8     |
| Şekil 1.8 Uluslararası Uçuşlar LF .....                                            | 8     |
| Şekil 1.9 Uçak Sayısına Göre Top 10 Havayolları 2021 .....                         | 9     |
| Şekil 1.10 Yolcu Sayısına Göre Top 10 Havayolları 2020 .....                       | 9     |
| Şekil 1.11 Uçak Sayısı .....                                                       | 11    |
| Şekil 1.12 Yolcu Trafiği .....                                                     | 12    |
| Şekil 1.13 Uçak Trafiği .....                                                      | 13    |
| Şekil 3.1 SWARA Yönteminin Uygulama Adımları .....                                 | 21    |
| Şekil 3.2 TOPSIS Yönteminin Uygulama Adımları .....                                | 24    |
| Şekil 4.1 Havayolu Kriter Değerleri Tanımlayıcı İstatistik .....                   | 50    |
| Şekil 4.2 Ortalama Uçak Yaşı .....                                                 | 51    |
| Şekil 4.3 Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet .....                          | 52    |
| Şekil 4.4 Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir .....                            | 52    |
| Şekil 4.5 Kar Marjı .....                                                          | 53    |
| Şekil 4.6 Yolcu Doluluk Oranı .....                                                | 54    |
| Şekil 4.7 Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı .....                                       | 54    |
| Şekil 4.8 Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı .....                                         | 55    |
| Şekil 4.9 Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı .....                                      | 56    |
| Şekil 4.10 Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı .....                                      | 57    |
| Şekil 4.11 Başabaş Yolcu Doluluk Oranı - BELF .....                                | 58    |
| Şekil A.1 SWARA Yönteminin Literatürdeki Yeri - Havacılık Dışı .....               | 76    |
| Şekil A.2 SWARA Yönteminin Literatürdeki Yeri - Havacılık .....                    | 76    |
| Şekil A.3 Havayolu İşletmeleri Performans Değerlendirmesi - Dünya'dan Özet .....   | 77    |
| Şekil A.4 Havayolu İşletmeleri Performans Değerlendirmesi - Türkiye'den Özet ..... | 77    |



## ÇİZELGELER

|                                                                          | Sayfa |
|--------------------------------------------------------------------------|-------|
| Çizelge 1.1 ÇKKV Yöntem Sınıflandırması .....                            | 3     |
| Çizelge 1.2 Türkiye'de Hava Taşıma İşletmeleri .....                     | 10    |
| Çizelge 1.3 Türkiye'deki Havayolu İşletmeleri .....                      | 10    |
| Çizelge 1.4 Türkiye'de Havalimanları, Heliportlar ve İniş Şeritleri..... | 11    |
| Çizelge 1.5 Türkiye'de Hava Yolcu Trafiği .....                          | 12    |
| Çizelge 1.6 Uçak Trafiği .....                                           | 13    |
| Çizelge 3.1 SWARA Yöntemi Matriksi .....                                 | 23    |
| Çizelge 3.2 Örnek Karar Matrisi .....                                    | 23    |
| Çizelge 4.1 Havayolu Örneklemi .....                                     | 30    |
| Çizelge 4.2 Dönüşüm Birimleri.....                                       | 31    |
| Çizelge 4.3 Southwest Airlines Ana Veri .....                            | 31    |
| Çizelge 4.4 Delta Air Lines Ana Veri .....                               | 32    |
| Çizelge 4.5 Air China Ana Veri.....                                      | 33    |
| Çizelge 4.6 China Southern Airlines Ana Veri .....                       | 34    |
| Çizelge 4.7 United Airlines Holdings Ana Veri .....                      | 34    |
| Çizelge 4.8 China Eastern Airlines Ana Veri .....                        | 35    |
| Çizelge 4.9 American Airlines Ana Veri.....                              | 36    |
| Çizelge 4.10 International Consolidated Airlines Ana Veri .....          | 37    |
| Çizelge 4.11 Lufthansa Group Ana Veri .....                              | 38    |
| Çizelge 4.12 Turkish Airlines Ana Veri .....                             | 38    |
| Çizelge 4.13 Belirlenen Kriterler .....                                  | 39    |
| Çizelge 4.14 SWARA Uzman 1 Çalışma Tablosu.....                          | 41    |
| Çizelge 4.15 SWARA Uzman 2 Çalışma Tablosu.....                          | 42    |
| Çizelge 4.16 SWARA Uzman 3 Çalışma Tablosu.....                          | 42    |
| Çizelge 4.17 SWARA Uzman Çalışma Tablosu Tüm .....                       | 43    |
| Çizelge 4.18 Görelî Ortalama Önem Derecesi Puanı .....                   | 44    |
| Çizelge 4.19 Görelî Ortalama Önem Derecesi Puanı Kriter Sıralaması ..... | 44    |
| Çizelge 4.20 Karşılaştırmalı Önem Derecesi Puanı .....                   | 45    |
| Çizelge 4.21 Katsayı Değeri .....                                        | 46    |
| Çizelge 4.22 Düzeltilmiş Ağırlık .....                                   | 47    |
| Çizelge 4.23 Nihai Ağırlık .....                                         | 47    |
| Çizelge 4.24 SWARA Kriter Ağırlıkları .....                              | 48    |
| Çizelge 4.25 Kriterlerin Hesaplanan Değerleri.....                       | 49    |
| Çizelge 4.26 Fayda Matrisi .....                                         | 50    |
| Çizelge 4.27 TOPSIS Karar Matrisi.....                                   | 58    |
| Çizelge 4.28 Fayda ve Ağırlık Matrisi .....                              | 59    |
| Çizelge 4.29 Normalleştirilmiş Karar Matrisi .....                       | 59    |
| Çizelge 4.30 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi .....                      | 60    |
| Çizelge 4.31 Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler .....                     | 61    |
| Çizelge 4.32 Nispi Yakınlıklar .....                                     | 61    |
| Çizelge 4.33 Yakınlık Değerleri.....                                     | 62    |
| Çizelge 4.34 TOPSIS Uygulama Sonucu.....                                 | 63    |
| Çizelge 5.1 Kriterlere ve TOPSIS'e göre sıralama .....                   | 65    |
| Çizelge A.1 Havayolu Ana Verisi Konsolide Durum .....                    | 78    |
| Çizelge A.2 SWARA Uzman Çalışma Tablosu .....                            | 79    |

## SİMGELER VE KISALTMALAR

|            |                                                                      |
|------------|----------------------------------------------------------------------|
| AHP        | Analytical Hierarchy Process                                         |
| ANP        | Analytic Network Process                                             |
| ARAS       | Additive Ratio Assessment System                                     |
| ASK        | Available Seat Kilometer                                             |
| ASM        | Available Seat Mile                                                  |
| BELF       | Break Even Load Factor                                               |
| BWM        | Best-Worst Method                                                    |
| CASK       | Cost per Available Seat Kilometer                                    |
| COPRAS     | The Complex Proportional Assessment                                  |
| ÇKKV       | Çok Kriterli Karar Verme                                             |
| DEA        | Data Envelopment Analysis                                            |
| DEMATEL    | Decision Making Trial and Evaluation Laboratory                      |
| DHMI       | Devlet Hava Meydanları İşletmesi                                     |
| EDAS       | Evaluation based on Distance from Average Solution                   |
| ELECTRE 1  | Elimination and Choice Expressing Reality                            |
| GRA        | Grey Relational Analysis                                             |
| ICAO       | International Civil Aviation Organization                            |
| Km         | Kilometre                                                            |
| KPI        | Key Performance Indicator                                            |
| LF         | Load Factor                                                          |
| MABAC      | Multi-attributive Border Approximation Area Comparison               |
| MACBETH    | Measuring Attractiveness by a Categorical Based Evaluation Technique |
| MAUT       | The Multi-Attribute Utility Theory                                   |
| MCDM       | Multi Criteria Decision Making                                       |
| MCMC       | Markov Chain Monte Carlo                                             |
| MULTIMOORA | The Multi-Objective Optimization by Ratio Analysis                   |
| PROMETHEE  | Preference Ranking Organization Method for Enrichment Evaluation     |
| RASK       | Revenue per Available Seat Kilometer                                 |
| RPK        | Revenue Passenger Kilometer                                          |
| RPM        | Revenue Passenger Mile                                               |
| SAW        | The Simple Additive Weighting                                        |
| SHGM       | Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü                                      |
| SMAA-2     | Stochastic Multicriteria Acceptability Analysis 2                    |
| SWARA      | Step-wise Weight Assessment Ratio Analysis                           |
| TCMB       | Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası                                    |
| THY        | Türk Hava Yolları                                                    |
| TODIM      | The Interactive Multi-Criteria Decision Making Model                 |
| TOPSIS     | Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution       |
| UTA        | Utility Additive                                                     |
| UTADIS     | Utilities Additives Discriminantes                                   |
| VIKOR      | VlseKriterijumska Optimizacija I Kompromisno Resenje                 |
| WASPAS     | Weighted Aggregated Sum Product Assessment                           |
| WP         | The Weighted Product                                                 |
| \$         | Dolar Para Birimi                                                    |

## 1. GİRİŞ

Birçok endüstriyle bağlantılı ulaştırma sektörünün dallarından olan biri sivil havacılık sektöründe hızlı bir şekilde büyüme gerçekleşmiştir. Bu durum 20 yy. sonlarında küresel ekonomide gerçekleşen ekonomik büyümeye paralel şekilde gerçekleşmiştir. Serbestleştirme politikaları sektörün gelişmesine ivme kazandırmıştır. Özellikle 1978 yılındaki ABD'deki Havayolu Serbestleşme Kanunu (Airline Deregulation Act-1978) serbestleştirme hareketlerinin en önemlilerinden biridir. Bu kanun sonrasında rotalar, uçuş programları ve bilet fiyatları üzerindeki kontrol ortadan kalkarak rota ve fiyat belirleme işlemleri işletmelerin kendi inisiyatiflerine bırakılmıştır. Bu serbestleştirme ayrıca sektördeki rekabetin de artmasına neden olmuştur. (Sarıbaş ve Tekiner, 2015). Pazara yeni havayolu işletmeleri dahil olmuş, bilet fiyatları düşüşe geçmiş, uçak seferleri ve doluluk oranları artmış ve havayolu taşımacılığı orta gelirli insanların da ulaşabileceği bir konuma gelmiştir (Bahar, 2018).

SHGM'nin yaptığı tanıma göre; hava araçlarıyla ticari bir amaçla belirli bir hat üzerinde ücreti karşılığında yolcu ve / veya yük taşıması yapan işletmeler hava taşıma işletmesi olarak adlandırılmaktadır. Ayrıca eğitim faaliyetleri ve ücret karşılığı olup olmadığı dikkate alınmaksızın hava işi yapan işletmeler de hava taşıma işletmesi olarak adlandırılmaktadır (SHGM, 1987). Temel işlevine baktığımızda; uçuş faaliyetlerinin gerçekleştirilmesinin havayolu işletmelerinin temel üretim işlevi olduğu görülmektedir (Özenen, 2003). Hava taşıma işletmeleri aşağıda yer alan 4 grup olarak ele alınmaktadır. Uygulamada bu listede yer alan havayolu işletmeleri ile performans analizi gerçekleştirilecektir.

- havayolu,
- hava taksi,
- genel havacılık,
- balon işletmeleri

### 1.1. Karar Verme ve ÇKKV Yöntemleri

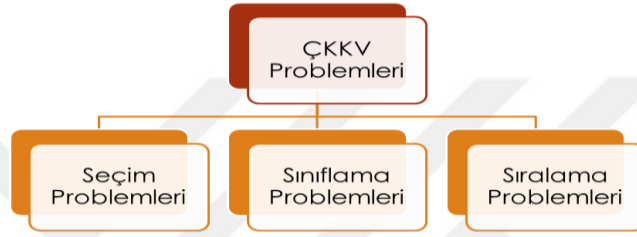
Karar Verme, tüm alternatifler arasından amaca en uygun bir veya birkaç alternatifin seçilmesidir. Karar verme probleminde seçenekler arasından bir seçim yapılırken birçok kriter göz önünde bulundurulmaktadır. Çok Kriterli Karar Verme yöntemleri alternatif ve kriterlerin fazla sayıda olduğu durumlarda karar verme sürecine bir destek oluşturmaktadır (Altan ve Atan, 2020). ÇKKV problemleri, birden fazla kriterin optimize edildiği çözüm setleri içinden en iyi alternatifin seçilmesi ile sonuçlanan problemler olarak da tanımlanabilmektedir (Özdemir, 2015). Karar verme süreci problem tanımı ile başlar ve en iyi alternatifin seçimi ile tamamlanır. Karar verme sürecinin aşamaları aşağıdaki gibi sıralanabilir (Altan ve Atan, 2020):

1. Amacın belirlenmesi veya sorunun tanımlanması
2. Alternatif çözüm kümesinin oluşturulması
3. Kriter veya kriterlerin belirlenmesi
4. Alternatiflerin değerlendirilmesi
5. Alternatifin seçilmesi
6. Seçilmiş alternatifin uygulanması
7. Sonuçların değerlendirilmesi

Karar verme yöntemleri 3 ana başlıkta sınıflandırılabilir (Altan ve Atan, 2020):

- Tek Amaçlı Karar Verme Yöntemleri: Bu yöntemde bir amacın olduğu durumda seçenekler değerlendirilmektedir. Etki diyagramı ve karar ağacı bu yöntemdeki temel araçlardır (Zhou vd., 2006).
- Karar Destek Sistemi: Bir yazılım sistemidir ve karar vericiye karmaşık problemlerin çözümünde yardımcı olmaktadır (Zhou vd., 2006).
- Çok Kriterli Karar Verme: Birden çok disiplinin bir araya gelip karar vericiye problemi çok boyutla değerlendirme ve karar alma imkanı sağlayan bir yapıdır (Altan ve Atan, 2020).

ÇKKV yöntemlerinde, somut ya da soyut pek çok kriter veya niteliğin probleme dahil edilmesiyle; çok sayıdaki potansiyel seçenek içerisinde karar vericinin amaçlarını eniyleyecek alternatifin seçilmesi üzerine bir yapı kurulmuştur (Altan ve Atan, 2020). ÇKKV problemleri üç başlık altında incelenebilir, 1.1. numaralı şekilde gösterilmiştir (Vassilev vd., 2005). Seçim problemlerinde amaç en iyi alternatifin belirlenmesidir. Sınıflama problemlerinde alternatifler tercihlere veya belirli kriterlere göre sınıflanırlar. Sıralama problemlerinde ise alternatifler iyiden kötüye doğru sıralanırlar (Özdemir, 2015).



Şekil 1.1 ÇKKV Problemleri (Vassilev vd., 2005)

ÇKKV problemlerinin çözümünde kullanılan çok fazla yöntem bulunmaktadır. Bu yöntemler yukarıda yer alan 1.1. numaralı şekilde gösterilen problem tiplerine göre sınıflandırıldığında; 1.1 numaralı çizelge karşımıza çıkmaktadır.

Çizelge 1.1 ÇKKV Yöntem Sınıflandırması (Ishizaka ve Nemery, 2013)

| Seçim Problemleri                                                                            | Sınıflama Problemleri                                                     | Sıralama Problemleri                         |
|----------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| AHP<br>ANP<br>MAUT / UTA<br>MACBETH<br>PROMETHEE<br>ELECTRE I<br>TOPSIS<br>Hedef Programlama | AHP<br>ANP<br>MAUT / UTA<br>MACBETH<br>PROMETHEE<br>ELECTRE III<br>TOPSIS | AHPSort<br>UTADIS<br>Flowsort<br>Electre-Tri |

## 1.2. Dünyada Sektördeki Durum

Havayolu ulaştırmasının sektör olarak doğuşu Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın (ICAO) 1944 yılında kurulması ile gerçekleşmiştir (Tutulmaz, 2013). 20. Yüzyılın sonlarına doğru teknoloji ve bilgi teknolojilerindeki gelişmeler küresel dünyada sektörün ivme kazanmasını ve hızla gelişimini sağlamıştır. İnovatif çalışmalar işletmelerin sektörde bilinirliğini artırmıştır. Pandeminin etkisiyle 2020'de gerileyen sektör, 2021'de kendini toparlamaya başlamıştır, görsellerle bu durum açıklanmaya çalışılmıştır.

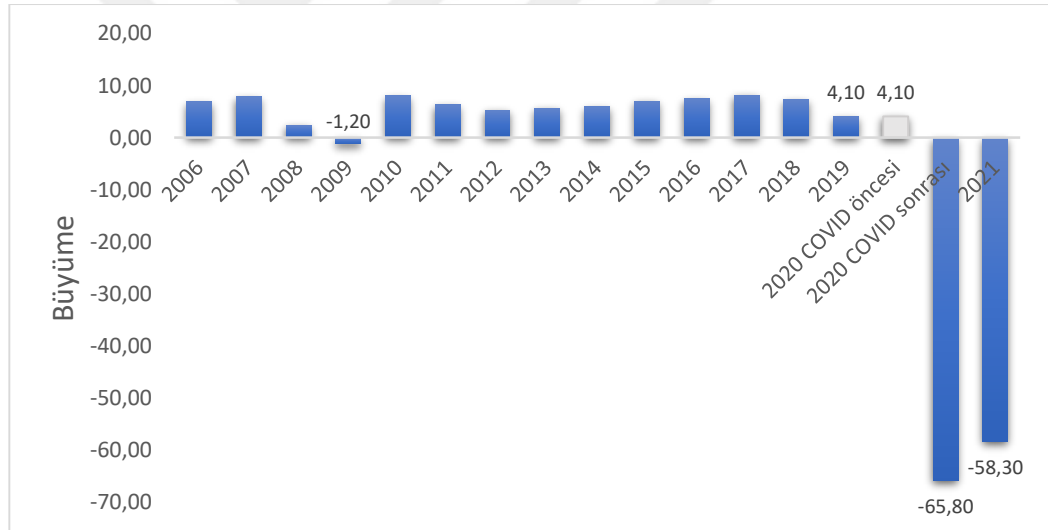


Şekil 1.2 Pazar Payı B (\$) (Salas, 2022)

Şekil 1.2'de 2018-2021 sene sonu pazar payları grafiği gösterilmiştir. Pandemi öncesine kadarki süreçte sektör senelik 800 milyar \$'dan fazla bir pazar payına ulaşmıştır. Diğer bir deyişle 2018 ve 2019 senelerinde pazar payının 800 milyar \$'dan yüksek olduğu grafikte gösterilmiştir. Pandemi etkisiyle 2020 senesinde bir önceki seneye göre %56'lık bir düşüş gerçekleşmiş ve pazar payı 359 milyar \$'a düşmüştür. Kısıtlamaların yavaş yavaş kalkması ve trafiğin artması dolayısıyla şekil 1.2'de görüldüğü üzere; 2021 senesinde ise bir önceki seneye göre %31,3 artış gerçekleşerek yaklaşık 472 milyar \$'lık bir pay ile kapanmıştır. Sektör pandemi

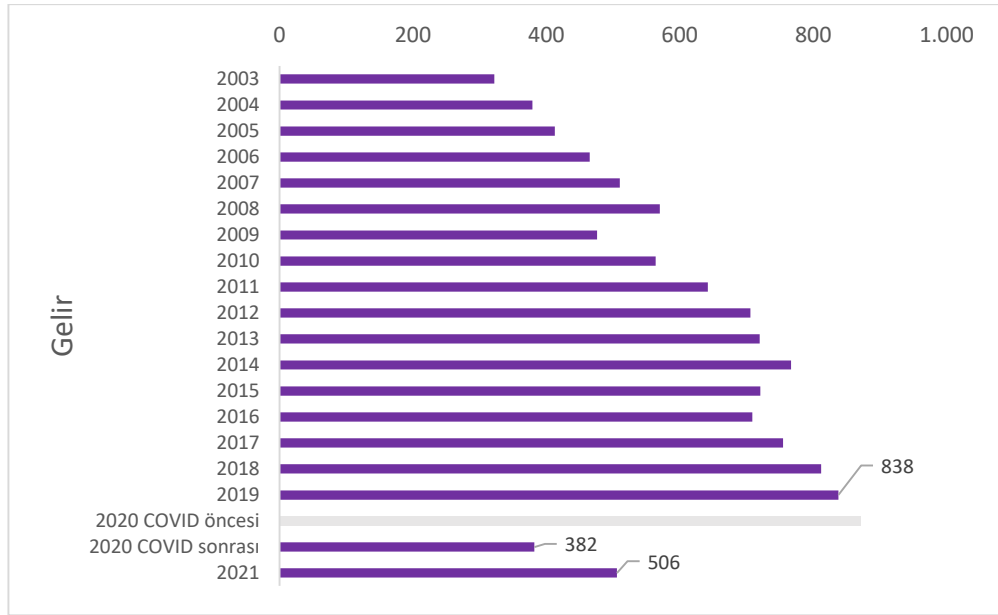
öncesine henüz dönememiş olsa da pandemi senesinin etkisini en aza indirip yükselişe geçmiştir.

Şekil 1.3'te 2006 – 2021 seneleri arasındaki senelik yolcu talebi büyümesi verileri paylaşılmıştır. Her senede, bir önceki seneye göre büyüme miktarı yer almaktadır. Grafiğe bakıldığında sektördeki talebin pandemiye kadarki 14 senelik süreçte sürekli büyümüş (pozitif yönde) olduğu görülmüştür (yalnızca 2008-2009'daki ekonomik krizin etkisiyle talep düşmüştür). Pandeminin etkisiyle 2020 senesinde yolcu talebi büyüme oranında önceki senelere göre azalma olduğunu görmekteyiz. COVID nedeniyle sektör talep büyümesinde düşüşe geçmiştir. 2020 senesinde bir önceki seneye göre %65,8 azalmıştır. 2021'de bir önceki seneye göre talep büyümesi %7,5 artmış olmasına rağmen henüz artı duruma geçememiştir.



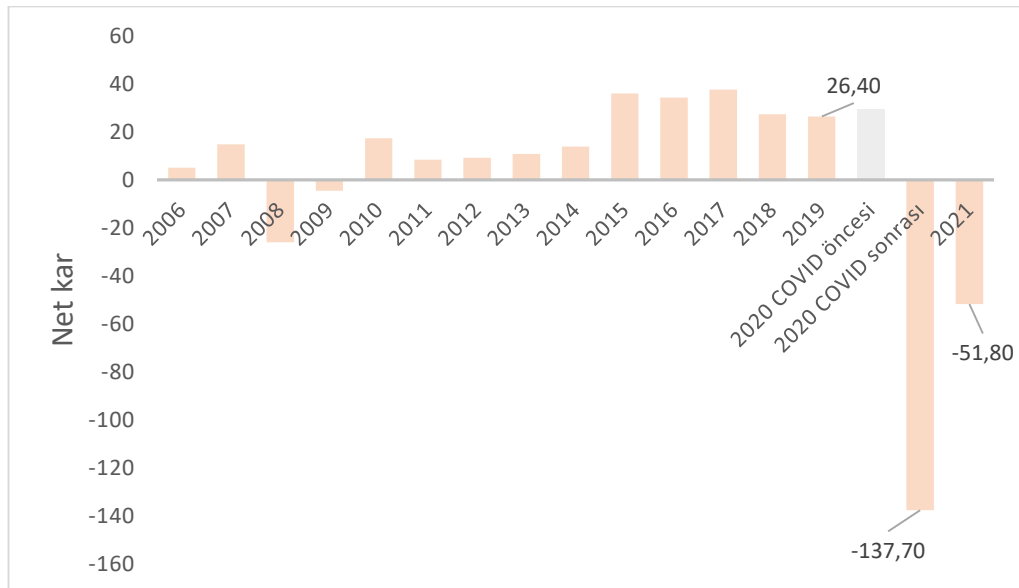
Şekil 1.3 Yolcu Talebi Senelik Büyüme (Salas, 2022)

Şekil 1.4'te 2003 – 2021 seneleri arasındaki senelik gelir verileri paylaşılmıştır. Seneler içinde sektör geliri artarak 2019'da 838 milyar \$'a ulaşmıştır. 2020 senesinde pandemi etkisiyle bir önceki seneye göre havayolu işletmelerinin geliri %54 azalmıştır. 2021'de ise 506 milyar \$ gelir elde edilmiş, 2020'ye göre %32 artış olmuş fakat pandemi öncesindeki gelire henüz ulaşamamıştır.



Şekil 1.4 Gelir (Salas, 2022)

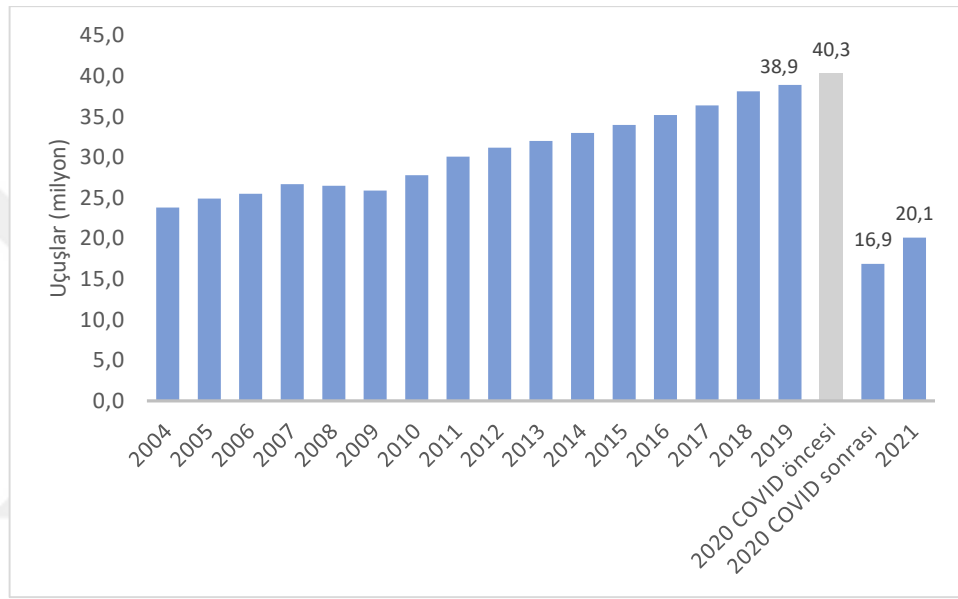
Şekil 1.5'te 2006 – 2021 seneleri arasındaki senelik net kar verileri paylaşılmıştır. Grafiğe bakıldığında pandemiye kadarki 14 senelik süreçte sektörün sürekli karda olduğu görülmüştür (yalnızca 2008-2009'daki ekonomik krizin etkisiyle zarar yaşanmıştır). 2020 ve 2021 senelerinde sektör karda kapanmıştır. Sektör 2021'de kendisini toparlamaya başlasa da henüz pandemi öncesindeki kara dönüş sağlayamamıştır.



