



T.C.

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

İŞLETME ANABİLİM DALI

**HAVAYOLU İŞLETMELERİ İÇİN UÇAK SEÇİM STRATEJİSİNDE
SWARA TABANLI EDAS VE COPRAS YÖNTEMLERİNİN
KULLANIMI**

Yüksek Lisans Tezi

Murat KARTAL

Çorum - 2022

**HAVAYOLU İŞLETMELERİ İÇİN UÇAK SEÇİM STRATEJİSİNDE
SWARA TABANLI EDAS VE COPRAS YÖNTEMLERİNİN
KULLANIMI**

Murat KARTAL

**Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
İşletme Anabilim Dalı**

Yüksek Lisans Tezi

TEZ DANIŐMANI

Doç. Dr. Buğra BAĞCI

Çorum 2022

Murat KARTAL tarafından hazırlanan “Havayolu İşletmeleri İçin Uçak Seçim Stratejisinde SWARA Tabanlı EDAS ve COPRAS Yöntemlerinin Kullanımı” adlı tez çalışması 20/06/2022 tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri tarafından oy birliği/oy çokluğu ile Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Doç. Dr. Ali BAYRAM

.....

Doç. Dr. Buğra BAĞCI

.....

Dr. Öğr. Üyesi Kübra Müge ÇAKARÖZ

.....

Hitit Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Yönetim Kurulunun .../.../..... tarih ve sayılı kararı ile Murat KARTAL'ın İşletme Anabilim Dalında Yüksek Lisans derecesi alması onanmıştır.

Prof. Dr. Muhammed Asif YOLDAŞ
Enstitü Müdür V.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını beyan ederim.

Murat KARTAL



HAVAYOLU İŞLETMELERİ İÇİN UÇAK SEÇİM STRATEJİSİNDE SWARA TABANLI EDAS VE COPRAS YÖNTEMLERİNİN KULLANIMI

Murat KARTAL

ORCID: 0000-0002-0958-2655

HİTİT ÜNİVERSİTESİ

LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

Yüksek Lisans Tezi

Haziran 2022

ÖZET

Havayolu işletmeleri için uçak satın alımı yüksek maliyetlerden dolayı stratejik öneme sahiptir. Bu sebeple işletmeler için belirli kriterleri dikkate alarak doğru uçağı seçmek oldukça önemlidir. Uçak seçimi gibi stratejik konularda çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılabilir. Bu yöntemler; stratejik yönetim, yöneylem araştırmaları, lojistik ve ekonomi gibi alanlarda seçim, sıralama ve sınıflama problemleri için kullanılmaktadır. Bu çalışmada havayolu işletmeleri için uçak seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA tabanlı EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılarak örnek bir model uygulanması amaçlanmıştır. Çalışmada geleneksel iş modelini ve topla-dağıt ağ yapısını uygulayan işletmelerin tercih ettikleri hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçakları için değerlendirme yapılmıştır. Satın alma maliyeti, yakıt kapasitesi, maksimum koltuk kapasitesi, menzil, maksimum kalkış ağırlığı ve kargo kapasitesi olmak üzere 6 kriter belirlenmiştir. Dar gövde için 7 tane yolcu uçağı alternatifi, geniş gövde için de 9 tane yolcu uçağı alternatifi değerlendirmeye alınmıştır. Çalışmada öncelikle havacılık sektör tecrübesine sahip akademisyenlerden oluşan 10 uzmana SWARA anket formu uygulanmıştır. Uzmanlardan kriterleri kendi önceliklerine göre sıralamaları ve daha sonra da elde ettikleri sıralamaya göre kriterlerin görece önem değerlerini belirlemeleri istenmiştir. Her bir uzman için elde edilen verilere SWARA yöntemi uygulanarak kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Daha sonra 10 uzman için belirlenmiş olan kriter ağırlıklarının ortalamaları alınarak her bir kriter için nihai ağırlıklar elde edilmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçakları için EDAS ve COPRAS yöntemleri uygulanarak sıralamalar elde edilmiştir. Dar gövde yolcu uçakları için hem EDAS hem de COPRAS yöntemlerinde A321neo

uçağı, geniş gövde yolcu uçaklarında ise A350-1000 uçağı en iyi alternatif olarak çalışmanın sonucunda ortaya çıkmıştır.

Anahtar Kavramlar: Uçak seçimi, çok kriterli karar verme, SWARA, EDAS, COPRAS

Bilim Kodu: 114710



**USE OF SWARA-BASED EDAS AND COPRAS METHODS IN AIRCRAFT
SELECTION STRATEGY FOR AIRLINES**

Murat KARTAL

ORCID: 0000-0002-0958-2655

HITIT UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL

Master of Science Thesis

June 2022

ABSTRACT

Aircraft purchase is of strategic importance for airline companies due to high costs. For this reason, it is very important for businesses to choose the right aircraft by considering certain criteria. Multi-criteria decision-making methods can be used in strategic issues such as aircraft selection. These methods are used for selection, ranking and classification problems in areas such as strategic management, operations research, logistics and economics. In this study, it is aimed to apply an exemplary model by using SWARA-based EDAS and COPRAS methods, which are multi-criteria decision-making methods in aircraft selection for airline companies. In the study, an evaluation was made for both narrow-body and wide-body passenger aircraft, which are preferred by businesses that implement the traditional business model and hub & spoke network structure. 6 criteria have been determined, including cost of purchase, fuel capacity, maximum seat capacity, range, maximum take-off weight and cargo capacity. 7 passenger aircraft alternatives for narrow body and 9 passenger aircraft alternatives for wide body were taken into consideration. In the study, a SWARA survey was applied to 10 experts consisting of academicians with aviation industry experience. Experts were asked to rank the criteria according to their own priorities and then determine the relative importance values of the criteria according to the order they obtained. The criteria weights were determined by applying the SWARA method to the data obtained for each expert. Then, the averages of the criteria weights determined for 10 experts were taken and the final weights were obtained for each criterion. After the criterion weights were determined, rankings were obtained by applying EDAS and COPRAS methods for both narrow body and wide body passenger aircraft. For narrow body aircraft, A321neo aircraft for both

EDAS and COPRAS methods, and for wide body passenger aircraft, A350-1000 aircraft have emerged as the best alternative.

Key Terms: Aircraft selection, multi-criteria decision making, SWARA, EDAS, COPRAS

Science Code: 114710



TEŞEKKÜR

Bu çalışmanın planlanmasında, araőtırılmasında, yürütülmesinde ve oluşumunda desteğini ve katkılarını esirgemeyen, bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yönlendirme ve bilgilendirmeleriyle çalışmanın bilimsel temeller ışığında őekillenmesini sağlayan danıőman hocam Doç. Dr. Buğra BAğCI'ya, bu süreçte desteğini esirgemeyen değerli eőime ve varlıkları ile beni her zaman motive eden küçük kızlarıma teşekkür ederim.



Murat KARTAL

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR.....	viii
İÇİNDEKİLER	ix
TABLolar DİZİNİ.....	xii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
KISALTMALAR.....	xv
GİRİŞ.....	1

1. BÖLÜM

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI

1.1. Havacılık Temel Kavramları ve Sivil Havacılık Faaliyetleri	4
1.2. Havayolu Taşımacılığı	6
1.2.1. Havayolu taşımacılığında ürün	7
1.2.2. Havayolu taşımacılığında hizmet süreci	9
1.3. Havayolu Taşımacılığı Sektörünün Özellikleri	11
1.3.1. Havayolu taşımacılığı sektörünün oligopolistik özellikleri.....	11
1.3.2. Havayolu taşımacılığının sektörel özellikleri.....	13
1.4. Havayolu Taşımacılığı Sektörünün Bileşenleri.....	14
1.4.1. Hava taşıma işletmeleri.....	14
1.4.2. Hava aracı	15
1.4.3. Hava trafik kontrol hizmetleri.....	15
1.4.4. Havaalanları.....	15
1.4.5. Yer hizmetleri işletmeleri	16
1.4.6. Hava aracı bakım kuruluşları	16
1.4.7. Eğitim kuruluşları	17

	Sayfa
1.4.8. Düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar	17
1.4.9. Diğer bileşenler	17
1.5. Havayolu Taşımacılığında Segmentasyon.....	17
1.5.1. Seyahat amacına göre segmentasyon	18
1.5.2. Seyahatin süresine göre segmentasyon	20
1.5.3. Yolcunun ülkesi/kültürüne göre segmentasyon	20
1.6. Havayolu İş Modelleri.....	21
1.6.1. Geleneksel havayolları.....	22
1.6.2. Düşük maliyetli havayolları	22
1.6.3. Tarifersiz (charter) havayolları.....	23
1.6.4. Bölgesel havayolları	23
1.7. Havayolu Ağ Modelleri.....	24
1.7.1. Topla dağıtım ağ yapısı (hub and spoke).....	24
1.7.2. Noktadan noktaya ağ yapısı (point to point)	25
1.8. Yolcu Uçağı Seçimi ve Yolcu Uçağı Üreten Firmalar	25
1.8.1. Airbus	27
1.8.2. Boeing.....	28

2. BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Havacılıkta Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Ait Literatür	30
2.2. Uçak Seçimi İle İlgili Literatür.....	35

3. BÖLÜM

YÖNTEM

3.1. Karar Verme	40
3.2. Çok Kriterli Karar Verme	41

3.2.1. Çok kriterli karar vermede kullanılan temel kavramlar ve çok kriterli karar vermenin temel adımları	42
3.2.2. Çok kriterli karar verme problemlerinin sınıflandırılması	43
3.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri	43
3.3.1. SWARA yöntemi	44
3.3.2. EDAS yöntemi	50
3.3.3. COPRAS yöntemi.....	55

4. BÖLÜM

YOLCU UÇAĞI SEÇİM UYGULAMASI

4.1. Araştırmanın Modeli	60
4.2. Alternatifler ve Kriterler	61
4.3. Veri Seti	64
4.4. Analiz ve Bulgular	65
4.4.1. SWARA yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması	65
4.4.2. Dar gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması	70
4.4.3. Dar gövde yolcu uçakları için COPRAS yönteminin uygulanması	77
4.4.4. Geniş gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması	82
4.4.5. Geniş gövde yolcu uçakları için COPRAS yönteminin uygulanması	88
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	93
KAYNAKLAR	96

TABLolar DİZİNİ

Tablo	Sayfa
Tablo 1. 1. Airbus dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri.....	27
Tablo 1. 2. Airbus geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri.....	28
Tablo 1. 3. Boeing dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri.....	29
Tablo 1. 4. Boeing geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri.....	29
Tablo 4. 1. Dar gövde yolcu uçağı alternatifleri.....	62
Tablo 4. 2. Geniş gövde yolcu uçağı alternatifleri.....	62
Tablo 4. 3. Kriter kodları, birimleri ve yönleri.....	64
Tablo 4. 4. Uzmanların demografik özellikleri.....	65
Tablo 4. 5. Uzmanlara göre kriter sıralamaları ve görelİ önem düzeyleri.....	66
Tablo 4. 6. Uzman 1 için kriter ağırlıkları.....	67
Tablo 4. 7. Uzman 2 için kriter ağırlıkları.....	67
Tablo 4. 8. Uzman 3 için kriter ağırlıkları.....	67
Tablo 4. 9. Uzman 4 için kriter ağırlıkları.....	68
Tablo 4. 10. Uzman 5 için kriter ağırlıkları.....	68
Tablo 4. 11. Uzman 6 için kriter ağırlıkları.....	68
Tablo 4. 12. Uzman 7 için kriter ağırlıkları.....	69
Tablo 4. 13. Uzman 8 için kriter ağırlıkları.....	69
Tablo 4. 14. Uzman 9 için kriter ağırlıkları.....	69
Tablo 4. 15. Uzman 10 için kriter ağırlıkları.....	70
Tablo 4. 16. Kriterlerin nihai ağırlıkları.....	70
Tablo 4. 17. Dar gövde yolcu uçakları için karar matrisi.....	71
Tablo 4. 18. Dar gövde yolcu uçakları için ortalama çözümlü karar matrisi.....	72
Tablo 4. 19. Dar gövde yolcu uçakları için ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA).....	73
Tablo 4. 20. Dar gövde yolcu uçakları için ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA).....	74
Tablo 4. 21. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi.....	74

Tablo 4. 22. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi	75
Tablo 4. 23. Dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin SP_i ve SN_i değerleri.....	75
Tablo 4. 24. Dar gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri	76
Tablo 4. 25. Dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin değerlendirme skorları (AS_i)	77
Tablo 4. 26. Dar gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş karar matrisi.....	79
Tablo 4. 27. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış normalize matris.....	79
Tablo 4. 28. Dar gövde yolcu uçakları için S_i^+ ve S_i^- değerleri.....	80
Tablo 4. 29. Dar gövde yolcu uçakları için görelî önem değerleri (Q_i).....	81
Tablo 4. 30. Dar gövde yolcu uçakları için performans indeksleri (P_i) ve.....	81
Tablo 4. 31. Geniş gövde yolcu uçakları için karar matrisi.....	82
Tablo 4. 32. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalama çözümlü karar matrisi.....	83
Tablo 4. 33. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA)	84
Tablo 4. 34. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA)	84
Tablo 4. 35. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi	85
Tablo 4. 36. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi	85
Tablo 4. 37. Geniş gövde yolcu uçakları için alternatiflerin SP_i ve SN_i değerleri.....	86
Tablo 4. 38. Geniş gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri.....	87
Tablo 4. 39. Geniş gövde yolcu uçakları için alternatiflerin değerlendirme skorları (AS_i)	87
Tablo 4. 40. Geniş gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş karar matrisi	89
Tablo 4. 41. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış normalize matris.....	90
Tablo 4. 42. Geniş gövde yolcu uçakları için S_i^+ ve S_i^- değerleri	90
Tablo 4. 43. Geniş gövde yolcu uçakları için görelî önem değerleri (Q_i).....	91
Tablo 4. 44. Geniş gövde yolcu uçakları için performans indeksleri (P_i) ve.....	92

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil	Sayfa
Şekil 1. 1. ICAO sivil havacılık faaliyetleri sınıflandırması	5
Şekil 1. 2. Havacılık sistemi	6
Şekil 1. 3. Havayolu taşımacılığı hizmet süreci	10
Şekil 3. 1. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi	46
Şekil 4. 1. Araştırma modelinin hiyerarşik yapısı.....	60
Şekil 4. 2. Araştırma modelinin işlem adımları.....	61

KISALTMALAR

ÇKKV	Çok Kriterli Karar Verme
DHMİ	Devlet Hava Meydanları İşletmesi
DPT	Devlet Planlama Teşkilatı
IATA	Uluslararası Hava Taşıyıcıları Birliği (International Air Transport Association)
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu (International Civil Aviation Organization)
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü

GİRİŞ

Havacılık sektörü geçmişten günümüze oldukça hızlı bir değişim göstermektedir. Sivil havacılığın ilk yıllarında iki veya üç kişilik kapasiteye sahip uçaklarla taşımacılık yapılırken günümüzde yüzlerce koltuk kapasitesine sahip uçaklarla taşımacılık yapılmaktadır. Havacılığın bu hızlı gelişiminde havacılık sektöründe gerçekleştirilen serbestleşme hareketleri, küreselleşme ve teknolojik alandaki yeniliklerin önemli katkıları olmuştur. 1978 yılında Amerika Birleşik Devletlerinde gerçekleştirilen ve daha sonra diğer ülkelere de yayılan serbestleşme hareketi ile özel şirketlerin havacılık sektörüne girişinin sağlanması sektörün hızlı bir atılım göstermesini sağlamıştır. Serbestleşme hareketleri ile havacılık sektörünün hızlı bir gelişim göstermesi küreselleşmeye de katkı sağlamıştır. Küreselleşme ile birlikte insanların, ürünlerin ve hizmetlerin hızlı bir şekilde yer değiştirmesi birçok sektör gibi ulaşım sektörünü de ciddi bir şekilde etkilemiş ve sektöre olan talebi oldukça artırmıştır. Havacılık alanında gerçekleştirilen serbestleşme hareketleri ve küreselleşme ile birlikte teknolojik alandaki yeniliklerin de hızlı bir şekilde artması, böylece daha güvenilir uçakların üretilmesi hava ulaşımının ciddi bir gelişim göstermesini ve bu gelişimin devam etmesini sağlamaktadır.

Havayolu taşımacılığı ortaya koyduğu bu gelişim ile hız, zaman, konfor ve emniyetli ulaşım gibi avantajlar sunarak havayolu taşımacılığına olan talebin her geçen gün artmasını sağlamıştır. Böylelikle havayolu taşımacılığı ulaştırma sistemi içerisinde önemli bir yer edinmiştir. Havayolu taşımacılığına olan talep artışı sektörde önemli bir aktör olan havayolu işletmelerinin ve uçak filolarının sayısının çoğalmasını da tetiklemiştir. Havayolu işletmelerinin filo yapılarını genişletmek amacıyla gerçekleştirdikleri uçak alımları, yatırım maliyetlerinden dolayı stratejik öneme sahiptir. Aynı zamanda işletmeler uçak alımlarını gerçekleştirirken yatırım maliyeti dışında çevreye olan etki, konfor, hız gibi birçok faktörü de dikkate almak zorundadır. Günümüzde ülkeler ve havayolunun müşterisi olan yolcular, kullanılan uçakların çevreye olan etkilerini göz önünde bulundurmaktadır. Bu kapsamda uçakların çevreye yaydığı emisyon, gürültü seviyesi ve tükettikleri yakıt miktarı gibi konular önemli hale gelmektedir. Bunun yanında yolcuların uçuş esnasında koltuk aralığı ve kabin içi eğlence sistemleri gibi konfor beklentileri de artmaktadır. Ayrıca günümüzde zaman ve hız kavramlarının öneminin gittikçe artması da yolcuları hava taşımacılığına yönlentmektedir. Havayolu işletmeleri de hem ülkelerin hem de yolcuların bu beklentilerini karşılamanın yanında kendileri açısından da daha az yakıt tüketen, tek seferde daha fazla yolcu taşıyan, daha hafif ve böylece daha verimli olan uçaklara yönelmektedir. Bütün bu sebeplerden dolayı son yıllarda uçak üreticisi firmalar yüksek teknolojiye sahip, yakıt tasarrufu sağlayan, gürültü seviyesi az ve geniş kapasiteye sahip yeni nesil uçaklar geliştirmekte ve üretmektedir. Bu gelişmeler doğrultusunda havayolu işletmeleri için hem yolcu beklentilerini karşılamak hem de kendi iş modellerine ve ağ yapılarına göre doğru uçağın alımına karar vermek oldukça

önemli ve stratejik bir konu haline gelmektedir. Havayolu işletmeleri uçak seçimi konusunda birçok strateji uygulayabilmektedir. Bu çalışmada uçak seçimi gibi önemli bir konuda çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinin kullanılması bir strateji olarak ortaya konmuştur.

Çok kriterli karar verme yöntemleri hem nitel hem de nicel özellikteki kriterlerin kullanılabilirdiği ve birçok alana uygulanabilen yöntemlerdir. Bu yöntemlerle çeşitli ölçütlere sahip birden çok kriter dikkate alınarak alternatiflerin değerlendirilmesi amaçlanmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri; stratejik yönetim, ekonomi, yöneylem araştırması ve lojistik gibi çeşitli alanlarda seçim, sıralama ve sınıflama problemleri için kullanılmaktadır. Uçak seçiminde de havayolu işletmeleri açısından birden çok kriteri dikkate alma zorunluluğundan dolayı çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımı doğru uçağın seçiminde önemli bir yöntem olabilmektedir. Havacılık alanında yapılmış olan birçok akademik çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri; uçak seçimi, uçak ataması, uçuş noktası seçimi, finansal performans değerlemesi, personel performans değerlemesi, personel seçimi ve tedarikçi seçimi gibi stratejik konularda kullanılmaktadır. Bu çalışmada da SWARA yöntemi EDAS ve COPRAS yöntemleri ile entegre edilerek uçak seçiminde kullanılmıştır.

Çalışmanın amacı, SWARA tabanlı EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılarak havayolu işletmeleri için uçak seçim stratejisinde matematiksel modellerin ve çok kriterli karar verme yöntemlerinin uygulanabilirliğinin ortaya konması olarak belirlenmiştir. Ayrıca bu yöntemlerden elde edilen sonuçların sektördeki uygulamalar ve filo yapıları ile tutarlılığının tespit edilmesi de çalışmanın diğer bir amacıdır.

Çalışmada yapılmış olan literatür taramasında havacılık alanında ve uçak seçimi konusunda çok kriterli karar verme yöntemleri ile yapılmış olan çalışmalar tespit edilmesine rağmen SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemlerinin beraber kullanıldığı çalışmalara rastlanmamıştır. Bu bakımdan çalışmanın havacılık ve çok kriterli karar verme kapsamında literatüre katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Ayrıca çalışmada kullanılan yöntemlerin havacılık alanındaki başka konularda ve uçak seçiminde farklı alternatif ve kriterlerle yapılacak çalışmalarda kullanılabilecek olması çalışmanın literatüre bir diğer katkısı ve önemi olarak ortaya çıkmaktadır.

Çalışmanın kapsamına geleneksel iş modelini ve topla-dağıt ağ yapısını uygulayan işletmelerin tercih ettikleri hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçakları dahil edilmiştir. Ayrıca çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesi amacı ile uygulanan SWARA anketi sadece havacılık sektör tecrübesine sahip havacılık programlarında görev yapan akademisyenlerle sınırlandırılmıştır.

Çalışmada kriter ağırlıklarının belirlenmesi için uzman görüşü kapsamında uygulanan SWARA anketinde farklı programlarda görev yapan akademisyen çeşitliliği amaçlanmış fakat havacılık sektör tecrübesine sahip akademisyen sayısının azlığı nedeni ile amaçlanan çeşitliliğe ulaşılamaması sınırlılık olarak ortaya çıkmıştır. Ayrıca değişken verilere sahip

kriterlere ait verilerin elde edilememesi ve bu kriterlerin kullanılamaması bir diğer sınırlılık olarak değerlendirilmektedir.

Çalışmanın sonucunda uygulanmış olan yöntemlerde ilk sıralarda aynı uçakların çıkması ve diğer sıralamaların ufak farklılıklar haricinde genel olarak aynı olması yöntemlerin tutarlılığını göstermektedir. Aynı zamanda çalışmanın sonucunda ortaya çıkan sıralama sektördeki filo yapıları ve uçak çeşitliliği ile paralellik göstermektedir.

Bu çalışma 4 bölümden oluşmaktadır.

Birinci bölümde havayolu taşımacılığı tanıtılmıştır. Bu bağlamda havayolu taşımacılığının ulaştırma sistemi ve havacılık sistemi içerisindeki yeri, havayolu taşımacılığının ürünü ve hizmet süreci, havayolu taşımacılığının kendine özgü özellikleri ve bileşenleri, havayolu pazarının bölümlendirilmesi, havayolu iş modelleri ve ağ modelleri, yolcu uçağı seçimi ve uçak üreten firmalar hakkında bilgiler verilmiştir.

İkinci bölümde havacılıkta çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanımına yönelik literatür taraması ve uçak seçimi ile ilgili literatür taraması yapılmıştır. Havacılık sektöründe rekabet analizi, bakım personelinin performans değerlendirmesi, tedarikçi firma seçimi, havayolu işletmelerinin finansal performanslarının değerlendirilmesi, filo planlaması, uçuş noktası seçimi, uçak seçimi ve hizmet kalitesinin değerlendirilmesi gibi konularda çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı görülmüştür. Uçak seçimi konusunda ise ANP, AHP, ENTROPI, MAUT, TOPSIS, COPRAS, EDAS, SAW ve SWARA gibi yöntemlerin kullanıldığına rastlanmıştır.

Üçüncü bölümde çalışmada kullanılan yöntem açıklanmıştır. Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri arasında yer alan SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Bu bölümde yöntemlerin açıklamalarına, işlem adımlarına ve literatürde bu yöntemlerle ilgili yapılmış olan çalışmalara ait bilgiler verilmiştir.

Dördüncü bölümde uçak seçim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışma geleneksel iş modelini ve topla dağıt ağ yapısını uygulayan havayolu işletmeleri için yolcu uçağı seçimi ile sınırlandırılmıştır. Alternatifler olarak Airbus ve Boeing işletmelerinin ürettiği yeni nesil dar ve geniş gövde yolcu uçakları dikkate alınmıştır. Alternatifleri değerlendirmede kullanılan kriterler ise satın alma maliyeti, yakıt kapasitesi, maksimum koltuk kapasitesi, menzil, maksimum kalkış ağırlığı ve kargo kapasitesi olarak belirlenmiştir. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek amacı ile SWARA yöntemi kullanılmıştır. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları tespit edildikten sonra EDAS ve COPRAS yöntemlerinin işlem adımları hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçakları için ayrı ayrı uygulanarak alternatifler sıralanmıştır.

1. BÖLÜM

HAVAYOLU TAŞIMACILIĞI

1.1. Havacılık Temel Kavramları ve Sivil Havacılık Faaliyetleri

Küreselleşen dünyada insanların ve eşyaların hızlı bir şekilde yer değiştirmesi ulaştırma sisteminin önemini artırmaktadır. Havacılığın sağlamış olduğu hız faydası, onun ulaştırma sistemi içerisindeki payını ve önemini ciddi bir şekilde artırmaktadır.

Ulaştırma kavramına bakıldığında; kişi veya eşyaların zaman ve yer faydası sağlamak üzere hızlı, güvenilir ve ekonomik bir şekilde yer değiştirmesi olarak değerlendirilmektedir (Gülsün ve Erkayman, 2018, s. 39).

Ulaştırma sisteminin alt sistemlerinden biri olan havacılığın genel bir tanımı yapılacak olursa; havadan hafif veya ağır olan hava araçlarının uçuşları ile direkt ya da dolaylı bir şekilde ilgisi bulunan faaliyetleri kapsayan bir alan olarak belirtilmektedir (Gerede, 2006, s. 198).

Havacılık kavramı havacılık ile ilgili olan faaliyetlerin genelini kapsarken sivil havacılık kavramı; askeri alanda gerçekleştirilen havacılık faaliyetlerinin kapsamı dışında kalan ve havacılık faaliyetlerinin sivil hava araçları ile gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır (Erol, 2017, s. 6).

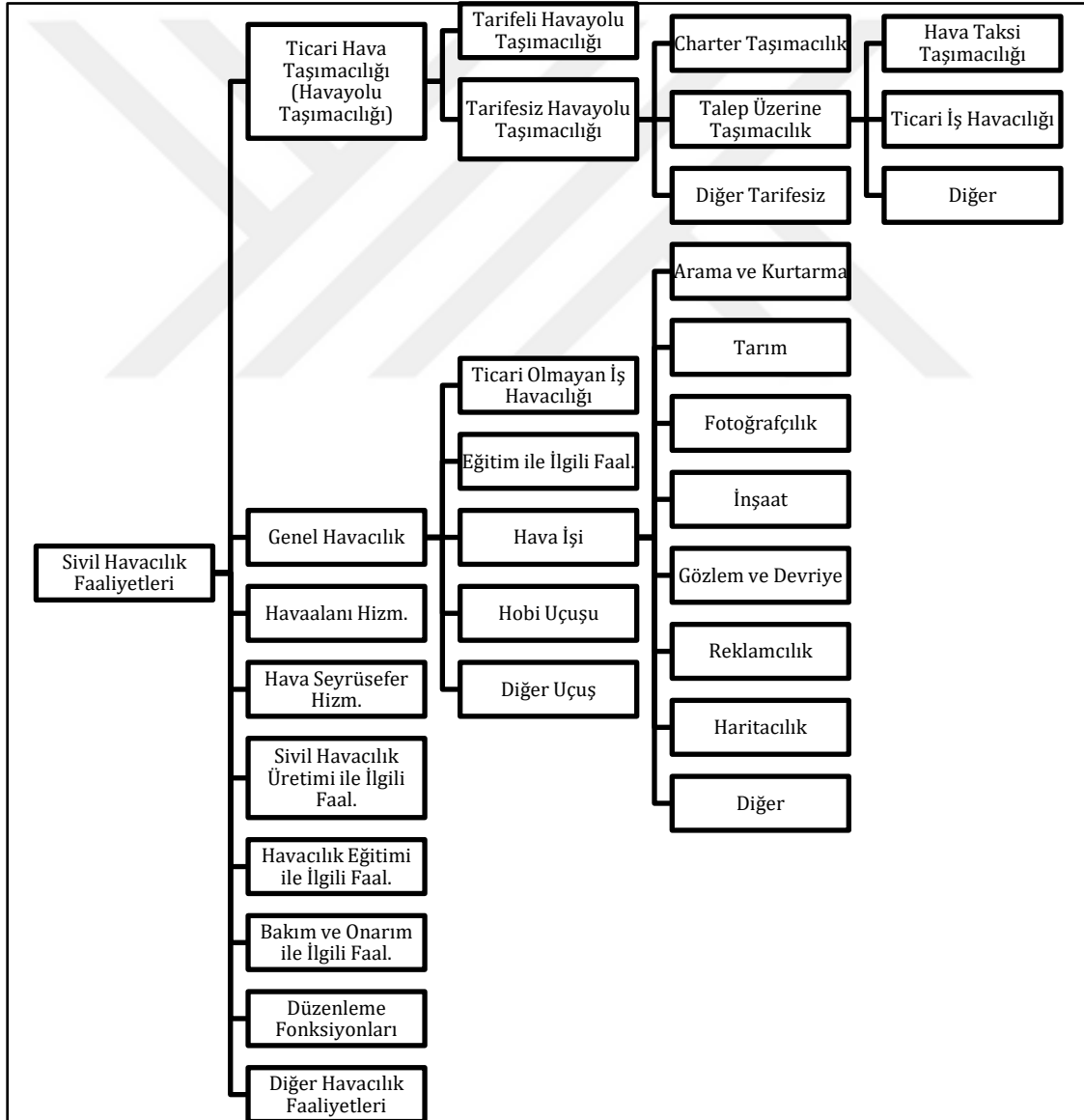
Devlet Planlama Teşkilatı'na göre havayolu ulaştırma sektörü; havayolu işletmeciliği, hava trafik kontrol ve hava seyrüseferi ile ilgili hizmetler, ikram hizmetleri, yer hizmetleri, bakım hizmetleri, eğitim, üst ve alt yapılar ile ilgili faaliyetler ve bu faaliyetlerin uluslararası alanda belirlenmiş olan kurallara göre düzenlenmesi ve denetlenmesi olarak tanımlanmaktadır (DPT, 2001, s. 1).

Tüm bu tanımlamalardan sonra sivil havacılık faaliyetlerinin sınıflandırılması literatürde aşağıdaki şekilde belirtilmektedir (DPT, 2001, s. 1; Gerede, 2006, s. 198; Dikyol, 2007, s. 4-5);

- Uçuşla ilgili faaliyetler;
- Ticari taşımacılık faaliyetleri: Tarifeli veya tarifersiz olarak ticari bir amaç doğrultusunda uçaklarla yolcunun, yükün ve postanın taşınması veya kiralama yolu ile gerçekleştirilen faaliyetler.
- Genel havacılık faaliyetleri: Küçük uçaklar kullanılarak ticari ya da ticari olmayan amaçlarla yapılan havacılık faaliyetleri. Zirai ilaçlama faaliyetleri, yangınla mücadele, hava taksi, sportif bir amaçla gerçekleştirilen uçuşlar, arama kurtarma uçuşları, vb. genel havacılık faaliyetleri kapsamına girmektedir.
- Eğitim ve diğer faaliyetler: Eğitim uçuşları, hasta ve yaralı nakli, reklam, yangınla mücadele, ilaçlama, kadaströ çalışmaları, vb. faaliyetler.
- İmalat ve bakım faaliyetleri

- İmalat faaliyetleri
- Bakım-onarım faaliyetleri
- Servis faaliyetleri
- Destek faaliyetleri
- Havaalanı seyrüsefer hizmetleri
- Havaalanı hizmetleri
- Havaalanı yer hizmetleri
- Haberleşme hizmetleri
- Meteoroloji hizmetleri

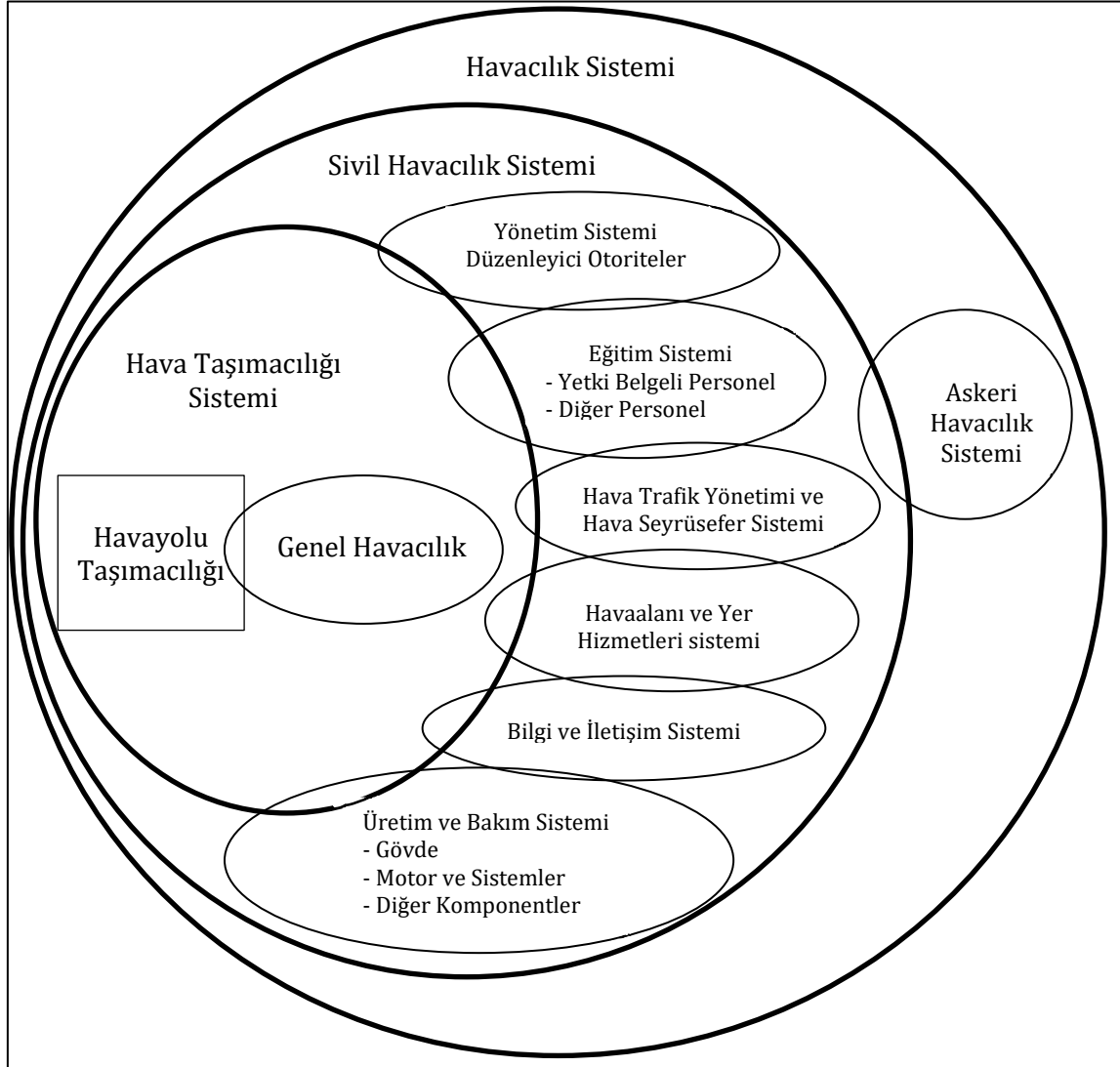
Uluslararası sivil havacılık organizasyonu ICAO'nun (International Civil Aviation Organization) yapmış olduğu sınıflandırma ise Şekil 1.1.'de görülmektedir.



Şekil 1. 1. ICAO sivil havacılık faaliyetleri sınıflandırması (ICAO, 2013)

1.2. Havayolu Taşımacılığı

Havacılık sektörü, havacılık faaliyetlerini yürüten işletmeler, sahip olduğu nitelikli insan gücü, kullanılmakta olan gelişmiş teknoloji, ulusal ve uluslararası kurallara sahip olan yapısı ile önemli unsurları barındıran bir sistemdir (Akyurt ve Yaşlıoğlu, 2018, s. 428).



Şekil 1. 2. Havacılık sistemi (Gerede, 2003, s. 24)

Şekil 1.2.'de de görüleceği üzere hava taşımacılığı, havacılık sisteminin merkezinde yer almaktadır (Wells, 1999, s. 25). Hava taşımacılığı, insanların, kargoların ve postaların zaman ve yer faydası oluşturacak şekilde hava aracı kullanılarak yer değiştirmesi şeklinde ifade edilmektedir (Gerede, 2015, s. 3).

Bu kapsamda hava taşımacılığı ile ilgili faaliyetler genel havacılık taşımacılığı ve havayolu taşımacılığı şeklinde iki gruba ayrılmaktadır (Wensveen, 2007, s. 21). Wensveen'e göre genel havacılık, ticari havayolu taşımacılığı dışında kalan bütün havayolu ile taşıma faaliyetleri olarak tanımlanmaktadır (Wensveen, 2007, s. 112). Literatürde ticari hava taşımacılığı olarak da değerlendirilen havayolu taşımacılığı ise genellikle büyük uçaklar kullanılarak ticari bir amaç ile yolcu, yük ve postanın belirlenmiş bir ücret karşılığında kamuya açık olan bir hava taşıyıcısı (bu çalışmada havayolu işletmeleri olarak değerlendirilecektir) tarafından taşınması faaliyeti olarak tanımlanmaktadır (Sağbaş ve Çelik, 2019, s. 154).

Genel havacılık ve havayolu taşımacılığını birbirinden ayıran farklılıklar bulunmaktadır. Bunlar aşağıda sıralanmaktadır (Gerede, 2012, s. 81-82);

- Genel havacılık faaliyetlerinde hem kâr amacı ile hem de kâr amacı olmadan yürütülen faaliyetler söz konusudur. Fakat havayolu taşımacılığında ticari yani tamamen kâr amacı ile faaliyetler yürütülmektedir.
- Havayolu taşımacılığında menzilleri, hızları ve taşıma kapasiteleri daha fazla olan büyük hava araçları (uçaklar) kullanılmaktadır. Genel havacılıkta kullanılan uçakların ise menzilleri, hızları ve kapasiteleri daha düşüktür. Ayrıca küçük uçakların haricinde helikopter, balon, delta kanat ve mikro jetler gibi hava araçları da kullanılmaktadır.
- Havayolu taşımacılığında temel işlev taşımacılık sürecinde hızlı bir şekilde yer değiştirme faydası olarak karşımıza çıkmaktadır. Genel havacılıkta yer değiştirme faydasının yanında uçuş eğitimi, ilaçlama, hava tahmini, sınır hattı, enerji ve boru hatlarının gözlenmesi, fotoğrafçılık, yangınla mücadele gibi faaliyetler de söz konusu olmaktadır.
- Havayolu taşımacılığında hizmet alanı genel havacılık taşımacılığına kıyasla ölçek açısından daha fazla olmaktadır. Havayolu taşımacılığı, kullanılan uçakların yolcu ve yük kapasitelerinin daha fazla olması ve daha uzak mesafelere taşınmanın yapılması açısından hem kapsanan alan hem de büyük ve geniş üretim ölçeği oluşturması bakımından genel havacılıktan farklılaşmaktadır.
- Havayolu taşımacılığında toplu taşımacılık yapılmaktadır. Bundan dolayı kamuya açıklık söz konusu olmaktadır. Ücretini ödeyen herkese açık olduğundan dolayı taşınan insan ve yük miktarı daha fazla olmaktadır. Genel havacılıkta ise daha az insan ve yük taşınmaktadır. Dolayısı ile kamuya açıklık ve toplu taşımacılıktan söz edilememektedir.

1.2.1. Havayolu taşımacılığında ürün

Ürün, insanların isteklerini ve ihtiyaçlarını karşılamak için tüketim, satın alma, kullanma gibi amaçlarla piyasaya sunulmuş bulunan herhangi bir şey olarak tanımlanmaktadır. Ürün ifadesi sadece fiziksel nesnelere değil hizmetleri, mekanları ve fikirleri de içermektedir (Akkaya, 2016, s. 824).

Havayolu ürününün somut ve soyut yönü bulunmaktadır (Camilleri, 2018, s. 168). Havayolu ürünü bu yönleri ile değerlendirildiğinde bozulabilir ve depolanamaz bir ürün olarak dikkate alınmaktadır (Shaw, 2007, s. 142). Havayolu taşımacılığında temel ürün, koltuk olmaktadır (Sherali vd., 2006, s. 1). Somut bir ürün olan koltuğun dışında tüketicilerin faydalı bulduğu her türlü hizmetler de ürün kapsamında değerlendirilmektedir (Wensveen, 2007, s. 261). Emniyet, zamanında kalkış, seyahat için boş koltuk mevcudiyeti, firmanın kullanmış olduğu havaalanının şehir merkezine yakınlığı, uçuş sıklığı, yer hizmetleri süreçleri, kabin içi hizmet, kullanılan uçakların türü ve havayolu işletmesinin imajı ürün olarak nitelendirilmektedir (Budd ve Ison, 2017, s. 322; Wensveen, 2007, s. 261).

Gerede'ye göre ise havayolu ürünü (havayolu hizmet sunumu) yolcunun ve yükün iki nokta arasında havadan yer değiştirmesi olarak değerlendirilmektedir. Bu kapsamda farklı noktalar arasında havayolu işletmelerinin sundukları taşıma hizmetlerinin her biri başka bir ürün olarak ifade edilmektedir (Gerede, 2015, s. 5).

Havayolu ürününü diğer ürünlerden ayıran bazı kendine has özellikleri bulunmaktadır. Bu özellikler aşağıda sıralanmaktadır (Durmaz, 1997, s. 15; Wensveen, 2007, s. 262);

- Talepdeki değişimlere göre ürün stokta tutulamaz. Uçak kalkış yaptığında koltuk boş ise gelir kaybedilmektedir.
- Sunulan ürün kişiseldir. Aynı uçakta bulunan kişilerin bireysel deneyimlerine bağlı olarak sunulan hizmet hakkında farklı görüşler ortaya çıkabilmektedir.
- Kötü bir ürün sunumunda değiştirilmesi mümkün olmamaktadır.
- Nihai satıştan önce ürünün test edilmesi ve hizmet kalitesinin kontrol edilmesi mümkün olmamaktadır.
- Teknik problemler veya olumsuz hava koşullarından dolayı ürünün müşteriye teslimatı her zaman garanti edilmemektedir.
- Hizmet bireysel olarak değil büyük miktarlar halinde sunulmaktadır.

Ayrıca havayolu ürününün seyahat kararlarını, havayolu seçimini ve işletme maliyetlerini etkileyen fiyat, tarife, konfor, kolaylık ve işletmenin imajı gibi bileşenleri bulunmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmıştır (Doganis, 2002, s. 237);

- Fiyat; tüketici için maliyeti ve diğer ücrete ilişkin koşulları kapsamaktadır.
- Tarife; hizmet verilen uçuş noktaları, rotalar, uçuş sıklığı, uçuş zamanlamaları, uçuşlar arasındaki bağlantılar, dakiklik gibi unsurları içermektedir.
- Konfor; uçak tipi, uçak içi konfigürasyon (business, ekonomi gibi sınıflar), kabin içi hizmet, koltuklar aralarındaki mesafe, yer hizmetleri, terminal hizmetleri, havayolu dinlenme salonları (lounge), kabin içi eğlence sistemlerinden oluşmaktadır.
- Kolaylık; dağıtım ve rezervasyon sistemleri, kapasite yönetim politikası ve koltuk mevcudiyeti gibi unsurlardan oluşmaktadır.

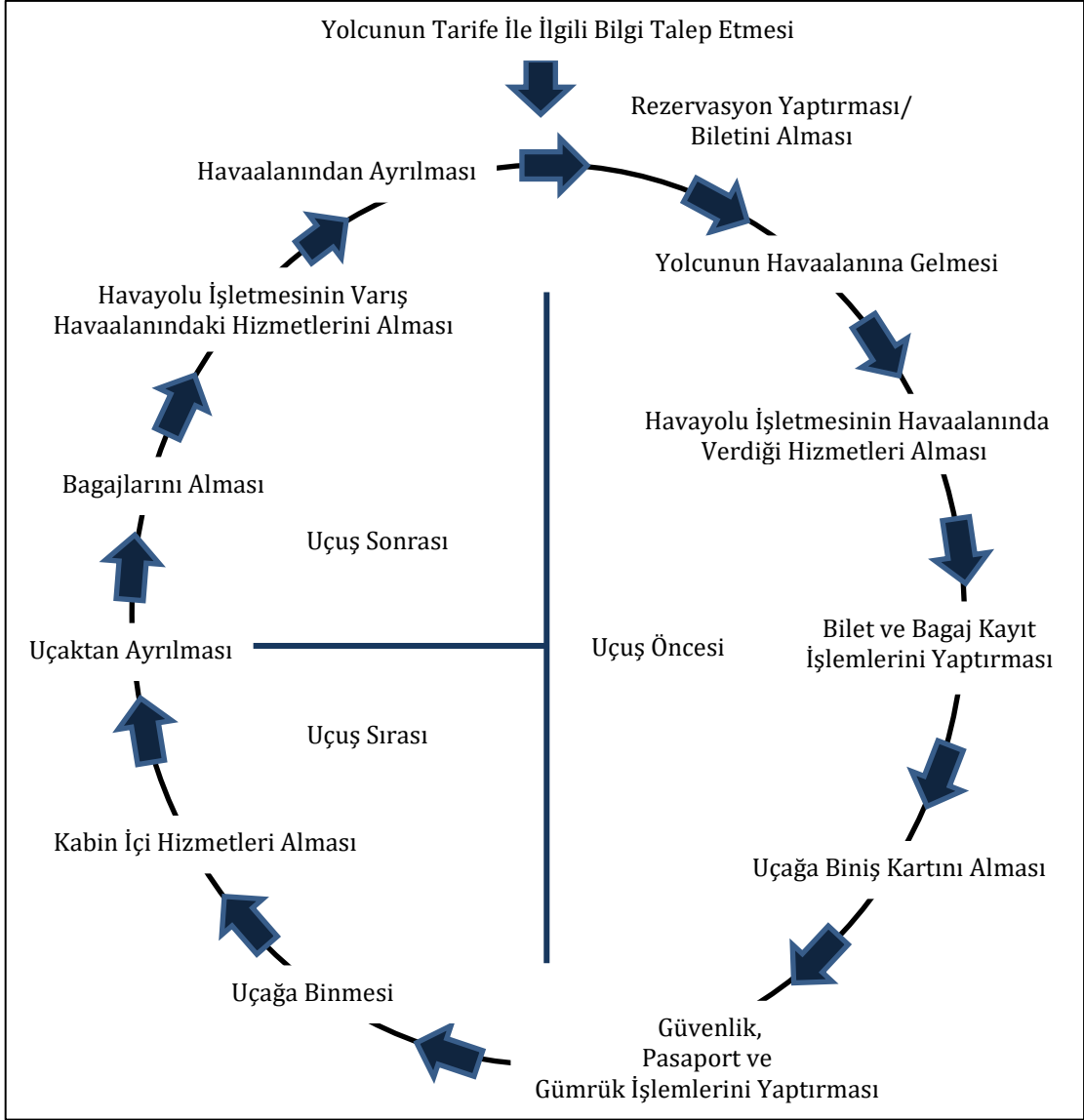
➤ Havayolu işletmesinin imajı; algılanan emniyet seviyesi, marka, sık uçucu programlar/sadakat programları, promosyon ve reklam, pazar konumlandırma gibi unsurları içermektedir.

Havayolu işletmelerinin müşteri ihtiyaçlarını, beklentilerini ve tercihlerini derinlemesine anlayıp buna göre ürün ve hizmet sunmaları havayolu ürününün/hizmetinin başarısını artırmaktadır (Aksoy vd., 2003, s. 343). Ayrıca havayolu işletmeleri online check-in, e-bilet, uçuş öncesinde online olarak koltuk seçimi, yemek seçimi gibi uygulamalarla havayolu ürününün katma değerini artırmaktadır (Tsai vd., 2011, s. 15500).

Havayolu işletmeleri uçak satın alırken havayolu taşımacılığında temel ürün olan koltuk kapasitelerini dikkate almak zorundadırlar. Hizmet verdikleri uçuş noktaları arasındaki taleplere göre uçak almak verimliliği artıracaktır. Şayet talebin üzerinde koltuk kapasitesine sahip uçaklar mevcut olduğunda bozulabilir ürün olarak değerlendirilen boş koltuklar olacağından maliyetler artacaktır. Koltuk kapasitesi düşük olan uçaklar satın alındığında da talep karşılanamayacak böylece gelir kaybı ve müşteri memnuniyetsizliği ortaya çıkacaktır.

1.2.2. Havayolu taşımacılığında hizmet süreci

Yolcuları bir noktadan başka bir noktaya taşımak havayolu taşımacılığının esasını oluştursa da sunulan hizmet sadece uçak içi ile ilgili olmamaktadır (Çırpın ve Kurt, 2016, s. 91). Havayolu taşımacılığında sunulan ürün (havayolu taşımacılık hizmeti) bir süreçten meydana gelmektedir (Chen ve Chang, 2005, s. 79). Bu süreç içerisindeki aşamalar havayolu ürününün parçalarını oluşturmaktadır (Gerede, 2015, s. 9). Yolcuların rezervasyon yaptırması ile başlayan bu süreç yolcunun havaalanına varışı, uçuş için gerekli olan işlemleri yaptırması, uçuş ve uçuş sonrası havaalanından ayrılması şeklinde geniş bir alanı içermektedir (Çırpın ve Kurt, 2016, s. 91).



Şekil 1. 3. Havayolu taşımacılığı hizmet süreci (Thomas, 1997, s. 140; Akt. Gerede, 2015)

Şekil 1.3.'te görüleceği üzere havayolu taşımacılığı hizmeti genel olarak; uçuş öncesinde sunulan hizmetler, uçuş esnasında sunulan hizmetler ve uçuş sonrasında sunulan hizmetler şeklinde üç aşamaya ayrılmaktadır. Bu üç aşama bütün havayolu işletmeleri için standart bir süreç olmaktadır (Altınkurt vd., 2015, s. 467).

Uçuş öncesi aşamada sunulan hizmet süreci şu şekilde meydana gelmektedir (Canöz, 2017, s. 193; Belobaba, 2009, s. 51-52);

- Müşterinin havayolu işletmesinin sunmuş olduğu hizmet ile ilgili bilgi talep etmesi.
- Müşterinin bilet satın alma kararı verip satın almayı gerçekleştirmesi.
- Müşterinin özel araç, taksi veya toplu taşıma araçları ile havaalanına gelmesi.

- Müşterinin havayolu işletmesinin vermiş olduğu hizmetleri alması.
- Müşterinin bilet kontrol ve bagaj kayıt işlemlerini (check-in) yaptırması.
- Müşterinin uçağa biniş kartını (boarding card) alması.
- Müşterinin güvenlik noktasından geçmesi.
- Müşterinin pasaport kontrol noktasından geçmesi.

Uçuş aşamasında gerçekleşen hizmet süreci aşağıda sıralanmaktadır (Canöz, 2017, s. 193; Görkem, 2016, s. 434);

- Müşterinin uçağa binmesi.
- Kabin içi hizmetleri alması (koltuk rahatlığı, servis, yiyecek-icecek hizmeti, kabin içi eğlence hizmeti).

Uçuş sonrası aşamada ise şu süreç gerçekleşmektedir (Canöz, 2017, s. 193; Belobaba, 2009, s. 51-52);

- Müşterinin uçaktan ayrılması.
- Müşterinin bagajını alması.
- Pasaport ve gümrük kontrollerinden geçmesi.
- Müşterinin havaalanından ayrılması.

Bu süreçler içerisinde müşterilerin farklı aşamalarda farklı beklentileri olabilmektedir (Chen ve Chang, 2005, s. 79). Havayolu işletmeleri de bu süreçlerde müşteri isteklerini, beklentilerini ve ihtiyaçlarını karşılayıp süreç içerisindeki hizmet kalitesini yükseltmeye çalışmaktadırlar (Gerede, 2015, s. 11).

1.3. Havayolu Taşımacılığı Sektörünün Özellikleri

Havayolu taşımacılığı sektörünü diğer sektörlerden ayıran bazı özellikler bulunmaktadır (Dempsey ve Gesell, 1997, s. 459). Bu özellikler havayolu taşımacılığının oligopolistik ve sektörel özellikleri şeklinde iki başlık altında incelenmektedir.

1.3.1. Havayolu taşımacılığı sektörünün oligopolistik özellikleri

Havayolu taşımacılığı sektörü, her bir uçuş noktasında birkaç işletmenin faaliyet göstermesinden dolayı oligopol özelliğe sahip bir sektör olarak değerlendirilmektedir (Vasigh vd., 2013, s. 253). Oligopol piyasalarda karşılıklı bağımlılık, fiyat rekabetinin düşük olması, piyasada faaliyet gösteren işletme sayısının az olması, pazara giriş engellerinin yüksekliği, ölçek ekonomilerinden yararlanılması gibi bir takım özellikler bulunmaktadır (Yaşar ve Gerede, 2018, s. 178).

Havayolu taşımacılığı sektörünün oligopolistik özellikleri aşağıda sıralanmıştır;

- Havayolu işletmelerinin sayısı ve pazar payı: Havayolu taşımacılığında yapılan serbestleşme hamleleri ile işletme sayısında artış yaşanması beklenmesine rağmen sektör oligopol bir yapıya sahip olmaktadır. Sektörde az sayıda havayolu işletmesi bulunmakta ve bu işletmeler pazar payının önemli bir bölümünü elinde bulundurmaktadır (Yaşar ve Gere, 2018, s. 178).
- Pazara giriş engellerinin yüksekliği: Havayolu sektöründe pazara girişte ekonomik olarak bir engel bulunmamasına rağmen bazı sebeplerden dolayı pazara giriş zor olmaktadır. Bu sebepler; sektördeki gerçekleştirilen faaliyetlerin ve yatırım maliyetlerinin fazla olması, nitelikli iş gücü bulmadaki zorluklar, sektörde faaliyette bulunan yerleşik işletmelerin sahip oldukları geniş ağ yapısı ve uçuş sıklığı dolayısı ile elde ettikleri maliyet avantajları, yerleşik işletmelerin yoğun havaalanlarını merkez olarak kullanmaları, yoğun havaalanlarında slot (kapasite kullanımı) problemleri ve havaalanı kullanım ücretlerinin yüksek olması, uçak satın alım maliyetlerinin yüksek olması (Yılmaz, 2016, s. 40; Wensveen, 2016, s. 228-229).
- Ölçek ekonomisinden yararlanma; Ölçek ekonomileri havayolu işletmelerini verimli büyüklüğe ulaştırabilmektedir (Creel ve Farrell, 2001, s. 321). Havayolu işletmelerinin de bütün oligopol piyasalarda bulunan işletmeler gibi ölçek ekonomilerini kullanarak birim başına maliyetleri düşürmek için çıktı miktarlarını artırmaları gerekmektedir (Wensveen, 2016, s. 229). Bunu gerçekleştirebilmeleri için de uçuş noktalarını ve bu noktalar arasındaki uçuş sayılarını artırmaları gerekmektedir (Oum ve Zhang, 1997, s. 310). Bunun yanında her bir uçuştaki yolcu sayıları artırılabilir ise ortalama maliyetlerde azalma meydana gelebilmektedir. Havayolu işletmelerinin ölçek ekonomilerinden faydalanabilmesi için mevcut uçak filolarını daha etkin kullanması, bakım ve işletme maliyetlerini de düşürmesi gerekmektedir (Rubin ve Joy, 2005, s. 218). Ayrıca işletmeler uzman yönetim kadrosu ve en yeni teknolojiyi etkin ve verimli kullanarak çıktı miktarlarını da artırabilmektedir (Wensveen, 2016, s. 330).
- Birleşme yolu ile büyüme: Sektörde faaliyet gösteren havayolu işletmeleri uçuş sayısını ve uçuş ağlarını artırmak, yönetim, finans ve ekonomik yönlerden büyümek, rekabet güçlerini artırmak, yeni pazarlara ulaşmak için işbirlikleri yapabilmektedir. Bunları gerçekleştirebilmek için havayolu işletmeleri sık uçucu programı, havuz anlaşmaları, kod paylaşımı (code-share; uçuş numarasının ortak kullanımı), ortaklık gibi ticari işbirlikleri uygulamaktadır (Turgay vd., 2014, s. 209-210). Ayrıca birleşme veya işbirliği yapan havayolu işletmeleri belirli uçuş noktalarında ve uçuş merkezlerinde daha fazla pazar gücü, uçuş operasyonlarında daha fazla pazarlık gücü ve daha iyi sözleşmeler elde etmektedir (Nolan vd., 2014, s. 1).
- Karşılıklı bağımlılık: Oligopolistik sektörlerde işletmelerin hamleleri ve rakip işletmelerden gelecek olan karşı hamleler arasında yüksek derecede karşılıklı bağımlılık bulunmaktadır (Yaşar ve Gere, 2018, s. 178). Sektörde rakip işletmelerin yapacağı hamleler büyük öneme sahip olmakta ve rakip işletmelerin izlemiş olduğu stratejileri diğer işletmeler de takip etmektedir (Sarılğan, 2016, s. 19).

➤ Fiyat katılığı ve fiyat harici rekabet: Oligopolistik sektörlerde faaliyet gösteren işletmeler karşılıklı bağımlılıktan dolayı ve fiyat savaşı yerine fiyatları sabit tutmayı tercih edebilmektedir. Havayolu işletmeleri de fiyat rekabetini düşük tutup reklam ve müşteri hizmetlerini artırarak rekabet etmektedir (Wensveen, 2016, s. 236). Sektördeki bir havayolu işletmesi fiyat düşürme yoluna gittiğinde diğer işletmeler de fiyatları düşürmek zorunda kalmakta ve böylece bütün işletmelerin birim gelirleri azalmaktadır. Havayolu işletmeleri de bundan dolayı fiyat rekabetinden uzak durmaktadır (Yaşar ve Gere, 2018, s. 178).