Şekil 1.5 Net Kar (Statista, 2022)

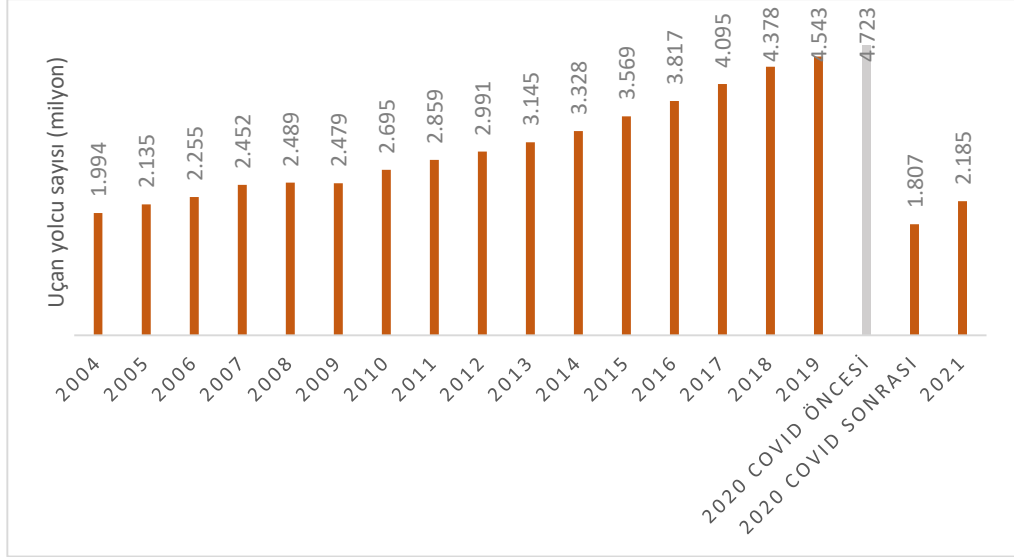


2004-2021 yılları arasındaki uçuş sayısına baktığımızda şekil 1.6'daki grafik karşımıza çıkmaktadır. Pandemiye kadar senelik trend artışta iken; 2020'de sektör bir önceki seneye göre %57 oranında uçuş sayısı kaybetmiş ve 16,9 milyon uçuş ile seneyi kapatmıştır. 2020 için öngörülen 40,3 milyonluk uçuşa göre ise %61 oranında uçuş kaybı yaşanmıştır. 2021'de gerçekleşen uçuş sayısına baktığımızda ise 20,1 milyonluk uçuş ile 2020'ye göre %19 artış gerçekleşmiştir. Henüz uçuş sayısı olarak pandeminin öncesi adetlere dönülemediği olsa da sektörde iyileşme yaşanmıştır.



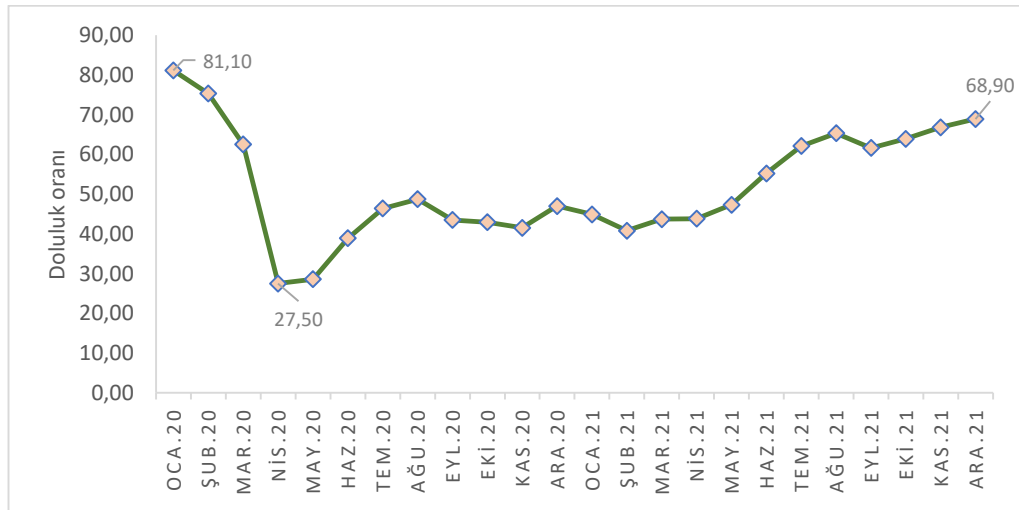
Şekil 1.6 Uçuş Sayısı (Salas, 2022)

Şekil 1.7 numaralı grafikte 2004-2021 yılları arasında yolcu uçağına binış yapan yolcu sayısı paylaşılmıştır. Buradaki yolcu sayısı sadece bileti alan yolcu değildir, biletiyle uçağı binış yapan yolcudur, uçağı binmeyen yolcu veriye dahil edilmemiştir. Grafiğı baktığımızda pandemiye kadar trendin artışta olduğı görünmektedir. 2020 senesinde yaşanan pandemi ile birlikte uçan yolcu sayısı 1.807 milyon olarak gerçekleşmiş ve bir önceki seneye göre %60 oranında düşüş yaşanmıştır. Tahmin edilen 4.723 milyon yolcuya göre hesap edildiğinde ise %61,7 düşüş yaşanmıştır. 2021 senesinde ise 2020'ye göre %21 bir artış gerçekleşerek 2.185 milyon yolcu uçmuştur. Uçuş sayılarına bakıldığında henüz pandemi öncesi sayılara dönülemediği olsa da artış gerçekleştiğı görünmektedir.



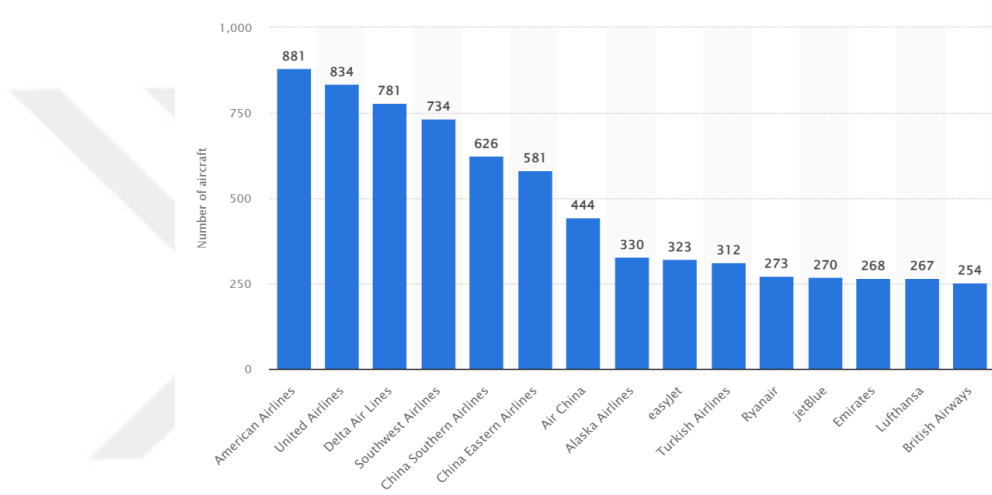
Şekil 1.7 Uçan Yolcu Sayısı (Salas, 2022)

2020-2021 seneleri arasındaki aylık uluslararası uçuşlar doluluk oranına baktığımızda da pandemi etkisiyle dolulukta düşüş görülmektedir. Şekil 1.8’de görüleceği üzere; uluslararası uçuşlarda doluluk oranı pandemi öncesinde %80 civarında iken; uçuşların iptali ve ülkelere girişlerin kısıtlanması döneminde yaşanan Nisan 2020’de doluluk oranı %27,5 ile gerçekleşmiştir. Havayolu ulaşımının yeniden faaliyete geçtiği dönemden sonra bu oranlar artsa da 2020’de %50 orana ulaşılammış ve 2021’de doluluk oranı %45-65 bandında seyretmiştir. 2021 yıl sonu doluluk oranına baktığımızda ise aralık ayında yaklaşık %70 olarak gerçekleşmiştir.

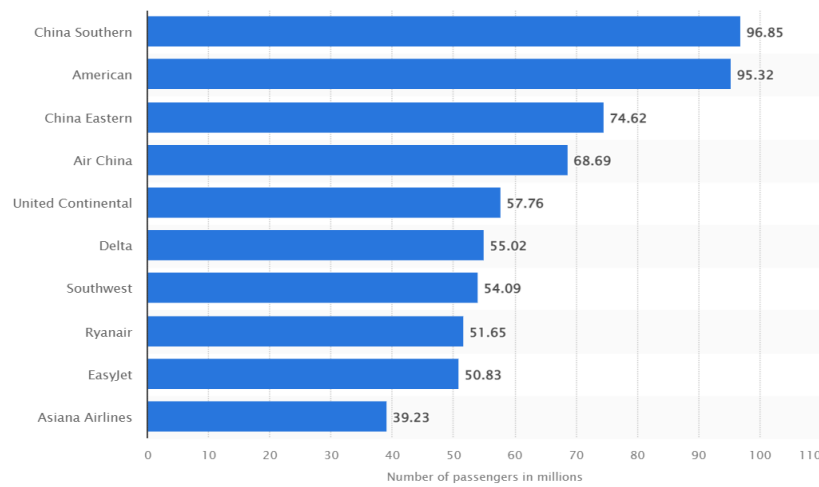


Şekil 1.8 Uluslararası Uçuşlar LF (Salas, 2022)

İşletme raporları incelendiğinde sivil havacılık sektörünün kullandığı raporların tek kriterle oluşturulduğu görülmüştür. Şekil 1.9’da 2021 senesine ait uçak sayısına göre top 10 havayolu işletmesi yer almaktadır (Salas, 2022). Böyle bir raporlama sadece tek kriterle göre en iyileri seçtiği için raporlamaya her sene belli başlı büyük havayolları dahil olmaktadır. Şekil 1.10’da ise 2020 senesine ait yolcu sayısına göre top 10 havayolları yer almaktadır (Salas, 2022). Pazara yeni giren bir işletmenin, operasyonel açıdan daha başarılı olsa da, bu rapora dahil olabilmesi için belki de uzun süre boyunca uçuş ağını artırması, bu sayede yolcu sayısını artırması gerekebilmektedir.



Şekil 1.9 Uçak Sayısına Göre Top 10 Havayolları 2021 (Salas, 2022)



Şekil 1.10 Yolcu Sayısına Göre Top 10 Havayolları 2020 (Salas, 2022)

### 1.3. Türkiye’de Sektördeki Durum

Türkiye’de havacılık faaliyetlerinin gelişmesine yönelik adımlar Cumhuriyet’in ilanından itibaren başlamış ve çeşitli yasal düzenlemeler yapılarak altyapı sistemleri geliştirilmiştir. 1933 yılında Hava Yolları Devlet İşletme İdaresi kurulmuş ve bu işletme posta taşımacılığı faaliyetlerinde bulunmuştur. 1955’te kurum faaliyet etkinliğini artırmak için farklı bölümlere ayrılmış ve Türk Hava Yolları (THY) ve Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) gibi ülkemiz endüstrisi için önemli kuruluşlar kurumsallaştırılmıştır (Bakır vd., 2017). 1983 yılında yürürlüğe giren 2920 sayılı Sivil Havacılık Kanunu ile özel işletmeler de sivil havacılık faaliyetleri gerçekleştirmeye başlamıştır (Sarıbaş ve Tekiner, 2015). Ülkemizdeki 2021 yıl sonu hava taşıma işletmesi durumu 1.2 numaralı çizelgede gösterilmiştir (SHGM, 2021). Çizelgede görüldüğü üzere; 2021 yılında önceki yıla göre işletme sayısı %9,7 artmıştır.

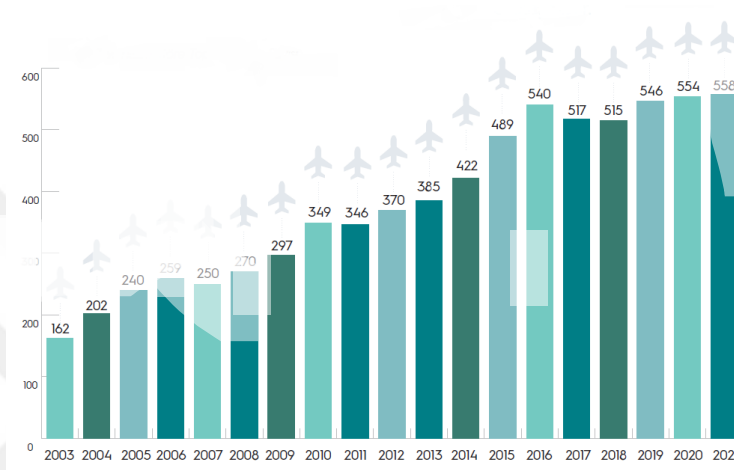
Çizelge 1.2 Türkiye’de Hava Taşıma İşletmeleri (SHGM, 2021)

| Hava Taşıma İşletmeleri          | 2020       | 2021       | Değişim     |
|----------------------------------|------------|------------|-------------|
| Havayolu İşletmesi               | 10         | 10         | %0,0        |
| Hava Taksi İşletmesi             | 40         | 40         | %0,0        |
| Genel Havacılık İşletmesi        | 85         | 86         | %1,2        |
| Balon İşletmeleri                | 47         | 63         | %34,0       |
| Çok Hafif Hava Aracı İşletmeleri | 4          | 5          | %25,0       |
| <b>Toplam</b>                    | <b>186</b> | <b>204</b> | <b>%9,7</b> |

Çizelge 1.3 Türkiye’deki Havayolu İşletmeleri (SHGM, 2021)

| Havayolu İşletmeleri                         |
|----------------------------------------------|
| THY A.O                                      |
| Pegasus Hava Taşımacılık A.Ş                 |
| Güneş Ekspres Havacılık A.Ş.                 |
| Onur Air Taşımacılık A.Ş.                    |
| Turistik Hava Taşımacılık A.Ş.               |
| Hürkuş Hava Yolu Taşımacılık ve Ticaret A.Ş. |
| Tailwind Havayolları A.Ş.                    |
| MNG Hava Yolları ve Taşımacılık A.Ş.         |
| ACT Hava Yolları A.Ş.                        |
| ULS Havayolları Kargo Taşımacılık A.Ş.       |

Ülkemizin sivil havacılık sektöründe yolcu ve kargo taşımacılığı yapmakta olan 10 havayolu işletmesi yer almaktadır, 1.3 numaralı çizelgede gösterilmiştir. Uçak sayısına baktığımızda ise; 2020 yılında 54 olan sayı 2021 yılında 558'e yükselmiştir. 525'i yolcu, 33'ü ise kargo uçağı olan bu uçakların koltuk kapasitesi 104.464, kargo uçaklarının yük kapasitesi de 2.593 tondur (SHGM, 2021). Şekil 1.11'de 2003-2021 yılları arasındaki senelik uçak sayısı gösterilmiştir.



Şekil 1.11 Uçak Sayısı (SHGM, 2021)

Havayolları için aktivitelerini gerçekleştirdikleri havalimanları büyük önem arz etmektedir. Ülkemizde yer alan havalimanları, heliportlar ve iniş şeritlerinin 2021 yıl sonu adetleri 1.4 numaralı çizelgede gösterilmiştir (SHGM, 2021). Çizelgede görüldüğü üzere havalimanı sayısı değişmemiş ve toplamda %1,4 büyümeye gerçekleşmiştir.

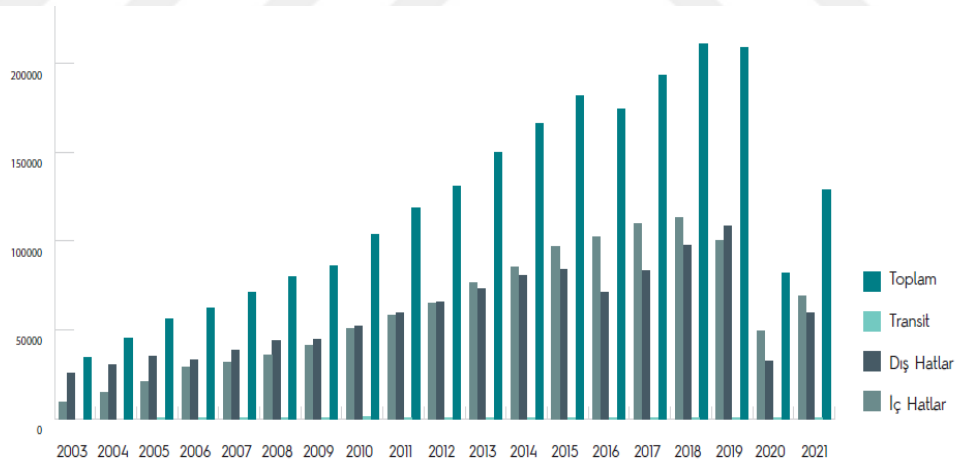
Çizelge 1.4 Türkiye'de Havalimanları, Heliportlar ve İniş Şeritleri (SHGM, 2021)

| Havalimanları, Heliportlar, İniş Şeritleri | 2020       | 2021       | Değişim     |
|--------------------------------------------|------------|------------|-------------|
| Havalimanları                              | 58         | 58         | %0,0        |
| Heliportlar                                | 80         | 79         | %-1,3       |
| İniş Şeritleri                             | 9          | 12         | %33,3       |
| <b>Toplam</b>                              | <b>147</b> | <b>149</b> | <b>%1,4</b> |

Ülkemizde 2019 - 2021 yılları arasındaki yolcu trafiği durumu 1.5 numaralı çizelgede gösterilmiştir (SHGM, 2020, 2021). 2021 yıl sonunda toplam yolcu sayısı 128,6 milyon olarak gerçekleşmiştir. 2020 yılında yaşanan pandeminin etkisiyle 2019'a göre %60,9 bir düşüş gerçekleşmiş ve sektörün 2021'de kendisini toparlamaya geçmesiyle 2021'de bir önceki seneye göre %57,4'lük bir artış gerçekleşmiştir. 2021 yılında iç hat yolcu sayısında önceki yıla göre %38,1; dış hat yolcu sayısında ise %87,2 artış meydana gelmiştir. 2003 - 2021 yılları arasındaki senelik yolcu trafiği değişimi Şekil 1.12'deki grafikte gösterilmiştir. Pandemiye kadar artan bir trend söz konusudur.

Çizelge 1.5 Türkiye'de Hava Yolcu Trafiği (SHGM, 2020, 2021)

| Yolcu Trafiği | 2019               | 2020              | 2021               | 2019-2020<br>Değişim (%) | 2020-2021<br>Değişim (%) |
|---------------|--------------------|-------------------|--------------------|--------------------------|--------------------------|
| İç Hat        | 99.946.572         | 49.740.303        | 68.711.173         | %-50,2                   | %38,1                    |
| Dış Hat       | 108.427.124        | 31.875.837        | 59.676.396         | %-70,6                   | %87,2                    |
| Transit       | 537.642            | 87.545            | 178.137            | %-83,7                   | %103,5                   |
| <b>Toplam</b> | <b>208.913.357</b> | <b>81.703.685</b> | <b>128.565.706</b> | <b>%-60,9</b>            | <b>%57,4</b>             |



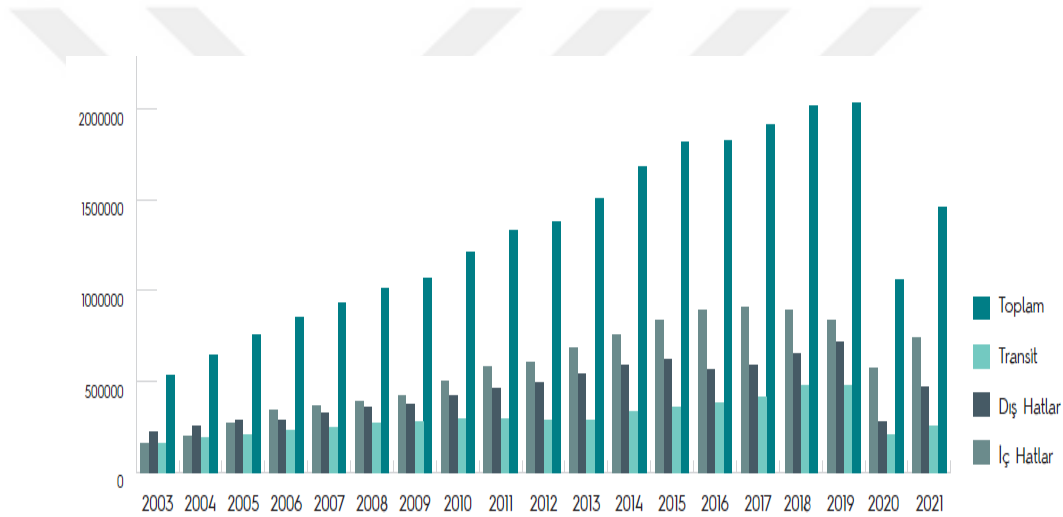
Şekil 1.12 Yolcu Trafiği (SHGM, 2021)

2019-2021 seneleri arasındaki uçak trafiği değişimi durumunu 1.6 numaralı çizelgede inceleyebiliriz. 2020 yılında pandeminin etkisiyle uçak trafiği %48,13 düşmüştür. 2021 yıl sonu ile toplam uçak trafiği yaklaşık 1,5 milyona ulaşmış ve 2020 yılına göre iç hat uçak trafiği %29,4, dış hat trafiği %65,5, transit uçak trafiği ise %26,9 artmıştır. Transit

tanımı SHGM tarafından Türk hava sahasına girişle başlayıp çıkışla biten bir üst geçiş hareketi olarak belirtilmiştir. 2003 - 2021 yılları arasındaki senelik uçak trafiği değişimi şekil 1.13'teki grafikte gösterilmiştir. Pandemiye kadar artan bir trend söz konusudur.

Çizelge 1.6 Uçak Trafiği (SHGM, 2020, 2021)

| Uçak Trafiği  | 2019             | 2020             | 2021             | 2019-2020<br>Değişim (%) | 2020-2021<br>Değişim (%) |
|---------------|------------------|------------------|------------------|--------------------------|--------------------------|
| İç Hat        | 839.894          | 572.994          | 741.331          | %-31,8                   | %29,4                    |
| Dış Hat       | 716.523          | 280.756          | 464.624          | %-60,82                  | %65,5                    |
| Transit       | 478.013          | 201.418          | 255.622          | %-57,86                  | %26,9                    |
| <b>Toplam</b> | <b>2.034.430</b> | <b>1.055.168</b> | <b>1.461.577</b> | <b>%-48,13</b>           | <b>%38,5</b>             |



Şekil 1.13 Uçak Trafiği (SHGM, 2021)

Bu bölümde ÇKKV ve karar verme tanımlanmış, ÇKKV yöntemlerinin çeşitleri belirtilmiş ve dünyada ve ülkemizde sivil havacılık sektörü gelişiminden ve 2021 sene sonu ile sektördeki özet durumdan grafiklerle bahsedilmiştir. Literatür taraması kısmında SWARA yönteminin literatürdeki kullanımından ve havayolu işletmelerinin performans ölçümünde kullanılan ÇKKV yöntemlerinden bahsedilecektir. Tezin yöntem bölümünde SWARA ve TOPSIS uygulaması detaylandırılacak ve matematiksel olarak ifade edilecektir. Uygulama bölümünde uygulamadaki işletmeler tanıtılacak, ana veri tanıtılacak ve uygulama verisi grafiklerle detaylandırılacaktır. Sonrasında SWARA ve TOPSIS uygulaması yapılacak ve analiz sonucu belirtilecektir. Son bölümde ise uygulama sonuçları analiz edilecek ve öneriler iletilecektir.

## 2. LİTERATÜR ÖZETİ

Tezin bu bölümünde öncelikle SWARA yönteminin literatürde kullanıldığı çalışmalardan, daha sonra ise havacılık sektöründe SWARA yöntemiyle yapılan çalışmalardan bahsedilecektir. Sonrasında ise havayolu işletmeleri performans değerlendirmesi için literatürdeki çalışmalardan bahsedilecektir.

### 2.1. SWARA Yöntemi

SWARA yöntemi ilk defa Keršulienė, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından önerilmiştir. Litvanya mahkemelerindeki uyuşmazlıkların çözümü için kullanılan yöntemlerin seçiminde kullanılmak üzere 6 kriter ilk defa bu yöntemle değerlendirip ağırlıklandırılmıştır. Bu yöntem önerildiği ilk günden itibaren tedarikçi seçimi, ürün tasarımı, personel seçimi, işletme performans analizi, yer/tesis seçimi gibi birden çok alanda çeşitli problemlerde kullanılmıştır.

Keršulienė ve Turskis (2011), personel seçimi probleminin kriter ağırlıklandırma aşaması için 3 uzmanla çalışma gerçekleştirmiştir. Çalışmada uzmanlar yazarların tespit ettikleri 8 kriteri SWARA yöntemiyle ağırlıklandırmıştır. Çalışmanın analiz aşamasında ise ARAS yöntemiyle mimar alternatifleri değerlendirilmiştir. Personel seçimi için benzer bir çalışmada ise satış müdürü seçimi için 7 kriter 3 uzmanla çalışarak SWARA yöntemiyle ağırlıklandırılmış ve ARAS yöntemiyle en iyi alternatif belirlenmiştir. (Karabasevic vd., 2016). Farklı bir çalışmada Stanujkic vd. (2015), ürün paket tasarımı seçimi için belirledikleri 4 kriteri SWARA ve AHP yöntemleriyle 3 uzmanla çalışarak ağırlıklandırmışlar, 2 yöntemin sonuçlarını kıyaslamışlar ve AHP'ye göre SWARA'nın daha başarılı olduğunu belirtmişlerdir. Personel seçimi için yapılan diğer çalışmalarda Banihashemi ve Zolfani (2014) yürütme kurulu başkanı seçimi, Karabasevic vd. (2015) maden mühendisi seçiminde SWARA uygulanmıştır. Başka bir çalışmada Volvačiovas vd. (2013), kamu binalarını yenileme stratejisi seçimi için belirledikleri kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve SAW, TOPSIS ve COPRAS yöntemleriyle en uygun stratejiyi seçmişlerdir. Benzer bir konudaki çalışmada ise Ruzgys vd. (2014), Litvanya'da yenilenmesi planlanan 6 binaya ait kriterleri SWARA ile



ağırlıklandırmış ve TODIM yöntemiyle analiz etmişlerdir. Zolfani vd. (2013), alışveriş merkezi yer seçimi probleminde belirledikleri 7 kriter ve alt kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve WASPAS ile en uygun alternatifi belirlemişlerdir. Yücenur vd. (2020), biyogaz tesis kurulumu için yer seçimi kriterlerini SWARA ile ağırlıklandırmış ve COPRAS yöntemi kullanarak analiz gerçekleştirmişlerdir. Yer seçimi konusunda benzer başka çalışmalarda ise Vafaeipour vd. (2014) güneş enerji santrali için, Kouchaksaraei vd. (2015) sera yeri seçimi için SWARA yöntemini kullanmışlardır. Başka bir konuda ise Zolfani vd. (2013), enerjide sürdürülebilirlik göstergelerinin önceliklendirilmesi konusu için belirledikleri ana ve alt kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmışlardır. Aynı konudaki benzer bir diğer çalışmada ise Ghenai vd. (2020), 5 ana ve 12 alt kriteri SWARA ile ağırlıklandırmış ve ARAS yöntemiyle alternatifleri değerlendirmiştir. Enerjide sürdürülebilirlikle ilgili diğer çalışmada ise Akhanova vd. (2020), inşaat sektörü enerji ihtiyacı için seçilen kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmıştır. Başka bir konuda Zolfani ve Bahrami (2014), ileri teknoloji yatırım seçimine etki eden kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve COPRAS ile alternatif seçimi gerçekleştirmiştir. Benzer bir çalışmada Nezhad vd. (2015), nanoteknoloji endüstrisinde araştırma ve geliştirme projesi seçimi için SWARA ile ağırlıklandırma yapmış ve WASPAS ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Ürün, sistem, tedarikçi seçimi konularında da SWARA ile çalışmalar yürütülmüştür. Yurdoğlu ve Kundakçı (2017), çalışmalarında bir tekstil işletmesine sunucu seçimi problemi için belirledikleri kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve en uygun alternatifi WASPAS yöntemi kullanarak belirlemiştir. Zarbakhshnia vd. (2018), 3. parti tersine lojistik sağlayıcısı seçimi için belirledikleri kriterleri Bulanık SWARA ile ağırlıklandırmış ve Bulanık COPRAS ile alternatifleri değerlendirmiştir. Eghbali vd. (2017), tip 2 diyabet ilaç seçimi için tespit ettikleri kriterleri SWARA ile ağırlıklandırmış ve MULTIMOORA ile analiz gerçekleştirmişlerdir. Erdoğan vd. (2020), en iyi motor performansı, emisyon ve yanma özellikleri konularında belirledikleri kriterlerin ağırlıklarını SWARA ile edinmişlerdir. Diğer çalışmalarda ise Zolfani vd. (2013) ürün tasarımı seçimi, Alimardani vd. (2013) tedarikçi seçimi, Aghdaie vd. (2013) makine parçası seçimi, Shukla vd. (2016) kurumsal kaynak planlaması sistem seçimi, Yazdani vd. (2016) malzeme seçimi, Çakır (2017) makine seçimi, Mavi vd. (2017) tersine lojistik sağlayıcı tedarikçi seçimi konularında SWARA yöntemi ile çalışmışlardır.