1.3.2. Havayolu taşımacılığının sektörel özellikleri

Havayolu taşımacılığının oligopolistik özelliklerinin yanında kendine özgü bazı sektörel özellikleri bulunmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Yılmaz, 2016, s. 41-44; Wensveen, 2016, s. 237-242);

➤ Devletin sübvansiyon desteği: Oligopolistik özellik gösteren diğer sektörlerden farklı olarak havayolu taşımacılığı sektöründe hükümetler havayollarının ekonomik açıdan kalkınmasında önemli roller oynamaktadır. Havacılık sektörünün stratejik önemi, milli çıkarların korunması, sektörde meydana gelecek olan bir krizin diğer sektörleri de etkilemesi gibi sebeplerden dolayı devletler havacılık sektörüne sübvansiyon desteği sağlamaktadır. Bu destekler; havayolu işletmelerin ödediği vergilerin azaltılması, finansal destek sağlama ve havaalanının kullanımı için ödenen ücretin azaltılması şeklinde olabilmektedir.

➤ Yüksek teknoloji devir hızı: Havacılık sektöründe kullanılan teknoloji özellikle de uçak teknolojisi sürekli olarak değişmektedir. Havayolu işletmeleri için en önemli maliyet kalemi uçaklar olmaktadır. Toplam varlıkları içerisinde önemli bir pay almaktadır. Diğer oligopolistik sektörler ile kıyaslandığında toplam varlıkları içinde önemli bir pay alan uçaklar gibi mobil varlıklardan oluşan başka bir sektör bulunmamaktadır. Teknolojide yaşanan hızlı gelişmeler ve yoğun rekabetten dolayı havayolu işletmeleri teknolojilerini her sekiz yılda bir yenilemektedir. Bu da sektörde teknoloji devir hızının fazla olduğunu göstermektedir. Bu yenilemeler işletmeler için yüksek sermaye harcaması ve yeni teknoloji için personelin eğitilmesine yönelik harcamalar yapmasına sebep olmaktadır.

➤ Yüksek iş gücü ve yakıt giderleri: Havayolu işletmeleri için ürün farklılaştırması yapmak oldukça zor olmaktadır. Bunun yerine maliyetleri en düşük seviyeye getirmek havayolu sektörü için önemli bir stratejik gereklilik haline gelmektedir. Fakat havayolu işletmeleri için en önemli değişken maliyetler olan iş gücü ve yakıt giderleri kontrol etmeleri oldukça güç olmaktadır. Sektörde çalışacak olan iş gücünün kalifiye olma zorunluluğundan dolayı maliyetler yükselmektedir. Bunun yanında işletmeler petrol fiyatlarında yaşanan artışlardan direk olarak etkilenmektedir.

➤ Fazla kapasite sorunu ve düşük marjinal maliyet: Havayolu işletmeleri hem fazla kapasite oluşturmak hem de bu kapasiteyi kullanmak için ürünlerini düşük fiyatlandırmak zorunda kalmaktadır. Geniş gövde uçakların sektöre girmesi ve havayolu işletmelerinin ölçek

ekonomilerinden yararlanmak için uçuş sıklığını artırmaları fazla kapasitenin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır. Diğer yandan havayolu işletmelerinin maliyetlerinin büyük bir kısmını sabit maliyetler oluşturduğundan dolayı yolcuların marjinal maliyetleri düşük olmaktadır. Uçaklar kalkış yaptığında havayolu ürünü olan koltuklar boş kaldığında bir yolcunun o koltuk için marjinal maliyetinden daha fazla maliyet ortaya çıkmaktadır. Havayolu ürünü olan koltuklar depolanamaz ve bundan dolayı da işletmeler uçakların doluluk oranlarını artırmaya çalışmaktadır. Çünkü uçak kalkış yaptığında işletme o uçak için zaten maliyetin büyük bir çoğunluğuna katlanmış olmaktadır.

➤ Ekonomik dalgalanmalara duyarlılık: Ekonomik durgunluk veya krizler havayolu taşımacılığını önemli derece etkilemektedir. Bu dönemlerde insanlar seyahatlerini azaltmaktadır. Bu da havayolu işletmelerinin fazla kapasite sorunu yaşamalarına dolayısı ile gelir kaybı ve maliyet artışı problemine sebep olmaktadır. Ayrıca bu dönemlerde işletmeler çalışanlarını izne çıkarabilmektedir. Fakat çalışanların geri dönüşlerinde yeniden eğitim alma maliyetleri ortaya çıkabilmektedir. Havayolu işletmelerinin kriz etkilerinden kurtulmaları uzun zaman almaktadır. Çünkü insanların seyahat ve tatil için tekrar bütçe ayırmaları on iki ile on sekiz ay arasında değişmektedir.

1.4. Havayolu Taşımacılığı Sektörünün Bileşenleri

Literatürde havayolu taşımacılığı bileşenleri konusunda farklılıklar bulunmaktadır. Bazı çalışmalarda özellikle yabancı literatürde hava taşıma işletmeleri, hava aracı, hava trafik kontrol hizmetleri ve havaalanları bileşen olarak kabul edilmektedir (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 2; Hirst, 2008, s. 18-23; Janic, 2021, s. 2). Bu dört bileşene ilave olarak düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar, yer hizmetleri işletmeleri, hava aracı bakım kuruluşları ve eğitim kuruluşları da bileşenlere dahil edilmektedir (Dikyol, 2007, s. 7-8; SHGM, 2021a).

Bu bileşenler aşağıda kısaca açıklanmaktadır.

1.4.1. Hava taşıma işletmeleri

SHGM, hava taşıma işletmelerini; ticari bir amaç doğrultusunda hava araçları kullanarak belirlenmiş rotalar üzerinde bir ücret karşılığında yolcu, yük veya her ikisini birlikte taşıyan işletmeler, ticari bir amaç olmadan yolcu ve yük taşımacılığı yapan işletmeler ve ücret karşılığı yapıp yapılmadığına bakılmadan hava işi ve eğitim faaliyeti gerçekleştiren işletmeler olarak tanımlamaktadır. SHGM hava taşıma işletmelerini; havayolu işletmeleri, genel havacılık işletmeleri, balon ve hava taksi işletmeleri olarak gruplandırmaktadır (SHGM, 2021a).

Havayolu işletmeleri, uçakları kullanarak kar elde etme amacı ile kamuya açık bir şekilde taşımacılık hizmeti sunan işletmeler olarak değerlendirilmektedir. Bu işletmeler kısaca

havayolu taşımacılığı hizmeti sunan işletmeler olarak da tanımlanabilmektedir (Gerede, 2012, s. 83). Havayolu işletmeleri, müşterilerin istedikleri hizmeti aldıkları ve sektörün görünen yüzü konumunda olmaktadır (Hirst, 2008, s. 131). Bu özelliğinden dolayı havayolu işletmeleri sektörün en önemli bileşeni olmaktadır.

Bu çalışma kapsamında hava taşıma işletmeleri olarak sadece havayolu işletmeleri değerlendirmeye alınmakta ve bundan sonraki bölümlerde hava taşıma işletmesi terimi yerine havayolu işletmesi terimi kullanılmaktadır.

1.4.2. Hava aracı

Hava araçları havayolu taşımacılığı sektörünün en fark edilebilen bileşenini oluşturmaktadır. Hava araçları birim başına maliyet açısından oldukça maliyetli konumda olmaktadır (Hirst, 2008, s. 105-106). Havayolu taşımacılığının hava araçları ile gerçekleştirilmesi ve satın alım maliyetinin yüksek olmasından dolayı işletmeler açısından en önemli maliyet kalemlerinden birini oluşturması hava araçlarının temel bileşenler arasında yer almasını sağlamaktadır.

1.4.3. Hava trafik kontrol hizmetleri

Hava trafik kontrol hizmetleri, havayolu taşımacılık sisteminin altyapı bileşeni olarak kabul edilmektedir. Belirli ülkeler, kıtalar ve okyanuslar üzerinde kurulan kontrollü hava sahası, yerde ve uzayda (uydular) bulunan radyo-seyrüsefer (navigasyon) tesisleri ve ekipmanları, hava trafik kontrolörleri ve uçuş ekibi gibi tamamlayıcı bileşenlerden oluşmaktadır (Janic, 2021, s. 249). Bu bileşenin görevi; emniyetli, düzenli ve hızlı bir trafik akışı sağlayarak hava sahasını kullanmak ve denetlemektir (Hirst, 2008, s. 198).

1.4.4. Havaalanları

2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu'nun 3. Maddesine göre havaalanı; kara veya su üzerinde bulunan ve hava araçlarının kalkışlarını ve inişlerini gerçekleştirmeleri amacı ile özel olarak tasarlanmış, ayrıca hava araçlarının bakımı ve diğer ihtiyaçlarının karşılanması, yolcunun ve yükün alınması ve indirilmesi için ihtiyaç duyulan tesisleri barındıran yer olarak tanımlanmaktadır.

Havaalanları uçaklar, havayolu işletmeleri, hava trafik hizmetleri ve son kullanıcılar arasında bağlantı kurulan yer olması bakımından oldukça önemli bir bileşen konumunda olmaktadır (Hirst, 2008, s. 165). Aynı zamanda havaalanları havayolu taşımacılığı sisteminin fiziksel olarak yer yüzeyindeki altyapısını temsil etmektedir. Havaalanları diğer ulaştırma modları ile hava taşımacılığının bağlantı noktası olmaktadır. Havaalanları hava tarafı ve kara tarafı olmak üzere iki bölümü kapsamaktadır. Hava tarafı; pist, taksi yolu ve apron bileşenlerinden

oluşmaktadır. Pist, uçakların iniş-kalkış yaptığı alanları; taksiyolu, park pozisyonu ve pist arasında bağlantı sağlayan yolları; apron, park sahaları, biniş kapıları, yolcu, bagaj ve kargo indirme ve bindirme alanlarını kapsamaktadır. Havaalanlarının kara tarafında ise; yolcu ve kargo terminalleri, diğer ulaşım modları ile bağlantı noktaları bulunmaktadır (Janic, 2021, s. 27-28).

1.4.5. Yer hizmetleri işletmeleri

Havaalanı yer hizmetleri kavramı, uçakların havaalanına inişinden itibaren havaalanından kalkışına kadar yerde buldukları zaman boyunca uluslararası alandaki havacılık kuruluşları tarafından ve sivil havacılık yönetmeliğinde oluşturulmuş olan standartlar kapsamında uçaklara, yolculara, bagajlara ve kargolara sunulan hizmetler şeklinde açıklanmaktadır (Yıldız ve Mutlu, 2020, s. 315). Havaalanlarında sunulan yer hizmetleri, uçağın iniş anından kalkış yaptığı zamana kadar yerde almış olduğu bütün hizmetleri kapsamaktadır (Eski ve Tasus, 2018, s. 57).

Yer hizmetleri kapsamında verilen hizmetler şunlardır (SHGM, 2021b);

- Temsil hizmeti
- Yolcu trafik hizmeti
- Yük kontrolü ve haberleşme hizmeti
- Ramp hizmeti; kargo ve posta, uçak temizlik, birim yükleme gereçlerinin kontrolü
- Uçak hat bakım hizmeti; uçak hat bakımı, yakıt ve yağ
- Uçuş operasyon hizmeti
- Ulaşım hizmeti
- İkram hizmeti
- Gözetim ve yönetim hizmeti
- Uçak özel güvenlik ve denetimi hizmeti

Bu hizmetler ya havaalanının kendi imkanları ile ya da yer hizmetleri (handling) sunan işletmeler tarafından verilmektedir (Eski ve Tasus, 2018, s. 57).

1.4.6. Hava aracı bakım kuruluşları

Uçuşların emniyetli yapılması, uçağın uçuşa hazır bir şekilde tutulması ve emniyet faktörü devreden çıkarılmadan maliyetlerin azaltılması amacı ile hava araçlarının bakımları ülkelerin yetkili otoriteleri tarafından verilmiş olan yetki kapsamında bakım kuruluşları tarafından yapılmaktadır. Bu kuruluşlar almış oldukları yetki ile uçakların üretiminden itibaren hizmet ömrü boyunca hava araçlarının uçuşa elverişli bir şekilde tutulabilmesi için sunulan bakım,

servis, onarım, tadilat ve revizyon faaliyetleri gibi bakım hizmetlerini vermektedir (SHGM, 2021c).

1.4.7. Eğitim kuruluşları

Eğitim kuruluşları; sivil havacılık sektöründe ihtiyaç duyulan pilotlar, hava trafik kontrolörleri, uçak teknisyenleri, uçak mühendisleri, kabin görevlileri, yer hizmetleri personelleri, dispeçerler, havaalanı işletmecilik personelleri gibi yetişmiş insan kaynaklarının eğitimlerini sağlayan kuruluşlar olarak nitelendirilmektedir (Korul ve Küçükönel, 2003, s. 34).

1.4.8. Düzenleyici ve denetleyici kuruluşlar

Bu kuruluşlar ulusal ve uluslararası olmak üzere iki kategoride değerlendirilmektedir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) ve Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI) ulusal kategori içinde yer almaktadır. Uluslararası kuruluşlar kategorisinde ise Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO), Uluslararası Hava Taşıyıcıları Birliği (IATA), Avrupa Sivil Havacılık Konferansı (ECAC), Avrupa Hava Trafik Kontrol Birliği (EUROCONTROL), Avrupa Havacılık Güvenliği Kurumu (EASA) ve Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI) bulunmaktadır (Işık, 2016, s. 89).

1.4.9. Diğer bileşenler

Önceki başlıklarda belirtilmiş olan temel bileşenlerin haricinde sağlık kuruluşları, kargo acenteleri, hava aracı tasarım ve üretim kuruluşları, parça üreticileri gibi bileşenler de bulunmaktadır (Işık, 2016, s. 89; Çalışkan, 2010, s. 15-16).

1.5. Havayolu Taşımacılığında Segmentasyon

Pazar bölümlendirme olarak adlandırılan segmentasyon, müşteriler arasındaki değişkenleri belirleyerek geniş olan pazarı küçük parçalara ayırıp farklı pazarlama stratejileri veya ürün/hizmetler ile farklı müşteri ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile yapılmaktadır. Bu sayede işletmeler kaynaklarını ve yeteneklerini daha etkin olarak kullanabilmektedir. Başarılı bir şekilde gerçekleştirilen segmentasyon ile işletmeler pazardaki fırsatları değerlendirirken aynı zamanda müşterilerin istek ve ihtiyaçlarını da daha etkin bir şekilde karşılayabilmektedir (Deniz ve Bedir, 2017, s. 177).

Havayolu işletmeleri de ürün ve hizmetlerini belirli müşterilerin ihtiyaçlarına göre etkin bir şekilde uyarlamak için yolcularını farklı gruplara ayırmaktadır. Yolcu segmentasyon süreci,

ortak özellikleri paylaşan müşteri gruplarını belirlemeye çalışmaktadır. Bu süreç sonucunda ortaya çıkan pazar segmentleri, benzer tercihlere ve satın alma davranışına sahip müşteri gruplarını içermektedir. Müşteri tercihleri pazar segmentleri arasında farklılık göstermektedir. Örneğin, iş amacı ile seyahat eden yolcuların ihtiyaçları, eğlence amacı ile seyahat eden yolculardan çok farklı olabilmektedir (Budd ve Ison, 2017, s. 140).

Genel olarak havayolu pazarı yolcu taşımacılığı ve kargo taşımacılığı segmentlerine ayrılmaktadır. Bu çalışma kapsamında sadece havayolu yolcu pazarının segmentasyonuna değinilmektedir.

Havayolu yolcu pazarının segmentasyonu; seyahat amacı (eğlence, iş), seyahatin süresi (kısa, uzun), yolcunun kültürü veya ülkesi gibi değişkenlerle belirlenmektedir (Shaw, 2007, s. 24).

1.5.1. Seyahat amacına göre segmentasyon

Geleneksel olarak seyahat amacına göre havayolu yolcu pazarı iş amaçlı ve eğlence amaçlı yolcu pazarı olarak ikiye ayrılmaktadır (Ambrose ve Waguespack, 2021, s. 69; Cook ve Billig, 2017, s. 48). Her bir kategorideki müşteri grubu çok farklı özellik, beklenti, ihtiyaç ve davranış kalıplarına sahip olmaktadır (Yıldız ve Fırat, 2017, s. 242). Örneğin, iş amaçlı yolcular zamana karşı duyarlı olmaktadır. Bu yolcular ulaşmak istedikleri yere istedikleri bir zamanda, çok fazla vakit harcamadan ve en kısa sürede olacak şekilde gitmek istemektedir. Eğlence amaçlı yolcular ise zaman yerine fiyata daha çok duyarlı olmaktadır. İş amaçlı yolcular zamana duyarlı olduklarından seyahatte geçirecekleri toplam süreyi kısaltacak şekilde direkt uçuşları tercih etmekte iken eğlence amaçlı yolcular ise seyahatte geçirecekleri toplam sürenin uzamasını dikkate almayarak fiyat avantajı sağlayan bağlantılı uçuşları tercih edebilmektedir (Yaşar ve Gere, 2018, s. 175).

İş amaçlı yolcular; acil iş, rutin iş, konferans katılımı, fuar katılımı, vb. alt bölümlere ayrılabilir. İş amaçlı yolcu pazarı, ofislerinden iş amacı ile uzaklaşan kişiler ve bu kişilerin ihtiyaç duyduğu seyahat türleri ve yan hizmetleri oluşturan pazar olarak görülmektedir (Yıldız ve Fırat, 2017, s. 242-243).

İş amaçlı yolcular genel olarak seyahatlerinde aşağıdaki konulara dikkat etmektedir (Ambrose ve Waguespack, 2021, s. 71-73);

➤ Uçuş sıklığı ve optimum zamanlama iş amaçlı yolcular için oldukça önemli olmaktadır. Özellikle kısa mesafeli uçuşlarda bu yolcular daha fazla uçuş sıklığına sahip olan havayolu işletmelerini tercih etmektedir. Planlarının hızlı bir şekilde değişebilme ihtimallerinden dolayı uçuşlar arasında değişiklikler yapabilmek için uçuş sıklığının fazla olmasını istemektedir. Ayrıca bu yolcular zamanlama olarak iş gününün sabah ve akşam saatlerine denk gelen uçuşları seçmektedir.

- Operasyonel güvenilirlik ve dakiklık iş seyahatindeki yolcular için büyük önem taşımaktadır. Bu yolcuların çoğu zaman planlanmış toplantılara kısa sürede yetişmesi gerekmektedir. Uçuşta yaşanacak operasyonel aksaklık ve sonucunda uçuşun gecikmeye uğraması veya iptallerin olması durumunda bu yolcuların muhtemel olarak yapacakları iş anlaşmalarının kaybedilmesine ve dolayısıyla bu yolcuların havayolu işletmesine olan güvenlerinin kaybedilmesi durumu ortaya çıkmaktadır.
- Havaalanının konumunun uygun olması iş amaçlı yolcuların dikkat ettikleri bir başka konu olmaktadır. Kısa mesafeli iş amaçlı uçuşlarda yolcular genellikle evlerine veya iş yerlerine en yakın havaalanını tercih etmektedir.
- İş amaçlı yolcuların koltuk bulabilme ve esneklik konularında havayolu işletmelerinden beklentileri olmaktadır. Bu yolcuların programları daha akıcı olmakta ve kendilerini kısıtlamayan havayolu işletmelerini tercih etmektedir. Genellikle uçuştan kısa bir süre önce uçuş planlaması yapılmakta ve planlarda değişiklik olabilmektedir. Bu nedenle hem uçuştan kısa bir süre önce bilet satın alabilme hem de alınmış olan biletle değişiklik yapabilmek önemli olmaktadır.
- Sık uçucu avantajlarından yararlanmak iş amaçlı yolcuların dikkat ettiği konulardan biri olmaktadır. Havayolu işletmeleri yolcularına uçtukları mil ya da ödedikleri ücreti dikkate alarak ödüllendirmeler yapmaktadır. Bu ödüllendirmeler sık uçan iş amaçlı yolcular için bir avantaj oluşturmaktadır.
- İş amaçlı yolcuların havaalanında uçuşlarını beklerken geçirdikleri süreler kısa mesafeli uçuşun süresinden daha uzun olabilmektedir. Bu nedenle havaalanında verilen hizmetler bu yolcular açısından oldukça önemli olmaktadır. Bagaj teslim kioskuları, kuyrukta bekleme sürelerini azaltacak özel check-in alanları, çalışmalarını yapabilecekleri ve dinlenebilecekleri özel dinlenme salonları gibi hizmetlerin verilmesi bu yolcuların memnuniyetlerini artırmaktadır.
- Uçak içi hizmetler iş amaçlı yolcuların havayolu işletmelerini seçmelerinde önemli bir faktör olmaktadır. Yemek ve içecek, koltuk konforu, iş için kullanabileceği internet bağlantısı gibi uçak içi hizmetler bu yolcular için önemli olmaktadır.

Eğlence amaçlı yolcular tatil, aile ve akraba ziyareti, arkadaş ziyareti, eğitim gibi alt bölümlere ayrılabilir. Bu bölümler kısaca aşağıda açıklanmaktadır (Yıldız ve Fırat, 2017, s. 244-245);

- Tatil amaçlı yolcular: Bu yolcular fiyata karşı duyarlı olmaktadır. Dolayısıyla bu yolcular bilet fiyatlarının ucuz olmasına dikkat etmektedir. Genel olarak ailece seyahat edildiği için toplam bilet fiyatı yüksek olabilmektedir. Bundan dolayı bu yolcular uygun fiyatlarla bilet alabilecekleri uçuş saatlerini seçmektedir. Bu da tatil amaçlı yolcuların zamana duyarlı olmadıklarını ve fiyata karşı duyarlı olduklarını göstermektedir. Bu yolcular uçuşun zamanı, seyahatin süresi ve dakiklık gibi konulara fiyat kadar önem göstermemektedir. Ayrıca ulaştıkları yerde seyahat, konaklama ve yiyecek/içecek ücretlerini karşılamak

durumunda olduklarından bu yolcuların harcanabilir gelirlerinin yüksek olduğu belirtilmektedir.

➤ Aile, akraba ve arkadaş ziyareti amaçlı yolcular: Bu yolculuğun temel motivasyonu aile, arkadaş ve akraba ziyareti yapmaktır. Literatürde bazı kaynaklar bu amaçlarla seyahat eden yolcuların yemek ve konaklama gibi ihtiyaçlar için ücret ödemeyeceği dikkate alınarak düşük harcanabilir gelire sahip oldukları ve fiyata duyarlı olduklarını belirtmekte iken bazı kaynaklar ise harcanabilir gelirlerinin yüksek olduğunu ifade etmektedir. Ayrıca bu yolcular uçuş sıklığından çok aktarmasız uçuşları tercih etmektedir.

➤ Eğitim amaçlı yolcular: Öğrencilerin yurtdışında eğitim görmek istemeleri sebebi ile yaptıkları yolculuk türü olmaktadır.

Kısaca, iş amaçlı ve eğlence amaçlı yolcuların farklılıklarına bakıldığında genel olarak zaman ve fiyata karşı duyarlılık dikkat çekmektedir. İş amaçlı yolcular daha çok zamana değer vermektedir. Bu yolcular için uçuş sıklığı ve havaalanına kısa sürede ulaşım gibi konular havayolu işletmesi tercihinde dikkate aldıkları konular olmaktadır. Eğlence amaçlı yolcular ise fiyata daha çok duyarlı olmaktadır. Bu yolcular için daha düşük fiyat sunan havayolu işletmeleri tercih sebebi olmaktadır (Dresner, 2006, s. 29).

1.5.2. Seyahatin süresine göre segmentasyon

Havayolu yolcu pazarı seyahatin süresine göre uzun mesafeli ve kısa mesafeli uçuş olarak ikiye ayrılmaktadır. Fakat kısa mesafe ve uzun mesafe ayrımında bir netlik bulunmamaktadır. Örneğin, kırk beş dakikalık bir uçuş kısa mesafeli, on saatlik bir uçuş uzun mesafeli uçuş olarak değerlendirilirken üç ya da dört saatlik bir uçuşun hangi kategoride bulunduğu dair kesin bir ifade söz konusu olmamaktadır.

Kısa mesafeli uçan yolcu ile uzun mesafeli uçan yolcunun gereksinimleri arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır. Kısa mesafeli uçan yolcular için koltuk konforu veya yemek hizmeti gibi konular çok önemli olmamaktadır. Fakat uzun mesafe uçan yolcular için koltuk konforu ve yemek hizmeti gibi kabin içi hizmetler oldukça önemli olmaktadır (Shaw, 2007, s. 25).

1.5.3. Yolcunun ülkesi/kültürüne göre segmentasyon

Seyahat eden kişinin kültürü veya ülkesi oldukça önemli bir segmentasyon değişkeni olarak görülmektedir. Havacılık sektöründe son yıllarda küresel markalar oluşturma ve küresel olma konusu havacılıktaki pazarlama alanının bir özelliği haline gelmektedir. Bu anlamda havayolu işletmeleri müşterilerine dünyanın neresinde olurlarsa olsun uçuş hizmeti vermek için büyük ittifaklar oluşturmaktadır. Fakat havacılıkta küresel markalaşma anlayışı değişik kültürlerdeki müşteri gereksinimlerinde ortaya çıkan farklılıklar ile çelişmektedir. Örneğin

bazı ülkelerdeki insanlar seyahatlerinde daha az eşya taşımakta iken bazı ülke vatandaşları da daha fazla eşya taşımakta ve daha fazla serbest bagaj taşıma hakkı talep etmektedir (Shaw, 2007, s. 26).

Sonuç olarak Segmentasyon ile ilgili aktarılan bilgilerden yola çıkıldığında havayolu işletmelerinin uçak satın alımlarında bu konuya önem vermeleri gerektiği oldukça açık olmaktadır. Örneğin, havayolu yolcu segmentine hizmet edecek olan bir havayolu işletmesi iş amaçlı, eğlence amaçlı veya her ikisinin bulunduğu bir segment için uçak satın alacağı zaman bu segmentlerdeki yolcuların beklentilerine dikkat etmek zorunda kalmaktadır. Sadece eğlence amaçlı yolculara hizmet edecek ise ekonomi sınıf konfigürasyonlu olarak değerlendirilen, koltuk aralıklarının dar olduğu ve koltuk sayısının fazla olduğu uçakları tercih edecektir. Hem iş hem de eğlence amaçlı yolculara hizmet edecek ise business ve ekonomi sınıf konfigürasyonlarının birlikte bulunduğu, business sınıftaki koltukların aralıklarının ve genişliklerinin fazla olduğu, yine ekonomi sınıftaki koltukların aralıklarının az ve sayısının fazla olduğu uçakları tercih edecektir. Bunun yanında seyahat süresi ile ilgili segmentasyon dikkate alındığında havayolu işletmeleri kısa mesafeli uçuşlar için tek koridoru bulunan dar gövde olarak adlandırılan uçakları genel olarak tercih edecektir. Uzun meafeli uçuşlar için ise daha fazla mesafe uçabilen, iki koridoru bulunan ve geniş gövde olarak adlandırılan, koltuk sayısının fazla olduğu uçakları tercih edecektir. Ayrıca işletmeler farklı segmentlerde hizmet vermek için filolarında çeşitlilik yaparak farklı türde uçaklar bulundurabilmektedir.

1.6. Havayolu İş Modelleri

İş modeli kavramı, işletmenin bir veya birkaç müşteri segmentine sunduğu değer ve bu değeri oluşturmak, pazarlamak ve sunmak için işletmenin yapılandırılma şekli olarak belirtilmektedir (Holloway, 2008, s. 25). Sönmez ve arkadaşlarına göre iş modeli, bir işletmenin işleyiş ve gelir elde etme tarzını ifade etmeye yardımcı olmaktadır. Başka bir ifade ile iş modeli, işletmelerin mantığına, işleme tarzına ve paydaşları için değer yaratma şekline işaret etmektedir (Sönmez vd., 2019, s. 3).

Taşçı ve Yalçinkaya'ya göre havayolu iş modeli, havayolu işletmelerinin faaliyet şekillerini ve paydaşlarına değer yaratma şekillerini belirtmektedir (Taşçı ve Yalçinkaya, 2015, s. 179). Atik ise havayolu iş modellerini hedef kitleye ulaşmak amacı ile işletmenin kaynaklarının farklı yapılandırılma şekilleri olarak tanımlamaktadır (Atik, 2019, s. 2626).

Havayolu iş modelleri genel olarak dört kategoride sınıflandırılmaktadır. Bunlar (Şengür ve Şengür, 2017, s. 3);

- Geleneksel havayolları
- Düşük maliyetli havayolları

- Tarifesiz (Charter) havayolları
- Bölgesel havayolları

1.6.1. Geleneksel havayolları

Tam hizmet sunan havayolu, ağ taşıyıcı havayolu ve bayrak taşıyıcı havayolu olarak da adlandırılan geleneksel havayolları, bütün havayolu yolcu veya kargo pazar bölümlerinde hizmet veren, karmaşık ağ yapısı ve farklı tip ve büyüklükteki uçak filosuna sahip olan, ulusal, uluslararası ve küresel boyutta hizmet veren işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Sarılğan, 2011, s. 70; Şengür ve Şengür, 2017, s. 4).

Geleneksel havayolu işletmelerinin özellikleri şu şekilde sıralanabilmektedir (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 191-192; Cento, 2009, s. 18-19; Şengür ve Şengür, 2017, s. 4):

- Ulusal, uluslararası ve kıtalararası yolcu ve kargo pazarına hizmet etme
- Farklı kabin hizmet sınıfları (örneğin, business ve ekonomi sınıf) ve karmaşık hizmet tasarımlarının bulunması
- Erişilebilir konumda bulunan merkezi (birincil) havaalanlarının tercih edilmesi
- Topla-dağıt olarak adlandırılan ağ yapısına sahip olması ve bu yapı sayesinde bağlantılı uçuş hizmeti sunabilmesi
- Uçuş sıklığının yüksek olması
- Sık uçucu gibi sadakat programlarının bulunması
- Filo yapılarının büyük olması ve farklı uçak tiplerini barındıran filo çeşitliliğinin bulunması
- Doğrudan havayolunun internet sitesi veya bilet satış ofisi, acente gibi çoklu satış ve dağıtım kanallarının kullanılması

1.6.2. Düşük maliyetli havayolları

Düşük maliyetli havayolları, geleneksel havayollarının sunduğu bazı hizmetlerden vazgeçerek maliyetlerini azaltıp daha uygun fiyatlarla bilet ve hizmet sunan işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Uzgör vd., 2017, s. 201). Bu tür havayolları tek tip uçak kullanımı, sabit maliyetleri düşüren yoğun dış kaynak kullanımı, basit düzeyde hizmet ve tek tip kabin hizmet sınıfı (ekonomi sınıf) gibi uygulamalarla maliyetlerini düşük düzeyde tutmayı amaçlamaktadır (Pels, 2008, s. 71).

Düşük maliyetli havayollarının özellikleri genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır (Uzgör vd., 2017, s. 201; Cento, 2009, s. 19-20; Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 195):

- Genel olarak yolcu pazarına hizmet etme
- Fiyata duyarlı yolculara odaklanma

- Koltuk sayısının fazla olduğu tek tip kabin içi hizmet sınıfı (ekonomi sınıf)
- Koltuk seçimi bulunmaması veya bu hizmetin ücretli olması
- İkram ve diğer kabin içi hizmetlerin ücretli sunulması
- Sık uçucu gibi sadakat programlarının bulunmaması
- Havaalanı ücretlerinin ve yoğunluğun az olduğu dolayısı ile gecikmelerin daha az olduğu merkezi olmayan ikincil havaalanlarının kullanımı
- Bilet ücretlerinin düşük olması
- Noktadan noktaya direk uçuş hizmeti
- Uçakların yerde kalış süresinin kısa olması
- Uçak kullanım oranının yüksek olması
- Genellikle tek tip veya çeşitliliğin az olduğu uçak filosunun bulundurulması
- Düşük sayıda kabin ekibi bulundurulması
- İnternet üzerinden bilet (e-bilet) satışına odaklanması

1.6.3. Tarifersiz (charter) havayolları

Tarifersiz havayolları, tur acentelerinin paket tatil hizmetleri için uçaklarındaki koltukların bir bölümünü veya tamamını satan veya uçaklarını kiralayan, düşük maliyetlerle hizmet sunan işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Şengür ve Şengür, 2017, s. 5).

Tarifersiz (charter) havayollarının özellikleri genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır (Cento, 2009, s. 21-22; Pels, 2008, s. 71):

- Biletlerin havayolları tarafından değil tur acenteleri tarafından satılması
- Turistik amaçlı yolcu pazarına hizmet vermesi
- Charter uçuşların genel olarak uçuşu, konaklamayı ve diğer hizmetleri içeren paket tatilin bir parçası olması
- Koltuk sayısının fazla olduğu tek tip kabin içi hizmet sınıfı (ekonomi sınıf)
- Herhangi bir uçuş tarifesinin olmaması
- İkincil havaalanlarının kullanılması
- Geleneksel havayollarına göre yolcu ve bagaj için havaalanında sunulan yer hizmetleri maliyetlerinin düşük olması
- Sezon dışında personel ihtiyacı olmaması
- Sezon dışında uçakların kiraya verilmesi

1.6.4. Bölgesel havayolları

Bölgesel havayolları, ticari bir amaç ile küçük yerleşim yerleri ile büyük merkezler arasında yolcu, kargo ve postayı küçük uçaklar kullanarak tarifeli ve tarifersiz bir şekilde taşıyan işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Sarılğan, 2011, s. 70).

Bölgesel havayollarının özellikleri genel olarak şu şekilde sıralanmaktadır (Şekerli, 2021, s. 735-736; Sarılgan, 2011, s. 71):

- Genel olarak düşük kapasiteli uçakların kullanılması
- Kısa hat uzunluğuna sahip olması
- Kısıtlı bir coğrafi alanda, talebin az olduğu ve büyük işletmelerin operasyonel maliyetlerini karşılayamadığı ve tercih etmedikleri niş olarak değerlendirilebilen hatlarda faaliyet gösterilmesi
- Küçük yerleşim yerleri ile büyük merkezler arasında bağlantı kurması

Havayolu işletmelerinin benimsedikleri iş modelleri uçak seçimlerinde büyük öneme sahip olmaktadır. Her bir iş modelinin özellikleri farklı olduğundan dolayı işletmelerin filolarında bulundurması gereken uçak çeşitliliği ve uçak tipleri de farklılaşmaktadır. Bu bakımdan iş modelleri havayolu işletmelerinin uçak seçimlerinde önemli bir faktör olmaktadır. Örneğin, geleneksel iş modelini benimseyen işletmeler kapsamlı hizmet, geniş bir uçuş ağına sahip olma, farklı kabin içi hizmet sınıflarının bulunması gibi özelliklerinden dolayı business ve ekonomi sınıf konfigürasyonuna sahip, kısa, orta ve uzun mesafe uçuş yapabilecek olan dar gövde ve geniş gövde uçak tercihlerinde bulunmaktadırlar. Düşük maliyetli ve tarifersiz (charter) havayolları ise maliyetlerini düşürmek için ve kapsamlı hizmet vermediklerinden dolayı genel olarak dar gövde ve sadece ekonomi sınıf kabin konfigürasyonuna sahip uçakları tercih etmektedirler. Bölgesel havayolları ise kısa hatlara hitap eden ve koltuk sayısı az olan, ayrıca ekonomi sınıf kabin konfigürasyonuna sahip küçük uçakları filolarında bulundurmaktadırlar.

1.7. Havayolu Ağ Modelleri

Havayolu ağı, uçuşların bağlandığı şehir çiftleri kümesini ifade etmektedir (Aguirregabiria ve Ho, 2010, s. 377). Havaalanları arasında uçuş bağlantılarının verimli bir şekilde yönetilebilmesi için havayolu işletmeleri ağ yapıları oluşturmaktadır (Zgodavova vd., 2018, s. 158). Ağ yapısı seçimi, havayolu işletmeleri için en önemli stratejik kararlardan biri olmaktadır. Havayolu işletmeleri genel olarak topla-dağıt veya noktadan noktaya ağ modellerini kullanmaktadır (Aguirregabiria ve Ho, 2010, s. 377).

1.7.1. Topla dağıt ağ yapısı (hub and spoke)

Topla dağıt ağ yapısı, havayolu işletmelerinin yolcularını uçuşa başladıkları bir noktadan (spoke) alıp hub olarak adlandırılan ve transfer merkezi olarak kullandıkları bir noktaya getirip, bu noktadan da uçacakları son noktaya (spoke) bağlantı kurdukları bir model olarak açıklanmaktadır (Cook ve Goodwin, 2008, s. 53). Bu ağ yapısında havayolu işletmeleri bir veya birkaç büyük şehrin havaalanlarını merkez (hub) olarak hizmet vermek için

seçmektedir (Abdelghany ve Abdelghany, 2019, s. 8). Böylece yolcular herhangi bir noktadan merkezdeki (hub) bir bağlantı uçuşu ile her yere seyahat edebilmektedir. Merkeze gelen ve giden uçuşlar, bağlantı sürelerini en aza indirecek şekilde zamanlanmakta ve koordine edilmektedir (Cook ve Goodwin, 2008, s. 53).

Topla dağıtım ağ yapısı genel olarak iki nokta arasındaki mesafenin fazla, talebin düşük ve havayolu işletmesinin uçuş gerçekleştirdiği toplam uçuş noktasının fazla olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Zgodavova vd., 2018, s. 160).

1.7.2. Noktadan noktaya ağ yapısı (point to point)

Doğrudan ağ veya hat ağı olarak da adlandırılan noktadan noktaya ağ yapısı, iki nokta arasında uçuşların doğrudan gerçekleştirildiği bir model olarak tanımlanmaktadır. Başka bir ifade ile bu ağ yapısında aktarmasız direkt uçuşlar gerçekleştirilmektedir. (Zgodavova vd., 2018, s. 158).

Noktadan noktaya ağ yapısı genel olarak iki nokta arasındaki mesafenin az, talebin yüksek ve havayolu işletmesinin uçuş gerçekleştirdiği toplam uçuş noktasının az olduğu durumlarda kullanılmaktadır (Zgodavova vd., 2018, s. 158).

Havayolu işletmeleri filolarını yapılandırırken oluşturdukları ağ yapısını da dikkate almaktadır. Belirledikleri ağ yapısına göre filo çeşitliliği değişmektedir. Noktadan noktaya ağ yapısını uygulayan işletmeler genellikle yolcu talebinin az olduğu kısa mesafelerde uçuş gerçekleştirmektedir. Bu yapıda işletmeler dar gövde ve tek tip uçak kullanmayı tercih etmektedir. Topla dağıtım ağ yapısında ise işletmeler kısa mesafeler ve talebin az olduğu noktalarda dar gövde uçak kullanırken merkezde topladıkları yolcuları tekrar başka bir noktaya aktarırken geniş gövde uçaklar kullanabilmektedir. Dolayısıyla bu ağ yapısını oluşturan işletmeler filo çeşitliliği gerçekleştirmekte ve böylece dar gövde ve geniş gövde uçakları birlikte kullanabilmektedir. Her iki yapıda da işletmeler yolcu talebine göre hem dar hem de geniş gövde uçaklarda koltuk sayılarının değiştiği farklı model uçakları da filolarında bulundurabilmektedir.

1.8. Yolcu Uçağı Seçimi ve Yolcu Uçağı Üreten Firmalar

Havayolu işletmelerinin filosu, havayolunun herhangi bir zamanda işlettiği toplam uçak sayısı ve filoyu oluşturan belirli uçak tipleri ile tanımlanmaktadır. Filo yapısı oluşturmak havayolu işletmelerinin hem uçuşlarını planlama süreci hem de uçuş operasyonları açısından en önemli uzun vadeli stratejik kararlarından biri olmaktadır. (Belobaba vd., 2009, s. 154). Havayolu işletmelerinin filo yapılarını ve filolarındaki uçak tiplerinin seçimini doğru bir şekilde oluşturmaları değişen piyasa koşullarına da hızlı bir şekilde uyum sağlamları ve ihtiyaçları karşılama açısından önemli olmaktadır. Havayolu işletmelerinin farklı

değerlendirme kriterlerini dikkate alarak farklı uçak alternatifleri arasından en uygun olan uçak tipini doğru bir şekilde seçmesi diğer işletmelere göre rekabet avantajı elde etmesine imkan tanımaktadır. Bunun yanında sektörel, çevresel ve ekonomik kaynakların etkin ve verimli bir şekilde kullanılmasını sağlamaktadır (Kiracı ve Bakır, 2018, s. 15).

Uçuş uzunluğu, farklı uçuş noktaları ve yolcu ve kargonun beklenen talebine bağlı olarak ekonomik ve karlı uçuş operasyonları için farklı tipte uçaklara ihtiyaç duyulmaktadır. Bundan dolayı her havayolu işletmesi için uçak seçim süreci çok önemli ve zor bir görev olmaktadır. Düşük maliyet iş modelini benimseyen havayolu işletmeleri tipik olarak bir veya birkaç uçak tipinden oluşan filo yapısına sahip iken, geleneksel iş modelini benimseyen işletmeler ise birçok uçak tipinden oluşan heterojen bir filo yapısına sahip olmaktadır (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 6-7).

Ayrıca genel uçuş ağına bağlı olarak, kıta içerisindeki uçuşlar için bölgesel ve kısa menzilli uçaklar, kıtalararası uçuşlar için ise orta ve uzun menzilli uçaklar olmak üzere çeşitli uçak tiplerine ihtiyaç duyulmaktadır (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 7).

Aynı zamanda farklı uçuş noktalarındaki taleplere bağlı olarak uçakların boyutları da farklılık göstermektedir. Slot (havaalanı kapasite kullanımı) sıkıntısı ve yoğun havaalanları, havayolu işletmelerini tercih ettikleri en iyi uçuş noktasında daha az sayıda uçuş fakat bu uçuşlarda daha büyük uçakları kullanmaya zorlayabilmektedir (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 7).

Her bir havayolu işletmesinin farklı uçak tiplerinin nasıl seçileceği konusundaki stratejileri farklı olabilmektedir. Örneğin, bazı havayolu işletmeleri yalnızca bir uçak üreticisinin uçaklarına sahip olmayı tercih etmekte ve böylece bu üretici ile özel satın alma anlaşmalarına sahip olabilmektedir. Bazı havayolu işletmeleri ise birkaç uçak üreticisinin uçaklarını kullanmakta fakat mümkün olduğunca her zaman aynı motor üreticisinin motorlarını kullanmayı tercih etmektedir. Bu stratejilerin yanında bazı havayolu işletmeleri de daha serbest olmaya çalışmakta ve sadece kendi uçuş ağının gereksinimlerine göre piyasadaki en iyi uçakları seçmektedir (Schmitt ve Gollnick, 2016, s. 7).

Havayolu işletmelerinin filo yapıları incelendiğinde genellikle Airbus ve Boeing firmalarının ürettiği uçakların hakim olduğu görülmektedir. Bu firmalar kısa, orta ve uzun menzilli, dar ve geniş gövde sınıflarında çeşitli uçak tipleri üretmektedir. Bu çalışma kapsamında dar ve geniş gövde sınıfında bu firmaların ürettiği uçaklar değerlendirmeye alınmaktadır. Çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak belirli kriterler çerçevesinde bu firmaların ürettiği olduğu uçaklar arasından en iyi seçenekler ortaya konmaktadır.

Airbus ve Boeing firmaları, koltuk kapasitesi fazla olan ticari uçakların üretimi konusunda sektörde büyük pay sahibi olmaktadır. Bu firmaların haricinde Embraer ve Bombardier gibi diğer üreticiler de daha az koltuk kapasiteli ticari uçaklar üretmektedir (Cook ve Billig, 2017, s. 197). Ayrıca havayolu işletmelerinin filo yapılarında bulunan her bir uçak türünün yolcu ve

kargo kapasitesi, menzil ve yük kapasitesi, satın alım maliyeti, operasyon maliyeti gibi özellikleri de farklılıklar göstermektedir (Cook ve Billig, 2017, s. 196).

Airbus ve Boeing firmalarının uçakları değerlendirmeye alınacağından dolayı sadece bu firmalar ve ürettikleri uçakların özellikleri incelenmektedir.

1.8.1. Airbus

1970 yılında kurulan Airbus, havacılık endüstrisinde uluslararası öncülerden biri ve Avrupa'nın uzay ve havacılık alanında en büyük şirkettir. Şirketin merkezi Fransa'nın Toulouse şehrinde bulunmaktadır. Ayrıca şirket, Asya, Avrupa ve Amerika kıtalarında helikopter ve uçak son montaj hatlarına da sahiptir. Ticari uçak, helikopter, güvenlik, savunma ve uzay segmentlerini kapsayan ürün ve hizmetler sunmaktadır (Airbus, 2021a; Airbus, 2021b).

Airbus şirketinin üretmiş olduğu dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri Tablo 1.1.'de (Airbus, 2021c), geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri de Tablo 1.2.'de (Airbus, 2021c) listelenmektedir.

Tablo 1. 1. Airbus dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri

Uçak Ailesi	Uçak Tipi	Koltuk Kapasitesi		Menzil (km)	Kanat Açıklığı (m)	Uzunluk (m)
		Standart (2 sınıflı)	Maksimum			
A220	A220-100	100-120	135	6390	35.1	35
	A220-300	120-150	160	6297	35.1	38.7
A320	A318	90-110	132	5750	34.1	31.44
	A319neo	120-150	160	6850	35.8	33.84
	A320neo	150-180	194	6300	35.8	37.57
	A321neo	180-220	244	7400	35.8	44.51

Tablo 1. 2. Airbus geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri

Uçak Ailesi	Uçak Tipi	Koltuk Kapasitesi		Menzil (km)	Kanat Açıklığı (m)	Uzunluk (m)
		Standart (3 sınıflı)	Maksimum			
A330	A330-200	210-250	406	13450	60.3	58.82
	A330-300	250-290	440	11750	60.3	63.66
	A330-800	220-260	406	15094	64	58.82
	A330-900	260-300	440	13334	64	63.66
A350	A350-900	300-350	440	15000	64.75	66.8
	A350-1000	350-410	440	16100	64.75	73.79
A380	A380	555	853	14800	79.75	72.73

Tablolarda her bir uçak tipinin hangi uçak ailesi içinde yer aldığı, iki sınıflı (business ve ekonomi) standart koltuk kapasitesi, tek sınıflı (ekonomi) maksimum koltuk kapasitesi, gidebileceği en uzun mesafe (menzil), kanat açıklığı ve uzunluk bilgilerine yer verilmiştir. Geniş gövde uçaklarda dar gövdeden farklı olarak standart koltuk kapasitesi üç sınıf olarak verilmiştir. Tablolardan da anlaşılacağı üzere her bir uçak ailesi ve tipinin özellikleri farklılık göstermektedir.

1.8.2. Boeing

Havacılık ve uzay şirketi olarak faaliyet gösteren Boeing, ticari jet uçakları, savunma, uzay ve güvenlik sistemleri üretmekte ve satış sonrasında destek hizmeti sağlamaktadır. 1916 yılında kurulan şirket, ticari ve askeri uçaklar, uydular, elektronik ve savunma sistemleri, silahlar, gelişmiş bilgi ve iletişim sistemleri üretmektedir. Bunların yanında performans dayalı lojistik ve eğitim hizmetleri de bulunmaktadır. Merkezi, Amerika Birleşik Devletleri Chicago'da bulunan şirket 65'ten fazla ülkede faaliyet göstermekte ve 140 binden fazla kişiyi de istihdam etmektedir (Boeing, 2021a).

Boeing şirketinin üretmiş olduğu dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri Tablo 1.3.'de, geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri de Tablo 1.4.'de listelenmektedir (Boeing, 2021b).

Tablo 1. 3. Boeing dar gövde yolcu uçakları ve özellikleri

Uçak Ailesi	Uçak Tipi	Koltuk Kapasitesi		Menzil (km)	Kanat Açıklığı (m)	Uzunluk (m)
		Standart (2 sınıflı)	Maksimum			
B737 NEXT-GEN	737-700	126	149	5575	35.8	33.6
	737-800	162	189	5436	35.8	39.5
	737-900	178	220	5463	35.8	42.1
B737-MAX	737 MAX 7	138-153	172	7130	35.9	35.56
	737 MAX 8	162-178	210	6570	35.9	39.52
	737 MAX 9	178-193	220	6570	35.9	42.16
	737 MAX10	188-204	230	6110	35.9	43.8

Tablo 1. 4. Boeing geniş gövde yolcu uçakları ve özellikleri

Uçak Ailesi	Uçak Tipi	Koltuk Kapasitesi		Menzil (km)	Kanat Açıklığı (m)	Uzunluk (m)
		Standart (2 veya 3 sınıflı)	Maksimum			
B747-8	747-8	410	467	14310	68.4	76.3
B777	777-200LR	317	317	15843	64.8	63.7
	777-300ER	396	396	13649	64.8	73.9
B777X	777X-8	384	384	16170	71.75	69.79
	777X-9	426	426	13500	71.75	76.72
B787 DREAMLINER	787-8	248	359	13530	60	57
	787-9	296	406	13950	60	63
	787-10	336	440	11750	60	68

Tablolarda her bir uçak tipinin hangi uçak ailesi içinde yer aldığı, iki sınıflı (business ve ekonomi) standart koltuk kapasitesi, tek sınıflı (ekonomi) maksimum koltuk kapasitesi, gidebileceği en uzun mesafe (menzil), kanat açıklığı ve uzunluk bilgilerine yer verilmiştir. Geniş gövde uçaklarda dar gövdeden farklı standart koltuk kapasitesi üç sınıf olarak verilmiştir. Tablolardan da anlaşılacağı üzere her bir uçak ailesi ve tipinin özellikleri farklılık göstermektedir.

2. BÖLÜM

LİTERATÜR TARAMASI

2.1. Havacılıkta Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerine Ait Literatür

Havacılıkta çeşitli konularda çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanıldığı çalışmalar bulunmaktadır. Bu çalışmalar aşağıda incelenmektedir.

Zaim ve arkadaşları (2009), ülkemiz havacılık sektöründeki rekabeti AHP ağırlıklı TOPSIS yöntemini kullanarak analiz etmişlerdir. Uzman görüşlerini alarak reklam, ürün kalitesi, fiyat rekabeti, müşteri sadakati, pazar payı, müşteri servisi, e-ticaret, yönetim deneyimi, markalaşma kriterlerine AHP sürecini uygulayarak göreceli önem derecelerini belirlemişlerdir. AHP ile belirlenen ağırlıklarla TOPSIS süreci uygulanmış ve 2006 yılı verilerine göre havayollarının sıralaması Türk Havayolları, Pegasus Havayolları, Atlasjet Havayolları, Onur Havayolları olarak tespit edilmiştir.

Wang ve arkadaşları (2009), havacılık bakımında insan faktörlerini incelemiş ve analiz etmişlerdir. Bunun için nicel ve objektif bir yöntem geliştirmeyi amaçlamışlardır. Öncelikle SHEL ve REASON modellerini kullanarak havacılık bakımında insan hatalarına yönelik detaylı bir sınıflandırma ve durum analizi ortaya koymuşlardır. Daha sonra da bulanıklık ve AHP yöntemini birlikte uygulamışlardır. Analiz sonucunda faktörlerin önem sıralaması; gürültü ve titreşim, mesleki etik ve sorumluluk, emniyet bilgi paylaşımı, yazılım ve belgenin bütünlüğü şeklinde ortaya çıkmıştır. Böylece yapmış oldukları çalışmanın bakım organizasyonlarında emniyeti artırmak ve insan hatalarını önlemek için katkı sağlayacağını ortaya koymuşlardır.

Wu ve arkadaşları (2012), uçak bakım personellerinin performans değerlemelerini bulanık çok kriterli karar verme yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmalarında personellerin gerçek performansını net bir şekilde belirlemek için değerlendirme kriterlerinin göreceli ağırlıklarını tespit edip bu alanda kullanılacak bir performans değerlendirme modelini oluşturmayı amaçlamışlardır. Çalışmada bulanık mantığa dayalı AHP ve VIKOR yöntemleri kullanılmıştır. Böylece geleneksel olarak performans değerlendirme kriterlerine eşit ağırlık verilmesi yerine, oluşturulan model uygulanmıştır ve bakım personellerinin daha doğru kriter ağırlıklarıyla değerlendirilmesi sağlanmıştır. Ayrıca VIKOR analizi sayesinde ve farklı değerlendirme kriterlerinin ağırlıklarının hesaba katılmasıyla personellerin iyileştirilmesi gereken yönlerinin bulunması da bir diğer önemli sonuç olmuştur.

Can ve Arıkan (2014), çalışmalarında bir savunma sanayi firmasında geliştirilen Milli AUV projesi için Robot Kolu Üretimi ve Robot Kolu Yazılımını gerçekleştirecek olan alt yüklenici firma seçimi problemini incelemişlerdir. Yöntem olarak AHP ve Promethee II bütünleşik tekniğini kullanmışlardır. Maliyeti, teknik gereksinimleri, deneyimi, garanti süresini ve teslim zamanını çalışmanın kriterleri olarak seçmişlerdir. Bu kriterlerin ağırlıklarının tespit edilmesi için AHP yöntemi uygulanmış ve duyarlılık analizi de uygulayarak elde edilen kriter

ağırlıklarındaki değişimin sıralamaya etkisini araştırmışlardır. Promethee II yöntemi sayesinde de bir sıralama ve seçim işlemi yapmışlardır. Ayrıca seçilen alternatif için her bir kriter bazında değerlendirme yapılarak yüklenici firma açısından projeyi başarıya ulaştıracak olan faydalı ve uygulanabilir sonuçlar ortaya çıkarmışlardır.

Chen ve arkadaşları (2014), IATA'nın (Uluslararası Hava Taşıma Birliği) tanımlamış olduğu havacılık emniyetinde teknik faktörlerin önem ağırlıklarını incelemişlerdir. Çalışmalarında bulanık mantığı AHP ve QFD'ye (Kalite Fonksiyonu Yayılımı) entegre eden bir model kullanmışlardır. QFD ile uzman görüşlerini kullanarak kriterler ve alt kriterler arasındaki ilişkileri sınıflandırmışlar, AHP ile de ikili karşılaştırmaları kullanarak teknik faktörleri değerlendirmişlerdir. Ortaya koydukları modelle teknik faktörlerin önem ağırlıklarına bakıldığında kapsamlı motor arızası, kontrolsüz motor yangını, tasarım - üretim, aşırı motor ısınması, pervane arızası faktörlerinin en önemlileri olduğunu göstermektedir. Kullandıkları model aynı zamanda bulanık mantıkla entegre AHP ve QFD tekniklerinin, geleneksel AHP tekniğinden daha iyi sonuçlar ortaya koyduğunu göstermektedir.

Bakır ve arkadaşları (2017), çalışmalarında Türk sivil havacılık sektöründeki güçlü ve zayıf yönler ile fırsat ve tehditleri SWOT-AHS yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmada güçlü ve zayıf yönler ile tehdit ve fırsatların önem dereceleri belirlenerek sıralanması amaçlanmıştır. Çalışmalarında SWOT-AHS bütünleşik yöntemi kullanmışlardır. Bu kapsamda SWOT matrisi oluşturulmuş ve matriste yer alan her bir faktör AHS yöntemi uygulanarak önem derecelerine göre sıralanmıştır. Çalışmanın sonucu, sektörde en etkili olan faktörlerin sırasıyla turizm potansiyeli, terör tehdidi, ekonomik yapı, jeopolitik konum ve politik gelişmeler olduğunu göstermektedir.

İnan (2017), çeşitli hizmet ve konfor parametrelerini kullanarak kendi ülkelerinde faaliyet gösteren bayrak taşıyıcı havayolu firmalarını AHP yöntemi ile değerlendirmiştir. Çalışmada koltuk aralığı, koltuk genişliği, eğlence seçenekleri, laptop güç seçeneği, bagaj seçenekleri ve ekstra bagaj ücretleri, yiyecek ikramları parametreleri ve Emirates, Cathay Pacific, Singapore havayolları seçenekleri kullanılmıştır. Parametrelere AHP analizi uygulanarak ortalamaları alınmış ve en başarılı havayolunun Emirates olduğu sonucuna ulaşılmıştır.

Avcı ve Çınaroğlu (2018), çalışmalarında havayolu işletmelerinin finansal performanslarını AHP ve TOPSIS yaklaşımı ile incelemişlerdir. Çalışmada Avrupa'nın önde gelen beş havayolu (Türk Havayolları, Lufthansa Havayolları, Ryanair, Air France-KLM Havayolları, EasyJet Havayolları) işletmesinin 2012-2016 yılları arasındaki finansal performanslarının sıralanması amaçlanmıştır. Çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Analizlerde kriter olarak finansal oranlar kullanılmış, AHP ile kriterlerin ağırlıkları tespit edilmiş ve TOPSIS ile alternatiflerin sıralaması yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda ilgili dönemde finansal performans açısından sıralama Ryanair, EasyJet Airlines, Turkish Airlines, Air France-KLM Airlines ve Lufthansa Airlines şeklinde oluşmuştur.

İnan (2018), çalışmasında Chicago Konvansiyonu sonrasında hızlı bir gelişme gösteren havacılık sektöründe önemli bir stratejik rekabet konusu olan filo planlama stratejilerini incelemiştir. Bu kapsamda filo planlamacıların kullandığı çok kriterli karar verme tekniklerini araştırmıştır. Araştırma yöntemi olarak literatür taraması yapmıştır. Araştırmanın sonucunda filo planlaması kapsamında TOPSIS ve FAHP yöntemlerinin yoğun olarak kullanıldığını tespit etmiştir. Ayrıca uzman görüşleri doğrultusunda teknik/teknolojik, ekonomik, yolcu, hizmet kalitesi ve çevre faktörlerinin havayollarında filo seçiminin en doğru şekilde planlanabilmesi için önem arz ettiği ve sayılan yöntemlerde bu faktörlerin dikkate alındığı sonucuna varmıştır.