Literatüre bakıldığında havayolu işletmeleri özelinde SWARA kullanımının az olduğu görülmüştür. Bu yöntemin havayolu işletmelerinin operasyonel performans analizinde kullanılmadığı tespit edilmiştir. Jamali ve Mohammadi (2018), çalışmalarında havayollarının tedarik zinciri servis kalitesini ölçmek için gerekli kriterleri ve bu kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için SWARA yöntemini kullanmışlardır. Bir diğer çalışmada Koç (2021), sivil havacılıkta lojistik performansı etkileyen en önemli kriterleri belirlemek istemiştir. Yazar, Türkiye’deki bir ilde 3 sivil havacılık işletmesindeki uzmanlar ile çalışmış, 9 kriter ve 45 alt kriter belirlemiş ve bu kriterlerin ağırlıklandırmasını SWARA ile gerçekleştirmiştir. Bakır (2019), çalışmasında 8 kriter kullanmış ve SWARA yöntemiyle kriter ağırlıklandırma yapmıştır. Yazar MABAC yöntemi ile 8 Avrupalı havayolu işletmesinin memnuniyet düzeyini analiz etmiştir. En önemli kriterin “paranın karşılığı” kriteri olduğunu belirtmiş ve analizinde en yüksek performans düzeyine sahip işletmeyi seçmiştir. Durmaz ve Gencer (2020), akrobasi uçağı seçimi için kriter ağırlıklandırmayı SWARA ile yapmış ve SMAA-2 ile alternatifleri değerlendirmişlerdir. Başka bir uçak seçimi çalışmasında ise Murat (2022), havayolu işletmeleri için dar ve geniş gövde uçak seçimi konusunu ele almıştır. Yazar SWARA yöntemi ile 6 kriteri ağırlıklandırmış ve EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanarak dar gövde için 7, geniş gövde için de 9 yolcu uçağı alternatifini değerlendirmiştir. Özdağoğlu vd. (2021), çalışmalarında Bulanık SWARA ve Bulanık COPRAS yöntemlerini kullanarak kabin memuru seçimi uygulaması yapmışlardır. Yazarlar 14 kriteri Bulanık SWARA ile ağırlıklandırmış ve Bulanık COPRAS ile 6 alternatif arasından en iyi kabin memurunu seçmişlerdir. Havalimanları ile ilgili bir çalışmada ise Kaya ve Erginel (2020), Türkiye’deki bir havalimanında sürdürülebilirlik analizi yapmak için SWARA yöntemini kullanmıştır. Yazar 5 ana ve 15 alt kriter kullanarak Sezgisel Bulanık SWARA ile değerlendirme yapmıştır.

## **2.2. Havayolu İşletmelerinde Performans Değerlendirmesi**

Havayolu işletmelerinde performans değerlendirilmesi için kullanılan ÇKKV yöntemleri araştırılmış ve literatür taraması son 20 yıl için (2000 - 2022) yapılmıştır. Literatür incelendiğinde; havayoluna özel operasyonel oranlarla yapılan ÇKKV çalışmalarının çok az olduğu, genellikle finansal oranlarla işletme performanslarının

analiz edildiği tespit edilmiştir. Havayolu operasyonel ve / veya finansal performans analizlerinin AHP, ANP, GRA, DEA, TOPSIS, VIKOR, COPRAS, MAUT, MABAC, SAW, WP gibi çeşitli ÇKKV yöntemleri ile gerçekleştirildiği görülmüştür. Bu yöntemlerin bulanık yöntemleri ve birleştirilmiş kullanımları da literatürde yer edinmiştir.

Feng ve Wang (2000), Tayvan'daki 5 havayolu işletmesinin 1997 yılı performansını analiz etmek için TOPSIS yöntemini kullanmış ve 15 finansal ve operasyonel oran üzerinden çalışmalarını yürütmüşlerdir. Yazarlar kullanılacak kriterleri seçmek için GRA yöntemini kullanmışlardır. Tayvan'da yapılan bir diğer çalışmada ise Chang ve Yeh (2001), 1991 - 1997 dönemi verilerini kullanarak 5 Tayvanlı havayolu işletmesini SAW, WP ve TOPSIS yöntemleriyle 11 kriter kullanarak analiz etmişlerdir. Tayvan'daki diğer bir çalışmada Wang (2008), 3 Tayvanlı havayolu işletmesinin 2001 - 2005 dönemindeki performansını analiz etmek için Fuzzy TOPSIS yöntemini kullanmış ve ayrıca 21 kriterden 12 ana finansal oranı elde etmek için GRA'yı kullanmıştır. Küresel çapta bir başka çalışmada ise Pires ve Fernandes (2012), 25 ülkeden 42 havayolu işletmesinin 2001 - 2002 dönemi performansını değerlendirmek için DEA yöntemini kullanmıştır. Yazarlar girdi olarak 1 finansal oran ve çıktı olarak 2 finansal ve 1 operasyonel değer kullanmışlardır. Afrikalı havayolları ile yapılan bir çalışmada ise Barros ve Wanke (2015), 2010 - 2013 dönemi verileriyle 29 havayolu işletmesinin performansını değerlendirmek istemişler ve çalışmalarında 5 operasyonel kriter kullanarak TOPSIS uygulamasını yürütmüşlerdir. Yazarlar ayrıca bu işletmelerin etkinliğini analiz etmek için de Sinir Ağları'nı kullanmışlardır. Asya kıtasındaki havayolları ile yapılan bir çalışmada ise Wanke vd. (2015) 35 Asya havayolu işletmesinin 2006 - 2012 dönemi performansını değerlendirmek için TOPSIS yöntemini uygulamışlardır. Yazarlar 11 finansal ve operasyonel değer üzerinden analizlerini yapmışlar ve bu işletmelerin etkinlik seviyelerini ölçmek için Markov Chain Monte Carlo (MCMC) yöntemini de kullanmışlardır. Forbes 2000 listesindeki havayolu işletmelerinin değerlendirildiği bir çalışmada Ömürbek ve Akçakaya (2018), Entropi tabanlı MAUT, COPRAS ve SAW yöntemlerini uygulamışlardır. Yazarlar 21 havayolu işletmesinin 2016 yılı verilerini kullanarak 4 kriter (satış, pazar payı, çalışan sayısı ve varlıklar) ile uygulamalarını gerçekleştirmiştir. Küresel çaptaki bir diğer çalışmada ise Kiracı ve Bakır (2018), Entropi tabanlı TOPSIS yöntemiyle 10 havayolu işletmesinin

performansını değerlendirmek için çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında 10 finansal oran ve 2012-2016 dönemi verilerini kullanmışlardır. Avrupa'daki havayolları için yapılan bir çalışmada ise Tunahan ve ınaroğlu (2018), 8 finansal oran kullanarak 2012-2016 dönemi için 5 havayolu işletmesinin performansını AHP tabanlı TOPSIS yöntemiyle analiz etmişlerdir. Avrupa'dan bir diğer çalışmada ise Battal (2019), 2013-2018 dönemi için 4 Avrupa havayolu işletmesinin performansını 12 finansal orana göre ölçmeyi amaçlamış ve TOPSIS yöntemini kullanmıştır. Amerika'da yapılan bir çalışmada Pineda vd. (2018), 12 Amerikalı havayolu işletmesinin performansını değerlendirmek için Dematel tabanlı ANP ve Vikor yöntemleri uygulamışlardır. Yazarlar 11 finansal ve operasyonel değerle analizlerini gerçekleştirmiştir. Amerika'daki bir diğer çalışmada ise Bae vd. (2021), 10 Amerikan havayolu işletmesini 2018 yılı verilerine göre değerlendirmek için Fuzzy AHP, TOPSIS ve hibrit yöntemlerle çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar çalışmalarında 16 operasyonel ve finansal oran ve değer kullanmışlardır. Küresel çaptaki bir diğer çalışmada ise Deste ve şimşek (2019), 6 havayolu işletmesinin performansını 11 kriterle değerlendirmek için TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Küresel çapta yapılan bir diğer çalışmada Asker (2021), 31 havayolunun 2016 - 2019 dönemindeki finansal performansını değerlendirmek için DEA yöntemini uygulamıştır. Yazar uygulamada 4 finansal oranı girdi ve 3 finansal oranı çıktı için kullanmıştır. Küresel çaptaki bir diğer çalışmada ise Asker ve Aydın (2021), 54 havayolu işletmesinin 2010 - 2017 dönemi performansını analiz etmek için DEA yöntemini kullanmışlardır. Yazarlar girdi ve çıktı olarak 4'er finansal oran kullanmışlar ve ayrıca etkinliği analiz etmek için Tobit Regresyon Modelini kullanmışlardır.

Türkiye'de Türk havayolu işletmeleri için de bu konuda çalışmalar yürütülmüştür. Akkaya (2004), bir Türk havayolu işletmesinin 2002 yılı performansını analiz etmek için 13 finansal ve operasyonel oran ve değerle çalışmış ve yöntem olarak TOPSIS ve GRA yöntemlerini kullanmıştır. Türkiye'den bir diğer çalışmada Gürel (2012), Bulanık AHP yöntemini uyguladığı çalışmasında 3 Türk havayolu işletmesini 6 kriter ve 25 finansal alt kriter ile değerlendirmiştir. Ömürbek (2013) ise; TOPSIS yönteminde 8 finansal oran kullanarak 2 Türk havayolu işletmesini 2012 yılı verilerine göre karşılaştırmıştır. TOPSIS yönteminin kullanıldığı diğer bir çalışmada ise Akgün ve

Temür (2016), 2010 - 2015 dönemi verilerini kullanarak 2 Türk havayolu işletmesinin performansını değerlendirmiş ve 10 finansal oran ile çalışmalarını uygulamışlardır. Perçin ve Aldalou (2018), 2 Türk havayolu işletmesinin performansını değerlendirmek için Fuzzy AHP tabanlı Fuzzy TOPSIS yöntemi ile analizlerini gerçekleştirmişlerdir. Yazarlar uygulamada 14 finansal oran kullanmışlardır. Gedik Göçer (2019), 23 finansal oran ve değeri kullandığı ve Türkiye'deki 2 havayolunu 2014 - 2018 dönemi için karşılaştırdığı çalışmada GRA yöntemini kullanmıştır. Köse (2021) çalışmada 2 finansal oran ve havayolu işletmelerine özel 5 operasyonel oran kullanarak TOPSIS yöntemiyle Türkiye'deki 2 havayolu işletmesinin 2014 - 2019 dönemi için analizini gerçekleştirmiştir. Kurt ve Kablan (2022), Türkiye'nin BIST XULAS endeksinde yer alan 4 havayolu işletmesini 2019 - 2020 dönemine göre değerlendirmek için TOPSIS ve MABAC'ı uygulamışlardır. Yazarlar çalışmalarını 8 finansal oran ile gerçekleştirmişlerdir.

Finansal veya operasyonel performans dışında da havayolu işletmelerinin performansları değerlendirilmiştir. Park vd. (2009), 5 kargo havayolu işletmesinin rekabet gücünü ölçmek için 6 finansal olmayan hizmet kriteri kullanarak AHP yöntemini uygulamıştır. Türkiye'de yapılan bir diğer çalışmada Aydoğan (2011), 4 Türk havacılık işletmesinin performansını değerlendirmek için finansal olmayan 5 kriterle Rough-AHP tabanlı Bulanık TOPSIS yöntemini uygulamıştır. Diğer bir çalışmada da Torlak vd. (2011), ürün kalitesi, reklam gibi finansal olmayan 9 kriter kullanarak Türkiye'deki 4 havayolu işletmesinin rekabetini Bulanık TOPSIS yöntemi ile analiz etmek için çalışmalarını gerçekleştirmişlerdir. Çetin (2019), anket yoluyla elde ettiği verilerle 3 havayolu işletmesinin performansını değerlendirmek için AHP ve Fuzzy TOPSIS yöntemlerini uygulamış ve uygulamada 12 müşteri hizmet kriteri kullanmıştır.

### 3. YÖNTEM

Uygulamada ÇKKV yöntemlerinden SWARA ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Kriter ağırlıklandırma için SWARA yöntemi, en iyi alternatifin seçilmesi için de TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. Tezin bu bölümünde bu iki yöntemin tanımı ve matematiksel gösterimi yer almaktadır.

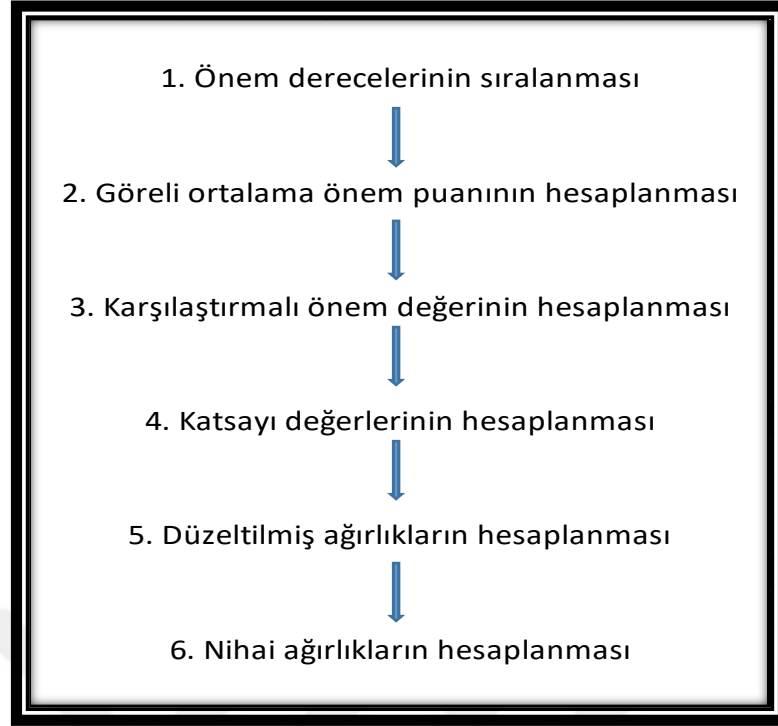
#### 3.1. SWARA Yöntemi

SWARA (Step-wise Weight Assesment Ratio Analysis) yöntemi ilk defa Keršuliene, Zavadskas ve Turskis (2010) tarafından kendi çalışmalarında kullanılmak üzere tanımlanmış ve uygulanmıştır. ÇKKV yöntemleri arasında yer alan bir ağırlıklandırma yöntemidir.

SWARA yönteminde diğer yöntemlere kıyasla daha az sayıda ikili karşılaştırma ( $n$  tane kriter için  $n-1$  adet) yapılmaktadır ve bu nedenle nispeten yeni tanımlanmış bir yöntem olmasına rağmen yaygın olarak tercih edilmektedir (Bardakçı, 2020). Ayrıca BWM (Best-Worst Method) ve AHP (Analytical Hierarchy Process) yöntemleri gibi yöntemlerde yer alan 1-9 önem ölçeği kullanılmasına gerek duyulmaması da SWARA'nın bir diğer avantajıdır (Stanujkic vd., 2015). Bu yöntem karar vericilere daha rahat değerlendirme / karşılaştırma yapabilme imkanı sağlamaktadır.

Yöntemde uzmanlardan bilgi toplanıp bu bilgilerin bir araya getirilmesi, yöntemin literatürde uzman odaklı yöntem olarak adlandırılmasına sebep olmuştur (Aghdaie vd., 2013). Ayrıca kriter ağırlıklandırma aşamasında kriterlerin önem oranlarına ilişkin uzman görüşlerini tahmin edebilme özelliği SWARA'nın temel ve üstün kılın özelliğidir (Bardakçı, 2020).

SWARA yöntemindeki ilk aşama karar vericilerin ve kriterlerin belirlenmesidir. Problemden  $n$  tane kriter ( $K_j$ ;  $j=1,...,n$ ) ve  $l$  tane de karar verici ( $KV_k$ ,  $k=1,...,l$ ) olduğu varsayılmaktadır. Bu aşamadan sonra yöntemin işleyişi aşağıdaki Şekil 3.1'de ve devamında tanımlanmıştır (Bardakçı, 2020).



Şekil 3.1 SWARA Yönteminin Uygulama Adımları (Bardakçı, 2020)

Adım1: Önem derecelerinin sıralanması: Seçime katılan her karar verici kendi tecrübe ve bilgileri doğrultusunda kriterleri değerlendirmektedir. Her karar vericiden kriterleri en iyiden en kötüye doğru sıralamaları istenmektedir. Bu adımın sonraki aşamasında ise önem dereceleri ( $p_j$ ) verilmektedir. Karar vericinin en önemli gördüğü kriter 1,0 puanını almakta ve diğer kriterlerin puan atanması en önemli kritere göre yapılmaktadır. Puanlar 0 ile 1 arasında 5 ve 5'in katları olacak şekilde atanmaktadır.

Kriterlere atanan puanların matematiksel gösterimi (3.1) nolu eşitlikteki gibidir:

$$p_j^k ; j=1,..., n; k=1,...,l; 0 \leq p_j \leq 1 \quad (3.1)$$

Adım2: Göreli ortalama önem puanının hesaplanması: Tüm kriterler için göreli ortalama önem puanı  $\bar{p}_j$  aşağıda yer alan (3.2) nolu eşitlikle hesaplanmaktadır.

$$\bar{p}_j = (\sum_{k=1}^l p_j^k) / l \quad j=1,...,n \quad (3.2)$$

Adım3: Karşılaştırmalı önem değerinin hesaplanması: Kriterler Adım2’de bulunan göreceli ortalama önem puanına göre büyükten küçüğe doğru sıralanır ve bu puanların ardışık farkları alınarak  $s_j$  değerleri elde edilir. Yöntem sahipleri bu değeri ortalama değerin karşılaştırmalı önemi olarak isimlendirmiştir.

Adım4: Katsayı değerinin hesaplanması: Tüm kriterler için  $c_j$  katsayı değerleri aşağıda yer alan (3.3) numaralı eşitlik kullanılarak hesaplanmaktadır. Eşitlikte görüldüğü üzere; en önemli kriterin katsayısı 1 olarak atanmaktadır.

$$c_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ s_j + 1, & j > 1 \end{cases} \quad j=1, \dots, n \quad (3.3)$$

Adım5: Düzeltilmiş ağırlıkların hesaplanması:  $w_j$  düzeltilmiş ağırlık değeri en önemli kriter için yine 1’dir. Diğer kriterler için hesaplama aşağıda yer alan (3.4) numaralı eşitlikle yapılır.

$$w_j = \begin{cases} 1, & j = 1 \\ \frac{w_{j-1}}{c_j}, & j > 1 \end{cases} \quad j=1, \dots, n \quad (3.4)$$

Adım6: Nihai ağırlıkların hesaplanması: Son aşamada ise bir önceki aşamada hesaplanan düzeltilmiş ağırlık değerleri, toplam düzeltilmiş ağırlık değerlerine bölünerek her bir kriter için  $q_j$  değeri hesaplanmaktadır. (3.5) numaralı eşitlikle hesaplama yapılmakta ve nihai ağırlıklar belirlenmektedir.

$$q_j = \frac{w_j}{\sum w_j} \quad j=1, \dots, n \quad (3.5)$$

Keršuliene vd., (2010) SWARA yönteminin matriksini kendi çalışmalarında Çizelge 3.1’de yer alan çizelgeyle özetlemiştir. Yaptıkları hesabı n tane kriter için çizelgede anlatmışlardır.



Çizelge 3.1 SWARA Yöntemi Matrisi (Keršuliene vd., 2010)

| Kriter | Karşılaştırmalı Önem Derecesi Puanı<br>$s_j$ | Katsayı Değeri<br>$c_j = s_j + 1$ | Düzeltilmiş Ağırlık<br>$w_j = \frac{w_{j-1}}{c_j}$ | Ağırlık<br>$q_j = \frac{w_j}{\sum w_j}$ |
|--------|----------------------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------|-----------------------------------------|
| 1      |                                              |                                   |                                                    |                                         |
| ...    |                                              |                                   |                                                    |                                         |
| ...    |                                              |                                   |                                                    |                                         |
| ...    |                                              |                                   |                                                    |                                         |
| n      |                                              |                                   |                                                    |                                         |

### 3.2. TOPSIS Yöntemi

TOPSIS (Technique for Order Preference by Similarity to Ideal Solution) yöntemi, çok kriterli bir karar verme tekniğidir ve Hwang ve Yoon tarafından (1981) yılında geliştirilmiştir. Problemden  $n$  tane kriter ve  $m$  tane de alternatif olduğu varsayılmaktadır ve yöntem uzaklık hesabı yaptığı için; temeli “pozitif ideal çözüm”e en yakın veya diğer bir tabirle; “negatif ideal çözüm”e en uzak alternatifi seçmeye dayanmaktadır (Ishizaka ve Nemery, 2013). Çizelge 3.2,  $n$  kriter ve  $m$  alternatifli bir matrisi örnek olarak gösterilmiştir.

Çizelge 3.2 Örnek Karar Matrisi

|              | Kriter 1 | Kriter 2 | ...      | Kriter n |
|--------------|----------|----------|----------|----------|
| Alternatif 1 | $x_{11}$ | $x_{12}$ | ...      | $x_{1n}$ |
| Alternatif 1 | $x_{21}$ | $x_{22}$ | ...      | $x_{2n}$ |
| $\vdots$     | $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ | $\vdots$ |
| Alternatif m | $x_{m1}$ | $x_{m2}$ | ...      | $x_{mn}$ |

Yöntemde amaç getiri ise; pozitif ideal çözüme yakınlık getirinin maksimizasyonuna, negatif ideal çözüme uzaklık ise maliyetin maksimizasyona denk gelmektedir (Özdemir, 2015).

ÇKKV problemlerinde TOPSIS yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Sebepleri aşağıdaki şekilde sıralanabilir:

1. Anlaşılması, uygulanması ve sonucun yorumlanmasının diğer yöntemlere göre kolay olması
2. Karmaşık matematiksel modeller ve kompleks algoritmalar içermemesi
3. Gerçek hayat problemlerinin çözülmesinde tercih edilebilir olması

Literatür incelendiğinde TOPSIS yönteminin çeşitli alanlarda kullanıldığı görülmektedir. Yöntem, karar sürecinin yer aldığı neredeyse tüm departmanlarda kullanılabilir bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu departmanlara insan kaynakları, tedarik zinciri yönetimi, mühendislik, lojistik, üretim ve finans örnek verilebilir. Makine / ekipman, robot seçimi, tedarikçi / ürün seçimi, personel seçimi, tesis / yer seçimi, tedarikçi performansı değerlendirmesi, finansal verilere göre sektör bazlı işletme incelemeleri ise problemlerin yer aldığı konulardan bazılarıdır.

TOPSIS yönteminin altı aşaması yer almaktadır. Bu adımlar Şekil 3.2’ de özetlenmiş ve devamında tanımlanmıştır (Altan ve Atan, 2020).



Şekil 3.2 TOPSIS Yönteminin Uygulama Adımları (Altan ve Atan, 2020)

1. Adım: Karar Matrisinin ( $A$ ) Elde Edilmesi: " $A$ " matrisi bir karar (başlangıç) matrisidir. İncelenecek konu hakkında uzman kişiler aracılığıyla oluşturulmuştur. Oluşturulan bu karar matrisinin satırları alternatifler, sütunları ise karar verme aşamasında kullanılacak değerlendirme kriterlerinden oluşmaktadır.

Bir karar matrisi örneği aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$A_{ij} = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & x_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.6)$$

$A_{ij}$  matrisinde " $m$ " karar noktası sayısını, " $n$ " ise değerlendirme kriteri sayısını belirtmektedir.

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin ( $R$ ) Elde Edilmesi: Bir normalize edilmiş karar matrisi,  $A$  matrisinin elemanları kullanılarak oluşturulur. (3.7) numaralı formül yardımıyla elde edilmektedir:

$$r_{ij} = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum x_{ij}^2}} \quad (3.7)$$

$R$  matrisi aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$R_{ij} = \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & \dots & r_{1n} \\ r_{21} & r_{22} & \dots & r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ r_{m1} & r_{m2} & \dots & r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.8)$$

$(i = 1, 2, 3, \dots, m; j = 1, 2, 3, \dots, n)$

3. Adım: Ağırlıklı Normalize Edilmiş Karar Matrisinin ( $V$ ) Oluşturulması: 3. adımda değerlendirme kriterleri ile ilgili ağırlık değerleri ( $w_i$ ) belirlenmektedir.

Kriterlerin ağırlık değerleri toplamı 1  $(\sum_{i=1}^n w_i = 1)$  olmalıdır.

Sonrasında normalize edilmiş karar matrisinin ( $R$ ) her bir sütunundaki elemanlar kendisiyle alakalı ağırlık değeri ( $w_i$ ) ile çarpılarak bir ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi ( $V$ ) yapısı oluşturulur. Hesaplama (3.9) numaralı formülde gösterilmiştir.

$$v_{ij} = w_i r_{ij} \quad (3.9)$$

Ağırlıklı normalize edilmiş karar matrisi ( $V$ ) aşağıdaki gibi gösterilebilir:

$$V_{ij} = \begin{bmatrix} w_1 r_{11} & w_2 r_{12} & \dots & w_n r_{1n} \\ w_1 r_{21} & w_2 r_{22} & \dots & w_n r_{2n} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ w_1 r_{m1} & w_2 r_{m2} & \dots & w_n r_{mn} \end{bmatrix} \quad (3.10)$$

4. Adım: Pozitif ( $A^*$ ) ve Negatif İdeal ( $A'$ ) Çözümlerinin Elde Edilmesi: iki çözüm ayrı ayrı elde edilmektedir.

Pozitif ideal çözümün elde edilebilmesi için, ( $V$ ) matrisinin sütunda yer alan değerlerinin yani ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin ilgili değerlendirme kriteri maksimize ise en büyüğü, minimize ise en küçüğü seçilmektedir.