Ömürbek ve arkadaşları (2018), çalışmalarında havacılık sektöründe faaliyet gösteren ve Forbes 2000 listesinde bulunan işletmelerin değerlendirilmesi amacıyla ENTROPI, MAUT, COPRAS ve SAW yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada alternatif olarak 22 şirket değerlendirilmiştir. Kriter olarak satış, aktif varlık, pazar değeri ve çalışan sayısını dikkate almışlardır. ENTROPI yöntemini kullanarak kriter ağırlıklarını elde etmişlerdir. Kriter ağırlıklarını tespit ettikten sonra MAUT, COPRAS ve SAW yöntemlerini uygulamışlardır. 3 ayrı yöntemle elde ettikleri sıralamayı BORDA SAYIM yöntemini uygulayarak bütünlük tek bir sıralama haline getirmişlerdir.

Özcan (2018), çalışmasında hibrit çok kriterli karar verme yaklaşımı ile havacılık endüstrisinde yeni destinasyon seçimini incelemiştir. Yöntem olarak bulanık AHP ve gri ilişki analizi metodlarını bütünlüştürmüştür. Çalışmada 8 kriter, 5 alternatif üzerinde çalışma yapılmıştır. Üç karar vericiden alınan verileri bulanık AHP ile değerlendirip kriterlerin ağırlıklarını belirlemiştir. Daha sonra da gri ilişki analizi ile alternatifleri değerlendirmiş ve sıralamıştır.

Özcan ve arkadaşları (2018), çalışmalarında uçuş noktası seçimi için AHP ve TOPSIS yöntemlerini uygulamışlardır. Bu yöntemleri kullanarak örnek bir uygulama yapıp en uygun uçuş noktasının seçimi amaçlanmıştır. Öncelikle ana ve alt kriterleri belirlemişler daha sonra uzman görüşü alınarak AHP yöntemi ile bu kriterlere ağırlıklar atanmıştır. AHP yönteminin uygulanması sonucu en önemli kriterler; maliyet, ülkenin siyasal ve ekonomik durumu ve havalimanı ağ potansiyeli olarak belirlenmiştir. Daha sonra belirlenmiş olan 5 şehir alternatifinin (Addis Ababa, Astana, Amman, Aşgabat, Abu Dhabi) kriterlere göre TOPSIS yöntemi ile sıralaması yapılmıştır. En uygun uçuş noktası olarak Abu Dhabi tespit edilmiştir.

Bakır (2019), Avrupa'da faaliyet gösteren başlıca havayolu işletmeleri ile ilgili memnuniyet düzeyini değerlendirmek için SWARA ve MABAC yöntemlerini bütünlük olarak uygulamıştır. Bu kapsamda veri olarak TripAdvisor internet sitesinden elektronik tüketici deneyimlerinin puanlarını kullanmıştır. Çalışmada kriter olarak internet sitesinde yer alan koltuk konforu, müşteri hizmetleri, temizlik, yemek ve içecek, ayak koyma alanı, uçak içi eğlence, paranın karşılığı, check-in ve binış alınmıştır. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarını belirlemek için öncelikle 5 karar vericiden kriterleri sıralaması ve her bir kriter için önem

düzeyi belirlemelerini istemiştir. Daha sonra SWARA yönteminin diğer adımlarını uygulayarak her bir karar verici için kriterlerin ağırlıklarını hesaplamıştır. Devamında 5 karar vericinin kriter ağırlıklarının aritmetik ortalamasını alıp her bir kriter için nihai ağırlıkları elde etmiştir. Ağırlıklar belirlendikten sonra da MABAC yöntemini uygulamış ve 8 havayolunu sıralamıştır.

Deste ve Şimşek (2019), çalışmalarında havayolu yolcu taşımacılığı alanında faaliyet gösteren 6 şirketin lojistik performans düzeylerini karşılaştırmışlardır. Çalışmada kullanılan verileri şirketlerin yayınlamış oldukları yıllık finansal raporlardan, Sky Trax tarafından yayınlanan havacılık istatistiklerinden ve açık kaynaklardan elde etmişlerdir. Çalışmada Entropi ve TOPSIS yöntemleri kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklandırılmaları uzman kişilerden alınan bilgiler, ENTROPI yöntemi ve eşit ağırlıklandırma olmak üzere 3 yöntemle yapılmıştır. Daha sonra bu 3 farklı ağırlıklandırma oranına göre TOPSIS yöntemi ile şirketlerin sıralamaları yapılmıştır. Çalışmanın sonucunda, Entropi ve uzman görüşü ile ağırlıklandırmaya göre elde edilen lojistik performans değerleri karşılaştırıldığında birinci ve ikinci sıradaki şirketlerin yeri çok az bir farkla değişmiş diğerlerinde herhangi bir değişiklik olmamıştır. Eşit ağırlıklandırma yöntemi ile elde edilen sıralamada alternatiflerin sıralamasının değiştiği tespit edilmiştir. Buna göre sıralamanın doğru bir şekilde yapılabilmesi için çeşitli ağırlıklandırma ve karar verme yöntemlerinin kullanılması ve ortaya çıkan sonuçların ortalamalarının alınması ile nihai değerlendirme yapmanın daha doğru olacağını tavsiye etmişlerdir.

Kiracı ve Bakır (2019), çalışmalarında CRITIC temelli EDAS yöntemini kullanarak havayolu şirketlerinin küresel finans krizi öncesi ve sonrası performanslarını ölçmüşlerdir. Çalışmada 13 havayolu şirketinin 2005-2012 dönemi performansını incelemişlerdir. Değerlendirme kriterleri olarak arz edilen koltuk mil, arz edilen koltuk mil başına maliyet, arz edilen koltuk mil başına gelir, ücretli yolcu mil ve yolcu mil başına gelir değişkenlerini kullanmışlardır. Bu değişkenlerin ağırlık ve önem derecelerini belirlemek için CRITIC yöntemini uygulamışlardır. Daha sonra firmaların performansa göre sıralanması için EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda genel olarak havayolu firmalarının 2010-2012 dönemine ait etkinlik skorları 2005-2007 dönemindeki etkinlik skorlarından daha düşük çıkmıştır. Şirketlerin kriz sonrasında performanslarının düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca havayollarının ortalama skorlarının en düşük olduğu yıl 2010 olarak tespit edilmiştir. Bu da havayolları açısından krizin olumsuz etkisinin gecikmeli olarak hissedildiğini göstermiştir.

Semercioğlu ve Özkoç (2019), çalışmalarında AHP ile Sosyal Seçim Teorisi (SST) yöntemlerini birleştirerek uçak seçim süreci gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada bir havayolunun filo planlama departmanında çalışan 6 farklı uzmandan görüş alınmış ve kriterler belirlenmiştir. Buna göre uçak karakteristiği, maliyet ve katma değer sağlayan faktörler olmak üzere 3 ana kriter; koltuk kapasitesi, maksimum uçuş mesafesi, maksimum kalkış ağırlığı, satın alma maliyeti, bakım maliyeti, koltuk-km maliyeti, teslim süresi, ödeme koşulları, filo yapısındaki

çeşitlilik ve yolcu beklentileri olmak üzere 10 alt kriter belirlemişlerdir. Alternatif olarak da 3 uçak tipi kullanılmıştır. Çalışmada öncelikle AHP yöntemi uygulanmış ve daha sonra da AHP ile Sosyal Seçim Teorileri birleştirilerek alternatifler değerlendirilmiştir.

Singh ve arkadaşları (2019), çalışmalarında havacılıkta yakıt tasarrufuyla ilgili olan faktörlerin göreceli önemlerini ve sınıflandırılmasını incelemiştir. Çalışmada AHP ve Entropi yöntemlerini birleştirerek kullanmışlardır. Alternatif jet yakıtları, havacılık altyapısı, uçak operasyonları, sosyo-eko-politik çevre, uçak tasarımı, teknoloji, çevre, stratejik değişiklik olmak üzere 8 ana alan ve 37 alt kriter belirlemişlerdir. Alt kriterlerin öncelikleri ikili karşılaştırma matrisi kullanılarak ve hibrit AHP-Entropi yöntemiyle ölçülmüştür. Buna göre önem sırası teknolojik yenilikler, uçak tasarımı ve uçak operasyonları şeklinde ortaya çıkmıştır. Alt faktörlerde de motor tasarımı, laminar akış teknolojisi, hava trafik yönetimi teknolojisi sıralamasını elde etmişlerdir. Elde ettikleri öncelik sıralamalarını duyarlılık analizi ile test etmişlerdir.

Altınkurt ve Merdivenci (2020), çalışmalarında SKYTRAX'a üye olan 11 havayolu şirketinin iş amacı ile seyahat eden yolcu segmentine sunduğu hizmetlerin kalite düzeyinin belirlenmesi ve hizmet kalitesine göre sıralanması için AHP tabanlı EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışma için gerekli olan verileri SKYTRAX, makaleler ve diğer kaynaklardan elde etmişlerdir. Çalışmada hizmet kalitesini ölçmek amaçlı olarak havalimanı hizmetleri, lounge hizmetleri (fiziksel unsurlar), lounge hizmetleri (hizmet personeli), uçak içi konfor, uçak içi ikramlar, eğlence ve kabin ekibine ilişkin unsurlar olmak üzere 7 kriter belirlemişlerdir. Çalışmalarında kriter ağırlıklarını uzman görüşlerinden faydalanarak AHP yöntemi ile belirlemişler ve kriterlerin önem sıralamasını uçak içi konfor, kabin ekibine ilişkin unsurlar, havalimanı hizmetleri, uçak içi ikramlar, lounge fiziki unsurlar, lounge personel hizmetleri ve uçak içi eğlence hizmetleri olarak tespit etmişlerdir. AHP yönteminin uygulanması sonucu kriter ağırlıkları elde edildikten sonra EDAS yöntemi ile havayolu işletmelerinin sıralaması yapılmıştır. Buna göre havayolu işletmelerinin yolculara sunduğu hizmet kalitesine göre sıralamasını Ana Air, Hainan, Qantas, China Southern, THY, Luftansa, Air France, Emirates, British Airways, Air China ve LATAM şeklinde bulmuşlardır.

Ekin ve Dinçer (2020), uçaklara ait yedek parça envanter problemlerine çözüm bulmak için atölyeye tamir amacıyla gelen parçaların önceliklerini belirlemek ve bakım hattının iyileştirilmesini çalışmalarında konu almışlardır. Çalışmada bekleme hattı problemlerinin çözümünde simülasyon ile bütünleşik çok kriterli karar verme yaklaşımını kullanmışlardır. VIKOR yöntemiyle parçaların tamir öncelikleri belirlenmiş ve daha sonra simülasyon işlem adımları uygulanmıştır. Böylece atölyenin bakım onarım hattının iyileştirilmesi simülasyondaki senaryolarla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca atölyenin kaynak sayılarında değişiklik yaparak ortaya çıkan senaryolar PROMETHEE yöntemiyle sıralanmış ve atölye için en iyi senaryoyu belirlemişlerdir.

2.2. Uçak Seçimi İle İlgili Literatür

Uçak seçimi ile ilgili yapılmış çalışmalar hakkında bilgiler aşağıda verilmektedir.

Wang ve Chang (2007), Tayvan Hava Kuvvetleri Akademisi için en uygun eğitim uçağının seçilmesi amacı ile bulanık mantığı da ekleyerek TOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada yakıt kapasitesi, güç kaynağı, uçağın uçuş yüksekliği, maksimum G kuvveti limiti, minimum G kuvveti limiti, maksimum operasyon hızı, ekonomik seyir hızı, iniş takımları açıkken maksimum operasyon hızı, flaplar aşağıda iken maksimum operasyon hızı, yangın durumunda uçabileceği minimum hız, maksimum seyir hızı, deniz seviyesinde maksimum tırmanma oranı, kalkış mesafesi, iniş mesafesi, kalkış ve 50 feet yüksekliğe ulaşmak için gereken mesafe, 50 feet yükseklikten iniş ve tam duruş için gereken mesafe olmak üzere 16 kriter kullanmışlardır. Alternatif uçak olarak da T-34, PC-7, PC-9, PC-7 MK2, T-6A, KT-1 ve T-27 uçaklarını değerlendirmeye almışlardır. Çalışma sonucunda KT-1 uçağının en iyi alternatif olduğunu tespit etmişlerdir.

Özdemir ve arkadaşları (2011), çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinden ANP'yi kullanarak Türk Havayolları işletmesi için uçak seçimi gerçekleştirmişlerdir. Çalışmada satın alma maliyeti, operasyon maliyeti, bakım maliyeti, kurtarma maliyeti gibi alt kriterleri içeren maliyet kriteri; teslimat süresi ve faydalı ömür alt kriterlerini içeren zaman kriteri; boyut, güvenlik, güvenilirlik ve hizmet kalitesine uygunluk alt kriterlerini içeren fiziksel özellikler kriteri kullanılmıştır. Alternatif olarak da A319, A320 ve B737 uçakları kullanılmıştır. ANP ve Süper Karar yazılımı kullanarak uçak seçimi gerçekleştirilmiş ve hesaplamalara göre en iyi uçağın B737 olduğu sonucuna varmışlardır. İkinci sırada A319 ve üçüncü sırada da A320 uçağı yer almıştır. Çalışma sonucunu Türk Havayolları işletmesinin yöneticileri ile paylaşmışlar ve yöneticiler de bu sonuçları uygulamaya karar vermişlerdir.

Dozic ve Kalic (2014), çalışmalarında AHP yöntemi ile havayolu işletmeleri için uçak seçim konusunu ele almışlardır. Çalışmada varsayımsal olarak Güneydoğu Avrupa bölgesinde faaliyet gösteren ve Belgrad Havalimanı'nı merkez olarak kullanan bir bölgesel havayolu işletmesi için uçak seçimi gerçekleştirilmiştir. Koltuk kapasitesi, fiyat, toplam bagaj kapasitesi, maksimum kalkış ağırlığı, ödeme koşulları ve koltuk-km başına maliyet olmak üzere 6 kriter; ERJ 190, CRJ 700, CRJ 900, CRJ 1000, ATR 72-500, ATR 72-600, Q 400 NG olmak üzere 7 uçak alternatifi çalışma için belirlenmiştir. AHP yöntemi uygulanarak öncelikle ikili karşılaştırma matrisi ile kriterlerin ağırlıkları elde edilmiştir. Daha sonra her bir kriter bazında uçak alternatiflerinin ikili karşılaştırmaları yapılarak en iyi uçaklar belirlenmiştir. Buna göre AHP yöntemi ile ATR 72-600, ATR 72-500, CRJ 900, CRJ 1000, Q 400 NG, CRJ 700 ve ERJ 190 uçak sıralaması elde edilmiştir.

Dozic ve Kalic (2015), yapmış oldukları çalışmada uçak seçimi için AHP ve Eşit Takas Yöntemini (Even Swaps Method – ESM) kullanmışlardır. Kriter olarak koltuk kapasitesi, fiyat, toplam bagaj kapasitesi, maksimum kalkış ağırlığı, ödeme koşulları, koltuk-km başına maliyet

kriterlerini kullanmışlardır. Alternatif olarak da ATR 72-500, ATR 72-600, ERJ 190, Q400 NG, CRJ 700, CRJ 900, CRJ 1000 uçaklarını değerlendirmeye almışlardır. AHP ve ESM yöntemleri uygulanmış ve iki yöntemde de en iyi uçağın ATR 72-600 olduğu sonucuna ulaşmışlardır. Ayrıca her iki yöntem için de duyarlılık testi yapmışlardır. Buna göre AHP yönteminin değişikliklere karşı duyarlı olduğu, ESM yönteminin ise duyarlı olmadığı ortaya çıkmıştır. ESM yönteminin karar vericilerin tam bilgiye sahip olduğu ve tüm alternatifleri seçilen kriterlere göre sıralayabildiği durumlar için uygun olduğu, AHP'nin ise karar vericilerin sıralama yapamadığı ve sadece ikili karşılaştırmanın mevcut olduğu durumlarda uygun olduğu sonucuna varmışlardır.

Bruno ve arkadaşları (2015), yaptıkları çalışmada havayolu işletmelerinin ihtiyaç duyduğu uçakların seçimi için bir model geliştirmişlerdir. Bu modelde Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) ve Bulanık Küme Teorisi yöntemlerini birlikte kullanarak hibrid bir yaklaşım uygulamışlardır. Çalışmada ekonomik performans, teknik performans, uçak iç kalitesi ve çevresel etki kriterleri ana kriterler olarak kullanılmıştır. Alt kriterler ise birim operasyonel maliyet, uçak fiyatı, seyir hızı, otonomi, koltuk konforu, kabin bagaj bölmesi boyutu, çevre kirliliği ve gürültü olarak belirlenmiştir. Alternatif olarak da Bombardier CRJ1000, Sukhoi SSJ100 ve Embraer ERJ190 uçakları değerlendirmeye alınmıştır. AHP yöntemi ile kriterlerin ağırlıklarını belirlemişler, Bulanık Küme Teorisi ile de alternatifleri değerlendirmişlerdir. Çalışma sonucunda 3 uçak alternatifinin sıralaması Sukhoi SSJ100, Bombardier CRJ1000 ve Embraer ERJ190 şeklinde ortaya konmuştur.

Kiracı ve Bakır (2018), yapmış oldukları çalışmada farklı uçuş noktalarına ve ağına sahip havayolu işletmeleri için en uygun hava aracının belirlenmesinde çok kriterli karar verme yöntemlerinin kullanılmasını ele almışlar ve bu amaçla bir uygulama gerçekleştirmişlerdir. Bu kapsamda akademik ve sektörel tecrübeye sahip 8 uzman görüşünden yararlanarak kriterleri ve bu kriterlerin ağırlıklarını elde etmişlerdir. Uzman görüşlerinden elde ettikleri verilere göre belirlenen kriterler ve sıralamaları; yakıt tüketimi, fiyat, yolcu kapasitesi, menzil ve hız şeklinde oluşmuştur. Alternatif olarak ise kısa ve orta mesafe uçuş gerçekleştirebilen ve 2016 yılında en çok sipariş verilen A320, A321, B737-800, B737-900ER uçak tiplerini belirlemişlerdir. Kriter ve alternatifleri belirledikten sonra TOPSIS yönteminin adımlarını uygulayarak alternatifleri sıralayıp en uygun uçak tipini tespit etmişlerdir. Buna göre en uygun uçak tipi B737-800 olarak bulunmuş ve bu uçak tipini sırası ile B737-900ER, A321, A320 uçakları takip etmiştir.

Kiracı ve Bakır (2018), yapmış oldukları başka bir çalışmada çok kriterli karar verme yöntemleri ile ticari uçak seçimini konu almışlardır. Bu çalışmada 2018 yılında yapmış oldukları diğer çalışmadaki kriterlere başka kriterler de eklemişler ve uyguladıkları yöntemi değiştirmişlerdir. Bu çalışmada da alternatif olarak en fazla sipariş verilen A320, A321, B737-800 ve B737-900ER uçak tiplerini dikkate almışlardır. Kriterleri 8 uzman görüşünden faydalanarak belirlemişlerdir. Uzmanlardan elde ettikleri ikili karşılaştırma matrisine AHP

yönteminin adımlarını uygulayıp kriterlerin ağırlıklarını ortaya koymuşlardır. Buna göre kriter sıralaması; yakıt tüketimi, fiyat, koltuk kapasitesi, menzil, maksimum taşınan yük, hız ve gaz emisyon miktarı şeklinde oluşmuştur. Daha sonra COPRAS ve MOORA yöntemlerini uygulayarak uçak alternatiflerinin sıralamasını elde etmişlerdir. Her iki yöntemde de sıralama aynı çıkmış ve en iyi uçak tipi B737-800 olarak tespit edilmiştir. Bu uçağı sırası ile B737-900ER, A321 ve son olarak da A320 takip etmiştir.

İlgın (2019), çalışmasında uçak seçimi için öznel ağırlık atama sürecini ortadan kaldıran doğrusal fiziki programlama (Linear Physical Programming – LPP) yöntemini kullanmıştır. Fiyat, yakıt tüketimi, menzil, koltuk kapasitesi ve bagaj hacmi olmak üzere 5 kriter; A319neo, A320neo, A321neo, B737 max 7, B737 max 8 ve B737 max 9 olmak üzere 6 uçak alternatifi belirlemiştir. Öncelikle LPP yöntemi ile değerlendirme yapmış ve en iyi uçağın A321neo olduğunu tespit etmiştir. Daha sonra da kriterlere sırası ile 0.20, 0.20, 0.35, 0.20 ve 0.05 ağırlıklarını vererek TOPSIS yöntemi ile de değerlendirme yapmış ve yine aynı sonuca ulaşmıştır.

Kiracı ve Akan (2020), uçak seçimi konusunda yapmış oldukları çalışmada AHP ve TOPSIS yöntemlerine Aralık Tip-2 Bulanık Kümeleri (Interval Type-2) de katarak hibrid IT2FAHP ve IT2FTOPSIS modelini kullanmışlardır. Ekonomik performans, teknik performans ve çevresel etki olmak üzere 3 ana kriter; koltuk-mil başına yakıt tüketimi, uçağın beklenen hizmet ömrü, maksimum kalkış ağırlığı, uçak koltuk kapasitesi, işletme maliyeti, uçağın fiyatı, kirlilik ve gürültü olmak üzere 8 alt kriter kullanmışlardır. Alternatif olarak da A320neo, A321neo, B737 max 8 ve B737 max 9 uçaklarını değerlendirmeye almışlardır. Kriterlerin ağırlıklandırılmasında IT2FAHP yöntemi, alternatiflerin değerlendirilmesinde de IT2FTOPSIS yöntemini kullanmışlardır. Sonuç olarak en iyi uçağın A321neo olduğunu tespit etmişlerdir.

Akyurt ve Kabadayı (2020), çalışmalarında çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanarak bir Türk Havayolu kargo firması için uçak seçimi problemini ele almışlardır. Çalışmada ihtiyaç duydukları veriler için firmanın üst düzey yöneticileri ve çalışanlar ile görüşmeler yapılmıştır. Bu iki gruptan seçilen 7 uzmanın görüşü alınarak kriterler belirlenmiştir. Bu kapsamda maliyet, operasyonel uyumluluk ve zaman olmak üzere 3 ana ve 16 alt kriter belirlenmiştir. Maliyet kriterinin alt kriterleri olarak ilk alışı maliyeti, bakım maliyeti, hurda maliyeti, yedek parça maliyeti, finansman olanağı, birim yakıt maliyeti; operasyonel uyumluluk kriterinin alt kriterleri menzil, gürültü sınıfı, tip uyumluluğı – filoya uyum, operasyon yapılacak meydanlara uyum, yükleme kapasitesi, bakım süreleri, uçak kapı büyüklüğü; zaman kriterinin alt kriterleri ise uçuş hızı, teslim zamanı ve ekonomik ömür olarak belirlenmiştir. Alternatif olarak da geniş gövde kargo uçak tiplerinden B777F, A330-200F, B747-400F ve A310-300F dikkate alınmıştır. Çalışmada kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için bulanık AHP yöntemi kullanılmış, farklı kargo uçağı alternatiflerinden firma için en uygun seçimin yapılması için de bulanık gri ilişkiyel analiz (GIA) yöntemi kullanılmıştır. Bulanık AHP yöntemi uygulandıktan sonra en önemli kriteri maliyet olarak

elde etmişler, bu kriteri operasyonel uyumluluk ve zaman kriterleri izlemiştir. Alt kriterlerde ise birim yakıt maliyeti kriterinin en önemli alt kriter olduğunu tespit etmişlerdir. Bulanık GIA yöntemi uygulandıktan sonra da uygulama yapılan firma için en uygun kargo uçağının B777F olduğunu ortaya koymuşlardır. İkinci sırada A330-200F, üçüncü sırada A310-300F ve son olarak da B747-400F yer almıştır.

Durmaz ve Gencer (2020), çalışmalarında JSMAA programına yeni bir yazılım entegre ederek SWARA ve SMAA-2 yöntemlerini JSMAA programında birleştirmiştir. Böylece JSMAA programı ile Türk Hava Kuvvetleri Komutanlığı için akrobasi uçağı seçimini SMAA-2 ve SWARA-SMAA-2 yöntemleri ile gerçekleştirmişler ve iki yöntemin sonuçlarını karşılaştırmışlardır. Çalışmada 3 alan uzmanından görüş olarak kriterleri ve alternatifleri belirlemişlerdir. Buna göre kriterler; uçak performansı, uluslararası prestij, pilot adaptasyonu, lojistik performans ve ekonomiklik olarak belirlenmiştir. Alternatifler ise KT-1T, HÜRKUŞ-B, F-16, T-50 ve JF-17 olarak belirlenmiştir. Çalışmada öncelikle kriter ağırlıklarını dikkate almadan SMAA-2 yöntemi uygulanmış, daha sonra da uzmanlardan alınan görüşlere göre kriter ağırlıklarını da çözüme katan ve ağırlıkların SWARA ile elde edildiği SWARA-SMAA-2 yöntemini uygulamışlardır. Buna göre uçak alternatiflerinin sıralamasını F-16, HÜRKUŞ-B, JF-17, KT-1T ve T-50 olarak elde etmişlerdir.

Lozano ve Rodriquez (2020), İspanya Hava Kuvvetleri için en iyi askeri ileri eğitim uçağının seçimi amacı ile yapmış oldukları çalışmada AHP ve Bulanık Referans İdeal Yöntemini (FRIM) kullanmışlardır. Çalışmada çatışma yüksekliği, dayanıklılık, itiş gücü, kalkış ağırlığı, operasyonel hız, kalkış mesafesi, dönme hızı, menzil gibi teknik kriterlerin yanında taktiksel kapasite, manevra kabiliyeti, ergonomi, uyumluluk, maliyet gibi nitel kriterler ve KAI-T-50 Golden Eagle, Alenia Aermacchi M-346 Master, Yakovlev YAK-130, Northrop F-5 Freedom Fighter uçakları alternatif olarak değerlendirilmiştir. Kriterlerin ağırlıklandırılması için AHP, alternatiflerin değerlendirilmesi için de FRIM yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda en iyi uçağın Alenia Aermacchi M-346 Master olduğu belirlenmiştir.

Kocakaya ve arkadaşları (2021), çalışmalarında Türkiye’de oluşturulacak olan bölgesel havacılık operasyonları için kullanılabilecek uçak tipleri arasından seçim yapmayı amaçlamışlardır. Maliyet, teknik özellikler ve emniyet geçmişi olmak üzere 3 ana kriter ve satın alma maliyeti, koltuk/km maliyeti, çevresel etkinlik, gerekli iniş/kalkış mesafesi, yakıt tüketimi, maksimum kalkış ağırlığı/MTOW, toplam bagaj hacmi, koltuk sayısı, kaza/kırım sayısı, teknik aksaklık olmak üzere 10 alt kriter belirlemişlerdir. Alternatif olarak da bölgesel havacılıkta kullanılan jet motorlu Embraer ERJ-135, Embraer ERJ-145, Embraer ERJ-170, Embraer ERJ-175, Embraer ERJ-190, Embraer ERJ-195, Bombardier CRJ-100/200, Bombardier CRJ-900, Bombardier CRJ-700 uçakları kullanılmıştır. Çalışmada havacılık sektöründe çalışmış 3 uzmandan görüş almışlardır. Yöntem olarak da AHP ve TOPSIS yöntemlerinin küresel bulanık kümeler entegrasyonu kullanılmıştır. AHP’nin küresel kümeler entegrasyonu ile kriter ağırlıkları, TOPSIS’in küresel kümeler entegrasyonu ile de

uçak sıralaması elde edilmiştir. Kriter sıralamasını maliyet, emniyet ve teknik özellikler olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada küresel ağırlıklı aritmetik ortalama kullanarak en iyi uçak alternatifini Bombardier CRJ-100/200 uçağı, küresel ağırlıklı geometrik ortalama kullanarak da Embraer ERJ-135 uçak alternatifini en iyi seçenek olarak elde etmişlerdir.

Kocaoğlu ve arkadaşları (2021), Türkiye’de sportif, bireysel ve eğitim amaçlı kullanılabilir pistonlu tek motorlu uçak seçimi için AHP ve TOPSIS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada Türkiye’de uçuş yapan 10 pilot ve 10 teknisyenin görüşleri alınarak kriterler ve karşılaştırma matrisi oluşturulmuştur. Buna göre kriterler uçağın satın alma maliyeti, motor gücü, menzil, minimum kalkış mesafesi, iniş mesafesi, servis tavanı, faydalı yük ve hız olarak belirlenmiştir. Alternatif olarak da 3 uçak belirlenmiştir. AHP yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlenmiş TOPSIS yöntemi ile de alternatifler sıralanmıştır.



3. BÖLÜM

YÖNTEM

Bu bölümde öncelikle karar verme ve çok kriterli karar verme hakkında bilgiler verilmektedir. Daha sonra çalışmada kullanılacak olan çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA, EDAS ve COPRAS açıklanmaktadır.