Pozitif çözüm seti (3.11) numaralı formül ile bulunmaktadır.

$$v_i^* = \{\max (v_{ij}) \text{ eğer } j \in J ; \min (v_{ij}) \text{ eğer } j \in J'\} \quad (3.11)$$

(3.11) numaralı formülün yardımıyla  $A^* = \{ v_1^*, \dots, v_n^* \}$  şeklinde bir set elde edilir.

Negatif ideal çözümün elde edilebilmesi için, ( $V$ ) matrisindeki ağırlıklandırılmış değerlendirme kriterlerinin ilgili değerlendirme kriteri maksimize ise en küçüğü, minimize ise en büyüğü seçilmektedir.

Negatif ideal çözüm seti (3.12) numaralı formül ile bulunur.

$$v_i' = \{\min (v_{ij}) \text{ if } j \in J ; \max (v_{ij}) \text{ if } j \in J'\} \quad (3.12)$$

(3.12) numaralı formülün yardımıyla  $A' = \{ v_1', \dots, v_n' \}$  şeklinde bir set elde edilir.

Her iki formülde de  $J$  fayda (maksimize),  $J'$  ise kayıp (minimize) değerini göstermektedir. Gerek pozitif gerekse negatif ideal çözüm değerleri, değerlendirme kriteri sayısı yani “ $m$ ” elemandan meydana gelmektedir.

5. Adım: Ayırım Ölçülerinin Hesap Edilmesi: Her bir alternatifle alakalı değerlendirme kriter değerinin pozitif ve negatif ideal çözümden sapmaları euclidian uzaklık yaklaşımı kullanılarak hesap edilmektedir. Bu ölçümden elde edilen sapma değerleri ise pozitif ideal ayırım ( $S_i^*$ ) ve negatif ideal ayırım ( $S_i'$ ) ölçüsü olarak temsil edilmektedir.

Pozitif ideal ayırım ( $S_i^*$ ) ölçüsünün hesaplanması (3.13) numaralı formülde belirtilmiştir.

$$S_i^* = \sqrt{\sum (v_i^* - v_{ij})^2} \quad i = 1, \dots, m \quad (3.13)$$

Negatif ideal ayırım ( $S_i'$ ) ölçüsünün hesaplanması ise (3.14) numaralı formülde belirtilmiştir.

$$S_i' = \sqrt{\sum (v_i' - v_{ij})^2} \quad i = 1, \dots, m \quad (3.14)$$

6. Adım: İdeal Çözüme Göreli Yakınlığın Hesap Edilmesi: Her bir karar noktasının ideal çözüme göreli yakınlığının ( $C_i^*$ ) hesaplanması, 5. adımda hesaplanan pozitif ve negatif ideal ayırım ölçülerinden faydalanarak elde edilir. Hesaplama kullanılan ölçüt, ideal ayırım ölçüsünün toplam ayırım ölçüsündeki payına eşittir.

İdeal çözüme göreli yakınlık değerine (3.15) nolu formüldeki hesaplama ile ulaşılmaktadır.

$$C_i^* = \frac{S_i'}{(S_i^* + S_i')} \quad 0 < C_i^* < 1 \quad (3.15)$$

Burada  $C_i^*$  değeri  $0 \leq C_i^* \leq 1$  aralığında değer alır.

İlgili alternatifin pozitif ideal çözüm noktasında bulunduğunu  $C_i^* = 1$  eşitliği, ilgili alternatifin negatif ideal çözüm noktasında bulunduğunu da  $C_i^* = 0$  eşitliği gösterir.



#### 4. SWARA TABANLI TOPSIS UYGULAMASI

Uygulamada 3 kişiden oluşan bir uzman grubuyla çalışılmıştır. Bu grup 10 yıldan çok havacılık sektörü deneyimine sahip ve akademisyen olarak Havacılık Ekonomisi, Hava Kargo Yönetimi, Planlama, ngr ve Optimizasyon dersleri gibi dersleri vermekte olan deneyimli kişilerden oluşmaktadır.

Havayolu işletmeleri internet sitelerinde yer alan yatırımcı ilişkileri sayfalarında üç ayda bir, dört ayda bir, altı ayda bir ve senelik faaliyet raporları yayınlamaktadır. Bu raporların halka açık paylaşılması yatırımcıların takibini kolaylaştırmakta ve işletmenin şeffaflık içerisinde hareket ettiğini göstermektedir.

işletmelerin paylaşmış oldukları ay bazındaki raporlar işletmeden işletmeye dönem olarak fark etmektedir ama her işletme senelik raporlarını yayınlamaktadır. Bu raporlar kriter seçimi öncesinde gözden geçirilmiş ve havayolu işletmelerinin kullanmış oldukları anahtar / temel performans göstergeleri (KPI – key performance indicator) incelenmiştir.

Literatür alışması ve havayolu işletmelerinin senelik faaliyet raporları incelendikten sonra uzmanlarla 10 kriter belirlenmiş ve SWARA uygulaması ile kriterlerin ağırlıklarına ulaşılmıştır. Belirlenen bu ağırlıklar TOPSIS uygulamasında girdi olarak kullanılmıştır. TOPSIS uygulaması için gerekli minimum - maksimum fayda durumu da uzmanlarla belirlenmiştir. Maliyetle alakalı oranlar minimum fayda, verimlilik ve gelirle alakalı oranlar maksimum fayda sağlamaktadır.

TOPSIS uygulamasının 10 havayolu işletmesi arasında yapılmasına karar verilmiştir. Bu işletmelerin belirlenmesi için 2021 yılı pazar payı değerleri incelenmiş ve ilk sıralarda yer alan 10 işletmenin seçimine karar verilmiştir. Ancak bu işletmelerin belirlenmesinde bazı kısıtlar yer almaktadır. Her havayolu işletmesi senelik raporunu aralık ayı sonunda yayınlamamaktadır. Diğer bir deyişle senelik faaliyet dönemi Ocak - Aralık arası olan işletmeler dışında Avrupa, Asya ve Avustralya'daki bazı işletmeler faaliyet dönemi kavramını Nisan - Mart, Ekim - Eylül ve Temmuz - Haziran olarak

belirlemiştir. Raporlarda geçerli olan 12 ayın tarihsel anlamda tüm işletmelerde aynı olmaması nedeniyle; karşılaştırma yapılması hatalı bir sonuç doğurabileceğinden, faaliyet dönemi sadece Ocak - Aralık olan işletmeler uygulamaya dahil edilmiştir.

TOPSIS karar matrisinin oranlarını oluşturan ana veri 10 işletme için toplanmıştır. Bu veriler kullanılarak elde edilen oranlar uygulamada girdi olarak kullanılmıştır. Her oran için formül anlatımı yapılmıştır.

Tezin bu aşamasında seçilen havayolu işletmelerinden, kullanılan ana veriden bahsedilecek, TOPSIS girdisinde kullanılan oranların formülle anlatımı yapılacak ve SWARA ve TOPSIS uygulama adımları detaylandırılacaktır.

#### 4.1. Örneklem

10 adet havayolu işletmesi uygulama için seçilmiştir. Kullanılacak örnekleme 4 Amerikan, 3 Çinli ve 3 Avrupalı işletme oluşturmaktadır. 4.1 numaralı çizelgede işletmeler gösterilmiştir. Bu işletmeler 450 milyar \$'dan fazla olan 2021 pazar payı değerinin %30'unu oluşturmaktadır.

Çizelge 4.1 Havayolu Örneklemi

| Sıralama | Kod | Havayolu                            | Pazar Değeri B (\$) | Ülke      |
|----------|-----|-------------------------------------|---------------------|-----------|
| 1        | A1  | Southwest Airlines                  | 25,35               | ABD       |
| 2        | A2  | Delta Air Lines                     | 25,01               | ABD       |
| 3        | A3  | Air China                           | 17,45               | Çin       |
| 4        | A4  | China Southern Airlines             | 16,1                | Çin       |
| 5        | A5  | United Airlines Holdings            | 14,17               | ABD       |
| 6        | A6  | China Eastern Airlines              | 13,04               | Çin       |
| 7        | A7  | American Airlines                   | 11,63               | ABD       |
| 8        | A8  | International Consolidated Airlines | 9,54                | İngiltere |
| 9        | A9  | Lufthansa Group                     | 8,36                | Almanya   |
| 10       | A10 | Turkish Airlines                    | 2,07                | Türkiye   |

Örnekleme yer alan havayolu işletmelerinden Amerikalı olanlar uzunluk ölçü birimi olarak mil kullanmaktadır. Para birimi olarak Çinli işletmeler Yuan, Avrupalı işletmeler



ise Euro kullanmaktadır. Ana veriden elde edilen oranlar için aşağıda yer alan 4.2 numaralı çizelgedeki dönüşüm birimleri kullanılmış ve Ek'te yer alan konsolide durum elde edilmiştir. 31.12.2021'deki kura göre hesap yapılmıştır.

Çizelge 4.2 Dönüşüm Birimleri (TCMB ve Metric Conversions)

| Birim | Çevrilen Birim | Eşitlik / Kur |
|-------|----------------|---------------|
| Mil   | Km             | 1,61          |
| Yuan  | Dolar          | 0,1569        |
| Euro  | Dolar          | 1,1325        |

#### 4.1.1. Southwest Airlines

Southwest Airlines Co., ABD'deki başlıca büyük havayolu işletmelerinden biridir. İşletme merkezi Teksas'ın Dallas şehrinde yer almaktadır ve 15 Mart 1967'de Air Southwest Co. adıyla kurulmuştur. İşletme dünyanın en büyük düşük maliyetli havayolu işletmesi olarak geçmektedir. Havayolu, Southwest Airlines Co. adını 29 Mart 1971'de aldı ve 18 Haziran 1971'de diğer Teksas şehirleri Houston ve San Antonio'ya yaptığı seferlerle ticari faaliyetlerine başladı (Southwest Airlines, 1971).

Southwest Airlines'a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.3 numaralı çizelgede gösterilmiştir (Southwest Airlines, 2021). Bu çizelgede yer alan mil verileri km'ye çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.3 Southwest Airlines Ana Veri

| Southwest Airlines                   |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Uçak Sayısı                          | 728       |
| Ortalama Uçak Yaşı                   | 13,00     |
| Yolcu Sayısı (bin)                   | 123.264   |
| Çalışan Sayısı                       | 55.093    |
| Arz Edilen Koltuk-Mil (ASM) (milyon) | 132.006   |
| Ücretli Yolcu-Mil (RPM) (milyon)     | 103.562   |
| Yolcu Doluluk Oranı                  | 78,50     |
| Uçuş Adedi                           | 1.066.934 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)            | 1.721     |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)          | 15.790    |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)          | 14.069    |

#### 4.1.2. Delta Air Lines

Delta Air Lines ABD'nin Georgia eyaletinden Atlanta merkezli havayolu işletmesidir. Delta Air Service, 3 Aralık 1928'de kuruldu ve yolcu operasyonları 17 Haziran 1929'da Teksas'tan Mississippi'ye yapılan uçuşla başladı. 1945'te bugünkü ismiyle uçmaya başlayan Delta Air Lines uluslararası uçuş ağına sahiptir ve SkyTeam havayolu ittifakının 4 kurucu üyesinden biridir (Delta Air Lines, 1945).

Delta Air Lines'a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.4 numaralı çizelgede gösterilmiştir (Delta Air Lines, 2021). Bu çizelgede yer alan mil verileri km'ye çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.4 Delta Air Lines Ana Veri

| Delta Air Lines                      |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Uçak Sayısı                          | 816       |
| Ortalama Uçak Yaşı                   | 14,00     |
| Yolcu Sayısı (bin)                   | 102.900   |
| Çalışan Sayısı                       | 83.000    |
| Arz Edilen Koltuk-Mil (ASM) (milyon) | 194.474   |
| Ücretli Yolcu-Mil (RPM) (milyon)     | 134.692   |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)             | 69,00     |
| Uçuş Adedi                           | 1.460.000 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)            | 1.886     |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)          | 29.899    |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)          | 28.013    |

#### 4.1.3. Air China

Air China Limited, Çin Pekin merkezli havayolu işletmesidir. 1987 yılının sonlarında Çin hükümetinin CAAC Havayolları'nı 6 ayrı havayoluna bölme kararı almasından sonra 1 Temmuz 1988'de kurulmuş olan havayolu, Aralık 2007'den bu yana Star Alliance ittifakı üyesidir. Çin'de yerli havayolu işletmeleri arasında ilk sırada yer almaktadır (Air China, 1988).

Air China'ya ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.5 numaralı çizelgede gösterilmiştir (Air China, 2021). Bu çizelgedeki mali değerler Yuan para biriminde yer almaktadır, 31.12.2021 Dolar – Yuan kuruna göre çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.5 Air China Ana Veri

| Air China                           |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 746     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 8,23    |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 69.045  |
| Çalışan Sayısı                      | 88.395  |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 152.445 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 104.626 |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 68,63   |
| Uçuş Adedi                          | 572.264 |
| Faaliyet Karı (milyon RMB)          | -20.933 |
| Faaliyet Geliri (milyon RMB)        | 74.532  |
| Faaliyet Gideri (milyon RMB)        | 95.465  |

#### 4.1.4. China Southern Airlines

China Southern Airlines Co., Çin Guangdong merkezli bir havayolu işletmesidir ve Çin'in en büyük 3 havayolu işletmesinden biridir. 1987 yılının sonlarında Çin hükümetinin CAAC Havayolları'nı 6 ayrı havayoluna bölme kararı almasından sonra 1 Temmuz 1988'de kurulmuştur. Havayolu 1 Ocak 2019'a kadar SkyTeam ittifakı üyesiydi (China Southern Airlines, 1988).

China Southern Airlines'a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.6 numaralı çizelgede gösterilmiştir (China Southern Airlines, 2021). Bu çizelgedeki mali değerler Yuan para biriminde yer almaktadır, 31.12.2021 Dolar – Yuan kuruna göre çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.6 China Southern Airlines Ana Veri

| China Southern Airlines             |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 878     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 8,00    |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 98.505  |
| Çalışan Sayısı                      | 98.098  |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 213.922 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 152.426 |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 71,25   |
| Uçuş Adedi                          | 843.320 |
| Faaliyet Karı (milyon RMB)          | -14.696 |
| Faaliyet Geliri (milyon RMB)        | 101.644 |
| Faaliyet Gideri (milyon RMB)        | 116.340 |

#### 4.1.5. United Airlines Holdings

United Airlines Holdings, Inc., merkezi Chicago'da bulunan bir havayolu işletmesidir. United'ın kökleri, Walter Varney'nin 1926'da Idaho'da kurduğu Varney Air Lines'a kadar uzanmaktadır. 28 Mart 1931'de bugünkü ismiyle United Airlines yeniden kurulmuştur. Star Alliance ittifakı üyesidir (United Airlines Holdings, 1931).

United Airlines Holdings'e ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.7 numaralı çizelgede gösterilmiştir. Bu çizelgede yer alan mil verileri km'ye çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır (United Airlines Holdings, 2021).

Çizelge 4.7 United Airlines Holdings Ana Veri

| United Airlines Holdings             |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Uçak Sayısı                          | 826       |
| Ortalama Uçak Yaşı                   | 16,50     |
| Yolcu Sayısı (bin)                   | 104.082   |
| Çalışan Sayısı                       | 84.100    |
| Arz Edilen Koltuk-Mil (ASM) (milyon) | 178.684   |
| Ücretli Yolcu-Mil (RPM) (milyon)     | 128.979   |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)             | 72,20     |
| Uçuş Adedi                           | 1.277.500 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)            | -1.022    |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)          | 24.634    |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)          | 25.656    |

#### 4.1.6. China Eastern Airlines

China Eastern Airlines Co., Çin Şanghay merkezli havayolu işletmesidir. 25 Haziran 1988'de China Huadong İdaresi Sivil Havacılık İdaresi altında kuruldu. Çin'deki üç büyük havayolu işletmesinden biridir. Şangay, Hong Kong ve New York borsaları listelerine giren ilk Çin havayolu işletmesidir. Havayolu SkyTeam ittifakı üyesi olarak uluslararası uçuş ağına sahiptir.

China Eastern Airlines'a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.8 numaralı çizelgede gösterilmiştir. Bu çizelgede mali değerler Yuan para biriminde yer almaktadır, 31.12.2021 Dolar – Yuan kuruna göre çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.8 China Eastern Airlines Ana Veri

| China Eastern Airlines              |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 758     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 7,70    |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 79.099  |
| Çalışan Sayısı                      | 80.321  |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 160.690 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 108.804 |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 67,71   |
| Uçuş Adedi                          | 756.000 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)           | -13.518 |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)         | 73.206  |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)         | 86.724  |

#### 4.1.7. American Airlines

American Airlines ABD'nin Teksas eyaletindeki Fort Worth ili merkezli havayolu işletmesidir. 15 Nisan 1926'da Missouri'den Illinois'e yapılan ilk posta uçuşuyla faaliyetine başlamıştır. 8 yıllık posta uçuşu ardından yolcu taşımacılığına başlamıştır. 1930'da American Airways adını almış, 1934'te de bugünkü ismiyle kurulmuştur. Ulusal ve uluslararası düzeyde uçuş ağına sahiptir. American Airlines Oneworld ittifakının kurucu üyesidir (American Airlines, 1934)

American Airlines’a 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.9 numaralı çizelgede gösterilmiştir. Bu çizelgede yer alan mil verileri km’ye çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.9 American Airlines Ana Veri

| American Airlines                    |           |
|--------------------------------------|-----------|
| Uçak Sayısı                          | 865       |
| Ortalama Uçak Yaşı                   | 11,30     |
| Yolcu Sayısı (bin)                   | 165.680   |
| Çalışan Sayısı                       | 123.400   |
| Arz Edilen Koltuk-Mil (ASM) (milyon) | 214.535   |
| Ücretli Yolcu-Mil (RPM) (milyon)     | 161.538   |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)             | 75,30     |
| Uçuş Adedi                           | 1.825.000 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)            | -1.059    |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)          | 29.882    |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)          | 30.941    |

#### 4.1.8. International Consolidated Airlines

International Consolidated Airlines, diğer bir adıyla International Airlines Group Londra, İngiltere merkezli ve Madrid, İspanya’da da ofisi bulunan bir havayolu işletmesidir. Ocak 2011’de British Airways ve İberia işletmelerinin birleşiminden oluşmuştur. Ayrıca Aer Lingus, Level ve Vueling havayolu işletmeleri bu çatı altındadır. İşletme çok uluslu olmasının yanı sıra, Madrid ve Londra borsalarında yer almaktadır.

International Consolidated Airlines’a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.10 numaralı çizelgede gösterilmiştir (International Consolidated Airlines, 2021). Bu çizelgedeki mali değerler Euro para biriminde yer almaktadır, 31.12.2021 Dolar – Euro kuruna göre çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.10 International Consolidated Airlines Ana Veri

| International Consolidated Airlines |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 531     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 11,20   |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 38.864  |
| Çalışan Sayısı                      | 50.222  |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 121.965 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 78.689  |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 64,50   |
| Uçuş Adedi                          | 346.260 |
| Faaliyet Karı (milyon €)            | -2.765  |
| Faaliyet Geliri (milyon €)          | 8.455   |
| Faaliyet Gideri (milyon €)          | 11.220  |

#### 4.1.9. Lufthansa Group

Lufthansa Group Almanya'nın Köln şehrinde merkezi bulunan bir havayolu işletmesidir. 1926'da ilk Lufthansa'nın kurulmasının ardından, 1953'te Luftag adıyla, sonrasında ise 6 Ağustos 1954'te Lufthansa Anonim Şirketi olarak kuruldu. 1955'te 2 uçağının Hamburg ve Münih'ten havalanmasıyla sektöre adım atmıştır. Uluslararası uçuş ağına sahip olan işletme Star Alliance ittifakına üyedir. Lufthansa, Eurowings, Swiss Air, Austrian Airlines, Brussel Airlines işletmeleri bu grup çatısı altındadır (Lufthansa, 1954).

Lufthansa Group'a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.11 numaralı çizelgede gösterilmiştir (Lufthansa, 2021). Bu çizelgedeki mali değerler Euro para biriminde yer almaktadır, 31.12.2021 Dolar – Euro kuruna göre çevrilerek oran hesaplarında kullanılmıştır.

Çizelge 4.11 Lufthansa Group Ana Veri

| Lufthansa Group                     |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 713     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 12,70   |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 46.949  |
| Çalışan Sayısı                      | 105.290 |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 145.139 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 89.397  |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 61,60   |
| Uçuş Adedi                          | 460.029 |
| Faaliyet Karı (milyon €)            | -2.316  |
| Faaliyet Geliri (milyon €)          | 18.522  |
| Faaliyet Gideri (milyon €)          | 20.838  |

#### 4.1.10. Turkish Airlines

Türk Hava Yolları A.O., merkezi Türkiye’de İstanbul ilinde olan bir havayolu işletmesidir. 20 Mayıs 1933'te Devlet Hava Yolları adıyla kurulan işletme, 5 adet uçak ve 30'dan az çalışanıyla faaliyetine başlamıştır. İlk yurtdışı uçuşu 1947’de İstanbul Atina seferi ile gerçekleşmiştir. 1955’te bugünkü adıyla yeniden kurulan işletme, uluslararası uçuş ağına sahiptir. Star Alliance ittifakı üyesidir (Turkish Airlines, 1955).

Turkish Airlines’a ait 2021 senelik raporundan elde edilen ana veri 4.12 numaralı çizelgede gösterilmiştir (Turkish Airlines, 2021).

Çizelge 4.12 Turkish Airlines Ana Veri

| Turkish Airlines                    |         |
|-------------------------------------|---------|
| Uçak Sayısı                         | 370     |
| Ortalama Uçak Yaşı                  | 8,50    |
| Yolcu Sayısı (bin)                  | 44.788  |
| Çalışan Sayısı                      | 59.464  |
| Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | 127.769 |
| Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon)     | 86.701  |
| Yolcu Doluluk Oranı (LF)            | 67,90   |
| Uçuş Adedi                          | 357.189 |
| Faaliyet Karı (milyon \$)           | 1.689   |
| Faaliyet Geliri (milyon \$)         | 10.686  |
| Faaliyet Gideri (milyon \$)         | 8.997   |



#### 4.2. SWARA Yöntemi Uygulaması

Uygulama öncesinde karar verici grubun kimlerden oluşacağı belirlenmiştir. Bu grup 3 uzmandan oluşmaktadır. SWARA uygulamasına girdi oluşturacak ilk adım çalışmada kullanılacak kriterlerin belirlenmesidir. Grupta yer alan uzmanların deneyimlerinden faydalanılarak havayolu işletmelerinin performans analizinde girdi oluşturacak kriterler belirlenmiştir.

Literatür taraması ve uzman görüşlerinin ardından 4.13 numaralı çizelgede yer alan 10 kriterle çalışmanın yürütülmesine karar verilmiştir. Sektörün uluslararası bir sektör olması nedeniyle çizelgede uluslararası terimler de gösterilmiştir.

Çizelge 4.13 Belirlenen Kriterler

| Kriter No | Kriter                                    | Uluslararası Terim            |
|-----------|-------------------------------------------|-------------------------------|
| K1        | Ortalama Uçak Yaşı                        | Fleet Age                     |
| K2        | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet | Cost per ASK - CASK (\$)      |
| K3        | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir   | Revenue per ASK - RASK (\$)   |
| K4        | Kar Marjı                                 | Operating Margin              |
| K5        | Yolcu Doluluk Oranı                       | Load Factor - LF              |
| K6        | Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı              | Fleet / Employee              |
| K7        | Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı                | Passenger / Flight            |
| K8        | Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı             | Passenger / Employee          |
| K9        | Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı              | Flight / Employee             |
| K10       | Başabaş Yolcu Doluluk Oranı               | Break Even Load Factor - BELF |

Havayollarınca kullanılan ve formülle ulaşılan kriterlerin (K1-K2-K3-K4-K5-K10) detaylandırması aşağıdaki şekildedir. Diğer kriterler verimlilikle alakalı oluşturulan oranlardır.

- Ortalama Uçak Yaşı - Fleet Age: Uçak yaşı toplamının toplam uçak sayısına oranına karşılık gelmektedir. Bu oran 10 havayolu işletmesinin de ana verisinde yer aldığı için hesap yapılmamıştır. Formülle gösterim aşağıdaki gibidir.

Ortalama Uçak Yaşı = Toplam Uçak Yaşı / Toplam Uçak Sayısı

- Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet - CASK (\$): Arz edilen koltuk km (ASK) başına düşen faaliyet giderine karşılık gelmektedir. Bu oranın formülle gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$CASK = \text{Faaliyet Gideri} / \text{Arz Edilen Koltuk-Km}$$

Formülün daha iyi anlaşılabilmesi için Arz Edilen Koltuk-Km tanımını yapmak gerekmektedir. Bu değer satışa sunulmuş toplam koltuk sayısı ile uçuş mesafesinin çarpımından hesaplanır. Bu işlemin sonucunda sunulan toplam koltuk sayısının kilometre olarak kat etmiş olduğu mesafe elde edilmektedir (Özenen, 2003).

- Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir - RASK (\$): Arz edilen koltuk km değerinin faaliyet gelirine oranına karşılık gelmektedir. Bu oranın formülle gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$RASK = \text{Faaliyet Geliri} / \text{Arz Edilen Koltuk-Km}$$

- Kar Marjı - Operating Marjin: Faaliyet karının faaliyet gelirine oranına karşılık gelmektedir. Bu oranın formülle gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Kar Marjı} = \text{Faaliyet Karı} / \text{Faaliyet Geliri}$$

- Yolcu Doluluk Oranı - Load Factor : Ücretli yolcu-km'nin arz edilen koltuk-km'ye oranına karşılık gelmektedir. Bu oran 10 havayolu işletmesinin de ana verisinde yer aldığı için hesap yapılmamıştır. Bu oranın formülle gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\text{Load Factor (LF)} = \text{Ücretli Yolcu-Km} / \text{Arz Edilen Koltuk-Km}$$

Formülün daha iyi anlaşılabilmesi için Ücretli Yolcu-Km tanımını yapmak gerekmektedir. Bu değer ücreti karşılığında taşınan toplam yolcu sayısı ile uçuş mesafesinin çarpımından hesaplanır. Bu işlemin sonucunda ücretli yolcuların kilometre olarak kat etmiş olduğu mesafe elde edilmektedir (Özenen, 2003).

- Başabaş Yolcu Doluluk Oranı - Break Even Load Factor (BELF): Arz edilen koltuk-km başına düşen maliyet (CASK) değerinin ücretli yolcu-km başına düşen gelire oranına karşılık gelmektedir. Bu oranın formülle gösterimi aşağıdaki gibidir.

$$\text{BELF} = \frac{\text{Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet}}{\text{(Faaliyet Geliri / Ücretli Yolcu-Km)}}$$

Kriterler belirlendikten sonra uzmanlarla SWARA için görüşmeler yapılmıştır. 3 uzmanla ayrı ayrı görüşülmüş, SWARA uygulamasının amacı ve uygulama adımları aktarılmıştır. Sonrasında uzmanlardan Ek'te yer alan SWARA uygulaması çizelgesini doldurmaları istenmiştir. SWARA uygulaması kendilerine aktarılmıştır. İlk aşamada uzmanlar kriterleri kendi deneyimlerine göre sıralamışlardır. İkinci aşamada ise en çok önemli gördükleri kritere göre diğer kriterlere önem derecesi vermişlerdir. Uzmanlar ile yapılan görüşmeler sonrası çizelgeler ve açıklaması aşağıdaki gibidir.

Karar verici Uzman1 ile yapılan görüşme sonrasında 4.14 numaralı çizelgedeki sıralama ve önem değerleri ortaya çıkmıştır. Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet (CASK) kriteri Uzman1 tarafından en önemli kriter olarak belirlenmiştir, uygulamadaki ağırlığı da 1,00 olarak verilmiştir. Diğer 9 kriter sırayla Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet (CASK) kriterine göre ikili karşılaştırma yapılarak ağırlıklandırılmıştır.

Çizelge 4.14 SWARA Uzman 1 Çalışma Tablosu

| Kriter | Uzman1   |         |
|--------|----------|---------|
|        | Sıralama | Ağırlık |
| K1     | 5        | 0,50    |
| K2     | 1        | 1,00    |
| K3     | 4        | 0,70    |
| K4     | 2        | 0,95    |
| K5     | 6        | 0,40    |
| K6     | 9        | 0,10    |
| K7     | 8        | 0,20    |
| K8     | 7        | 0,30    |
| K9     | 10       | 0,05    |
| K10    | 3        | 0,90    |

Karar verici Uzman2 ile yapılan görüşme sonrasında 4.15 numaralı çizelgedeki sıralama ve önem değerleri ortaya çıkmıştır. Kar Marjı kriteri Uzman2 tarafından en önemli kriter olarak belirlenmiştir, uygulamadaki ağırlığı da 1,00 olarak verilmiştir. Diğer 9 kriter sırayla bu kritere göre ikili karşılaştırma yapılarak ağırlıklandırılmıştır.

Çizelge 4.15 SWARA Uzman 2 Çalışma Tablosu

| Kriter | Uzman2   |         |
|--------|----------|---------|
|        | Sıralama | Ağırlık |
| K1     | 10       | 0,40    |
| K2     | 5        | 0,70    |
| K3     | 2        | 0,90    |
| K4     | 1        | 1,00    |
| K5     | 3        | 0,85    |
| K6     | 9        | 0,45    |
| K7     | 8        | 0,50    |
| K8     | 6        | 0,60    |
| K9     | 7        | 0,55    |
| K10    | 4        | 0,80    |

Karar verici Uzman3 ile yapılan görüşme sonrasında 4.16 numaralı çizelgedeki sıralama ve önem değerleri ortaya çıkmıştır. Yolcu Doluluk Oranı kriteri Uzman3 tarafından en önemli kriter olarak belirlenmiş ve ağırlığı da 1,00 olarak verilmiştir. Diğer 9 kriter sırayla en önemli kritere göre ikili karşılaştırma yapılarak ağırlıklandırılmıştır.

Çizelge 4.16 SWARA Uzman 3 Çalışma Tablosu

| Kriter | Uzman3   |         |
|--------|----------|---------|
|        | Sıralama | Ağırlık |
| K1     | 6        | 0,60    |
| K2     | 3        | 0,90    |
| K3     | 2        | 0,95    |
| K4     | 5        | 0,70    |
| K5     | 1        | 1,00    |
| K6     | 10       | 0,40    |
| K7     | 8        | 0,50    |
| K8     | 7        | 0,55    |
| K9     | 9        | 0,45    |
| K10    | 4        | 0,85    |

SWARA uygulaması için 3 uzmanla görüşme yapıldıktan sonra elde edilen sıralama ve ağırlık tabloları 4.17 numaralı çizelgede birleştirilmiştir. Çizelgede de görüleceği gibi; 3 uzman da kendi deneyimleri ve bilgilerine göre 3 farklı kriteri en önemli kriter olarak belirlemiştir. Bu kriterler sırayla Uzman1 tarafından belirlenen Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet (CASK), Uzman2 tarafından belirlenen Kar Marjı ve Uzman3 tarafından belirlenen Yolcu Doluluk Oranı kriterleridir.

Çizelge 4.17 SWARA Uzman Çalışma Tablosu Tüm

| Kriter | Uzman1   |         | Uzman2   |         | Uzman3   |         |
|--------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
|        | Sıralama | Ağırlık | Sıralama | Ağırlık | Sıralama | Ağırlık |
| K1     | 5        | 0,50    | 10       | 0,40    | 6        | 0,60    |
| K2     | 1        | 1,00    | 5        | 0,70    | 3        | 0,90    |
| K3     | 4        | 0,70    | 2        | 0,90    | 2        | 0,95    |
| K4     | 2        | 0,95    | 1        | 1,00    | 5        | 0,70    |
| K5     | 6        | 0,40    | 3        | 0,85    | 1        | 1,00    |
| K6     | 9        | 0,10    | 9        | 0,45    | 10       | 0,40    |
| K7     | 8        | 0,20    | 8        | 0,50    | 8        | 0,50    |
| K8     | 7        | 0,30    | 6        | 0,60    | 7        | 0,55    |
| K9     | 10       | 0,05    | 7        | 0,55    | 9        | 0,45    |
| K10    | 3        | 0,90    | 4        | 0,80    | 4        | 0,85    |

Uzmanlarla yapılan toplantılardan elde edilen veriler 1. aşamanın sonucunu oluşturmaktadır. Bundan sonra uygulamanın diğer adımlarına geçilmiştir. Bu aşamalarda matematiksel işlemlerle yapılan hesaplamalar devreye girmektedir.

2. aşamada her kriter için göreceli ortalama önem derecesi puanı hesaplanmış ve Çizelge 4.18’de gösterilmiştir. Her kriterin göreceli ortalama önem derecesi puanı o kriterin değerinin aritmetik ortalaması alınarak hesaplanmıştır.

Kriter 1 için göreceli ortalama önem derecesi puanı ( $\bar{p}_1$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\bar{p}_1 = (p_1^1 + p_1^2 + p_1^3) / 3 = (0,50 + 0,40 + 0,60) / 3 = 0,5000$$

Kriter 2 için göreceli ortalama önem derecesi puanı ( $\bar{p}_2$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\bar{p}_2 = (p_2^1 + p_2^2 + p_2^3) / 3 = (1,00 + 0,70 + 0,90) / 3 = 0,8667$$

Çizelge 4.18 Görelİ Ortalama Önem Derecesi Puanı

| Kriter | Uzman1 -<br>Ağırlık | Uzman2 -<br>Ağırlık | Uzman3 -<br>Ağırlık | Görelİ Ortalama<br>Önem Derecesi<br>Puanı - $\bar{p}_j$ |
|--------|---------------------|---------------------|---------------------|---------------------------------------------------------|
| K1     | 0,50                | 0,40                | 0,60                | 0,5000                                                  |
| K2     | 1,00                | 0,70                | 0,90                | 0,8667                                                  |
| K3     | 0,70                | 0,90                | 0,95                | 0,8500                                                  |
| K4     | 0,95                | 1,00                | 0,70                | 0,8833                                                  |
| K5     | 0,40                | 0,85                | 1,00                | 0,7500                                                  |
| K6     | 0,10                | 0,45                | 0,40                | 0,3167                                                  |
| K7     | 0,20                | 0,50                | 0,50                | 0,4000                                                  |
| K8     | 0,30                | 0,60                | 0,55                | 0,4833                                                  |
| K9     | 0,05                | 0,55                | 0,45                | 0,3500                                                  |
| K10    | 0,90                | 0,80                | 0,85                | 0,8500                                                  |

Çizelge 4.18’de görüldüğü üzere; Kar Marjı kriteri en yüksek görelİ önem derecesi puanı elde etmiştir, uzman grubuna göre bu kriter en önemli kriterdir. Görelİ Ortalama Önem Derecesi Puanı’na göre kriterler büyükten küçüğe göre sıralanmıştır. Çizelge 4.19’da yer alan sıralama ile matematiksel işlemler devam etmektedir.

Çizelge 4.19 Görelİ Ortalama Önem Derecesi Puanı Kriter Sıralaması

| Kriter | Görelİ Ortalama Önem<br>Derecesi Puanı - $\bar{p}_j$ |
|--------|------------------------------------------------------|
| K4     | 0,8833                                               |
| K2     | 0,8667                                               |
| K10    | 0,8500                                               |
| K3     | 0,8500                                               |
| K5     | 0,7500                                               |
| K1     | 0,5000                                               |
| K8     | 0,4833                                               |
| K7     | 0,4000                                               |
| K9     | 0,3500                                               |
| K6     | 0,3167                                               |

Bu aşamada görelî ortalama önem derecesine göre sıralanan kriterlerin karşılaştırmalı önem derecesi puanları hesaplanmaktadır. 1. sırada yer alan K4 - Kar Marjı kriterinin karşılaştırmalı önem derecesi puanı boş olmakta, diğer kriterler için hesap yapılmaktadır. Çizelge 4.20’de tüm kriterler için hesaplama sonuçları gösterilmiştir ve sonrasında matematiksel işlemi detaylandırılmıştır.

Çizelge 4.20 Karşılaştırmalı Önem Derecesi Puanı

| Kriter | Görelî Ortalama Önem Derecesi Puanı - $\bar{p}_j$ | Karşılaştırmalı Önem Derecesi Puanı - $s_j$ |
|--------|---------------------------------------------------|---------------------------------------------|
| K4     | 0,8833                                            |                                             |
| K2     | 0,8667                                            | 0,0167                                      |
| K10    | 0,8500                                            | 0,0167                                      |
| K3     | 0,8500                                            | 0,0000                                      |
| K5     | 0,7500                                            | 0,1000                                      |
| K1     | 0,5000                                            | 0,2500                                      |
| K8     | 0,4833                                            | 0,0167                                      |
| K7     | 0,4000                                            | 0,0833                                      |
| K9     | 0,3500                                            | 0,0500                                      |
| K6     | 0,3167                                            | 0,0333                                      |

Kriter 2 için görelî ortalama önem derecesi puanı ( $s_2$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$s_2 = \bar{p}_4 - \bar{p}_2 = 0,8833 - 0,8667 = 0,0167$$

Kriter 10 için görelî ortalama önem derecesi puanı ( $s_{10}$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$s_{10} = \bar{p}_2 - \bar{p}_{10} = 0,8667 - 0,8500 = 0,0167$$

Görelî ortalama önem derecesi puanı hesabından sonra katsayı değeri hesaplanmaktadır. İlk kriter K4 - Kar Marjı kriterinin katsayı değeri 1 olarak uygulamada yer almaktadır. Bundan sonraki değerler hesaplama ile bulunmaktadır. Çizelge 4.21’de her kriter için katsayı değeri gösterilmiştir.

Kriter 2 için katsayı değeri ( $c_2$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$c_2 = 1 + s_2 = 1 + 0,0167 = 1,0167$$

Kriter 10 için katsayı değeri ( $c_{10}$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$c_{10} = 1 + s_{10} = 1 + 0,0167 = 1,0167$$

Çizelge 4.21 Katsayı Değeri

| Kriter | Karşılaştırmalı<br>Önem Derecesi<br>Puanı - $s_j$ | Katsayı Değeri -<br>$c_j$ |
|--------|---------------------------------------------------|---------------------------|
| K4     |                                                   | 1,0000                    |
| K2     | 0,0167                                            | 1,0167                    |
| K10    | 0,0167                                            | 1,0167                    |
| K3     | 0,0000                                            | 1,0000                    |
| K5     | 0,1000                                            | 1,1000                    |
| K1     | 0,2500                                            | 1,2500                    |
| K8     | 0,0167                                            | 1,0167                    |
| K7     | 0,0833                                            | 1,0833                    |
| K9     | 0,0500                                            | 1,0500                    |
| K6     | 0,0333                                            | 1,0333                    |

Bu aşamada düzeltilmiş ağırlıklar hesaplanmaktadır. En önemli kriter K4 - Kar Marjı'nın düzeltilmiş ağırlığı 1 olarak uygulamada yer almaktadır. Diğer kriterler için hesaplama yapılmaktadır. Çizelge 4.22'de her kriterin düzeltilmiş ağırlık değeri gösterilmiştir.

Kriter 2 için düzeltilmiş ağırlık ( $w_2$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$w_2 = w_4 / c_2 = 1,0000 / 1,0167 = 0,9836$$

Kriter 10 için düzeltilmiş ağırlık ( $w_{10}$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$w_{10} = w_2 / c_{10} = 0,9836 / 1,0167 = 0,9675$$



Çizelge 4.22 Düzeltilmiş Ağırlık

| Kriter | Katsayı Değeri - $c_j$ | Düzeltilmiş Ağırlık - $w_j$ |
|--------|------------------------|-----------------------------|
| K4     | 1,0000                 | 1,0000                      |
| K2     | 1,0167                 | 0,9836                      |
| K10    | 1,0167                 | 0,9675                      |
| K3     | 1,0000                 | 0,9675                      |
| K5     | 1,1000                 | 0,8795                      |
| K1     | 1,2500                 | 0,7036                      |
| K8     | 1,0167                 | 0,6921                      |
| K7     | 1,0833                 | 0,6389                      |
| K9     | 1,0500                 | 0,6084                      |
| K6     | 1,0333                 | 0,5888                      |

Son aşamada nihai ağırlık değerleri hesaplanmaktadır. Her kriterin düzeltilmiş ağırlık değeri, toplam düzeltilmiş ağırlık değerine bölünerek elde edilmektedir. Çizelge 4.23'te her kriter için nihai ağırlık değerleri hesaplama sonuçları gösterilmiştir.

Çizelge 4.23 Nihai Ağırlık

| Kriter | Düzeltilmiş Ağırlık - $w_j$ | Ağırlık - $q_j$ |
|--------|-----------------------------|-----------------|
| K4     | 1,0000                      | 0,1245          |
| K2     | 0,9836                      | 0,1225          |
| K10    | 0,9675                      | 0,1205          |
| K3     | 0,9675                      | 0,1205          |
| K5     | 0,8795                      | 0,1095          |
| K1     | 0,7036                      | 0,0876          |
| K8     | 0,6921                      | 0,0862          |
| K7     | 0,6389                      | 0,0796          |
| K9     | 0,6084                      | 0,0758          |
| K6     | 0,5888                      | 0,0733          |

Düzeltilmiş ağırlık değerleri toplamı aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$\sum w_j = 1,0000 + 0,9836 + 0,9675 + 0,9675 + 0,8795 + 0,7036 + 0,6921 + 0,6389 + 0,6084 + 0,5888 = 8,0299$$

Kriter 4 için düzeltilmiş ağırlık ( $q_4$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$q_4 = w_4 / \sum w_j = 1,0000 / 8,0299 = 0,1245$$

Kriter 2 için düzeltilmiş ağırlık ( $q_2$ ) aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$q_2 = w_2 / \sum w_j = 0,9836 / 8,0299 = 0,1225$$

SWARA yöntemi ile ulaşılan kriter ağırlıkları Çizelge 4.24'te gösterilmiştir. En önemli kriterler %12,45 ağırlıkla Kar Marjı, %12,25 ağırlıkla Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet (CASK) olmuştur. En az ağırlığa sahip kriter ise %7,33 ağırlıkla Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı kriteri olmuştur.

Çizelge 4.24 SWARA Kriter Ağırlıkları

| Kriter | Kriter Tanım                              | Ağırlık |
|--------|-------------------------------------------|---------|
| K4     | Kar Marjı                                 | %12,45  |
| K2     | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet | %12,25  |
| K10    | Başabaş Yolcu Doluluk Oranı               | %12,05  |
| K3     | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir   | %12,05  |
| K5     | Yolcu Doluluk Oranı                       | %10,95  |
| K1     | Ortalama Uçak Yaşı                        | %8,76   |
| K8     | Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı             | %8,62   |
| K7     | Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı                | %7,96   |
| K9     | Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı              | %7,58   |
| K6     | Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı              | %7,33   |

SWARA yöntemiyle uzman görüşüne dayalı, uzmanların bilgi ve deneyimlerinden faydalanılarak oluşturulan ağırlıklar hesaplanmıştır. Ulaşılan bu ağırlıklar TOPSIS yönteminde girdi olarak kullanılacaktır. Literatüre bakıldığında eşit ağırlıklandırma ile TOPSIS'e girdi oluşturulduğu da tespit edilmiştir. En fazla ağırlığa sahip Kar Marjı, en az ağırlığa sahip Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı kriterinden değerce 5,12 daha fazla ağırlığa sahiptir. Eşit ağırlıkla yapılan uygulamada tüm kriterler %10,00 ağırlığını alacak ve kriterlerin ağırlık farkı olmayacaktı; bu da önemli olarak görülen bir kriterin kendisine göre daha az önemli görülen kriterle eşit önemde hesaplanmasına neden olacaktı. SWARA yöntemi ile kriterlerin ağırlıkları birbirinden ayırt edilmiştir.

#### 4.3. TOPSIS Yöntemi Uygulaması

TOPSIS uygulamasından önce kriter değerleri incelenmiştir. Tanımlayıcı istatistik ve görsellerle kriterler detaylandırılmıştır. 4.25 numaralı çizelgede ana veriden üretilen oranlar veya uygulamada geçen tabiriyle kriter değerleri yer almaktadır.

Çizelge 4.25 Kriterlerin Hesaplanan Değerleri

| Havayolu                 | Ort. Uçak Yaşı | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir | Kar Marjı | Yolcu Doluluk Oranı | Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı | Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı | Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı | Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı | Başabaş Yolcu Doluluk Oranı |
|--------------------------|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Southwest Airlines       | 13,00          | 0,066                                     | 0,074                                   | 0,11      | 0,785               | 0,013                        | 115,5                      | 2237,4                        | 19,4                         | 0,699                       |
| Delta Air Lines          | 14,00          | 0,090                                     | 0,096                                   | 0,06      | 0,690               | 0,010                        | 70,5                       | 1239,8                        | 17,6                         | 0,649                       |
| Air China                | 8,23           | 0,098                                     | 0,077                                   | -0,28     | 0,686               | 0,008                        | 120,7                      | 781,1                         | 6,5                          | 0,879                       |
| China Southern Airlines  | 8,00           | 0,085                                     | 0,075                                   | -0,14     | 0,713               | 0,009                        | 116,8                      | 1004,1                        | 8,6                          | 0,816                       |
| United Airlines Holdings | 16,50          | 0,089                                     | 0,086                                   | -0,04     | 0,722               | 0,010                        | 81,5                       | 1237,6                        | 15,2                         | 0,752                       |
| China Eastern Airlines   | 7,70           | 0,085                                     | 0,071                                   | -0,18     | 0,677               | 0,009                        | 104,6                      | 984,8                         | 9,4                          | 0,802                       |
| American Airlines        | 11,30          | 0,090                                     | 0,087                                   | -0,04     | 0,753               | 0,007                        | 90,8                       | 1342,6                        | 14,8                         | 0,780                       |
| Int. Con. Airlines       | 11,20          | 0,104                                     | 0,079                                   | -0,33     | 0,645               | 0,011                        | 112,2                      | 773,8                         | 6,9                          | 0,856                       |
| Lufthansa Group          | 12,70          | 0,163                                     | 0,145                                   | -0,13     | 0,616               | 0,007                        | 102,1                      | 445,9                         | 4,4                          | 0,693                       |
| Turkish Airlines         | 8,50           | 0,070                                     | 0,084                                   | 0,16      | 0,679               | 0,006                        | 125,4                      | 753,2                         | 6,0                          | 0,571                       |

Kriterlerin değerleri için Minitab programı kullanılarak oluşturulan tanımlayıcı istatistik verileri Şekil 4.1’de gösterilmiştir. Her kriter için ortalama, standart hata, standart sapma, minimum – maksimum ve Q1 - Q3 çeyrek değerleri her kriter için yer almaktadır.

| Descriptive Statistics: Fleet Age; CASK (\$); RASK (\$); Operating Ma; Load Factor; ... |          |    |          |          |          |          |          |          |
|-----------------------------------------------------------------------------------------|----------|----|----------|----------|----------|----------|----------|----------|
| Variable                                                                                | N        | N* | Mean     | SE Mean  | StDev    | Minimum  | Q1       | Median   |
| Fleet Age                                                                               | 10       | 0  | 11,113   | 0,943    | 2,981    | 7,700    | 8,172    | 11,250   |
| CASK (\$)                                                                               | 10       | 0  | 0,09401  | 0,00842  | 0,02662  | 0,06622  | 0,08113  | 0,08936  |
| RASK (\$)                                                                               | 10       | 0  | 0,08715  | 0,00677  | 0,02142  | 0,07149  | 0,07451  | 0,08107  |
| Operating Margin                                                                        | 10       | 0  | -0,0809  | 0,0511   | 0,1615   | -0,3270  | -0,2087  | -0,0833  |
| Load Factor                                                                             | 10       | 0  | 0,6966   | 0,0156   | 0,0493   | 0,6160   | 0,6691   | 0,6881   |
| Fleet / Employee                                                                        | 10       | 0  | 0,009027 | 0,000656 | 0,002075 | 0,006222 | 0,006950 | 0,009194 |
| Passenger / Flight                                                                      | 10       | 0  | 104,00   | 5,69     | 17,98    | 70,48    | 88,46    | 108,43   |
| Passenger / Employee                                                                    | 10       | 0  | 1080     | 155      | 491      | 446      | 769      | 994      |
| Flight / Employee                                                                       | 10       | 0  | 10,87    | 1,70     | 5,37     | 4,37     | 6,36     | 9,00     |
| BELF                                                                                    | 10       | 0  | 0,7497   | 0,0305   | 0,0965   | 0,5713   | 0,6819   | 0,7657   |
| Variable                                                                                | Q3       |    | Maximum  |          |          |          |          |          |
| Fleet Age                                                                               | 13,250   |    | 16,500   |          |          |          |          |          |
| CASK (\$)                                                                               | 0,09975  |    | 0,16260  |          |          |          |          |          |
| RASK (\$)                                                                               | 0,08879  |    | 0,14452  |          |          |          |          |          |
| Operating Margin                                                                        | 0,0746   |    | 0,1581   |          |          |          |          |          |
| Load Factor                                                                             | 0,7298   |    | 0,7850   |          |          |          |          |          |
| Fleet / Employee                                                                        | 0,010017 |    | 0,013214 |          |          |          |          |          |
| Passenger / Flight                                                                      | 117,77   |    | 125,39   |          |          |          |          |          |
| Passenger / Employee                                                                    | 1265     |    | 2237     |          |          |          |          |          |
| Flight / Employee                                                                       | 15,79    |    | 19,37    |          |          |          |          |          |
| BELF                                                                                    | 0,8257   |    | 0,8791   |          |          |          |          |          |

Şekil 4.1 Havayolu Kriter Değerleri Tanımlayıcı İstatistik

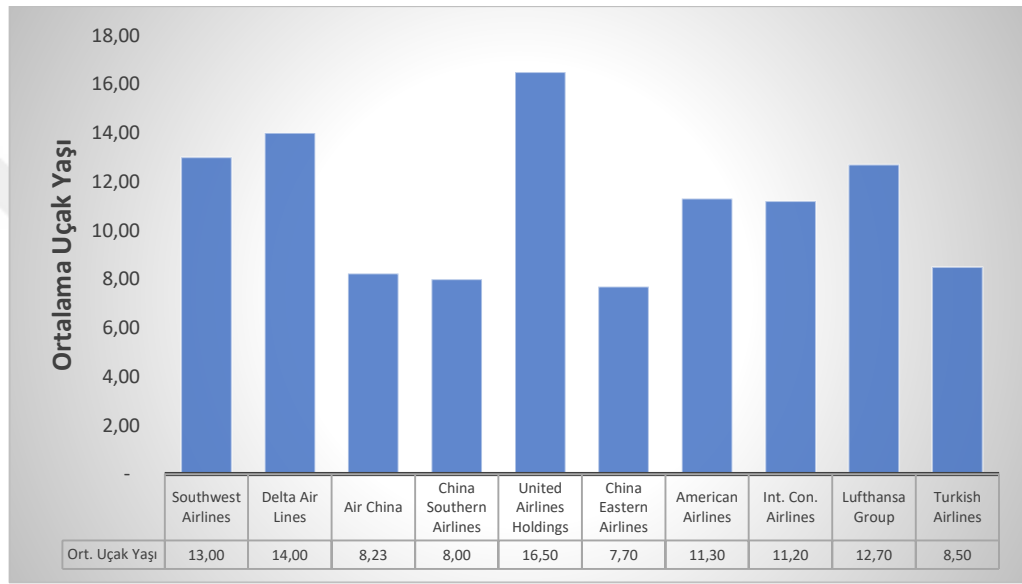
10 kriter için belirlenen min - max fayda matrisi Çizelge 4.26'da gösterilmiştir. Bu matris SWARA uygulamasında çalışılan uzmanlar ile belirlenmiştir. Maliyet ile alakalı Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet, Ortalama Uçak Yaşı ve Başabaş Yolcu Doluluk Oranı kriterleri minimumda iken fayda, diğer 7 kriter maksimumda iken fayda sağlamaktadır.

Çizelge 4.26 Fayda Matrisi

|         | Ort. Uçak Yaşı | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir | Kar Marjı | Yolcu Doluluk Oranı | Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı | Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı | Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı | Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı | Başabaş Yolcu Doluluk Oranı |
|---------|----------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|
| Max/Min | Min            | Min                                       | Max                                     | Max       | Max                 | Max                          | Max                        | Max                           | Max                          | Min                         |

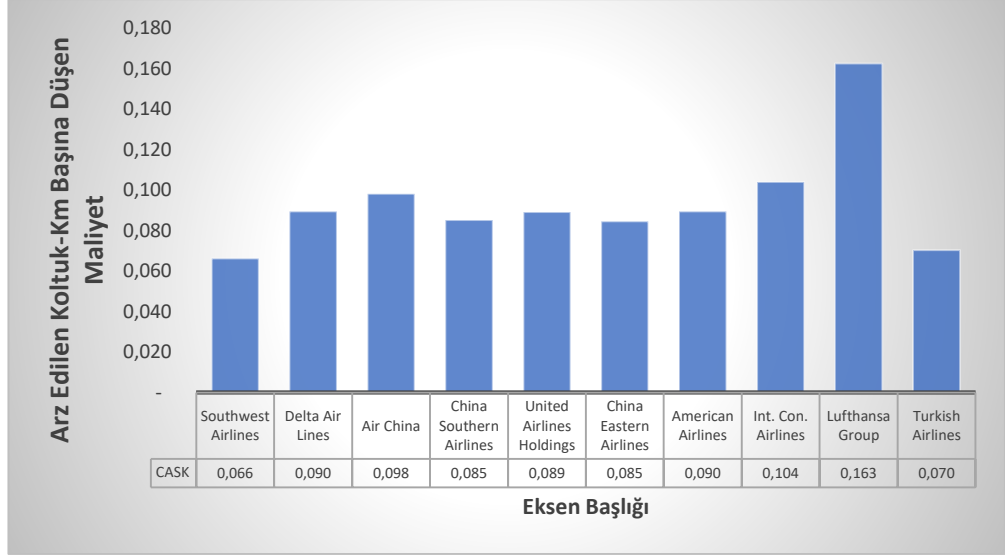
Fayda matrisine göre havayolu işletmelerinin kriter bazında performansı ilerleyen grafiklerde incelenerek detaylandırılmıştır.