3.1. Karar Verme

Karar; birden çok alternatif arasından seçim yapmaktır. Karar verme kavramı ise, belirlenmiş olan amaçlara ulaşmak için alternatifler belirlemek, geliştirmek, analiz etmek ve bu alternatifler arasından en iyi olanı seçmektir. Karar verme, sadece alternatiflerden birini seçmek değil amaca götürecek olan alternatiflerin araştırılması, elde edilmesi, doğru zamanda ve uygun yerde kullanılması amacıyla seçilmesini kapsayan bir süreçten oluşmaktadır (Kıral, 2015, s. 75).

Karar verme sürecinin aşamaları aşağıdaki şekilde sıralanmaktadır (Albayrak, 2021, s. 3; Çubuk, 2021, s. 64);

- Amaç belirleme veya problemin tanımlanması
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Alternatiflerin değerlendirilmesi
- Alternatifler arasından en uygun olanın seçilmesi
- Kararın uygulanması
- Karar sonucunun değerlendirilmesi

Karar verme sürecinin etkin bir şekilde yerine getirilebilmesi için bazı unsurların bulunması gerekmektedir. Bu unsurlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Albayrak, 2021, s. 4; Yıldırım ve Önder, 2018, s. 2);

- *Karar Verici*; birden çok alternatif arasından seçim yapan kişi ya da grubu ifade etmektedir.
- *Amaç*; karar vericinin ulaşmak istediği amaçları kapsamaktadır.
- *Karar Kriteri*; karar vericinin seçimini yaparken kullanacağı değerler sistemini kapsamaktadır.
- *Alternatifler*; karar vericinin seçebileceği alternatifleri kapsamaktadır.
- *Olaylar*; karar vericinin seçimlerini etkileyen çevre şartlarını kapsamaktadır.
- *Kriter Ağırlıkları*; karar kriterlerinin önem düzeylerini ifade etmektedir.
- *Ölçme*; kriterlerin karşılaştırılabilir hale getirilmesi için nicel veya nitel olarak ifade edilmesini içermektedir.
- *Sonuç*; her bir alternatif ve olaydan ortaya çıkan değeri ifade etmektedir.

Karar verme faaliyeti farklı yöntemlerle kolay hale getirilmeye çalışılmaktadır. Bu yöntemlerin belirlenmesinde ise belirlilik, belirsizlik ve risk ortamları etkili olmaktadır (Albayrak, 2021, s. 1).

Karar verme ortamları kısaca aşağıda açıklanmaktadır (Emhan, 2007, s. 218);

- *Belirlilik Altında Karar Verme;* karar vericinin her bir alternatifin hangi şartlar altında gerçekleştiği ve her birinin sonucu hakkında tam ve kesin bilgiye sahip olduğu ortamdır. Diğer bir ifade ile karar alma sürecinde herhangi bir karar davranışının sonuçları önceden kesinlikle biliniyorsa belirlilik ortamında karar verilmektedir.
- *Belirsizlik Altında Karar Verme;* bu ortamda olası durumların olasılıkları hakkında bilgi mevcut olmamakta, fakat sonuçlar hakkında kestirimler yapılabilmekte ve konu ile ilgili kısmi bilgi mevcut olmaktadır. Bu şekilde karar verme sürecinde karar vericinin kişisel bilgileri ve tecrübeleri gibi faktörler önemli bir rol oynamaktadır.
- *Risk Altında Karar Verme;* alınacak karar ile ilgili farklı sayıda koşul mevcut olmaktadır. Her bir alternatifin her bir koşul altındaki sonuçları belirli bir olasılığa sahip olmaktadır. Alternatiflerin sonuçları önceden bilinmemektedir. Koşulların belirli bir olasılıkla meydana geldiği kabul edilerek değerlendirmeler yapılmakta ve en iyi alternatif buna göre seçilmektedir.

Yukarıda açıklanan karar ortamlarında kullanılan karar verme yöntemleri genellikle tek bir değerlendirme kriteri ile alternatif değerlendirme yapmak için uygundur. Bir veya birden fazla karar vericinin alternatifler arasında değerlendirme yaparken birden fazla kriter ihtiyacı duymaları halinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır. Bu yöntemler ile birden fazla karar verici karar verme sürecine dahil edilebilmekte, birden fazla değerlendirme kriteri kullanılabilen ve hem nicel hem de nitel veriler değerlendirmeye alınabilmektedir. Çok kriterli karar verme yöntemleri sosyal, ekonomi ve mühendislik gibi birçok alanda kullanılabilir (Albayrak, 2021, s. 1-2).

3.2. Çok Kriterli Karar Verme

Birden fazla nitelik ve niceliğe sahip olan amaçlar ve kriterlerin bulunduğu bir karar probleminde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri tek kriterli karar verme yöntemlerine göre daha etkin sonuçlar vermektedir (Aytaç ve Gürsakal, 2015, s. 244).

Çok kriterli karar verme, birden çok kriterin beraber değerlendirilip alternatiflere değerlerin atandığı süreç olarak tanımlanmaktadır. Çok kriterli karar verme; farklı ölçütlere sahip olan birden fazla ve birbiri ile çelişen kriterlere sahip olan problemlerin çözümü için tasarlanmış yöntemleri kapsamaktadır (Karaatlı vd., 2015, s. 216).

ÇKKV, matematik, yönetim, ekonomi ve sosyal bilimler gibi disiplinlerin bir araya geldiği ve karar vericiye birçok yönden karar problemini çözme ve karar verme olanağı tanıyan

yöntemlerin bir araya geldiği bir yapıdan oluşmaktadır. ÇKKV'nin en temel amacı karar vericiye en iyi olan alternatifi önermektir (Atan ve Altan, 2020, s. 9). Ayrıca karar vericinin bir karar verme konusunda rahat, güvende hissetmesini sağlayacak bilgilerin düzenlenmesini ve sentezlenmesini gerçekleştirmek ile karar sonrası pişmanlık durumunu en aza indirmeye çalışmaktır (Yılmaz ve Yakut, 2021, s. 52).

ÇKKV, enerji, ekonomi, yönetim, mühendislik, kalite yönetimi, üretim yönetimi, teknoloji yönetimi, yöneylem araştırması, stratejik yönetim, turizm yönetimi, tedarik zinciri yönetimi, malzeme, bankacılık ve lojistik gibi alanlarda kullanılmaktadır (Ecer, 2020, s. 26)

3.2.1. Çok kriterli karar vermede kullanılan temel kavramlar ve çok kriterli karar vermenin temel adımları

Çok kriterli karar vermede kullanılan temel kavramlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Aytaç ve Gürsakal, 2015, s. 250-251; Ecer, 2020, s. 28-29);

- *Alternatif:* Bir karar probleminde karar vericinin önceden belirlemiş olduğu, belirli sayıda ve bağımsız seçeneklerdir. Alternatifler problemin yapısına göre birkaç tane veya çok fazla olabilmektedir.
- *Kriter:* Alternatifleri değerlendirilirken belirlenmiş olan kritere göre aldıkları değerler kullanılmaktadır. Kriterler değerlendirmenin temelini oluşturmaktadır. Kriterler belirlenmiş olan alternatiflerin temel özelliklerini ifade etmektedir.
- *Amaç:* Karar verme sürecinin sonucunda ulaşılmak isteneni ifade etmektedir.
- *Özellik:* Alternatiflerde olması gereken nitelikleri tanımlamaktadır.
- *Karar Matrisi:* Her bir alternatifin belirlenmiş olan kriterlere göre aldıkları değerlerin bir arada gösterildiği matristir. ÇKKV'nin ilk adımında karar matrisi oluşturulmaktadır. Karar matrisindeki satırlar alternatifleri, sütunlar ise kriterleri göstermektedir.
- *Fayda Temelli Kriterler:* Karar vericiye göre olumlu olarak nitelendirilen kriterleri ifade etmektedir. Yani fayda temelli kriterlerde miktarın büyük olması istenmektedir. Kar ve gelir ile ilgili kriterler örnek olarak gösterilebilir.
- *Maliyet Temelli Kriterler:* Karar vericiye göre olumsuz olarak nitelendirilen kriterleri ifade etmektedir. Yani bu kriterlerde miktarın küçük olması istenmektedir. Zarar ve kayıp ile ilgili kriterler örnek olarak gösterilebilir.
- *Nitel Özellikler:* Sayısal olarak ifade edilebilen ve ölçülebilen özellikleri belirtmektedir. Oda büyüklüğünün m² olarak ifade edilebilmesi örnek olarak gösterilebilir.
- *Nitel Özellikler:* Sayısal olarak ifade edilemeyen ve ölçülemeyen özellikleri belirtmektedir. Ürün kalitesi ve iletişim becerisi örnek olarak gösterilebilir.

Çok kriterli karar verme problemlerinde izlenen temel adımlar şu şekilde sıralanmaktadır (Aytaç ve Gürsakal, 2015, s. 252-253; Ecer, 2020, s. 26);

- Problemin tanımlanması
- Alternatifleri değerlendirme kriterlerinin belirlenmesi
- Alternatiflerin belirlenmesi
- Belirlenmiş olan kriterlere önem düzeylerinin atanması
- Karar matrisinin oluşturulması
- Çok kriterli karar verme yöntemlerinden birinin uygulanması
- Yöntemin uygulanması sonucunda alternatiflerin sıralanması ve uygun alternatifin seçilmesi
- Çözüm kabul görmezse yeni bilgilerin elde edilmesi ve adımların tekrar uygulanması

3.2.2. Çok kriterli karar verme problemlerinin sınıflandırılması

Çok kriterli karar vermede problemler 3 ana başlıkta toplanmaktadır. Bunlar aşağıda kısaca açıklanmaktadır (Yıldırım ve Önder, 2018, 18-19);

- *Seçim Problemleri:* Bu problemlerin amacı, alternatifler arasından en iyi olanın tespit edilmesidir. Birbiri ile zor bir şekilde kıyaslanan veya eşit ağırlıklara sahip bir alternatif kümesinden seçim yapılması bu sınıflandırma içerisinde yer almaktadır.
- *Sınıflama Problemleri:* Alternatiflerin belirli kriterlere göre sınıflandırılması bu problemlerin kapsamında yer almaktadır. Temel amaç, benzer özelliklere ve davranışlara sahip olan alternatiflerin bir araya getirilmesidir. Örneğin, bir iş yerindeki çalışanları değerlendirirken performanslarını güçlü, ortalama ve zayıf şeklinde sınıflandırmak bu problemlerin kapsamına girmektedir.
- *Sıralama Problemleri:* Alternatiflerin iyi olandan kötü olana doğru sıralandığı problemlerdir.

3.3. Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri

Çok kriterli karar verme; kriterleri değerlendiren, alternatifler arasından seçim yapan, alternatifleri sınıflandıran ve sıralama yapan yöntemleri içermektedir (Atan ve Altan, 2020, s. 16). Seçim problemleri için AHP, ANP, MAUT, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE I, TOPSIS; sınıflandırma problemleri için AHP, ANP, MAUT, MACBETH, PROMETHEE, ELECTRE III, TOPSIS; sıralama problemleri için AHPSort, UTADIS, FlowSort, ELECTRE-Tri, EDAS, COPRAS, MOORA, ARAS; kriterleri ağırlıklandırma için ENTROPI, AHP, SWARA, CRITIC, DEMATEL gibi çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılmaktadır (Ecer, 2020, s. 17-18; Yıldırım ve Önder, 2018, s. 19).

Çalışmada yöntem olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA, EDAS ve COPRAS kullanılmaktadır. Kriterleri ağırlıklandırmak için SWARA, uçak alternatiflerini

değerlendirmek için de EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılmaktadır. Çalışmada kullanılan SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemleri aşağıda açıklanmaktadır.

3.3.1. SWARA yöntemi

Çok kriterli karar verme yöntemlerinden biri olan SWARA (Step-Wise Weight Assessment Ratio Analysis) yöntemi, birçok karar verme probleminde kriter ağırlıklarının belirlenmesi için kullanılmaktadır. Türkçe'ye Adım Adım Ağırlık Değerlendirme Oran Analizi olarak çevrilen yöntem Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından 2010 yılında ortaya konmuştur. Yöntem, her karar vericinin kendi önceliklerini ve en uygun alternatifi seçmelerini sağlamaktadır. Yöntemde kriter ağırlıklarının belirlenmesi için uzman görüşleri dikkate alınmaktadır (Kersulienė vd., 2010, s. 243). Uzmanlar tarafından kriterlerin değerlendirilmesi yapılırken bilgi ve deneyimlerinden faydalanılmaktadır. Uzmanların yetenekleri ve tecrübeleri kriterlerin ağırlıklarını belirlemede büyük öneme sahip olmaktadır (Özbek, 2021, s. 61).

SWARA yönteminde belirlenen alternatifler için değerlendirmede kullanılacak kriterler en önemli ağırlık oranından başlayarak daha az önem sırasına sahip kriterlere doğru sıralanmaktadır. Her kriter uzmanlar tarafından değerlendirilerek önemsiz olan kriterler devre dışı bırakılmaktadır. Ayrıca bu yöntem ile problem hakkında uzmanlardan bilgi elde edilmekte ve bir araya getirilmektedir. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kriterler arasındaki önem oranlarının değerleri uzmanlar tarafından değerlendirilip belirlenmektedir (Bıyık, 2020, s. 140).

SWARA'nın matematiksel algoritmasının daha anlaşılabilir olması ve farklı uzmanların aynı anda bir amaç uğruna çalışabilmelerini sağlaması, SWARA'nın kriter ağırlıklandırma kullanılan diğer yöntemlerden farkını ve tercih edilme sebebini ortaya koymaktadır. Böylece zaman tasarrufu sağlamaktadır. Ayrıca yöntemin daha kolay uygulanabilmesi işlem sürelerini ve maliyetlerini azaltmakta ve karar vericilere önceliklerini belirleme imkanı da vermektedir. SWARA yöntemi karar vericilere önceliklerini seçme olanağı veren ve uzman odaklı olan bir yöntemdir (Doğan, 2020, s. 27).

SWARA yöntemi Kersulienė, Zavadskas ve Turskis tarafından ilk olarak anlaşmazlıkların akılcı çözüm yollarını belirlemek amacı ile ortaya konulsa da günümüzde birçok farklı problemin çözümünde kullanılmaktadır. Ayrıca diğer çok kriterli karar verme yöntemleri ile beraber fazlaca kullanılmaktadır. Bu yöntemlerle kullanıldığında çoğunlukla kriterlerin ağırlıklandırılması için SWARA yönteminden yararlanılmaktadır (Atan ve Altan, 2020, s. 273). Bu çalışmada da SWARA yöntemi kriterlerin ağırlıklandırılması için kullanılmaktadır.

3.3.1.1. SWARA Yönteminin İşlem Adımları

SWARA yönteminin adımları aşağıda sıralanmaktadır (Adalı ve Işık, 2017, s. 63-65; Ecer, 2020, s. 95; Kersulienne vd., 2010, s. 250;):

1. Adım

Probleme ilişkin kriterler ve kriterleri değerlendirecek olan karar vericiler belirlenir.

2. Adım

Karar vericiler açısından en önemli kriterler belirlenir. Her bir karar verici kendi bilgi ve deneyimine dayanarak kriterleri değerlendirir. Kriterleri en önemliden en önemsiz olacak şekilde sıralar.

3. Adım

Kriterlerin başlangıç öncelikleri belirlenir. Buna göre değerlendirilen kriter bir sonraki kriter ile karşılaştırılır. Buna Kersulienne ve arkadaşları (2010) “ortalama değer karşılaştırmalı önemi” demektedir ve s_j ifadesi ile göstermektedir. Bu karşılaştırma yapılırken karar vericiler belirlemiş oldukları en önemli kritere 1.00 puanını verirler. Karar verici ikinci kriterden başlayarak her bir kriteri sonraki kritere göre değerlendirir. Değerlendirmelerde kriterlere verilen değerler 0 ve 1 arasında olmaktadır. Bütün kriterler aynı şekilde işleme tabi tutulur ve her kriter için göreceli önem ağırlıkları yani s_j değerleri bulunmuş olur.

4. Adım

Bütün kriterler için karar katsayıları (k_j) hesaplanır. En önemli kriterin katsayısı 1 olarak atanır. Her kriter için katsayı hesaplaması aşağıda gösterilmektedir.

$$k_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j = 1 \\ s_j + 1, & \text{eğer } j > 1 \end{cases} \quad (3.1)$$

Eşitlikteki j değeri kriteri temsil etmekte ve eğer j ilk sıradaki (en önemli) kriterse 1 değerini almaktadır, 1. sıradan sonra gelen kriterlerden biri ise s_j+1 değerini almaktadır.

5. Adım

Her bir kriter için ağırlık (q_j) hesaplaması yapılır. En önemli kriterin ağırlığı 1 olarak alınır. Hesaplama aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir.

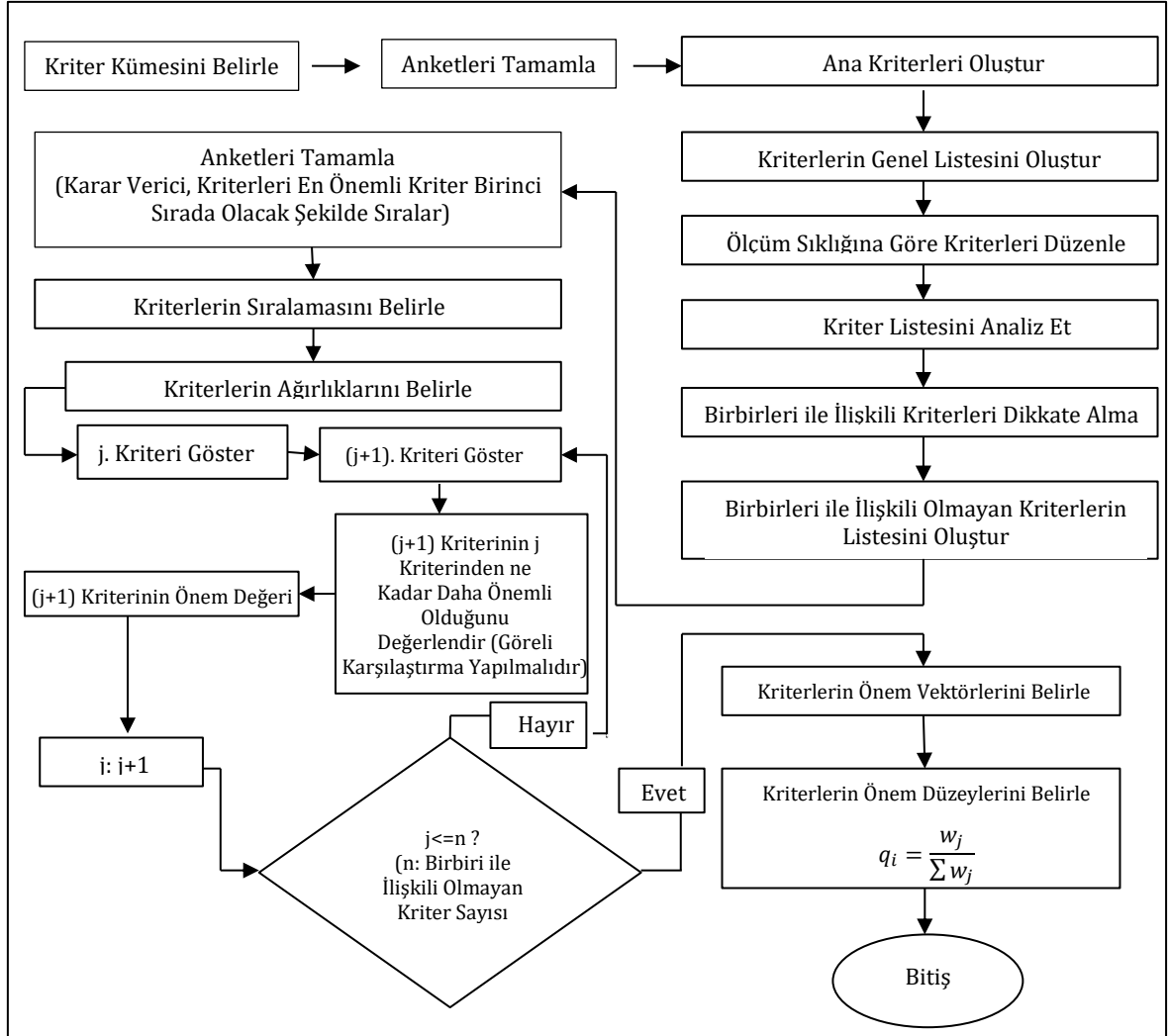
$$q_j = \begin{cases} 1, & \text{eğer } j = 1 \\ \frac{q_{j-1}}{k_j}, & \text{eğer } j > 1 \end{cases} \quad (3.2)$$

6. Adım

Elde edilmiş olan her bir kriterin ağırlığı (q_j) kriter ağırlıkları toplamına bölünerek nihai ağırlıklar (w_j) bulunur. Hesaplama aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir.

$$w_j = \frac{q_j}{\sum q_j} \quad (3.3)$$

SWARA yönteminin işlem adımları Şekil 3.1.'de gösterilmiştir.



Şekil 3. 1. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarının belirlenmesi (Kersulienne vd., 2010, s. 250)

Ulusal ve uluslararası literatürde SWARA yöntemi ile yapılmış olan çalışmaların bir kısmına aşağıda yer verilmiştir.

Aghdaie ve arkadaşları (2013), bir imalat işletmesi için CNC makinesi seçiminde bütünleşik SWARA ve COPRAS-G yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada uzman ekip 2 endüstri

mühendisi, 2 makine mühendisi ve şirketin müdürü olmak üzere 5 kişiden oluşturulmuştur. Yüz yüze görüşmeler ve Delphi yöntemi kullanılarak kriterler üzerinde anlaşma sağlanmıştır. Buna göre maliyet, operasyonel esneklik, bakım ve hizmet yeteneği, boyut ve fiziksel özellikler, uyumluluk, güvenlik, hassasiyet ve üretkenlik olmak üzere 8 kriter belirlemişlerdir. Daha sonra bu kriterlere SWARA yöntemini uygulayarak kriterlerin ağırlıklarını tespit etmişlerdir. Buna göre en önemli kriter “maliyet” olarak bulunmuştur. Kriter ağırlıklarını belirledikten sonra COPRAS-G yöntemini uygulayarak 3 alternatifi sıralamışlardır.

Zolfani ve Saparaukas (2013), çalışmalarında SWARA yöntemini uygulayarak enerji sisteminin sürdürülebilirliğinin değerlendirilmesinde kullanılan göstergeleri önceliklendirmişlerdir. Yazarlar kaynak göstergesi, çevre göstergesi, ekonomik gösterge, sosyal gösterge ve bunların alt göstergelerini kriter olarak ele almışlardır. Daha sonra bu göstergelere SWARA yönteminin adımlarını uygulayarak göstergelerin öncelik değerlerini elde etmişlerdir. Buna göre en önemli gösterge sosyal gösterge olarak bulunmuş daha sonra sırasıyla çevresel, ekonomik ve kaynak göstergeleri takip etmiştir.

Karabasevic ve arkadaşları (2016), bir işletme için satış müdürü seçiminde kriter ağırlıklarını belirlemek için SWARA yöntemini kullanmışlardır. 3 uzman tarafından 4 adayın değerlendirilmesi için 7 kriter belirlenmiştir. Bu kriterler; görüşmeye hazırlık, iş deneyimi, eğitim, insan ilişkileri, iletişim ve sunum becerileri, bilgisayar yetenekleri, yabancı dil olarak belirlenmiştir. Kriterlere SWARA yönteminin adımları uygulanarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemişler ve en önemli kriterin “görüşmeye hazırlık” olduğunu tespit etmişlerdir. Daha sonra WASPAS yönteminin adımlarını uygulayarak 4 adayı sıralamışlardır.

Adalı ve Işık (2017), tedarikçi seçim problemi için SWARA ve WASPAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için SWARA yöntemini, alternatifleri sıralamak için de WASPAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada Denizli’de faaliyet gösteren bir işletmede tedarikçilerin araştırılıp analiz edilmesinde kalite kontrol, üretim ve satın alma departmanlarında çalışan üç personel karar verici olarak belirlenmiştir. Daha sonra karar vericiler ürün kalitesi, ürün maliyeti, teslimat süresi, tedarikçinin üretim kapasitesi, tedarikçinin coğrafi konumu ve tedarikçinin güvenilirliği olmak üzere 6 kriter belirlemişlerdir. Karar vericilerden oluşan uzman grup, kriterleri en iyiden en kötüye olacak şekilde sıralamışlardır. Sıralama yapıldıktan sonra her bir karar verici kriterlerin karşılaştırmalı ağırlıklarını belirlemiştir. Daha sonra da SWARA yönteminin diğer adımları uygulanarak nihai kriter ağırlıkları tespit edilmiştir.

Çakır (2017), çalışmasında bir üretim işletmesine CNC makinesi alımında kriter ağırlıklandırması için SWARA ve SWARA-Copeland yöntemlerini kullanmıştır. Daha sonra iki yöntemden elde edilen sonuçları karşılaştırmıştır. Çalışmada esneklik, güvenilirlik, güvenlik, kullanım kolaylığı, maliyet, satış sonrası servis, verimlilik olmak üzere 7 kriter belirlenmiştir. Karar vericiler olarak 3 üst düzey yönetici ve 2 CNC operatörü atanmıştır. Öncelikle karar vericiler kriterleri en önemliden önemsiz olacak şekilde sıralamışlardır. Daha sonra her bir

karar verici en önemliden başlayarak her kriter için önem düzeylerini belirlemiştir. Devamında klasik SWARA yönteminin diğer adımları uygulanmış ve her karar vericiye ait kriter ağırlıkları tespit edilmiş ve bunların ortalamaları alınarak nihai kriter ağırlıkları ve sıralama tespit edilmiştir. Daha sonra ilk adımda her bir karar vericinin belirlemiş olduğu kriter sıralaması Copeland yöntemi ile ortak sıralama haline dönüştürülmüştür. Ortak kriter sıralaması oluşturulduktan sonra karar vericiler her kriter için önem düzeylerini belirlemiş ve SWARA yönteminin diğer adımları uygulanmıştır. Her karar vericiye göre kriter ağırlıklarının ortalamaları alınarak kriterlerin nihai ağırlıkları tespit edilmiş ve klasik SWARA yöntemi ile karşılaştırılmıştır.

Yurdoğlu ve Kundakcı (2017), bir tekstil işletmesi için sunucu seçimi amacıyla SWARA ve WASPAS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanmışlardır. Çalışmada kullanılan alternatif sunucular ve kriterler işletmenin bilgi işlem departmanında çalışan yazılım geliştirici, program analizci, sistem operatörü, network ve sistem uzmanı, donanım uzmanı olmak üzere karar vericiler tarafından uzlaşılarak belirlenmiştir. Karar vericiler 7 kriter ve 7 alternatif belirlemişlerdir. Kriter ağırlıklarını belirlemek için SWARA yönteminin adımlarını uygulamışlardır. Karar vericilere öncelikle anket uygulanıp kriterlerin sıralaması ve kriterlere verdikleri önem dereceleri istenmiştir. Daha sonra her bir kriterin karar vericiler tarafından verilen önem derecelerinin ortalaması alınıp SWARA yönteminin diğer adımları uygulanmış ve kriterlerin ağırlık değerleri elde edilmiştir. Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra WASPAS yönteminin işlem adımları uygulanarak alternatifler sıralanmıştır.

Ayçin (2018), çalışmasında SWARA ve COPRAS yöntemlerini bütünleşik olarak kullanarak en iyi veri tabanı yönetim sistemi yazılımını seçmeyi amaçlamıştır. Yazılım uzmanlarının görüşlerini alarak kriterleri satın alma maliyeti, geliştirme maliyeti, güvenlik, teknik özellikler, yazılım dilleriyle uyumluluk, yedekleme özellikleri, kullanım kolaylığı ve hız olarak belirlemiştir. Daha sonra SWARA yönteminin adımlarını uygulamıştır. Buna göre karar vericiler kriterlerin önem sıralarını ve görelî önem düzeylerini belirlemişlerdir. SWARA yönteminin diğer adımları uygulanarak karar vericilere ait kriter ağırlıkları tespit edilmiştir. Daha sonra her bir karar verici için elde edilen kriter ağırlıklarının geometrik ortalamasını alarak nihai kriter ağırlıklarını tespit etmiştir. Buna göre güvenlik kriteri en önemli kriter olarak tespit edilmiştir. Kriterlerin ağırlıklarını belirledikten sonra COPRAS yönteminin adımlarını uygulayarak alternatifleri sıralamıştır.

Özbek ve Demirkol (2018), lojistik sektöründeki işletmelerin analizinde SWARA ile bütünleşik GİA yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada Fortune 500 listesindeki 8 işletmenin 2016 yılı ekonomik performansını analiz etmişlerdir. Analizde net satış, net satış değişimi, FVÖK, FVÖK değişimi, aktif toplam, özkaynak, ihracat ve çalışan sayısı olmak üzere 8 kriter kullanmışlardır. Bu kriterlere SWARA yöntemini uygulayarak kriter ağırlıklarını elde etmişler ve en önemli kriterin özkaynak olduğunu tespit etmişlerdir. Kriter ağırlıkları belirlendikten

sonra da GİA yöntemini uygulayıp firmaların sıralamasını elde etmişlerdir. Buna göre de birinci sırayı Netlog firması almıştır.