Ortalama Uçak Yaşı kriterinin değeri minimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.2 numaralı şekilde görüldüğü üzere ilk 3 sırayı Çinli havayolları oluşturmaktadır. 7,70 - 8,23 arasında değişen yaş ortalaması ile sırayla China Eastern Airlines, China Southern Airlines ve Air China en genç filo ya sahip havayollarıdır. Son 3 sırada yer alan işletmeler Amerikan havayolları işletmeleridir. United Airlines 16,5 yaş ortalaması ile 10 havayolu arasında en yaşlı filo ya sahiptir, kendisine en yakın havayolundan 2,5 yaş yaşlıdır.



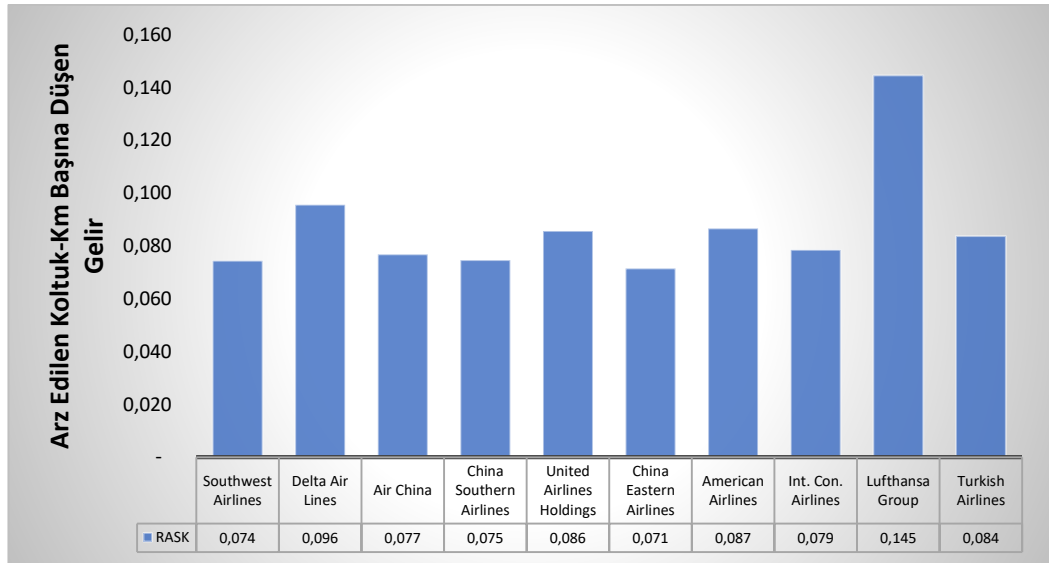
Şekil 4.2 Ortalama Uçak Yaşı

Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet (CASK) kriteri maliyetle alakalı bir kriterdir ve bu değer minimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.3 numaralı şekilde görüldüğü üzere sırayla Southwest Airlines, Turkish Airlines ve China Eastern Airlines en düşük CASK değerine sahiptir, bu değer 0,066 - 0,85 \$ arasında değişmektedir. Son 2 sırada yer alan işletmeler Avrupa'dan işletmelerdir. Lufthansa Group ise 0,163 \$ ile 10 havayolu işletmesi arasından en yüksek Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet değerine sahiptir, kendisine en yakın havayolundan 0,059 \$ yüksek kalmıştır.



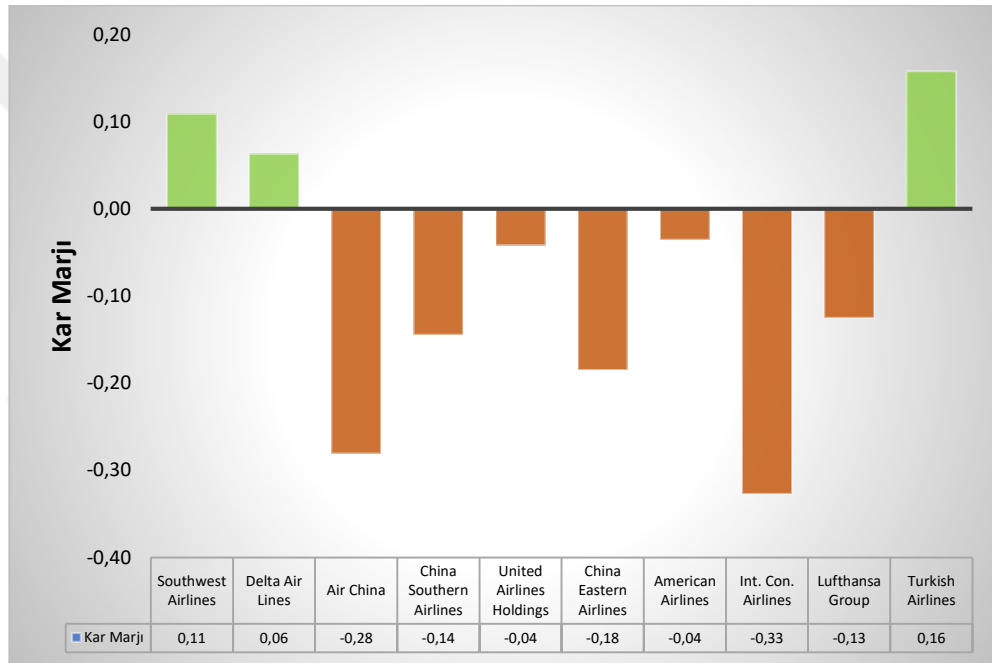
Şekil 4.3 Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet

Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir (RASK) kriterinin değeri gelire alakalı bir kriterdir ve bu değer maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.4 numaralı şekilde görüldüğü üzere ilk sırada Avrupa'dan Lufthansa Group yer almaktadır ve 0,145 \$ ile en yüksek RASK değerine sahiptir. Bu işletmeyi sırayla Delta Air Lines, American Airlines, United Airlines Holdings izlemektedir. China Eastern Airlines en düşük RASK değeri 0,071 \$ ile son sırada yer almaktadır.



Şekil 4.4 Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir

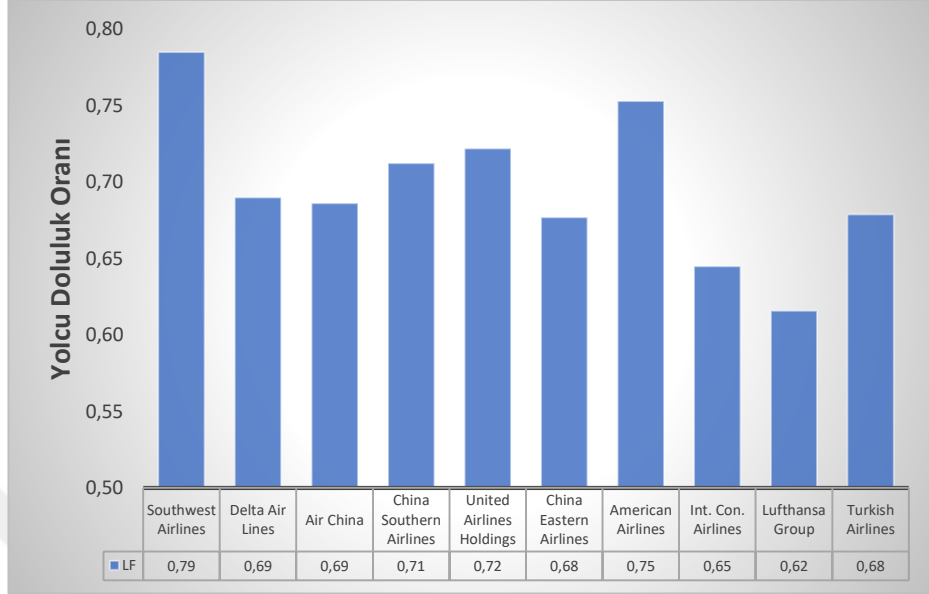
Kar Marjı kriterinin değeri gelire alakalı bir kriterdir ve bu değeri maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. Kar Marjı karın gelire oranı olduğu için pozitif değerler karı, negatif değerler zararı temsil etmektedir. Şekil 4.5'e baktığımızda sadece 3 işletmede Kar Marjı pozitif değerdir, diğer bir deyişle sadece 3 işletme kar pozisyonundadır. Bu işletmeler Turkish Airlines, Southwest Airlines ve Delta Air Lines'tır. Avrupa'dan bir işletme olan Turkish Airlines 0,16 ile en yüksek kar marjına sahip işletmedir. Sırayla 0,11 ve 0,06 ile Southwest Airlines ve Delta Air Lines onu takip etmektedir. Son sırada yer alan International Consolidated Airlines -0,33 ile en düşük kar marjına sahiptir.



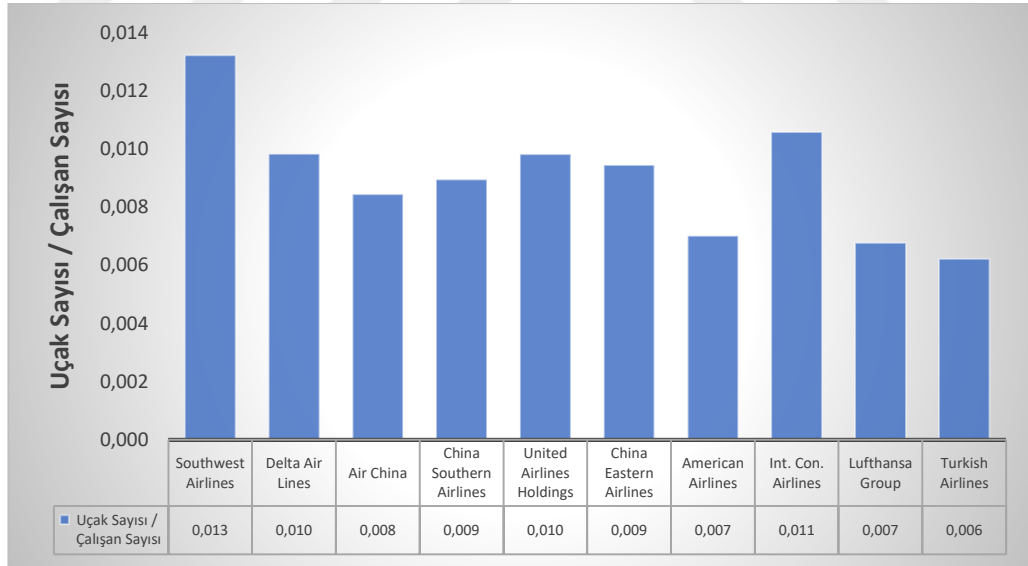
Şekil 4.5 Kar Marjı

Yolcu Doluluk Oranı (LF) kriterinin yüksek değerde olması havayolu işletmesi için önemlidir. Bu kriter ücretli yolcu-km'nin arz edilen koltuk-km'ye oranına karşılık geldiği için verimlilikle alakalı bir kriterdir ve bu oran maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. Şekil 4.6'yı incelediğimizde yolcu doluluk oranı %62 ile %79 arasında değişmektedir. İlk 3 sırayı Amerikan işletmeleri olan Southwest Airlines, American Airlines ve United Airlines Holdings oluşturmaktadır ve bu işletmeler sırayla %79, %75 ve %72 doluluk oranına

sahiptir. Avrupa'dan Lufthansa Group %62 ile en düşük doluluk oranına sahip işletme olmuştur.



Şekil 4.6 Yolcu Doluluk Oranı

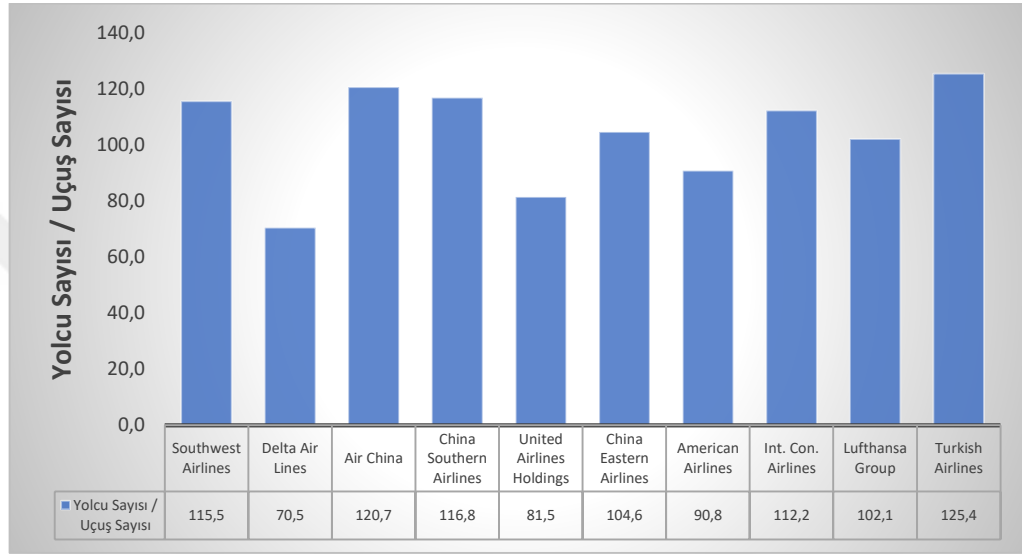


Şekil 4.7 Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı

Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı kriteri çalışan başına düşen uçak sayısını ifade ettiği için verimlilikle alakalı bir kriterdir ve bu oran maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.7 numaralı şekilde görüleceği



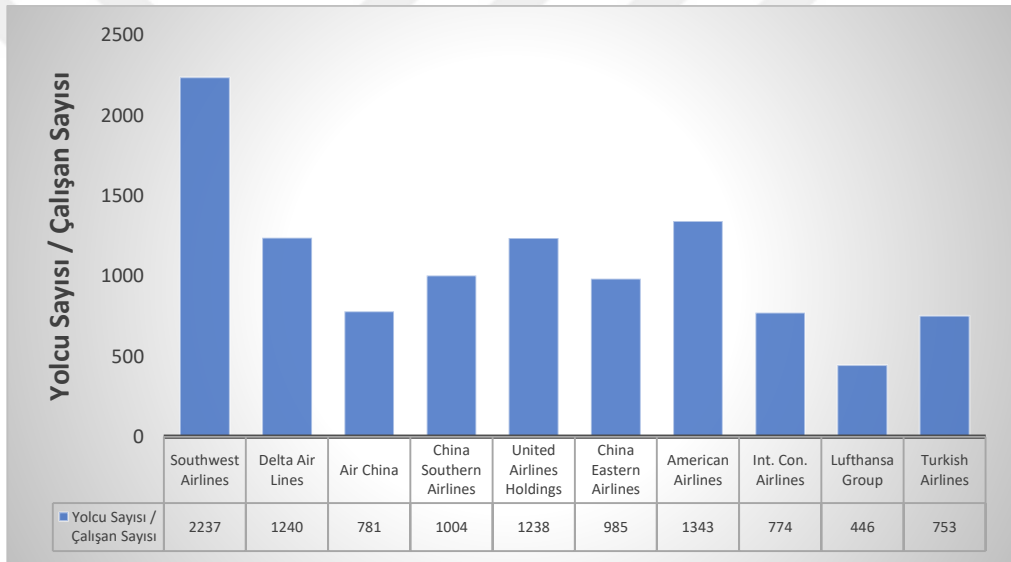
üzere; Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı kriteri için ilk 3'te Southwest Airlines ve Delta Air Lines olmak üzere 2 Amerikan havayolu işletmesi yer almaktadır. Southwest Airlines, International Consolidated Airlines ve Delta Air Lines sırayla 0,0132 - 0,0106 - 0,0098 Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı değerlerine sahiptir. Avrupa'dan 2 havayolu işletmesi ise son 2 sırada yer almaktadır. Turkish Airlines 0,0062 Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı değeri ile son sırada yer almaktadır.



Şekil 4.8 Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı

Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı kriteri uçuş başına düşen yolcu sayısını ifade ettiği için verimlilikle alakalı bir kriterdir ve bu oran maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.8 numaralı şekilde görüleceği üzere; Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı kriteri için ilk sırada Avrupa'dan Turkish Airlines havayolu işletmesi yer almaktadır, bu işletmede uçuş başına ortalama 125,4 yolcu yer almaktadır. 2 Çinli işletme Air China ve China Southern Airlines Turkish Airlines'ı takip etmektedir, sırayla uçuş başına 120,7 ve 116,8 yolcu ortalamaları bulunmaktadır. Sondan 3 sırayı Amerikan işletmeleri olan American Airlines, United Airlines Holdings ve Delta Air Lines oluşturmaktadır ve bu işletmeler sırayla 90,8, 81,5 ve 70,5 uçuş başına düşen yolcu sayısına sahiptir. Bu işletmeler Turkish Airlines'la kıyaslandığında ortalama %35 daha az uçuş başına düşen yolcu sayısına sahiptir.

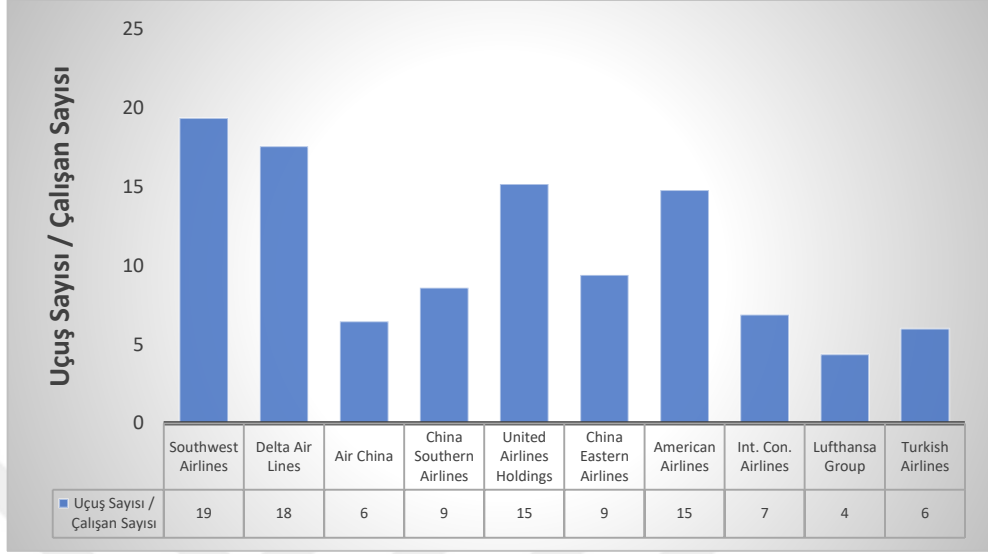
Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı kriteri çalışan başına düşen yolcu sayısını ifade ettiği için verimlilikle alakalı bir kriterdir ve bu oran maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.9 numaralı şekilde görüleceği üzere ilk 3 sırayı Amerikan havayolu işletmeleri olan Southwest Airlines, American Airlines ve Delta Air Lines oluşturmaktadır ve bu işletmeler çalışan başına sırayla 2237, 1343 ve 1240 yolcuya sahiptir. Bu adetlere baktığımızda Southwest Airlines'ın en yakın rakibinden %67 daha çok çalışan başına düşen yolcuya sahip olduğu görülmektedir. Son 3 sırada yer alan işletmeler Avrupa'dan işletmelerdir. Lufthansa Group çalışan başına düşen 446 yolcu ile son sırada yer almaktadır, bu değer ilk sırada yer alan Southwest Airlines'a göre %80 daha düşüktür.



Şekil 4.9 Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı

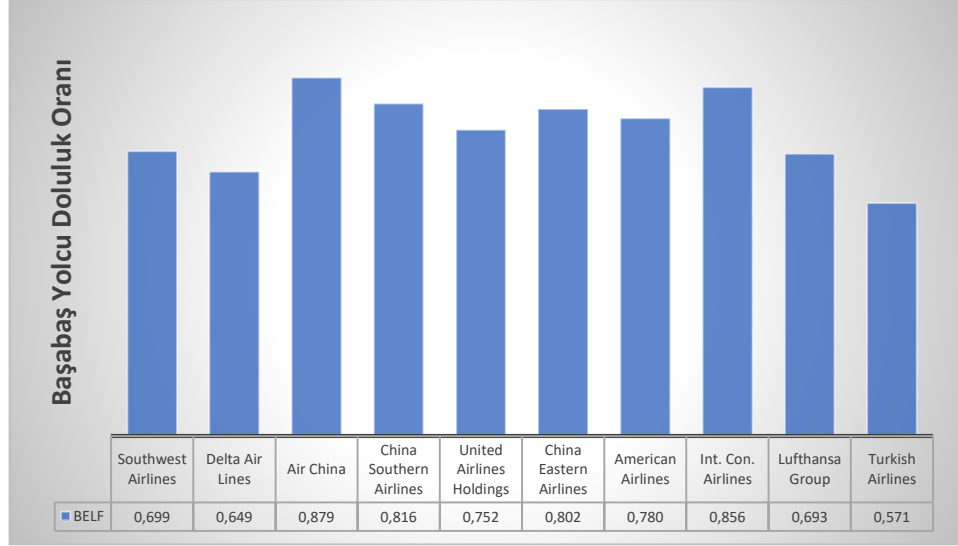
Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı kriteri çalışan başına düşen uçuş sayısını ifade ettiği için verimlilikle alakalı bir kriterdir ve bu oran maksimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. 4.10 numaralı şekilde görüleceği üzere ilk 3 sırayı Amerikan havayolu işletmeleri olan Southwest Airlines, Delta Air Lines ve United Airlines Holdings oluşturmaktadır ve bu işletmeler çalışan başına sırayla 19, 18 ve 15 uçuşa sahiptir. Son 2 sırada yer alan işletmeler Avrupa'dan havayolu işletmeleridir. Lufthansa Group çalışan başına düşen 4 uçuş ile son sırada

yer almaktadır, bu değer ilk sırada yer alan Southwest Airlines’a göre %77 daha düşüktür.



Şekil 4.10 Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı

Başabaş Yolcu Doluluk Oranı (BELF) kriterinin yüksek değerde olması havayolu işletmesi için önemlidir. Bu kriter, arz edilen koltuk-km başına düşen maliyet (CASK) değerinin ücretli yolcu-km başına düşen gelire oranına karşılık geldiği için maliyetle alakalı bir kriterdir ve bu oran minimum iken işletme performansı uygulamada yüksek olarak değerlendirilmektedir. Şekil 4.11’de görüleceği üzere; Turkish Airlines %57 başabaş yolcu doluluk oranı ile 1. sırada yer almaktadır. Bu işletmeyi sırayla %65 ve %69 oranla Delta Air Lines ve Lufthansa Group takip etmektedir. Son 3’te yer alan 2 işletme Çin’den China Southern Airlines ve Air China’dır. Air China %88 başabaş yolcu doluluk oranı ile son sırada yer almaktadır.



Şekil 4.11 Başabaş Yolcu Doluluk Oranı - BELF

10 kriterin işletmeler açısından özeti yukarıdaki grafiklerle detaylandırılmıştır. Bu aşamadan itibaren TOPSIS uygulamasına geçilmiştir. TOPSIS adımı ilk adım karar matrisinin oluşturulmasıdır. Havayolları senelik raporlarından elde edilen ana veriden oluşturulan oranlar ile karar matrisi Çizelge 4.27’de oluşturulmuştur.

Çizelge 4.27 TOPSIS Karar Matrisi

| Havayolu | K1    | K2    | K3    | K4    | K5   | K6    | K7    | K8     | K9   | K10   |
|----------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|--------|------|-------|
| A1       | 13,00 | 0,066 | 0,074 | 0,11  | 0,79 | 0,013 | 115,5 | 2237,4 | 19,4 | 0,699 |
| A2       | 14,00 | 0,090 | 0,096 | 0,06  | 0,69 | 0,010 | 70,5  | 1239,8 | 17,6 | 0,649 |
| A3       | 8,23  | 0,098 | 0,077 | -0,28 | 0,69 | 0,008 | 120,7 | 781,1  | 6,5  | 0,879 |
| A4       | 8,00  | 0,085 | 0,075 | -0,14 | 0,71 | 0,009 | 116,8 | 1004,1 | 8,6  | 0,816 |
| A5       | 16,50 | 0,089 | 0,086 | -0,04 | 0,72 | 0,010 | 81,5  | 1237,6 | 15,2 | 0,752 |
| A6       | 7,70  | 0,085 | 0,071 | -0,18 | 0,68 | 0,009 | 104,6 | 984,8  | 9,4  | 0,802 |
| A7       | 11,30 | 0,090 | 0,087 | -0,04 | 0,75 | 0,007 | 90,8  | 1342,6 | 14,8 | 0,780 |
| A8       | 11,20 | 0,104 | 0,079 | -0,33 | 0,65 | 0,011 | 112,2 | 773,8  | 6,9  | 0,856 |
| A9       | 12,70 | 0,163 | 0,145 | -0,13 | 0,62 | 0,007 | 102,1 | 445,9  | 4,4  | 0,693 |
| A10      | 8,50  | 0,070 | 0,084 | 0,16  | 0,68 | 0,006 | 125,4 | 753,2  | 6,0  | 0,571 |

Minimum - maximum fayda değerleri ve kriterlerin ağırlıkları 4.28 numaralı çizelgede gösterilmiştir. Min-max faydanın belirlenmesi uzman görüşü ile yapılmıştır.

Çizelge 4.28 Fayda ve Ağırlık Matrisi

|         | K1    | K2    | K3    | K4    | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Max/Min | Min   | Min   | Max   | Max   | Max   | Max   | Max   | Max   | Max   | Min   |
| Ağırlık | 0,088 | 0,122 | 0,120 | 0,125 | 0,110 | 0,073 | 0,080 | 0,086 | 0,076 | 0,120 |

İkinci adımda karar matrisi normalleştirilmesi yapılmaktadır. 4.29 numaralı çizelgede hesaplama sonucu gösterilmiştir. Değerleri 0 ile 1 arasında bir matris elde edilmiştir.