Veskovic ve arkadaşları (2018), demiryolu yönetim modelinin değerlendirilmesi için Delphi-SWARA-MABAC yöntemlerini entegre bir şekilde kullanmışlardır. Çalışmada 4 alternatif model, modelin verimliliği, modelin bir operatörü cezbetme çekiciliği, taşımacılık piyasasının ihtiyaçlarını karşılama, AB direktiflerine uygunluk, modelin finansal bağımsızlığı olmak üzere 6 kritere göre değerlendirilmiştir. Öncelikle Delphi metodu ile 16 uzmandan alınan geri bildirimlerle kriterlerin sıralamasını elde etmişlerdir. Sıralama elde edildikten sonra 14 karar vericiden kriterlerin karşılıklı etkisini yani önem düzeylerini belirlemelerini istemişlerdir. Daha sonra SWARA yönteminin diğer adımlarını uygulayıp kriterlerin nihai ağırlıklarını elde etmişlerdir. Son olarak da MABAC yönteminin işlem adımlarını uygulayıp alternatif modelleri sıralamışlardır.

Bakır (2019), Avrupa'da faaliyet gösteren başlıca havayolu işletmeleri ile ilgili memnuniyet düzeyini değerlendirmek için SWARA ve MABAC yöntemlerini bütünlük olarak uygulamıştır. Bu kapsamda veri olarak TripAdvisor web sitesinden elektronik tüketici deneyimlerinin puanlarını kullanmıştır. Çalışmada kriter olarak web sitesinde yer alan koltuk konforu, müşteri hizmetleri, temizlik, yemek ve içecek, ayak koyma alanı, uçak içi eğlence, paranın karşılığı, check-in ve binış alınmıştır. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarını belirlemek için öncelikle 5 karar vericiden kriterleri sıralaması ve her bir kriter için önem düzeyi belirlemelerini istemiştir. Daha sonra SWARA yönteminin diğer adımlarını uygulayarak her bir karar verici için kriterlerin ağırlıklarını hesaplamıştır. Devamında 5 karar vericinin kriter ağırlıklarının aritmetik ortalamasını alıp her bir kriter için nihai ağırlıkları elde etmiştir. Ağırlıklar belirlendikten sonra da MABAC yöntemini uygulamış ve 8 havayolunu sıralamıştır.

Ulutaş (2019), bir tekstil fabrikası için catering firması seçimi amacı ile SWARA ile bütünlük MAIRCA yöntemini kullanmıştır. Fabrikanın 3 yöneticisine literatürde kullanılan kriterler belirtilerek bu kriterlerden seçim yapmaları istenmiştir. Yöneticiler hijyen, lezzet, yemek çeşitleri, servis zamanı, referanslar, servis kalitesi ve fiyat olmak üzere 7 kriter belirlemişlerdir. Daha sonra yöneticilerden bu kriterleri önem sırasına göre dizmeleri ve önem dereceleri belirlemeleri istenmiştir. Bu adımlardan sonra her bir yöneticinin değerlendirmeleri doğrultusunda SWARA yönteminin diğer adımları uygulanmıştır. Ardından her bir yöneticinin belirlediği kriter ağırlıkları geometrik ortalama alınarak birleştirilmiş ve nihai sonuç ortaya çıkmıştır. Buna göre en önemli kriter hijyen olarak tespit edilmiştir. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıkları belirlendikten sonra MAIRCA yönteminin adımları uygulanarak 4 alternatif catering firması sıralanmıştır.

3.3.2. EDAS yöntemi

Ortalama Çözüm Uzaklığına Dayalı Değerlendirme olarak tercüme edilen EDAS (Evaluation based on Distance from Average Solution) yöntemi Keshavarz Ghorabace ve arkadaşları tarafından 2015 yılında geliştirilmiştir (Topuk, 2020, s. 26). Yöntemin geçerliliğini test etmek amacı ile COPRAS, TOPSIS, VIKOR ve SAW yöntemlerini kullanarak çalışmalar yapıp yöntemin geçerliliğini kanıtlamışlardır (Altinkurt ve Merdivenci, 2020, s. 53). Bu yöntem çok sayıda envanter kalemini birden fazla kritere göre sınıflandırma problemleri için geliştirilmiştir. Bu yöntem aynı zamanda çok kriterli karar verme problemleri için de kullanılmaktadır. Bu yöntemde alternatifler arasında karar vermek için ortalama çözüme olan pozitif (PDA) ve negatif (NDA) uzaklıklar baz alınmaktadır. Bu uzaklıklar hesaplanırken kriterlerin faydalı veya faydasız özellikleri dikkate alınmaktadır (Keshavarz vd., 2015, s. 435-438).

EDAS yöntemi çok kriterli karar verme tekniklerinden olan VIKOR ve TOPSIS gibi uzaklıkları dikkate almaktadır. VIKOR ve TOPSIS en iyi alternatifleri belirlerken onların ideal çözüme olan yakınlıklarını ve ideal olmayan çözüme olan uzaklıklarını dikkate almaktadır. Fakat EDAS yönteminin bu yöntemlerden farkı ideal ve ideal olmayan çözüme olan uzaklıklar yerine ortalama çözüme olan uzaklığı göz önünde bulundurmasıdır. EDAS yönteminde ideal ve ideal olmayan çözüm hesaplamaları yapılmamaktadır. Bunların yerine ortalama çözümden pozitif uzaklık (PDA) ve negatif uzaklık (NDA) hesaplanmaktadır. Bunun sonucunda her alternatifin ortalama çözüm ile arasındaki fark bulunmaktadır. Alternatiflerin değerlendirilmesi bulunmuş olan PDA ve NDA değerlerine göre yapılmaktadır. Daha büyük PDA değeri ile daha küçük NDA değeri elde eden alternatif en uygun alternatif olarak değerlendirilmektedir (Ecer, 2020, s. 274).

3.3.2.1. EDAS Yönteminin İşlem Adımları

EDAS yönteminin işlem adımları aşağıda sıralanmaktadır (Keshavarz vd., 2015, 439-441):

1. Adım

Öncelikle alternatifleri tanımlayan en önemli kriterler belirlenmekte daha sonra da karar verme matrisi oluşturulmaktadır. Aşağıda karar verme matrisi gösterilmektedir.

$$X = [X_{ij}]_{n \times m} = \begin{bmatrix} X_{11} & X_{12} & \cdots & X_{1m} \\ X_{21} & X_{22} & \cdots & X_{2m} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ X_{n1} & X_{n2} & \cdots & X_{nm} \end{bmatrix}$$

Eşitlikteki X_{ij} , i'ninci alternatifin j'ninci kriterde gösterdiği performans değerini belirtmektedir.

2. Adım

Her kriterin değerlerinin ortalaması hesaplanıp AV (ortalama değer) değeri bulunmaktadır. AV değeri hesaplaması aşağıdaki eşitlikte gösterilmektedir.

$$AV = [AV_j]_{1 \times m} \quad (3.4)$$

Eşitlikteki AV_j , j'ninci kriterin ortalamasını göstermektedir ve aşağıdaki şekilde hesaplanmaktadır.

$$AV_j = \frac{\sum_{i=1}^n X_{ij}}{n} \quad (3.5)$$

3. Adım

Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) ve ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA) her bir kriter için hesaplanmaktadır. Kriterlerin faydalı ya da faydasız olma özelliğine göre hesaplamalar değişmektedir.

$$PDA = [PDA_{ij}]_{n \times m} \quad (3.6)$$

$$NDA = [NDA_{ij}]_{n \times m} \quad (3.7)$$

Kriter faydalı ise aşağıdaki formüller kullanılmaktadır;

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (3.8)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (3.9)$$

Kriter faydalı değil ise aşağıdaki formüller kullanılmaktadır;

$$PDA_{ij} = \frac{\max(0, (AV_j - X_{ij}))}{AV_j} \quad (3.10)$$

$$NDA_{ij} = \frac{\max(0, (X_{ij} - AV_j))}{AV_j} \quad (3.11)$$

Eşitliklerdeki PDA_{ij} , i'ninci alternatifin j'ninci kriterdeki ortalama çözüme olan pozitif uzaklığını, NDA_{ij} de i'ninci alternatifin j'ninci kriterdeki ortalama çözüme olan negatif uzaklığını göstermektedir.

4. Adım

Bütün alternatifler için SP_i ve SN_i değerleri hesaplanmaktadır. SP_i , i'ninci alternatifin ağırlıklı toplam pozitif değerini, SN_i de i'ninci alternatifin ağırlıklı toplam negatif değerini göstermektedir. Denklemdaki w_j kriterin ağırlığını belirtmektedir.

$$SP_i = \sum_{j=1}^m w_j PDA_{ij} \quad (3.12)$$

$$SN_i = \sum_{j=1}^m w_j NDA_{ij} \quad (3.13)$$

5. Adım

Bütün alternatifler için SP_i ve SN_i değerleri aşağıdaki denklemler ile normalize edilmektedir.

$$NSP_i = \frac{SP_i}{\max_i(SP_i)} \quad (3.14)$$

$$NSN_i = 1 - \frac{SN_i}{\max_i(SN_i)} \quad (3.15)$$

Denklemdaki NSP_i değeri i'ninci alternatifin normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif değerini, NSN_i değeri de i'ninci alternatifin normalize edilmiş ağırlıklı toplam negatif değerini ifade etmektedir.

6. Adım

Bütün alternatifler için değerlendirme skorları (AS_i) aşağıdaki denklem ile hesaplanmaktadır.

$$AS_i = \frac{1}{2} (NSP_i + NSN_i) \quad (3.16)$$

Eşitlikteki AS_i , 0 ile 1 arasındaki değerleri almaktadır. Elde edilen değerlendirme skorları dikkate alınarak sıralama yapıp en büyük skora sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak belirlenmektedir.

Ulusal ve uluslararası literatürde EDAS yöntemi ile yapılmış olan çalışmaların bir kısmına aşağıda yer verilmiştir.

Keshavarz Ghorabae ve arkadaşları (2016), EDAS yöntemine bulanık mantığı uygulayarak tedarikçi seçimi uygulaması gerçekleştirmişlerdir. Ayrıca kriterler için simüle edilmiş ağırlıklar kullanıp duyarlılık analizi uygulayarak yöntemin kararlılığını ve geçerliliğini de incelemişlerdir. Çalışmada deterjan üreticisi bir firma için kimyasal tedarikçisi seçim uygulaması gerçekleştirilmiştir. Çalışmada karar alıcı olarak 5 kişilik uzman grubundan yararlanılmıştır. Karar vericiler tarafından maliyet, dağıtım, esneklik, yenilik, kalite ve servis olmak üzere 6 ana kriter ve 14 alt kriter belirlenmiştir. Daha sonra yöntemi uygulayarak 5 alternatif tedarikçiyi değerlendirmişlerdir. Bu değerlendirme sonucuna göre Alternatif 1 ilk sırada yer almakta daha sonra sırasıyla Alternatif 5, Alternatif 2, Alternatif 4 ve Alternatif 3 gelmektedir. Daha sonra da sonuçların kararlılığını test etmek için alt kriterlerin ağırlıklarını değiştirerek duyarlılık analizi gerçekleştirmişlerdir. Duyarlılık analizi sonucunda da bulanık EDAS yönteminin çok kriterli problemlerde kararlı olduğunu belirtmişlerdir.

Kahraman ve arkadaşları (2017), sezgisel bulanık sayılar ile EDAS yöntemini beraber kullanarak sezgisel bulanık EDAS yöntemini geliştirmişlerdir. Çalışmalarında bu yöntemi katı atık bertaraf yeri seçim alternatiflerini değerlendirmek için kullanmışlardır. Çalışmada 3 alternatif ve su kirliliği, yerleşim yerlerine olan uzaklık, eğitim olmak üzere 3 kriter kullanılmıştır. Problemin çözümünde bulanık olmayan EDAS, bulanık EDAS ve sezgisel

bulanık EDAS yöntemleri üç ayrı yöntem olarak uygulanmış ve 3 alternatif kriterlere göre değerlendirilmiştir. Kriter ağırlıkları da değiştirilerek duyarlılık analizini de uygulamışlardır.

Ulutaş (2017), EDAS yöntemini kullanarak bir tekstil atölyesi için dikiş makinesi seçim uygulaması gerçekleştirmiştir. Çalışmada 8 dikiş makinesi alternatifi ve dikiş hızı, maksimum dikiş uzunluğu, fiyat, enerji kullanımı olmak üzere 4 tane de kriter belirlenmiştir. Kriter ağırlıkları eşit olarak belirlenmiştir. EDAS yönteminin adımları uygulanarak 8 makinenin 4 kritere göre değerlendirme skorları oluşturulup sıralama yapılmıştır. Elde edilen sonuca göre makine 2 en iyi alternatif olarak uygulamanın yapıldığı atölye yöneticisine sunulmuştur.

Ecer (2018), çalışmasında bulanık AHP ile entegre edilmiş EDAS yöntemini üçüncü taraf (3PLs) lojistik sağlayıcı seçiminde kullanmıştır. Çalışmada bir mermer şirketi için örnek olay uygulaması yapmıştır. Kriterleri belirlemek için 4 uzmandan oluşan bir ekip oluşturulmuştur. Buna göre maliyet, ilişki, hizmet, kalite, bilgi sistemi, esneklik, teslimat, profesyonellik, finansal durum, konum ve itibar olmak üzere 11 kriter ve 4 alternatif lojistik sağlayıcı belirlenmiştir. Ekip üyelerinden 11 kriterin ikili karşılaştırma yanıtları için DELPHİ tekniği ile veri toplanmıştır. Daha sonra kriterlerin ağırlık değerlerini belirlemek için bulanık AHP yöntemi uygulanmıştır. Buna göre en yüksek öncelikli ağırlığa sahip kriter maliyet olmuştur. Daha sonra ekip üyeleri alternatif firmaları her bir kritere göre değerlendirmiş ve karar matrisi oluşturulmuştur. Matris oluşturulduktan sonra EDAS yönteminin adımlarını uygulamış ve alternatif firmaları sıralamıştır.

Özbek ve Engür (2018), lojistik sektöründe faaliyette bulunan firmaların web sitelerindeki ölçütleri belirlemek ve sitelerin kalitelerini değerlendirmek amacı ile çalışmalarında EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 7 firmanın web sitesini 11 ölçüte göre değerlendirmişlerdir. Basit puanlama tekniği ile kriterlerin ağırlıkları belirlenmiş ve her bir kriterin ağırlığı eşit olarak belirlenmiştir. Belirlenen kriterler nitel özellikte olduğundan firmalara ait web siteleri 6 uzman tarafından değerlendirilmiştir. Uzmanlardan elde edilen puanların geometrik ortalamaları alınarak başlangıç matrisi oluşturulmuştur. Daha sonra bu veriler EDAS yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda firmaların sıralaması şu şekildedir; Omsan, Netlog, Horoz, Mars, Ekol, Alişan ve Reysaş. Buna göre web sitesi en kullanışlı firma Omsan olarak bulunmuştur.

Stevic ve arkadaşları (2018), günlük problemlere çözüm olması amacıyla bir dairenin PVC marangozluk tadilat işlemi için üretici seçiminde bulanık EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışmada 7 üretici alternatifi ve ürün kalitesi, fiyat, garanti süresi, ürün çemberi sayısı, güvenilirlik, esneklik, iletişim sistemi, teslimat zamanı, ödeme yöntemleri, montaj fiyatı, üretici itibarı, finansal istikrar, yanıt süresi olmak üzere 14 nicel ve nitel özellikli kriter belirlemişlerdir. Daha sonra bulanık mantığı da uygulayarak EDAS yönteminin adımlarını uygulamışlardır. Buna göre 4 numaralı alternatifi en uygun üretici olarak bulmuşlardır. Daha sonra duyarlılık analizi yaparak modelin geçerliliğini test etmişlerdir.

Kısa ve Ayçin (2019), SWARA tabanlı EDAS yöntemini kullanarak OECD ülkelerinin lojistik performanslarını değerlendirmişlerdir. Ülkelerle ilgili verileri Dünya Bankası'nın lojistik ile ilgili performans göstergelerinden elde etmişlerdir. Çalışmada gümrük yönetimi, altyapı, uluslararası sevkiyat, lojistik hizmet kalitesi, takip ve izleme, zamanlama kriterleri belirlenmiştir. Kriterler belirlendikten sonra SWARA yöntemi ile kriterlerin önem ağırlıkları hesaplanmıştır. Buna göre lojistik hizmet kalitesi en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Daha sonra EDAS yönteminin adımları uygulanarak 36 ülkenin lojistik performansı değerlendirilmiştir. Değerlendirme sonucunda lojistik performansı en iyi olan ülke Almanya olarak tespit edilmiş ve Almanya'yı sırasıyla Hollanda ve İsveç takip etmiştir.

Kıracı ve Bakır (2019), havayolu şirketlerinin performanslarını küresel finans krizinin öncesi ve sonrası olmak üzere CRITIC temelli EDAS yöntemi ile ölçmüşlerdir. Çalışmada 13 havayolu şirketinin 2005-2012 dönemi performansını incelemişlerdir. Havayollarının performanslarını arz edilen koltuk mil, arz edilen koltuk mil başına maliyet, arz edilen koltuk mil başına gelir, ücretli yolcu mil ve yolcu mil başına gelir değişkenlerini kullanarak değerlendirmişlerdir. Bu değişkenlerin ağırlık ve önem derecelerini belirlemek için CRITIC yöntemini uygulamışlardır. Daha sonra firmaların performansa göre sıralanması için EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışma sonucunda genel olarak tüm havayolu firmalarının 2010-2012 dönemindeki performansları 2005-2007 dönemindeki performanslarından düşük çıkmıştır. Şirketlerin kriz sonrasında performanslarının düştüğü tespit edilmiştir. Ayrıca havayollarının ortalama skorlarının en düşük olduğu yıl 2010 olarak tespit edilmiştir. Bu durum havayolları açısından krizin olumsuz etkisinin gecikmeli olarak hissedildiğini göstermiştir.

Özbek ve Engür (2019), üniversitelerde kullanılan öğrenci işleri otomasyonlarının performanslarını ölçmek ve en uygun olan sistemi belirlemek için çok kriterli karar verme yöntemlerini kullanmıştır. Çalışmada isimleri S, U, K, C, N olarak belirtilen 5 farklı otomasyon sistemi ARAS ve EDAS yöntemlerine göre değerlendirilmiştir. Öncelikle 4 ana ve 17 alt kriter belirlenmiş ve bu kriterlerin ağırlıkları SWARA yöntemi ile tespit edilmiştir. Buna göre ana kriterlerin sıralaması; güvenlik, yazılım ve donanım, maliyet, kullanım unsurları olarak bulunmuştur. Alt kriterlerde ise birinci sırayı veri tabanının güvenliği kriteri almaktadır. Kriterlerin ağırlıkları belirlendikten sonra EDAS ve ARAS yöntemleri ile sistemlerin sıralaması oluşturulmuş ve sonuçlar karşılaştırılmıştır. Her iki yöntemde de sıralamanın aynı olduğunu belirtmişlerdir. Buna göre oluşan sıralama S, U, K, C, N şeklindedir.

Altınkurt ve Merdivenci (2020), çalışmalarında SKYTRAX'a üye olan 11 havayolu şirketinin iş amacı ile seyahat eden yolcu segmentine sunduğu hizmetlerin performansını belirlemek ve ölçmek için AHP tabanlı EDAS yöntemini kullanmışlardır. Çalışma için gerekli olan verileri SKYTRAX, makaleler ve diğer kaynaklardan elde etmişlerdir. Çalışmada hizmet kalitesini ölçmek amaçlı olarak havalimanı hizmetleri, lounge hizmetleri (fiziksel unsurlar), lounge hizmetleri (hizmet personeli), uçak içi konfor, uçak içi ikramlar, eğlence ve kabin ekibine ilişkin unsurlar olmak üzere 7 kriter belirlemişlerdir. Çalışmalarında kriter ağırlıklarını

uzman görüşlerinden faydalanarak AHP yöntemi ile belirlemişler ve kriterlerin önem sıralamasını uçak içi konfor, kabin ekibine ilişkin unsurlar, havalimanı hizmetleri, uçak içi ikramlar, lounge fiziki unsurlar, lounge personel hizmetleri ve uçak içi eğlence hizmetleri olarak tespit etmişlerdir. Daha sonra EDAS yöntemi ile havayolu işletmelerinin sıralaması yapılmıştır. Buna göre havayolu işletmelerinin yolculara sunduğu hizmet kalitesine göre sıralamasını Ana Air, Hainan, Qantas, China Southern, THY, Luftansa, Air France, Emirates, British Airways, Air China ve LATAM şeklinde bulmuşlardır.

Yazdani ve arkadaşları (2020), yenilenebilir enerji kaynaklarını değerlendirmek için Shannon Entropi modeliyle entegre EDAS yöntemini kullanmışlardır. Alternatif olarak güneş PV, termal güneş enerjisi, rüzgar enerjisi, jeotermal ve biyokütle enerji kaynaklarını belirlemişlerdir. Kriterleri ise sermaye maliyeti, operasyonel maliyet, enerji maliyeti, toplam iş/yıl, arazi kullanım ortalaması, emisyon, verimlilik, kaynak kullanılabilirliği olarak belirlemişlerdir. Çalışmada kriterlere Shannon Entropi yöntemi uygulanarak ağırlıklar belirlenmiş daha sonra da EDAS yönteminin adımları uygulanmıştır. Hesaplamalar sonucu rüzgar enerjisi en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Daha sonra sırasıyla güneş PV, termal güneş, jeotermal ve biyokütle alternatifleri gelmektedir.

3.3.3. COPRAS yöntemi

Vilnius Gediminas Teknik Üniversitesi'nden Zavadskas ve Kaklauskas tarafından geliştirilen COPRAS (Complex Proportional Assessment-Karmaşık Oransal Değerlendirme) yöntemi alternatifleri önem ve fayda dereceleri açısından aşama aşama sıralamakta ve değerlendirmektedir (Yalçın, 2020, s. 69). COPRAS yöntemi alternatifler arasında fayda derece farklarını göstermektedir. Aynı zamanda alternatifler arasında karşılaştırma yaparak hangi alternatifin daha iyi ve daha kötü olduğunu yüzdesel olarak değerlendirmektedir (Şahin, 2019, s. 86). Yöntem fayda fonksiyonları aracılığı ile bir alternatifi ideal olan alternatifle karşılaştırarak alternatifin ideal alternatife olan benzerlik yüzdesini bulmaktadır (Ecer, 2020, s. 182).

Yöntemin, matematiksel olarak hesaplamaların kolay olması, değerlendirmeleri basit bir yaklaşımla yapabilmesi ve hesaplama yaparken paket program ihtiyacı olmaması nedeni ile literatürde tercih edildiği görülmektedir ve çok kriterli karar problemlerinde başarılı bir şekilde uygulanmaktadır (Atan ve Altan, 2020, s. 147).

COPRAS yönteminin avantajları (Sarıçalı, 2018, s. 34);

➤ TOPSIS ve AHP gibi çok kriterli karar verme yöntemlerine göre çok uzun ve fazla hesaplamalar gerektirmemekte ve kullanımı basittir.

- Maksimize ve minimize edilmek istenen kriterler için aynı anda hesaplama yapılabilmektedir. Ayrıca her iki kriter değerlendirme sürecinde ayrı ayrı ele alınıp değerlendirilmektedir.
- Yöntem alternatiflerin fayda derecelerini göstermektedir. Alternatifleri kıyaslayarak her bir alternatifin diğer alternatiflerden ne kadar iyi ya da kötü olduğunu yüzdesel olarak ortaya koymaktadır ve böylece alternatifleri sıralamada yardımcı olmaktadır.
- Nitel ve nicel kriterleri beraber değerlendirme imkanı sağlamaktadır.

COPRAS yönteminin dezavantajı (Sarıçalı, 2018, s. 34);

- COPRAS yöntemi kriter ağırlıklarını hesaplayamamaktadır. Başka bir yöntem ile kriter ağırlıkları hesaplanmakta ya da karar vericiye bağlı olarak kriter ağırlıkları belirlenmektedir.

3.3.3.1. COPRAS Yönteminin İşlem Adımları

Yöntemin adımları aşağıda sıralanmaktadır (Albayrak, 2019, s. 115-116):

1. Adım

Karar matrisi oluşturulur. Karar matrisi aşağıdaki gibi gösterilmektedir. Satırlarda alternatifler, sütunlarda ise kriterler yer almaktadır.

$$D = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \dots & \dots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \dots & \dots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \dots & \dots & x_{mn} \end{bmatrix}$$

2. Adım

Normalizasyon işlemi gerçekleştirilerek normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur. Bu matris her bir karar matrisi elemanına aşağıdaki eşitlik uygulanarak elde edilmektedir.

$$X_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sum_{i=1}^m x_{ij}} \quad (3.17)$$

$$i = 1, 2, \dots, m, \quad j = 1, 2, \dots, n$$

3. Adım

Ağırlıklandırılmış normalize matris oluşturulur. Kriterlere ait ağırlık değerleri (w_j) ile normalize edilmiş karar matrisinin her bir elemanı çarpılarak ağırlıklandırılmış normalize matris (D') oluşturulmaktadır. Bu matris aşağıdaki eşitlik yardımı ile elde edilmektedir.

$$D' = d'_{ij} = w_j \cdot X_{ij}^* \quad (3.18)$$

4. Adım

Fayda (S_i^+) ve faydasız (S_i^-) kriter değerlerinin toplamı hesaplanır. Öncelikle faydalı ve faydasız kriterler belirlenmektedir. Daha sonra ağırlıklandırılmış normalize karar matrisinde bulunan her satırdaki faydalı ve faydasız kriterlerin ayrı ayrı toplamaları alınmaktadır. Fayda (S_i^+) ve faydasız (S_i^-) kriter değerleri aşağıdaki eşitlikler yardımı ile elde edilmektedir.

$$\text{Faydalı kriterler için; } S_i^+ = \sum_{j=1}^k d'_{ij} \quad j = 1,2,\dots,k \text{ faydalı kriterler} \quad (3.19)$$

$$\text{Faydasız kriterler için; } S_i^- = \sum_{j=k+1}^n d'_{ij} \quad j = k+1, k+2,\dots,n \text{ faydasız kriterler} \quad (3.20)$$

5. Adım

Alternatiflerin görelî önem değerleri (Q_i) hesaplanır. Alternatiflerin her biri için Q_i değerleri aşağıdaki eşitlik ile elde edilmektedir.

$$Q_i = S_i^+ + \frac{S_{\min}^- \cdot \sum_{i=1}^m S_i^-}{S_i^- \cdot \sum_{i=1}^m S_{\min}^-} \quad (3.21)$$

6. Adım

En yüksek görelî önem değeri hesaplanır. Bu değer aşağıdaki eşitlik yardımı ile bulunmaktadır.

$$Q_{\max} = \max (Q_i) \quad i = 1,2,\dots,m \quad (3.22)$$

7. Adım

Her bir alternatif için performans indeksi (P_i) hesaplanır ve sıralama yapılır. P_i değeri aşağıdaki eşitlik yardımı ile elde edilmektedir.

$$P_i = \frac{Q_i}{Q_{\max}} \cdot 100\% \quad (3.23)$$

Tüm adımlar uygulandıktan sonra elde edilen P_i performans indeks değeri 100 olan alternatif en iyi alternatif olarak elde edilmektedir. En son işlem olarak performans indeks değerlerinin büyükten küçüğe doğru sıralaması yapılarak sonuç elde edilmektedir.

Ulusal ve uluslararası literatürde COPRAS yöntemi ile yapılmış olan çalışmaların bir kısmına aşağıda yer verilmiştir.

Özdağoğlu (2013), çalışmasında imalat işletmelerine eksantrik pres alternatiflerinin seçiminde COPRAS yöntemini kullanmıştır. Makine alternatiflerinin değerlendirilmesinde anma tonajı yüksekliğini, maksimum kapalı kalıp yüksekliğini, stok ayarını, koç ayarını, motor gücünü ve birim vuruş süresini kriter olarak belirlemiştir. Çalışmada kriterler için ağırlıklar eşit olarak belirlenmiştir. Kriterler ve kriter ağırlıkları belirlendikten sonra COPRAS yönteminin adımlarını uygulayarak 38 alternatifi sıralamıştır.

Aksoy ve arkadaşları (2015), çalışmalarında AHP tabanlı MULTIMOORA ve COPRAS yöntemlerini kullanarak Türkiye Kömür İşletmeleri'nin performanslarını değerlendirmişlerdir. Çalışmada 2008-2012 yıllarını kapsayacak değerlendirme yapılmıştır. Kriterler olarak toplam satışları, faaliyet karını, rezerv durumunu, çalışan kişi sayısını, dekapaj miktarını, yatırım harcamalarını ve üretim miktarını belirlemişlerdir. Kriter ağırlıklarını hesaplamak için Türkiye Kömür İşletmeleri'nde görev alan üst düzey yönetici, mühendis ve uzmanlardan oluşan 10 kişilik ekibe ikili karşılaştırma anketi uygulamışlardır. Daha sonra AHP yönteminin adımlarını uygulayarak kriterlerin ağırlıklarını elde etmişlerdir. Kriter ağırlıkları elde edildikten sonra da MULTIMOORA ve COPRAS yöntemlerinin adımlarını uygulayarak performansları değerlendirmişlerdir.