Çizelge 4.29 Normalleştirilmiş Karar Matrisi

| Havayolu | K1    | K2    | K3    | K4     | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A1       | 0,359 | 0,215 | 0,263 | 0,199  | 0,356 | 0,452 | 0,347 | 0,602 | 0,510 | 0,293 |
| A2       | 0,386 | 0,291 | 0,338 | 0,115  | 0,313 | 0,336 | 0,211 | 0,333 | 0,463 | 0,272 |
| A3       | 0,227 | 0,319 | 0,271 | -0,513 | 0,311 | 0,289 | 0,362 | 0,210 | 0,171 | 0,368 |
| A4       | 0,221 | 0,277 | 0,263 | -0,264 | 0,323 | 0,306 | 0,350 | 0,270 | 0,226 | 0,341 |
| A5       | 0,455 | 0,290 | 0,303 | -0,076 | 0,327 | 0,336 | 0,244 | 0,333 | 0,400 | 0,315 |
| A6       | 0,212 | 0,275 | 0,253 | -0,337 | 0,307 | 0,323 | 0,314 | 0,265 | 0,248 | 0,336 |
| A7       | 0,312 | 0,291 | 0,306 | -0,065 | 0,341 | 0,240 | 0,272 | 0,361 | 0,390 | 0,326 |
| A8       | 0,309 | 0,338 | 0,277 | -0,597 | 0,292 | 0,362 | 0,337 | 0,208 | 0,182 | 0,358 |
| A9       | 0,350 | 0,528 | 0,511 | -0,228 | 0,279 | 0,232 | 0,306 | 0,120 | 0,115 | 0,290 |
| A10      | 0,234 | 0,229 | 0,296 | 0,288  | 0,308 | 0,213 | 0,376 | 0,203 | 0,158 | 0,239 |

A1 için K1 normalize karar matrisi hücresi  $r_{11}$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$r_{11} = x_{11} / \sqrt{\sum x_{1j}^2} = 13 / \sqrt{(13^2 + 14^2 + 8,23^2 + 8,00^2 + 16,50^2 + 7,70^2 + 11,30^2 + 11,20^2 + 12,70^2 + 8,50^2)} = 0,359$$

A1 için K2 normalize karar hücresi  $r_{12}$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$r_{12} = x_{12} / \sqrt{\sum x_{1j}^2} = 0,066 / \sqrt{(0,066^2 + 0,090^2 + 0,098^2 + 0,085^2 + 0,089^2 + 0,085^2 + 0,090^2 + 0,104^2 + 0,163^2 + 0,070^2)} = 0,215$$

Bir sonraki adımda ağırlıklandırılmış karar matrisi oluşturulmaktadır. Bu matris SWARA adımıyla elde edilen ağırlıklar kullanılarak oluşturulmuştur. Matrisin her

elemanı kendisine ait ağırlık ile çarpılarak ağırlıklandırılmıştır. 4.30 numaralı çizelgede hesaplama sonucu gösterilmiştir.

Çizelge 4.30 Ağırlıklandırılmış Karar Matrisi

| Havayolu | K1    | K2    | K3    | K4     | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| A1       | 0,031 | 0,026 | 0,032 | 0,025  | 0,039 | 0,033 | 0,028 | 0,052 | 0,039 | 0,035 |
| A2       | 0,034 | 0,036 | 0,041 | 0,014  | 0,034 | 0,025 | 0,017 | 0,029 | 0,035 | 0,033 |
| A3       | 0,020 | 0,039 | 0,033 | -0,064 | 0,034 | 0,021 | 0,029 | 0,018 | 0,013 | 0,044 |
| A4       | 0,019 | 0,034 | 0,032 | -0,033 | 0,035 | 0,022 | 0,028 | 0,023 | 0,017 | 0,041 |
| A5       | 0,040 | 0,036 | 0,036 | -0,009 | 0,036 | 0,025 | 0,019 | 0,029 | 0,030 | 0,038 |
| A6       | 0,019 | 0,034 | 0,030 | -0,042 | 0,034 | 0,024 | 0,025 | 0,023 | 0,019 | 0,040 |
| A7       | 0,027 | 0,036 | 0,037 | -0,008 | 0,037 | 0,018 | 0,022 | 0,031 | 0,030 | 0,039 |
| A8       | 0,027 | 0,041 | 0,033 | -0,074 | 0,032 | 0,027 | 0,027 | 0,018 | 0,014 | 0,043 |
| A9       | 0,031 | 0,065 | 0,062 | -0,028 | 0,031 | 0,017 | 0,024 | 0,010 | 0,009 | 0,035 |
| A10      | 0,021 | 0,028 | 0,036 | 0,036  | 0,034 | 0,016 | 0,030 | 0,017 | 0,012 | 0,029 |

A1 havayolu için K1 ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hücresi  $v_{11}$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$v_{11} = w_1 * r_{11} = 0,359 * 0,088 = 0,031$$

A1 havayolu için K2 ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi hücresi  $v_{12}$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$v_{12} = w_1 * r_{12} = 0,215 * 0,122 = 0,026$$

Bu adımda pozitif ve negatif ideal çözümler belirlenmiştir. K1, K2 ve K10 için min fayda söz konusudur, her sütundaki en küçük değer  $V^+$ , en büyük değer  $V^-$  olarak belirlenmektedir. Diğer kriterler için max fayda söz konusudur, her sütundaki en büyük değer  $V^+$ , en küçük değer  $V^-$  olarak belirlenmektedir.

K1 için min faydaya göre aşağıdaki değerler belirlenmiştir:

$$V^+ = 0,019 \quad V^- = 0,040$$

K3 için max faydaya göre aşağıdaki değerler seçilmiştir:

$$V^+ = 0,062 \quad V^- = 0,030$$

4.31 numaralı çizelgede belirlenen Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler gösterilmiştir.

Çizelge 4.31 Pozitif ve Negatif İdeal Çözümler

|       | K1    | K2    | K3    | K4     | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   |
|-------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $V^+$ | 0,019 | 0,026 | 0,062 | 0,036  | 0,039 | 0,033 | 0,030 | 0,052 | 0,039 | 0,029 |
| $V^-$ | 0,040 | 0,065 | 0,030 | -0,074 | 0,031 | 0,016 | 0,017 | 0,010 | 0,009 | 0,044 |

Bu adımda İdeal Çözüme Göre Nispi Yakınlıklar hesaplanmıştır. 4.32 numaralı çizelgede hesaplama sonucu gösterilmiştir.

Çizelge 4.32 Nispi Yakınlıklar

| Havayolu | K1    | K2    | K3    | K4     | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | $S_i^*$ | $S_i'$ |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|
| A1       | 0,031 | 0,026 | 0,032 | 0,025  | 0,039 | 0,033 | 0,028 | 0,052 | 0,039 | 0,035 | 0,035   | 0,121  |
| A2       | 0,034 | 0,036 | 0,041 | 0,014  | 0,034 | 0,025 | 0,017 | 0,029 | 0,035 | 0,033 | 0,045   | 0,101  |
| A3       | 0,020 | 0,039 | 0,033 | -0,064 | 0,034 | 0,021 | 0,029 | 0,018 | 0,013 | 0,044 | 0,115   | 0,038  |
| A4       | 0,019 | 0,034 | 0,032 | -0,033 | 0,035 | 0,022 | 0,028 | 0,023 | 0,017 | 0,041 | 0,085   | 0,059  |
| A5       | 0,040 | 0,036 | 0,036 | -0,009 | 0,036 | 0,025 | 0,019 | 0,029 | 0,030 | 0,038 | 0,064   | 0,078  |
| A6       | 0,019 | 0,034 | 0,030 | -0,042 | 0,034 | 0,024 | 0,025 | 0,023 | 0,019 | 0,040 | 0,093   | 0,054  |
| A7       | 0,027 | 0,036 | 0,037 | -0,008 | 0,037 | 0,018 | 0,022 | 0,031 | 0,030 | 0,039 | 0,060   | 0,080  |
| A8       | 0,027 | 0,041 | 0,033 | -0,074 | 0,032 | 0,027 | 0,027 | 0,018 | 0,014 | 0,043 | 0,124   | 0,032  |
| A9       | 0,031 | 0,065 | 0,062 | -0,028 | 0,031 | 0,017 | 0,024 | 0,010 | 0,009 | 0,035 | 0,094   | 0,057  |
| A10      | 0,021 | 0,028 | 0,036 | 0,036  | 0,034 | 0,016 | 0,030 | 0,017 | 0,012 | 0,029 | 0,054   | 0,120  |

A1 havayolu için pozitif ideal çözüme göre nispi yakınlık  $S_1^*$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$S_1^* = \sqrt{\sum (v_1^* - v_{1j})^2} = \sqrt{((0,031 - 0,019)^2 + (0,026 - 0,026)^2 + (0,032 - 0,062)^2 + (0,025 - 0,036)^2 + (0,039 - 0,039)^2 + (0,033 - 0,033)^2 + (0,028 - 0,030)^2 + (0,052 - 0,052)^2 + (0,039 - 0,039)^2 + (0,035 - 0,029)^2)} = 0,035$$

A1 havayolu için negatif ideal çözüme göre nispi yakınlık  $S_1'$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$S_1' = \sqrt{\sum (v_1' - v_{1j})^2} = \sqrt{((0,031 - 0,040)^2 + (0,026 - 0,065)^2 + (0,032 - 0,030)^2 + (0,025 - (-0,074))^2 + (0,039 - 0,031)^2 + (0,033 - 0,016)^2 + (0,028 - 0,017)^2 + (0,052 - 0,010)^2 + (0,039 - 0,009)^2 + (0,035 - 0,044)^2)} = 0,121$$

Bu adımda pozitif ve negatif nispi yakınlık değerlerine göre yakınlık değerleri hesaplanmıştır. 4.33 numaralı çizelgede hesaplama gösterilmiştir.

Çizelge 4.33 Yakınlık Değerleri

| Havayolu | K1    | K2    | K3    | K4     | K5    | K6    | K7    | K8    | K9    | K10   | $S_i^*$ | $S_i'$ | $C_i^*$ |
|----------|-------|-------|-------|--------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------|--------|---------|
| A1       | 0,031 | 0,026 | 0,032 | 0,025  | 0,039 | 0,033 | 0,028 | 0,052 | 0,039 | 0,035 | 0,035   | 0,121  | 0,775   |
| A2       | 0,034 | 0,036 | 0,041 | 0,014  | 0,034 | 0,025 | 0,017 | 0,029 | 0,035 | 0,033 | 0,045   | 0,101  | 0,690   |
| A3       | 0,020 | 0,039 | 0,033 | -0,064 | 0,034 | 0,021 | 0,029 | 0,018 | 0,013 | 0,044 | 0,115   | 0,038  | 0,248   |
| A4       | 0,019 | 0,034 | 0,032 | -0,033 | 0,035 | 0,022 | 0,028 | 0,023 | 0,017 | 0,041 | 0,085   | 0,059  | 0,411   |
| A5       | 0,040 | 0,036 | 0,036 | -0,009 | 0,036 | 0,025 | 0,019 | 0,029 | 0,030 | 0,038 | 0,064   | 0,078  | 0,549   |
| A6       | 0,019 | 0,034 | 0,030 | -0,042 | 0,034 | 0,024 | 0,025 | 0,023 | 0,019 | 0,040 | 0,093   | 0,054  | 0,366   |
| A7       | 0,027 | 0,036 | 0,037 | -0,008 | 0,037 | 0,018 | 0,022 | 0,031 | 0,030 | 0,039 | 0,060   | 0,080  | 0,570   |
| A8       | 0,027 | 0,041 | 0,033 | -0,074 | 0,032 | 0,027 | 0,027 | 0,018 | 0,014 | 0,043 | 0,124   | 0,032  | 0,205   |
| A9       | 0,031 | 0,065 | 0,062 | -0,028 | 0,031 | 0,017 | 0,024 | 0,010 | 0,009 | 0,035 | 0,094   | 0,057  | 0,380   |
| A10      | 0,021 | 0,028 | 0,036 | 0,036  | 0,034 | 0,016 | 0,030 | 0,017 | 0,012 | 0,029 | 0,054   | 0,120  | 0,690   |

A1 havayolu için ideal çözüme yakınlık değeri  $C_1^*$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$C_1^* = S_1' / (S_1' + S_1^*) = 0,121 / (0,121 + 0,035) = 0,775$$

A2 havayolu için ideal çözüme yakınlık değeri  $C_2^*$  aşağıdaki gibi hesaplanmıştır:

$$C_2^* = S_2' / (S_2' + S_2^*) = 0,101 / (0,101 + 0,045) = 0,690$$

Negatif ideal duruma en çok uzak olan veya pozitif ideal duruma en yakın olan  $C_i$  yakınlık değeri en iyidir. 4.34 numaralı çizelgede negatif ideal duruma uzaklığa göre hesaplama yapılmıştır.



Çizelge 4.34 TOPSIS Uygulama Sonucu

| Kod | Havayolu / Kriter               | $S_i^*$ | $S_i'$ | $C_i^*$ | Sıra |
|-----|---------------------------------|---------|--------|---------|------|
| A1  | <b>Southwest Airlines</b>       | 0,035   | 0,121  | 0,775   | 1    |
| A2  | <b>Delta Air Lines</b>          | 0,045   | 0,101  | 0,690   | 3    |
| A3  | <b>Air China</b>                | 0,115   | 0,038  | 0,248   | 9    |
| A4  | <b>China Southern Airlines</b>  | 0,085   | 0,059  | 0,411   | 6    |
| A5  | <b>United Airlines Holdings</b> | 0,064   | 0,078  | 0,549   | 5    |
| A6  | <b>China Eastern Airlines</b>   | 0,093   | 0,054  | 0,366   | 8    |
| A7  | <b>American Airlines</b>        | 0,060   | 0,080  | 0,570   | 4    |
| A8  | <b>Int. Con. Airlines</b>       | 0,124   | 0,032  | 0,205   | 10   |
| A9  | <b>Lufthansa Group</b>          | 0,094   | 0,057  | 0,380   | 7    |
| A10 | <b>Turkish Airlines</b>         | 0,054   | 0,120  | 0,690   | 2    |

Havayolu işletmeleri pandemiden sonraki 2021 yılını tekrardan yükseliş dönemi olarak yaşamıştır, bu yılın verileri bu nedenle performans ölçümü için önemlidir (Demir Güven ve Baylan, 2022). 2021 yıl sonu pazar payına göre oluşturulan örneklemede yer alan Southwest Airlines en yüksek pazar payına sahip işletmedir. Bu çalışmada yapılan TOPSIS uygulamasının sonucu bize göstermektedir ki Southwest Airlines operasyonel performans açısından da en iyi işletme olmuştur. TOPSIS sıralamasında onu sırayla Turkish Airlines ve Delta Air Lines takip etmektedir.

Turkish Airlines 8 basamak yükselerek 2. sırada kendine yer edinmiştir. Bu sonucun en büyük sebebi Kar Marjı kriteridir. 4.25 numaralı çizelgeye bakıldığında sadece 3 işletmede bu kriterin değerinin pozitif olduğunu, diğer bir deyişle sadece 3 işletmenin kar pozisyonunda olduğu görülmektedir. Bu işletmeler Southwest Airlines, Delta Air Lines ve Turkish Airlines'tır. Kar Marjı kriterine ek olarak Turkish Airlines'ın diğer kriterlerde de diğer havayollarına nispeten daha iyi performans göstermiş olması 8 basamak yükselmesini sağlamıştır.

## 5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Havacılık sektöründe havayolu işletmelerinin kullandığı sektöre özel göstergeler yer almaktadır. Bu çalışmada, bu göstergeler kullanılarak havayolu işletmelerinin operasyonel performansı analiz edilmiştir. Literatür incelendiğinde havayolu performans analizi için SWARA yönteminin kullanılmadığı; havacılık sektöründe ise personel seçimi, uçak seçimi, havalimanı seçimi gibi problemlerde bu yöntemin kullanıldığı tespit edilmiştir. Bu nedenden ötürü SWARA yöntemi ağırlıklandırma yöntemi olarak bu çalışmada tercih edilmiştir. Çalışmanın ilk aşamasında SWARA yöntemiyle kriter ağırlıklandırma yapılmıştır. Literatür taraması ve uzman görüşü ile 10 kriter belirlenmiş ve SWARA yöntemi sonucu elde edilmiştir. Sırayla Kar Marjı, Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet ve Başabaş Yolcu Doluluk Oranı kriterleri ilk 3 sırada yer almıştır. Çalışmanın ikinci kısmında ise en iyi alternatifin belirlenmesi için TOPSIS yöntemi uygulanmıştır. 2021 yıl sonu pazar payına göre belirlenen 10 havayolu işletmesi (Amerika'dan 4, Çin'den 3 ve Avrupa'dan 3 işletme) 10 adet kriter kullanılarak TOPSIS yöntemiyle operasyonel açıdan analiz edilmiş ve en iyi işletme Southwest Airlines olarak belirlenmiştir. Uygulama sonucunda Southwest Airlines'ın hem TOPSIS hem de pazar payına göre en iyi işletme olduğu tespit edilmiştir. Turkish Airlines ve Delta Air Lines TOPSIS sıralamasında 2. ve 3. sırada yer alarak Southwest Airlines'ı takip etmiştir.

Tek kritere göre bakıldığında performansı en yüksek işletme, kriterden kritere fark etmektedir. Literatüre bakıldığında ve işletme raporları incelendiğinde sivil havacılık sektörünün kullandığı raporların tek kriterle oluşturulduğu görülmüştür. Bu raporlara örnek olarak “uçak sayısına göre en iyi işletmeler”, “yolcu sayısına göre en iyi işletmeler”, “pazar payına göre en iyi işletmeler” veya “satışa göre en iyi işletmeler” başlıklarındaki raporlar gösterilebilir.

Bu uygulamada yer alan havayolu işletmeleri için tek kritere göre bir kıyas yapıldığında; Çizelgede 5.1'deki gibi en iyi işletmenin kriter bazında değişmekte olduğu tespit edilmiştir. Kriter bazında baktığımızda Southwest Airlines kriterlerin yarısında ilk sırada yer almıştır. Turkish Airlines ise 3 kriterde 1. sırada, 1 kriterde 2.

sırada yer almıştır. TOPSIS sonucunda ilk 2 sırada yer alan bu 2 işletme toplamda 8/10 kriterde ilk sırada yer almış ve TOPSIS ile kriter bazlı sonuçlar birbiri ile uyumsuzluk içinde olmamıştır. Belirlenen 10 kriterle göre bir ÇKKV yapıldığında ise TOPSIS sıralaması karşımıza çıkmıştır, çizelgede TOPSIS başlığı altında bu sıralama belirtilmiştir.

Çizelge 5.1 Kriterlere ve TOPSIS'e göre sıralama

| Havayolu                 | Ortalama Uçak Yaşı | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet | Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir | Kar Marjı | Yolcu Doluluk Oranı | Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı | Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı | Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı | Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı | Başabaş Yolcu Doluluk Oranı | TOPSIS |
|--------------------------|--------------------|-------------------------------------------|-----------------------------------------|-----------|---------------------|------------------------------|----------------------------|-------------------------------|------------------------------|-----------------------------|--------|
| Southwest Airlines       | 8                  | 1                                         | 9                                       | 2         | 1                   | 1                            | 4                          | 1                             | 1                            | 4                           | 1      |
| Delta Air Lines          | 9                  | 6                                         | 2                                       | 3         | 5                   | 3                            | 10                         | 3                             | 2                            | 2                           | 3      |
| Air China                | 3                  | 8                                         | 7                                       | 9         | 6                   | 7                            | 2                          | 7                             | 8                            | 10                          | 9      |
| China Southern Airlines  | 2                  | 4                                         | 8                                       | 7         | 4                   | 6                            | 3                          | 5                             | 6                            | 8                           | 6      |
| United Airlines Holdings | 10                 | 5                                         | 4                                       | 5         | 3                   | 4                            | 9                          | 4                             | 3                            | 5                           | 5      |
| China Eastern Airlines   | 1                  | 3                                         | 10                                      | 8         | 8                   | 5                            | 6                          | 6                             | 5                            | 7                           | 8      |
| American Airlines        | 6                  | 7                                         | 3                                       | 4         | 2                   | 8                            | 8                          | 2                             | 4                            | 6                           | 4      |
| Int. Con. Airlines       | 5                  | 9                                         | 6                                       | 10        | 9                   | 2                            | 5                          | 8                             | 7                            | 9                           | 10     |
| Lufthansa Group          | 7                  | 10                                        | 1                                       | 6         | 10                  | 9                            | 7                          | 10                            | 10                           | 3                           | 7      |
| Turkish Airlines         | 4                  | 2                                         | 5                                       | 1         | 7                   | 10                           | 1                          | 9                             | 9                            | 1                           | 2      |

Karar vericiler, kişiler veya işletmeler olabilir, yatırım kararları veya almak istedikleri diğer kararlar için ÇKKV yöntemleri kullanarak çok yönlü bakış açısı edinebilir ve bu doğrultuda kararlarını değerlendirebilirler. Bu çalışmada belirlenen 10 kriterle sektör tarafından kullanılabilir bir rapor formatı hazırlanmak istenmiştir. 2021 sene sonu gerçek verileri kullanılarak oranlar elde edilmiş ve tüm dünya havayollarının kıyaslanabileceği ortak bir yapı oluşturulmuştur. Bu kriterlere yeni kriterler eklenerek veya birden fazla ÇKKV yöntemi kullanılıp analizleri karşılaştırılarak yeni çalışma sonuçları elde edilebilir.

## KAYNAKLAR

- Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K. 2013. Decision making in machine tool selection: An integrated approach with SWARA and COPRAS-G methods. Engineering Economics, 24(1), 5-17.
- Air China, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
[https://www.airchina.com.cn/www/en/html/index/about\\_us/company\\_profile/](https://www.airchina.com.cn/www/en/html/index/about_us/company_profile/)
- Air China, 2021 Annual Report, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
[https://www.airchina.com.cn/en/images/investor\\_relations/2022/04/26/16E63DB190ABBD297BF3473159C01F17.pdf](https://www.airchina.com.cn/en/images/investor_relations/2022/04/26/16E63DB190ABBD297BF3473159C01F17.pdf)
- Akgün, M., Temür, A. S. 2016. BIST ulaştırma endeksine kayıtlı şirketlerin finansal performanslarının TOPSIS yöntemi ile değerlendirilmesi. Uluslararası Yönetim İktisat ve İşletme Dergisi, 12(12), 173-186.
- Akhanova, G., Nadeem, A., Kim, J. R., Azhar, S. 2020. A multi-criteria decision-making framework for building sustainability assessment in Kazakhstan. Sustainable Cities and Society, 52, 101842.
- Akkaya, G. C. 2004. Finansal Rasyolar Yardımıyla Havayolları İşletmelerinin Performansının Değerlendirilmesi. Dokuz Eylül Üniversitesi İktisadi İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 19(1), 15-30.
- Alimardani, M., Hashemkhani Zolfani, S., Aghdaie, M. H., Tamošaitienė, J. 2013. A novel hybrid SWARA and VIKOR methodology for supplier selection in an agile environment. Technological and economic development of economy, 19(3), 533-548.
- Altan, Ş., Atan, M. 2020. Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri. Gazi Kitabevi.
- American Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.aa.com/i18n/customer-service/about-us/about-us.jsp>
- American Airlines, 2021 Annual Report on form 10-K, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
[https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReports/PDF/NASDAQ\\_AAL\\_2021.pdf](https://www.annualreports.com/HostedData/AnnualReports/PDF/NASDAQ_AAL_2021.pdf)
- Asker, V. 2021. Havayolu Stratejik İşbirliklerinde Veri Zarflama Analizi ile Finansal Performansın İncelenmesi. Journal of Aviation, 5(2), 181-191.
- Asker, V., Aydın, N. 2021. Financial efficiency measurement in airlines and determining factors of efficiency. Alanya Akademik Bakış, 5(2), 793-814.

- Aydogan, E. K. 2011. Performance measurement model for Turkish aviation firms using the rough-AHP and TOPSIS methods under fuzzy environment. *Expert Systems with Applications*, 38(4), 3992-3998.
- Bae, K., Gupta, A., Mau, R. 2021. Comparative analysis of airline financial and operational performances: a fuzzy AHP and TOPSIS integrated approach. *Decision Science Letters*, 10(3), 361-374.
- Bahar, E. 2018. Türkiye’de havayolu işletmeciliğinin gelişimi. *Ekonomi, Yönetim ve Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 3(1), 25-36.
- Bakır, M. 2019. SWARA ve MABAC Yöntemleri ile Havayolu İşletmelerinde Ewom’a Dayalı Memnuniyet Düzeyinin Analizi. *İzmir İktisat Dergisi*, 34(1), 51-66.
- Bakır, M., Bal, H. T., Akan, Ş. 2017. Türk sivil havacılık sektörünün değerlendirilmesinde bütünleşik SWOT-AHS yaklaşımı. *Journal of Aviation*, 1(2), 154-169.
- Banihashemi, S. S., Zolfani, S. H. 2014. Personnel selection based on a novel model of game theory and MCDM approaches. In Conference: 8th International Scientific Conference “Business and Management 2014”, At Lithuania: Enterprise Management.
- Bardakçı, S. 2020. Çok Kriterli Karar Verme Problemlerinde Kriter Ağırlıklandırma Yöntemleri. Nobel Akademik Yayıncılık.
- Barros, C. P., Wanke, P. 2015. An analysis of African airlines efficiency with two-stage TOPSIS and neural networks. *Journal of Air Transport Management*, 44, 90-102.
- Battal, Ü. 2019. Financial performance in airlines: Application of TOPSIS in four europe-based traditional airlines. *Social Sciences*, 14(5), 2045-2067.
- Chang, Y. H., Yeh, C. H. 2001. Evaluating airline competitiveness using multiattribute decision making. *Omega*, 29(5), 405-415.
- China Eastern Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
[https://us.ceair.com/newCMS/us/en/content/en\\_Footer/AboutUS/201903/t20190305\\_2992.html](https://us.ceair.com/newCMS/us/en/content/en_Footer/AboutUS/201903/t20190305_2992.html)
- China Eastern Airlines, 2021 Annual Report, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
<https://www1.hkexnews.hk/listedco/listconews/sehk/2022/0427/2022042702334.pdf>
- China Southwest Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.csair.com/en/about/gongsijianjie/>

- China Southwest Airlines, Annual Report 2021, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
<https://www.csair.com/en/about/investor/yejibaogao/2021/resource/35a6a4a60dba072604ed3d1e29e3f5fb.pdf>
- Çakır, E. 2017. Kriter ağırlıklarının SWARA–Copeland yöntemi ile belirlenmesi: Bir üretim işletmesinde uygulama. Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi, 4(1), 42-56.
- Çetin, A. 2019. Bulanık TOPSIS ve AHP yöntemleri ile performans değerlendirmesi: Esenboğa havalimanında bir uygulama. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Delta Air Lines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.delta.com/us/en/about-delta/overview>  
<https://news.delta.com/deltas-history-dusting-crops-connecting-world#:~:text=1925%3A%20Huff%20Daland%20Dusters%2C%20the,owned%20fleet%20in%20the%20world.>
- Delta Air Lines, 2021 Form 10-K, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
[https://s2.q4cdn.com/181345880/files/doc\\_financials/2021/q4/DAL-12.31.2021-10K-2.11.22-Filed-\(1\).pdf](https://s2.q4cdn.com/181345880/files/doc_financials/2021/q4/DAL-12.31.2021-10K-2.11.22-Filed-(1).pdf)
- Demir Güven, R., Baylan, E. B. 2022. Havayolu İşletmelerinde Operasyonel Performansın SWARA-TOPSIS Modeli ile Analizi. 5. Ulusal Mühendislikte Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı, 144-150.
- Deste, M. ve Şimşek, A.İ. 2019. Havayolu yolcu taşımacılığı sektöründeki şirketlerin lojistik performans açısından entropi ve TOPSIS yöntemleri kullanılarak karşılaştırılması. Yönetim ve Ekonomi Araştırmaları Dergisi, 17, 395-411.
- Durmaz, K. İ. Temel Gencer, C. 2020. JSMAA tabanlı yeni bir eklenti: SWARA-JSMAA ve akrobasi uçağı seçimi . Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi , 35 (3) , 1487-1498.
- Eghbali, Z. M., Tavakkoli, M. R., Sepehri, M. M., Esfahanian, F., Azaron, A. 2017. Optimizing and Cost-effective Analysis of Medication Treatment of Type 2 Diabetes for Prevention of Hypoglycemia Using Markov Decision Process.
- Erdoğan, S., Balki, M. K., Aydın, S., Sayın, C. 2020. Performance, emission and combustion characteristic assessment of biodiesels derived from beef bone marrow in a diesel generator. Energy, 207, 118300.
- Feng, C. M., Wang, R. T. 2000. Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. Journal of Air Transport Management, 6(3), 133-142.

- Gedik Göçer, S. 2019. Firma performansının çok kriterli karar verme yöntemi ile stratejik analizi: Havacılık sektöründe bir uygulama (Master's thesis, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Ghenai, C., Albawab, M., Bettayeb, M. 2020. Sustainability indicators for renewable energy systems using multi-criteria decision-making model and extended SWARA/ARAS hybrid method. *Renewable Energy*, 146, 580-597.
- Gürel, S. 2012. A Fuzzy AHP Approach For Financial Performance Evaluation of Airline Companies. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi.
- Hwang, C. L., Yoon, K. 1981. Methods for Multiple Attribute Decision Making. In *Multiple Attribute Decision Making*. Springer.
- International Consolidated Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.iairgroup.com/en/the-group/iag-overview>
- International Consolidated Airlines, Annual Report 2021, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
<https://www.iairgroup.com/~media/Files/I/IG/annual-reports/iag-annual-reports/en/annual-report-and-accounts-2021.pdf>
- Ishizaka, A., Nemery, P. 2013. Multi-criteria Decision Analysis: Methods and Software. John Wiley & Sons.
- Jamali, G., Mohammadi, M. 2018. Ranking Factors Affecting Services Supply Chain Using SWARA Technique (Case Study: Airline Agencies in Bushehr City). *Journal of Services Operation Management*, 1(1), 94-118.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S., Maksimovic, M. 2015. Selection of candidates in the mining industry based on the application of the SWARA and the MULTIMOORA methods. *Acta Montanistica Slovaca*, 20(2).
- Karabasevic, D., Zavadskas, E. K., Turskis, Z., Stanujkic, D. 2016. The framework for the selection of personnel based on the SWARA and ARAS methods under uncertainties. *Informatica*, 27(1), 49-65.
- Kaya, S. K., Erginel, N. 2020. Futuristic airport: A sustainable airport design by integrating hesitant fuzzy SWARA and hesitant fuzzy sustainable quality function deployment. *Journal of Cleaner Production*, 275, 123880.
- Keršulienė, V., Turskis, Z. 2011. Integrated fuzzy multiple criteria decision making model for architect selection. *Technological and economic development of economy*, 17(4), 645-666.
- Keršulienė, V., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. 2010. Selection of Rational Dispute Resolution Method by Applying New Step-wise Weight Assessment Ratio

Analysis (SWARA). Journal of business economics and management, 11(2), 243-258.

Kiracı, K., Bakır, M. 2018. Entropi temelli TOPSIS yöntemiyle iş modeline göre havayolu firmalarının finansal performanslarının analizi. 17. Uluslararası Katılımlı İşletmecilik Kongresi Bildiriler Kitabı, 1063, 1069.

Koç, B, D. 2021. Sivil havacılıkta lojistik performans faktörlerinin çok kriterli karar verme yöntemleri ile sıralanması: Erzurum ili örneği. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Kouchaksaraei, R. H., Zolfani, S. H., Golabchi, M. 2015. Glasshouse locating based on SWARA-COPRAS approach. International Journal of Strategic Property Management, 19(2), 111-122.

Köse, Y. 2021. Havacılık Sektöründe Spesifik Finansal Oranlar: Türkiye'deki Havayolu Şirketleri Üzerine Analiz ve Değerlendirme. Finansal Araştırmalar ve Çalışmalar Dergisi, 13(25), 623-636.

Kurt, G., Kablan, A. 2022. Covid-19'un, BIST Ulaştırma Endeksinde Faaliyet Gösteren Havayolu İşletmelerinin Finansal Performansı Üzerindeki Etkilerinin, Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Analizi. İşletme Akademisi Dergisi, 3(1), 16-33.

Lufthansa Group, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.lufthansagroup.com/en/company.html>

Lufthansa Group, Annual Report 2021, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
<https://investor-relations.lufthansagroup.com/fileadmin/downloads/en/financial-reports/annual-reports/LH-AR-2021-e.pdf>

Mavi, R. K., Goh, M., Zarbakhshnia, N. 2017. Sustainable third-party reverse logistic provider selection with fuzzy SWARA and fuzzy MOORA in plastic industry. The International Journal of Advanced Manufacturing Technology, 91(5), 2401-2418.

Metric Conversions, Erişim Tarihi: 01.07.2022.  
<https://www.metric-conversions.org/tr/>

Murat, K. 2022. Havayolu İşletmeleri İçin Uçak Seçim Stratejisinde SWARA Tabanlı EDAS ve COPRAS Yöntemlerinin Kullanımı. Yayımlanmamış Yüksek Lisans Tezi.

Nezhad, M. R. G., Zolfani, S. H., Moztarzadeh, F., Zavadskas, E. K., Bahrami, M. 2015. Planning the priority of high tech industries based on SWARA-WASPAS methodology: The case of the nanotechnology industry in Iran. Economic research-Ekonomska istraživanja, 28(1), 1111-1137.



- Ömürbek, V. 2013. Havayolu taşımacılığı sektöründe TOPSIS yöntemiyle finansal performans değerlendirilmesi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 18(3), 343-363.
- Ömürbek, N., Akçakaya, E. 2018. Forbes 2000 Listesinde Yeralan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin Entropi, MAUT, COPRAS ve SAW Yöntemleri ile Analizi. Süleyman Demirel Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi, 23(1), 257-278.
- Özdağoğlu, A., Keleş, M. K., Işıldak, B. 2021. Cabin crew selection in civil aviation with fuzzy SWARA and fuzzy MARCOS methods. Gümüşhane University Journal of Social Sciences Institute, 12(2), 284-302.
- Özdemir, M. 2015. Operasyonel, yönetsel ve stratejik problemlerin çözümünde çok kriterli karar verme yöntemleri. Dora Basım Yayın Dağıtım, Bursa, 133, 146.
- Özenen, C.G. 2003. Havaalanı Yatırımlarında Özelleştirme Dünyadaki Uygulamalar ve Türkiye İçin Öneriler, İktisadi Sektörler ve Koordinasyon Genel Müdürlüğü yayınları, Uzmanlık Tezi.
- Park, Y., Choi, J. K., Zhang, A. 2009. Evaluating competitiveness of air cargo express services. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 45(2), 321-334.
- Perçin, S., Aldalou, E. 2018. Financial performance evaluation of Turkish airline companies using integrated fuzzy AHP fuzzy TOPSIS model. Uluslararası İktisadi ve İdari İncelemeler Dergisi, 583-598.
- Pineda, P. J. G., Liou, J. J., Hsu, C. C., Chuang, Y. C. 2018. An integrated MCDM model for improving airline operational and financial performance. Journal of Air Transport Management, 68, 103-117.
- Pires, H. M., Fernandes, E. 2012. Malmquist financial efficiency analysis for airlines. Transportation Research Part E: Logistics and Transportation Review, 48(5), 1049-1055.
- Ruzgys, A., Volvačiovas, R., Ignatavičius, Č., Turskis, Z. 2014. Integrated evaluation of external wall insulation in residential buildings using SWARA-TODIM MCDM method. Journal of Civil Engineering and Management, 20(1), 103-110.
- Salas, E. B. 2022. Annual Growth in Global Air Traffic Passenger Demand from 2006 to 2022, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/193533/growth-of-global-air-traffic-passenger-demand/>

- Salas, E. B. 2022. Market Size of the Airline Industry Worldwide from 2018 to 2021, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/1110342/market-size-airline-industry-worldwide/>
- Salas, E. B. 2022. Passenger Load Factor (PLF) on International Flights from January 2020 to December 2021 by Region, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/234955/passenger-load-factor-plf-on-international-flights/>
- Salas, E. B. 2022. Number of Flights Performed by the Global Airline Industry from 2004 to 2022, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/564769/airline-industry-number-of-flights/>
- Salas, E. B. 2022. Number of Scheduled Passengers Boarded by the Global Airline Industry from 2004 to 2022, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/564717/airline-industry-passenger-traffic-globally/>
- Salas, E. B. 2022. Leading Airlines Worldwide Based on Total Number of Passengers 2020, Statista, Erişim Tarihi: 09.08.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/269617/top-10-airlines-worldwide-by-number-of-passengers/>
- Salas, E. B. 2022. Revenue of Commercial Airlines Worldwide from 2003 to 2022, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/278372/revenue-of-commercial-airlines-worldwide/>
- Salas, E. B. 2022. Top Global Airlines in 2021, by Fleet Size, Statista, Erişim Tarihi: 09.08.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/1013159/airlines-worldwide-fleet-size/>
- Salas, E. B. 2022. Leading Airlines Worldwide Based on Total Number of Passengers 2020, Statista, Erişim Tarihi: 09.08.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/269617/top-10-airlines-worldwide-by-number-of-passengers/>
- Sarıbaş, H., Tekiner, I. 2015. Türkiye Sivil Havacılık Sektöründe Yoğunlaşma. Finans Politik ve Ekonomik Yorumlar, (610), 21-33.
- SHGM, 2020. Faaliyet Raporu, Erişim Tarihi: 25.11.2022.  
<https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/kurumsal/faaliyet/2020.pdf>

- SHGM, 2021. Faaliyet Raporu, Erişim Tarihi: 25.11.2022.  
<https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/kurumsal/faaliyet/2021.pdf>
- SHGM. Hava Ulaştırma İşletmeleri, Erişim Tarihi: 10.11.2022.  
<https://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2063-hava-tasima-isletmeleri>
- Southwest Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.southwest.com/about-southwest/?clk=GFOOTER-ABOUT-ABOUT>
- Southwest Airlines, 2021 Annual Report to Shareholders, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
[https://www.southwestairlinesinvestorrelations.com/~media/Files/S/Southwest-IR/LUV\\_2021\\_Annual%20Report.pdf](https://www.southwestairlinesinvestorrelations.com/~media/Files/S/Southwest-IR/LUV_2021_Annual%20Report.pdf)
- Shukla, S., Mishra, P. K., Jain, R., Yadav, H. C. 2016. An integrated decision making approach for ERP system selection using SWARA and PROMETHEE method. International Journal of Intelligent Enterprise, 3(2), 120-147.
- Stanujkic, D., Karabasevic, D., Zavadskas, E. K. 2015. A framework for the selection of a packaging design based on the SWARA method. Engineering Economics, 26(2), 181-187.
- Statista Research Department. 2022. Net Profit of Commercial Airlines Worldwide from 2006 to 2022, Statista, Erişim Tarihi: 05.12.2022.  
<https://www.statista.com/statistics/232513/net-profit-of-commercial-airlines-worldwide/>
- Torlak, G., Sevkli, M., Sanal, M., Zaim, S. 2011. Analyzing business competition by using fuzzy TOPSIS method: An example of Turkish domestic airline industry. Expert Systems with Applications, 38(4), 3396-3406.
- Tunahan, A., Çınaroğlu, E. 2018. AHP temelli TOPSIS yaklaşımı ile havayolu işletmelerinin finansal performans değerlemesi. Cumhuriyet Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi, 19(1), 316-335.
- Turkish Airlines, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.  
<https://www.turkishairlines.com/tr-int/basin-odasi/hakkimizda/hikayemiz/>
- Turkish Airlines, Annual Report 2021, Erişim Tarihi: 28.06.2022.  
[https://investor.turkishairlines.com/documents/yillik-raporlar/thy\\_annual-report\\_2021.pdf](https://investor.turkishairlines.com/documents/yillik-raporlar/thy_annual-report_2021.pdf)
- Tutulmaz, O. 2013. Ulaştırma Modları İçinde Bir Başarı Hikâyesi: 21. Yüzyılın Başında Havayolu Ulaştırması Sektörü. Türkiye Sosyal Araştırmalar Dergisi, 172(172), 89-116.

Türkiye Cumhuriyet Merkez Bankası Kurları, Erişim Tarihi: 01.07.2022.

<https://www.tcmb.gov.tr/kurlar/202112/31122021.xml>

United Airlines Holdings, Hakkında, Erişim Tarihi: 01.08.2022.

<https://www.united.com/en/TR/newsroom/corporate-fact-sheet.html>

United Airlines Holdings, 2021 Annual Report on Form 10-K, Erişim Tarihi: 28.06.2022.

<https://ir.united.com/static-files/f3ebd5cf-da93-4990-986a-a5b34bb59ccd>

Vafaeipour, M., Zolfani, S. H., Varzandeh, M. H. M., Derakhti, A., Eshkalag, M. K. 2014. Assessment of regions priority for implementation of solar projects in Iran: New application of a hybrid multi-criteria decision making approach. *Energy Conversion and Management*, 86, 653-663.

Vassilev, V., Genova, K., Vassileva, M. 2005. A Brief Survey of Multicriteria Decision Making Methods and Software Systems. *Cybernetics and Information Technologies*, 5(1), 3-13.

Volvačiovas, R., Turskis, Z., Aviža, D., Mikštienė, R. 2013. Multi-attribute selection of public buildings retrofits strategy. *Procedia Engineering*, 57, 1236-1241.

Wang, Y. J. 2008. Applying FMCDM to evaluate financial performance of domestic airlines in Taiwan. *Expert Systems with Applications*, 34(3), 1837-1845.

Wanke, P., Barros, C. P., Chen, Z. 2015. An analysis of Asian airlines efficiency with two-stage TOPSIS and MCMC generalized linear mixed models. *International Journal of Production Economics*, 169, 110-126.

Yazdani, M., Zavadskas, E. K., Ignatius, J., Abad, M. D. 2016. Sensitivity analysis in MADM methods: Application of material selection. *Engineering Economics*, 27(4), 382-391.

Yurdoğlu, H., Kundakcı, N. 2017. SWARA ve WASPAS yöntemleri ile sunucu seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(38), 253-270.

Yücenur, G. N., Çaylak, Ş., Gönül, G., Postalcioglu, M. 2020. An integrated solution with SWARA&COPRAS methods in renewable energy production: City selection for biogas facility. *Renewable Energy*, 145, 2587-2597.

Zarbakhshnia, N., Soleimani, H., Ghaderi, H. 2018. Sustainable third-party reverse logistics provider evaluation and selection using fuzzy SWARA and developed fuzzy COPRAS in the presence of risk criteria. *Applied Soft Computing*, 65, 307-319.

Zhou, P., Ang, B. W., Poh, K. L. 2006. Decision Analysis in Energy and Environmental Modeling: An Update. *Energy*, 31(14), 2604-2622.

Zolfani, S. H., Aghdaie, M. H., Derakhti, A., Zavadskas, E. K., Varzandeh, M. H. M. 2013. Decision making on business issues with foresight perspective; an application of new hybrid MCDM model in shopping mall locating. *Expert systems with applications*, 40(17), 7111-7121.

Zolfani, S. H., Bahrami, M. 2014. Investment prioritizing in high tech industries based on SWARA-COPRAS approach. *Technological and Economic Development of Economy*, 20(3), 534-553.

Zolfani, S. H., Saparauskas, J. 2013. New application of SWARA method in prioritizing sustainability assessment indicators of energy system. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414.

Zolfani, S. H., Zavadskas, E. K., Turskis, Z. 2013. Design of products with both International and Local perspectives based on Yin-Yang balance theory and SWARA method. *Economic research-Ekonomska istraživanja*, 26(2), 153-166.

## EKLER

| Ana Başlık                       | Çalışma Sahibi         | Konu                                               | Yıl  |
|----------------------------------|------------------------|----------------------------------------------------|------|
| Uyuşmazlık Çözümü                | Zavasdskas ve Turskis  | Mahkeme uyuşmazlığı                                | 2010 |
| Personel Seçimi                  | Keršulienė ve Turskis  | Mimar seçimi                                       | 2011 |
|                                  | Banihashemi ve Zolfani | Yürütme kurulu başkanı seçimi                      | 2014 |
|                                  | Karabasevic vd.        | Maden mühendisi seçimi                             | 2015 |
|                                  | Karabasevic vd.        | Satış müdürü seçimi                                | 2016 |
| Bina Yenileme                    | Volvačiovas vd.        | Kamu binalarını yenileme stratejisi                | 2013 |
|                                  | Ruzgys vd.             | Yenilenmesi planlanan binalar                      | 2014 |
| Yer / Tesis Seçimi               | Zolfani vd.            | Alışveriş merkezi yer seçimi                       | 2013 |
|                                  | Vafaeipour vd.         | Güneş enerji santrali yer seçimi                   | 2014 |
|                                  | Kouchaksaraei vd.      | Sera yeri seçimi                                   | 2015 |
|                                  | Yücenur vd.            | Biyogaz tesis yeri seçimi                          | 2020 |
| Sürdürülebilirlik                | Zolfani vd.            | Enerjide sürdürülebilirlik göstergeleri            | 2013 |
|                                  | Ghenai vd.             |                                                    | 2020 |
|                                  | Akhanova vd.           | İnşaat sektörü enerji ihtiyacı                     | 2020 |
| Yatırım seçimi                   | Zolfani ve Bahrami     | İleri teknoloji yatırım seçimi                     | 2014 |
|                                  | Nezhad vd.             | Nanoteknoloji endüstrisinde AR & GE projesi seçimi | 2015 |
| Ürün / Sistem / Tedarikçi seçimi | Aghdaie vd.            | Makine parçası seçimi                              | 2013 |
|                                  | Alimardani vd.         | Tedarikçi seçimi                                   |      |
|                                  | Zolfani vd.            | Ürün tasarımı seçimi                               |      |
|                                  | Stanujkic vd.          | Paket tasarım seçimi                               | 2015 |
|                                  | Shukla vd.             | Kurumsal kaynak planlaması sistem seçimi           | 2016 |
|                                  | Yazdani vd.            | Malzeme seçimi                                     |      |
|                                  | Çakır                  | Makine seçimi                                      | 2017 |
|                                  | Eghbali vd.            | Tip 2 diyabet ilaç seçimi                          |      |
|                                  | Mavi vd.               | Tersine lojistik sağlayıcı tedarikçi seçimi        |      |
|                                  | Yurdoğlu ve Kundakçı   | Sunucu seçimi                                      |      |
|                                  | Zarbakhshnia vd.       | 3. parti tersine lojistik sağlayıcısı seçimi       | 2018 |
|                                  | Erdoğan vd.            | Motor performansı, emisyon ve yanma özellikleri    | 2020 |

Şekil A.1 SWARA Yönteminin Literatürdeki Yeri - Havacılık Dışı

| Çalışma Sahibi      | Konu                                                       | Yıl  |
|---------------------|------------------------------------------------------------|------|
| Jamali ve Mohammadi | Havayollarının tedarik zinciri servis kalitesi ölçümü      | 2018 |
| Bakır               | Memnuniyet düzeyi analizi                                  | 2019 |
| Durmaz ve Gencer    | Akrobasi uçağı seçimi                                      | 2020 |
| Kaya ve Erginel     | Havalimanı sürdürülebilirlik analizi                       | 2020 |
| Koç                 | Sivil havacılıkta lojistik performansı etkileyen kriterler | 2021 |
| Özdağoğlu vd.       | Kabin memuru seçimi                                        | 2021 |
| Murat               | Dar ve geniş gövde uçak seçimi                             | 2022 |

Şekil A.2 SWARA Yönteminin Literatürdeki Yeri - Havacılık

| Çalışma Sahibi       | Çalışma Yeri | ÇKKV Yöntemi                  | Yıl  |
|----------------------|--------------|-------------------------------|------|
| Feng ve Wang         | Asya         | GRA + TOPSIS                  | 2000 |
| Chang ve Yeh         | Asya         | SAW + WP + TOPSIS             | 2001 |
| Wang                 | Asya         | GRA + Bulanık TOPSIS          | 2008 |
| Pires ve Fernandes   | Küresel      | DEA                           | 2012 |
| Barros ve Wanke      | Afrika       | TOPSIS                        | 2015 |
| Wanke vd.            | Asya         | TOPSIS                        | 2015 |
| Kıracı ve Bakır      | Küresel      | Entropi + TOPSIS              | 2018 |
| Ömürbek ve Akçakaya  | Küresel      | Entropi + MAUT + COPRAS + SAW | 2018 |
| Pineda vd.           | Amerika      | Dematel + ANP + Vikor         | 2018 |
| Tunahan ve Çınaroğlu | Avrupa       | AHP + TOPSIS                  | 2018 |
| Battal               | Avrupa       | TOPSIS                        | 2019 |
| Deste ve Şimşek      | Küresel      | Entropi + TOPSIS              | 2019 |
| Asker                | Küresel      | DEA                           | 2021 |
| Asker ve Aydın       | Küresel      | DEA                           | 2021 |
| Bae vd.              | Amerika      | Bulanık AHP + TOPSIS + Hibrit | 2021 |

Şekil A.3 Havayolu İşletmeleri Performans Değerlendirmesi - Dünya'dan Özet

| Çalışma Sahibi    | Çalışma Yeri | ÇKKV Yöntemi                 | Yıl  |
|-------------------|--------------|------------------------------|------|
| Akkaya            | Türkiye      | GRA + TOPSIS                 | 2004 |
| Gürel             |              | Bulanık AHP                  | 2012 |
| Ömürbek           |              | TOPSIS                       | 2013 |
| Akgün ve Temür    |              | TOPSIS                       | 2016 |
| Perçin ve Aldalou |              | Bulanık AHP + Bulanık TOPSIS | 2018 |
| Gedik Göçer       |              | GRA                          | 2019 |
| Köse              |              | TOPSIS                       | 2021 |
| Kurt ve Kablan    |              | TOPSIS + MABAC               | 2022 |

Şekil A.4 Havayolu İşletmeleri Performans Değerlendirmesi - Türkiye'den Özet

Çizelge A.1 Havayolu Ana Verisi Konsolide Durum

| Havayolu                   | Uçak Sayısı | Uçak Yaşı | Yolcu Sayısı (bin) | Çalışan Sayısı | Arz Edilen Koltuk-Km (ASK) (milyon) | Ücretli Yolcu-Km (RPK) (milyon) | Yolcu Doluluk Oranı (LF) | Uçuş Adedi | Faaliyet Karı (milyon \$) | Faaliyet Geliri (milyon \$) | Faaliyet Gideri (milyon \$) |
|----------------------------|-------------|-----------|--------------------|----------------|-------------------------------------|---------------------------------|--------------------------|------------|---------------------------|-----------------------------|-----------------------------|
| Southwest Airlines         | 728         | 13,00     | 123.264            | 55.093         | 212.443                             | 166.667                         | 78,50                    | 1.066.934  | 1.721                     | 15.790                      | 14.069                      |
| Delta Air Lines            | 816         | 14,00     | 102.900            | 83.000         | 312.976                             | 216.766                         | 69,00                    | 1.460.000  | 1.886                     | 29.899                      | 28.013                      |
| Air China                  | 746         | 8,23      | 69.045             | 88.395         | 152.445                             | 104.626                         | 68,63                    | 572.264    | -3.285                    | 11.697                      | 14.982                      |
| China Southern Airlines    | 878         | 8,00      | 98.505             | 98.098         | 213.922                             | 152.426                         | 71,25                    | 843.320    | -2.306                    | 15.951                      | 18.258                      |
| United Airlines Holdings   | 826         | 16,50     | 104.082            | 84.100         | 287.565                             | 207.572                         | 72,20                    | 1.277.500  | -1.022                    | 24.634                      | 25.656                      |
| China Eastern Airlines     | 758         | 7,70      | 79.099             | 80.321         | 160.690                             | 108.804                         | 67,71                    | 756.000    | -2.121                    | 11.489                      | 13.610                      |
| American Airlines          | 865         | 11,30     | 165.680            | 123.400        | 345.261                             | 259.971                         | 75,30                    | 1.825.000  | -1.059                    | 29.882                      | 30.941                      |
| Int. Consolidated Airlines | 713         | 12,70     | 38.864             | 50.222         | 121.965                             | 78.689                          | 64,50                    | 346.260    | -3.131                    | 9.575                       | 12.707                      |
| Lufthansa Group            | 531         | 11,20     | 46.949             | 105.290        | 145.139                             | 89.397                          | 61,60                    | 460.029    | -2.623                    | 20.976                      | 23.599                      |
| Turkish Airlines           | 370         | 8,50      | 44.788             | 59.464         | 127.769                             | 86.701                          | 67,90                    | 357.189    | 1.689                     | 10.686                      | 8.997                       |



Çizelge A.2 SWARA Uzman Çalışma Tablosu

| Kriter                                    | Uzman    |         |
|-------------------------------------------|----------|---------|
|                                           | Sıralama | Ağırlık |
| Ortalama Uçak Yaşı                        |          |         |
| Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Maliyet |          |         |
| Arz Edilen Koltuk-Km Başına Düşen Gelir   |          |         |
| Kar Marjı                                 |          |         |
| Yolcu Doluluk Oranı                       |          |         |
| Uçak Sayısı / Çalışan Sayısı              |          |         |
| Yolcu Sayısı / Uçuş Sayısı                |          |         |
| Yolcu Sayısı / Çalışan Sayısı             |          |         |
| Uçuş Sayısı / Çalışan Sayısı              |          |         |
| Başabaş Yolcu Doluluk Oranı               |          |         |

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Rabia DEMİR GÜVEN

### Eğitim Durumu

Lise : Suadiye Hacı Mustafa Tarman Lisesi, 2009

Lisans : Okan Üniversitesi, Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi, Endüstri  
Mühendisliği (İngilizce) Bölümü, 2014

Tezsiz Yüksek Lisans : Marmara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Mühendislik  
Yönetimi Anabilim Dalı, 2016

Tezli Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri  
Mühendisliği Anabilim Dalı, 2023

### Mesleki Deneyim

İstanbul Sağlık ve Teknoloji Üniversitesi,  
Mühendislik ve Doğa Bilimleri Fakültesi 2021

Özyeğin Üniversitesi,  
Havacılık ve Uzay Bilimleri Fakültesi 2021 - ...(devam ediyor)

### Yayınları

Demir Güven, R., Baylan, E. B. 2022. Havayolu İşletmelerinde Operasyonel Performansın SWARA-TOPSIS Modeli ile Analizi. 5. Ulusal Mühendislikte Bilimsel ve Mesleki Çalışmalar Kongresi Tam Metin Bildiri Kitabı, 144-150.