Ertuğrul ve Öztaş (2016), çalışmalarında bireysel emeklilik planlarından en uygun olanının seçimi için COPRAS ve TOPSIS yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışmada minimum giriş aidatını, standart fon işletim gideri kesintisini, standart fonun son bir yıldaki getirisini, katkı fonu işletim gideri kesintisini ve katkı fonunun son bir yıldaki getirisini kriterler olarak belirlemişlerdir. Kriter ağırlıklarını belirlemek için 3 karar vericiden kriterleri 1'den 5'e kadar önemliden önemsiz olacak şekilde puanlamalarını istemişlerdir. Daha sonra da bu puanların aritmetik ortalamalarını alarak kriter ağırlıklarını tespit etmişlerdir. Kriter ağırlıklarını belirledikten sonra COPRAS ve TOPSIS yöntemlerini uygulamışlar ve emeklilik planlarını sıralamışlardır. Buna göre her iki yöntemden de elde edilen sonuçlar genel olarak benzerlik göstermiş ve yöntemlerin tutarlılığını ortaya koymuşlardır.

Özbek ve Erol (2016), çalışmalarında depo yeri seçim problemine AHP, BAT, COPRAS ve MOORA yöntemlerini uygulamışlardır. Çalışmada birim fiyatı, stok tutma kapasitesi, marketlere ortalama mesafesi, ana tedarikçiye olan ortalama uzaklık ve hareket esnekliği olmak üzere 5 kriter belirlenmiştir. Bu kriterlerin ağırlıklarını AHP yöntemini uygulayarak tespit etmişlerdir. Daha sonra belirlenmiş olan 3 alternatif depo yeri 5 kritere göre BAT, COPRAS ve MOORA yöntemlerinin adımları uygulanarak sıralanmıştır. 3 yöntemde de sıralamanın değişmediğini tespit etmişlerdir.

Sarıçalı ve Kundakçı (2016), AHP ve COPRAS yöntemini kullanarak otel alternatiflerini değerlendirmişlerdir. Çalışmada tatil planlaması yapan bir karar vericiden görüş olarak kriterleri belirlemişlerdir. Buna göre yetişkin bir kişinin günlük konaklama ücretini, otelin denize uzaklığını, havaalanına uzaklığını, şehir merkezine uzaklığını, havuz sayısını, otele ait plajın uzunluğunu, alakart restoran sayısını kriterler olarak belirlemişlerdir. Daha sonra karar vericiden bu kriterleri ikili olarak karşılaştırmasını isteyerek AHP yönteminin adımlarını uygulamışlar ve kriterlerin ağırlıklarını tespit etmişlerdir. Kriter ağırlıklarını belirledikten sonra karar vericinin tatil planlaması yaptığı Ege ve Akdeniz'deki 5 şehirden 3'er otel seçip toplam 15 alternatif belirlemişlerdir. Daha sonra COPRAS yönteminin adımlarını uygulayarak 15 oteli 7 kritere göre sıralamışlardır.

Çakır ve Karabıyık (2017), bulut depolama hizmet sağlayıcılarını değerlendirmek amacı ile bütünleşik SWARA-COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada aylık ücreti, dosya paylaşım kolaylığını, elastikiyeti, güvenliği, işletim sistemleri ile olan uyumunu, mobil uygulama kullanım kolaylığını, müşteri hizmetlerini, senkronizasyon hızını, ücretsiz depolama alanını, üçüncü parti uygulamalarla entegrasyonunu, web üzerindeki kullanım kolaylığını değerlendirme kriterleri olarak belirlemişlerdir. Bu kriterlerin önem düzeylerinin belirlenmesi için 10 karar vericiden alınan bilgilere SWARA yöntemini uygulamışlardır. Buna göre en önemli kriter güvenlik kriteri olmuştur. SWARA yöntemi ile kriter ağırlıklarını belirledikten sonra 6 alternatif için COPRAS yöntemini uygulamışlar ve en iyi alternatifin Google Drive olduğu sonucuna ulaşmışlardır.

Ömürbek ve arkadaşları (2017), bankaların sürdürülebilirlik performanslarını karşılaştırmalı olarak değerlendirmek için ENTROPI, ARAS, MOORA ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada toplam aktif değişim oranını, nakdi krediler değişim oranını, toplam özkaynak değişim oranını, mevduat değişim oranını, sermaye yeterlilik oranını, toplam şube sayısını, toplam müşteri sayısını, toplam ATM sayısını, toplam çalışan sayısını, çalışan başına ortalama eğitim süresini, kapsam 1 emisyonunu ve kapsam 2 emisyonunu değerlendirme kriterleri olarak belirlemişlerdir. Kriterleri ENTROPI yöntemini kullanarak ağırlıklandırmışlardır. Daha sonra 7 alternatifi ARAS, MOORA ve COPRAS yöntemleri ile sıralamışlar ve genel olarak aynı sıralamaları elde etmişlerdir.

Ömürbek ve arkadaşları (2018), çalışmalarında Forbes 2000 listesinde bulunan ve havacılık sektöründe yer alan işletmelerin değerlendirilmesi amacıyla ENTROPI, MAUT, COPRAS ve SAW yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada alternatif olarak 22 şirket değerlendirilmiştir. Satışları, aktif varlıkları, pazar değerlerini ve çalışan sayılarını değerlendirme kriterleri olarak belirlemişlerdir. Kriterlerin ağırlıklarını ENTROPI yöntemi ile elde etmişlerdir. Kriter ağırlıklarını tespit ettikten sonra MAUT, COPRAS ve SAW yöntemlerini uygulamışlardır. 3 ayrı yöntemle elde ettikleri sıralamayı BORDA SAYIM yöntemini kullanarak tek bir bütünleşik sıralama haline getirmişlerdir.

Acer ve arkadaşları (2020), çalışmalarında Türkiye'deki bireysel emeklilik şirketlerinin performansını değerlendirmek için ENTROPI ve COPRAS yöntemlerini kullanmışlardır. Çalışmada 2018 yılı verilerini kullanarak 17 bireysel emeklilik şirketinin performansını değerlendirmişlerdir. Bu kapsamda değerlendirmeye esas olacak kriterleri katılımcı sayısı, katılımcı fon tutarı, katkı payı tutarı, devlet katkısı fon tutarı ve emeklilik teknik gider kriteri olarak belirlemişlerdir. Kriterlere ENTROPI yöntemini uygulayarak ağırlıkları elde etmişlerdir. Buna göre en önemli kriteri katılımcı fon tutarı olarak tespit etmişlerdir. Daha sonra 17 alternatif 5 kritere göre COPRAS yöntemiyle sıralanmıştır.

4. BÖLÜM

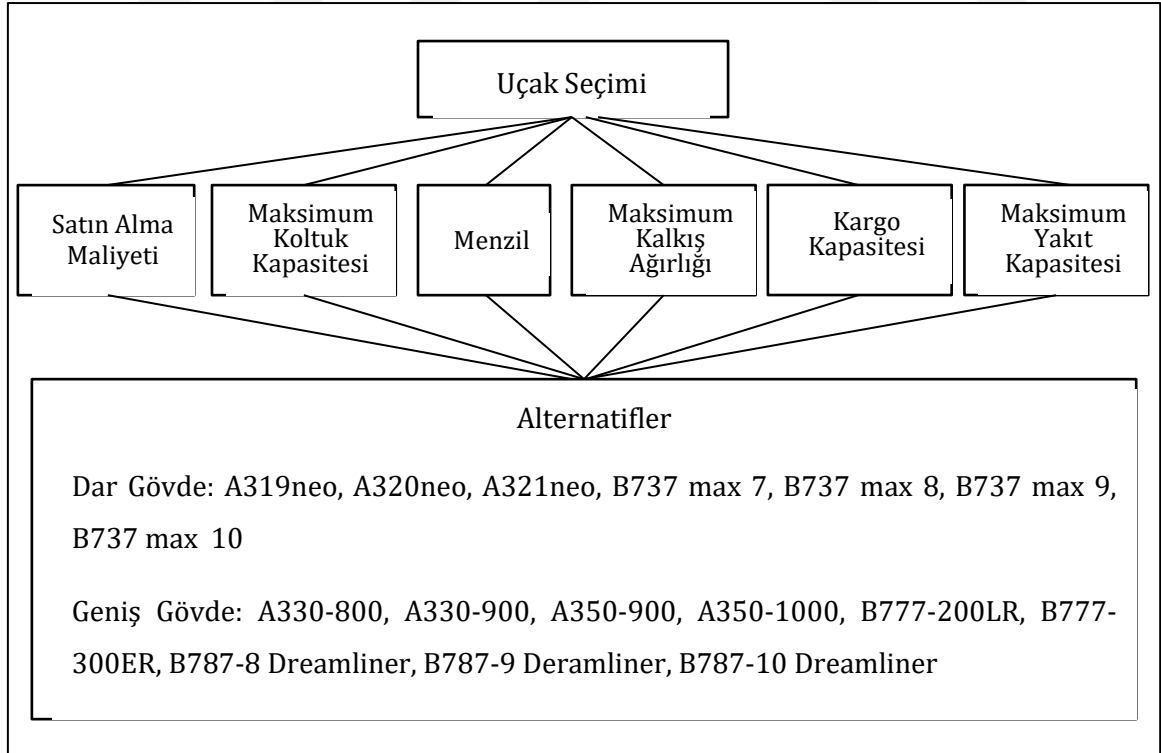
YOLCU UÇAĞI SEÇİM UYGULAMASI

Çalışmanın bu bölümünde araştırma modeli, alternatifler, kriterler ve uzman görüşlerinden elde edilen veriler hakkında bilgi verilip daha sonra SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemleri ile analizler yapıp bulgular açıklanmıştır.

4.1. Araştırmanın Modeli

Araştırmada havayolu işletmeleri için yolcu uçağı seçiminde SWARA tabanlı EDAS ve COPRAS yöntemlerinin kullanımına yönelik örnek bir model uygulanması amaçlanmıştır. Araştırma, geleneksel iş modelini ve topla dağıt ağ yapısını (hub and spoke) uygulayan havayolu işletmeleri, havacılık sektöründe hakim konumda bulunan ve havayolu işletmeleri tarafından çoğunlukla tercih edilen Airbus ve Boeing işletmelerinin uçakları ve kriterlerin ağırlıklandırılmasında kullanılan uzman görüşleri doğrultusunda havacılık sektöründe tecrübe sahibi olan ve havacılık programlarında görev alan 10 akademisyenle sınırlandırılmıştır.

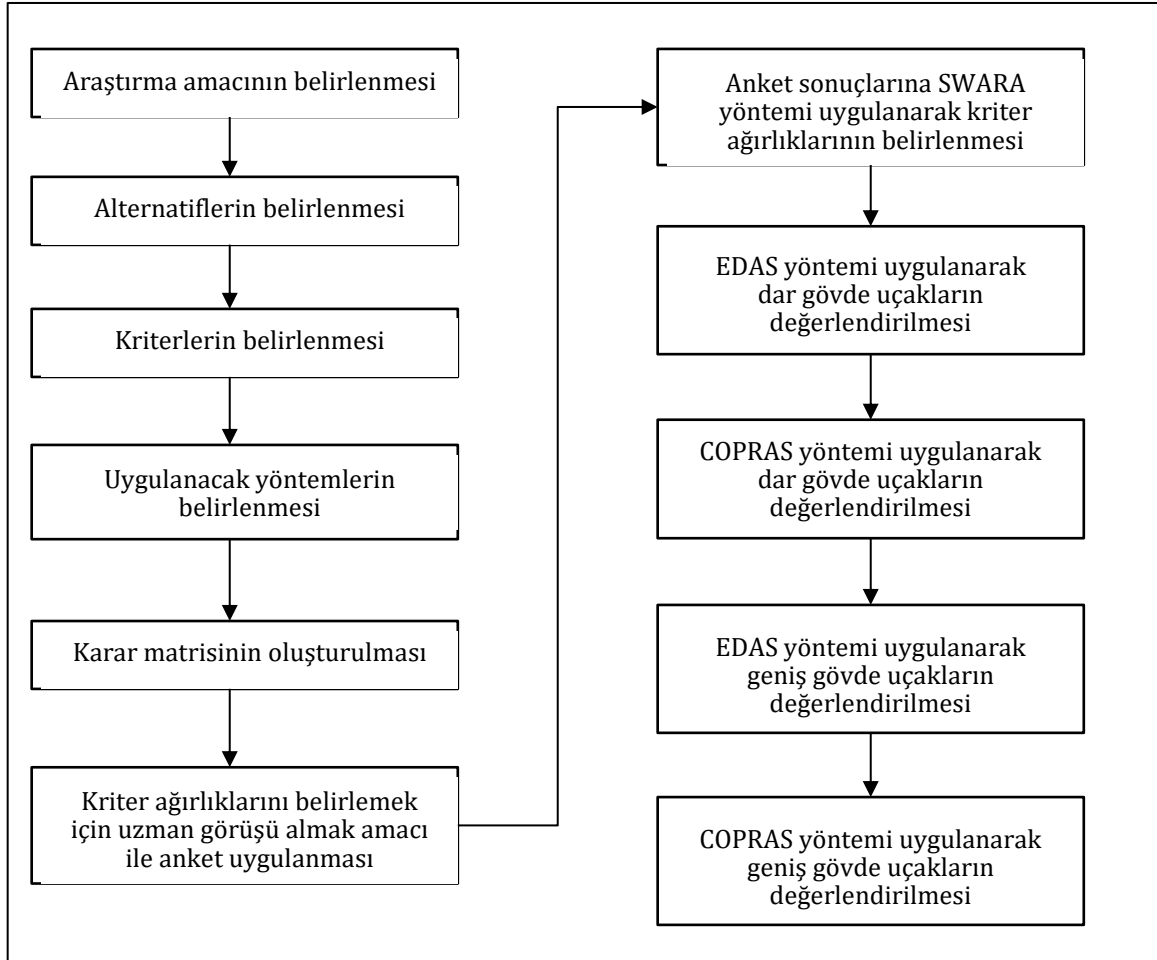
Araştırmanın modelinin hiyerarşik yapısı Şekil 4.1.'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 1. Araştırma modelinin hiyerarşik yapısı

Şekil 4.1.'de görüldüğü üzere öncelikle çalışmanın amacı uçak seçimi olarak belirlenmiştir. Daha sonra her bir uçak alternatifi, belirlenmiş olan satın alma maliyeti, maksimum koltuk kapasitesi, menzil, maksimum kalkış ağırlığı, kargo kapasitesi, maksimum yakıt kapasitesi kriterleri kullanılarak değerlendirilmiştir.

Uçak seçimini gerçekleştirmek için araştırma modelinde yer alan işlem adımları Şekil 4.2.'de gösterilmektedir.



Şekil 4. 2. Araştırma modelinin işlem adımları

Çalışmanın analiz aşamasına geçmeden önce uçak alternatifleri ve alternatifleri değerlendirmede kullanılacak olan kriterlerin açıklanmasında fayda görülmektedir.

4.2. Alternatifler ve Kriterler

Araştırmada kullanılan alternatifler ve kriterler aşağıda açıklanmıştır.

Alternatifler: havacılık alanında uluslararası bağımsız değerlendirme kuruluşu olan SKYTRAX'ın 2021 yılı için en iyi havayolu işletmelerini belirlemek amacı ile yapmış olduğu değerlendirmede Qatar Airways, Singapore Airlines, ANA All Nippon Airways, Emirates Airline ve Japan Airlines ilk 5 sırada yer almıştır (Skytrax, 2021). İlk 5 sırada yer alan bu işletmeler ve Türkiye'de de Pegasus Havayolları ile Türk Hava Yolları'nın uçak filo yapıları incelendiğinde çoğunlukla Airbus ve Boeing işletmelerinin uçaklarını tercih ettikleri tespit edilmiştir. Bu nedenle çalışmada Airbus ve Boeing işletmelerinin ürettiği dar ve geniş gövde yolcu uçakları değerlendirmeye alınmıştır. Araştırmada kullanılan dar gövde yolcu uçağı alternatifleri Tablo 4.1.'de, geniş gövde yolcu uçağı alternatifleri ise Tablo 4.2.'de yer almaktadır.

Tablo 4. 1. Dar gövde yolcu uçağı alternatifleri

BOEING	AIRBUS
B737 MAX 7	A319neo
B737 MAX 8	A320neo
B737 MAX 9	A321neo
B737 MAX 10	-

Boeing ve Airbus firmalarının ürettiği yeni nesil 7 dar gövde yolcu uçağı alternatifini değerlendirmeye alınmıştır.

Tablo 4. 2. Geniş gövde yolcu uçağı alternatifleri

BOEING	AIRBUS
B777-200LR	A330-800
B777-300ER	A330-900
B787-8 Dreamliner	A350-900
B787-9 Dreamliner	A350-1000
B787-10 Dreamliner	-

Geniş gövde yolcu uçaklarında ise Boeing ve Airbus firmalarının ürettiği 9 alternatif değerlendirilmeye alınmıştır.

Kriterler: literatürde uçak seçimine yönelik çok fazla sayıda kriter bulunmaktadır. Bu araştırmada örnek model oluşturmak amaçlandığı için Airbus ve Boeing işletmelerinin yayınlamış olduğu standart verilere yönelik kriterler dikkate alınmıştır. Araştırmada

kullanılan kriterler; satın alma maliyeti, yakıt kapasitesi, maksimum koltuk kapasitesi, menzil, maksimum kalkış ağırlığı, kargo kapasitesi olarak belirlenmiştir. Bu kriterlerden satın alma maliyeti kriteri maliyet yönlü iken diğer kriterler fayda yönlü kriterlerdir. Maliyet yönlü kriter değerlerinin en düşük olması istenir. Fayda yönlü kriterlerin değerlerinin ise en fazla olması istenir.

Belirlenmiş olan kriterlerin kısa açıklamaları şu şekildedir;

- *Satın Alma Maliyeti:* Satın alınacak olan uçağın fiyatı olarak tanımlanmaktadır. Uçak fiyatlarının oldukça yüksek olması havayolu işletmeleri için önemli bir maliyet oluşturmaktadır. Bu nedenle havayolu işletmeleri için seçilecek uçağın fiyatı önemli kriterlerden biri olarak değerlendirilmektedir. İşletmeler belirledikleri özelliklerdeki uçaklardan en düşük fiyatlı olanı seçme eğilimi gösterecektir (Kiracı ve Bakır, 2018, s. 19).
- *Yakıt Kapasitesi:* Uçağın yakıt deposunun alabileceği en fazla yakıt miktarıdır. Uçağın ara bir noktada tekrar yakıt almadan varış noktasına ulaşması açısından önemli bir kriterdir. İşletmeler belirlemiş oldukları benzer özellikteki uçaklar arasından yakıt kapasitesi yüksek olanları tercih etmektedir.
- *Maksimum Koltuk Kapasitesi:* Uçakta bulunan toplam koltuk sayısını ifade etmektedir (Semercioğlu ve Özkoç, 2019, s. 69). Havayolu işletmeleri uçuş başına birim maliyetleri düşürmek ve kârı maksimize etmek için koltuk kapasitesi fazla olan uçakları tercih etmektedir (Kiracı ve Bakır, 2018, s. 319).
- *Menzil:* Uçağın ara bir noktada tekrar yakıt almadan ulaşabileceği en uzak mesafeyi belirtmektedir. Bu kriterin maksimum olması istenmektedir (İlgin, s. 2019, 124; Lozano ve Rodriguez, 2020, s. 6). Her havayolu işletmesi uyguladığı havayolu iş modeline ve ağ yapısına göre en uygun menzilli uçağı tercih etmektedir (Kiracı ve Bakır, 2018, s. 19).
- *Maksimum Kalkış Ağırlığı (Maximum Take-off Weight - MTOW):* Uçağın kendi ağırlığı da dahil almış olduğu yolcu, bagaj, kargo, yakıt gibi bütün yükleri ile birlikte havalandığı en fazla ağırlık olarak tanımlanmaktadır (Semercioğlu ve Özkoç, 2019, s. 69).
- *Kargo Kapasitesi:* Uçağın kargo bölümünde taşıyabileceği bagaj, kargo, posta gibi yükler için belirlenmiş maksimum alanı ifade etmektedir. Havayolu işletmeleri daha fazla yük taşıyıp kârlılıklarını artırmak için benzer özellikteki uçaklar arasından kargo kapasitesi yüksek olan uçağı tercih etmektedir (İlgin, 2019, s. 124).

Belirlenmiş olan kriterlerin kodları, birimleri ve kriter yönleri Tablo 4.3.'te gösterilmektedir.

Tablo 4. 3. Kriter kodları, birimleri ve yönleri

Kriter Kodu	Kriter	Birim	Kriter Yönü
K1	Satın Alma Maliyeti	ABD Doları (\$)	Maliyet (-)
K2	Yakıt Kapasitesi	Litre (lt)	Fayda (+)
K3	Maksimum Koltuk Kapasitesi	Adet	Fayda (+)
K4	Menzil	Kilometre (km)	Fayda (+)
K5	Maksimum Kalkış Ağırlığı	Kilogram (kg)	Fayda (+)
K6	Kargo Kapasitesi	Metreküp (m ³)	Fayda (+)

Tablo 4.3'te görüldüğü üzere her bir kriterin birimi farklı olmaktadır. Ayrıca satın alma maliyeti kriteri maliyet yönlü iken diğer kriterler fayda yönlüdür.

4.3. Veri Seti

Çalışmada Airbus ve Boeing işletmelerinin üretmiş oldukları dar gövde ve geniş gövde yolcu uçağı alternatifleri analiz kapsamına alınmıştır. Uçaklara ait veriler Airbus ve Boeing işletmelerinin internet sitelerinden elde edilmiştir. Elde edilen verilerle analizde kullanılacak olan EDAS ve COPRAS yöntemleri için dar gövde ve geniş gövde yolcu uçağı karar matrisleri oluşturulmuştur. Ayrıca yolcu uçağı alternatiflerini değerlendirmede kullanılacak olan kriterler literatür incelemesi ve Airbus ile Boeing işletmelerinin uçaklara ait yayınladıkları standart veriler dikkate alınarak belirlenmiştir. Bakım maliyeti ve yakıt maliyeti gibi değişken olan kriterler kapsam dışı bırakılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarının belirlenmesinde ise uzman görüşleri dikkate alınarak SWARA yöntemi uygulanmıştır. Havacılık sektör tecrübesine sahip olan ve havacılık programlarında görev yapan akademisyenlerden seçilen 10 uzmana SWARA anketi uygulanmıştır. Uzmanlardan öncelikle kriterleri sıralamaları daha sonra da kriterlerin görece önem düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Uzmanlardan elde edilen veriler SWARA yöntemi ile analize tabi tutulup kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Uzmanlara ait demografik özellikler Tablo 4.4.'te yer almaktadır. Uzmanlardan 6 tanesi 10 yıl ve üzeri tecrübeye, 4 tanesi de 10 yıl altı tecrübeye sahiptir. Uzmanların 3 tanesi havacılık yönetimi programında, 2 tanesi kabin hizmetleri programında ve diğerleri de sivil hava ulaştırma işletmeciliği programında bulunmaktadır. Uzmanlara anket formu uygulanırken çeşitlilik sağlanması amaçlanmıştır. Fakat havacılık sektör tecrübesine sahip akademisyen sayısının azlığı çalışmanın kısıtları arasında yer almıştır.

Tablo 4. 4. Uzmanların demografik özellikleri

Uzman	Toplam Tecrübe	Çalıştığı Program
Uzman 1	10 Yıl ve Üzeri	Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği
Uzman 2	10 Yıl ve Üzeri	Havacılık Yönetimi
Uzman 3	10 Yıl ve Üzeri	Havacılık Yönetimi
Uzman 4	10 Yıl ve Üzeri	Havacılık Yönetimi
Uzman 5	2-4 Yıl Arası	Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği
Uzman 6	4-6 Yıl Arası	Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği
Uzman 7	10 Yıl ve Üzeri	Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği
Uzman 8	6-8 Yıl Arası	Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği
Uzman 9	10 Yıl ve Üzeri	Kabin Hizmetleri
Uzman 10	6-8 Yıl Arası	Kabin Hizmetleri

4.4. Analiz ve Bulgular

Araştırmada uçak seçimi için SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Bu kapsamda öncelikle SWARA yöntemi ile uçak seçiminde dikkate alınan kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır. Daha sonra hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçaklarının sıralanması için EDAS ve COPRAS yöntemleri uygulanmıştır. Hesaplamalar MS Excel programı yardımı ile gerçekleştirilmiştir.

4.4.1. SWARA yöntemi ile kriterlerin ağırlıklandırılması

Araştırmada SWARA yöntemi kullanılarak kriterlerin ağırlıklandırılması için uzman görüşü kapsamında havacılık sektöründe tecrübe sahibi olan 10 akademisyen tarafından öncelikle kriterlerin önem sıraları belirlenmiştir. Daha sonra uzmanlardan belirlemiş oldukları sıraya göre en önemli kriterin değeri 1.00 olacak şekilde her bir kriteri bir sonraki kriterle kıyaslayarak görelî önem düzeyleri (s_j) belirlemeleri istenmiştir. Uzmanların belirlemiş oldukları kriter sıralamaları ve görelî önem düzeyleri Tablo 4.5.'te gösterilmiştir.

Tablo 4. 5. Uzmanlara göre kriter sıralamaları ve görelî önem düzeyleri

Önem Sırası	Uzman 1		Uzman 2		Uzman 3		Uzman 4		Uzman 5	
	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j
1	K1	-	K1	-	K1	-	K3	-	K1	-
2	K3	0,25	K3	0,25	K5	0,20	K6	0,25	K3	0,20
3	K6	0,10	K2	0,10	K3	0,05	K5	0,20	K4	0,30
4	K4	0,20	K4	0,05	K6	0,30	K2	0,15	K6	0,10
5	K5	0,15	K6	0,10	K4	0,20	K4	0,10	K5	0,25
6	K2	0,05	K5	0,15	K2	0,35	K1	0,05	K2	0,20

Önem Sırası	Uzman 6		Uzman 7		Uzman 8		Uzman 9		Uzman 10	
	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j	Kriter	s_j
1	K6	-	K1	-	K3	-	K1	-	K2	-
2	K2	0,10	K3	0,10	K2	0,20	K2	0,10	K4	0,20
3	K5	0,40	K4	0,05	K1	0,20	K6	0,20	K5	0,10
4	K4	0,20	K2	0,10	K4	0,25	K3	0,10	K6	0,05
5	K1	0,20	K5	0,20	K6	0,15	K4	0,05	K3	0,30
6	K3	0,30	K6	0,05	K5	0,10	K5	0,10	K1	0,05

Uzmanlara göre kriter sıralamaları ve görelî önem düzeyleri (s_j) belirlendikten sonra Eşitlik 3.1 yardımı ile kriterlerin karar katsayıları (k_j) hesaplanmıştır. En önemli kriter için karar katsayısı 1 olarak belirlenir. Diğer kriterlerin karar katsayıları s_j değerlerine 1 değeri eklenerek hesaplanır.

Karar katsayıları hesaplandıktan sonra Eşitlik 3.2 kullanılarak her bir kriter için ağırlık (q_j) hesaplaması yapılır. En önemli kritere 1 değeri verilir. Diğer kriterlerin ağırlıkları ise mevcut kriterden bir önceki kriterin ağırlık değeri (q_{j-1}) mevcut kriterin karar katsayısına bölünerek bulunur.

Son olarak Eşitlik 3.3 yardımı ile her bir kriterin nihai ağırlıkları belirlenmiştir. Hesaplanmış olan kriter ağırlıkları (q_j) kriter ağırlıkları toplamına bölünerek her bir kriterin nihai ağırlığı hesaplanmıştır.

Her bir uzman için yapılan hesaplamalar ve bulunan kriter ağırlıkları Tablo 4.6 - 4.15 aralığında gösterilmiştir.

Tablo 4. 6. Uzman 1 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,240
2	K3	0,25	1,25	0,800	0,192
3	K6	0,10	1,10	0,727	0,175
4	K4	0,20	1,20	0,606	0,146
5	K5	0,15	1,15	0,527	0,127
6	K2	0,05	1,05	0,502	0,121

Uzman 1'in belirlemiş olduğu kriter sıralaması K1, K3, K6, K4, K5, K2 şeklinde olmuştur. Kriterlerin ağırlıkları ise sırası ile 0,240, 0,192, 0,175, 0,146, 0,127, 0,121 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 7. Uzman 2 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,228
2	K3	0,25	1,25	0,800	0,182
3	K2	0,10	1,10	0,727	0,165
4	K4	0,05	1,05	0,692	0,157
5	K6	0,10	1,10	0,629	0,143
6	K5	0,15	1,15	0,547	0,124

Uzman 2 kriter sıralamalarını K1, K3, K2, K4, K6, K5 şeklinde belirlemiştir. Uzman 2 için kriter ağırlıkları sırası ile 0,228, 0,182, 0,165, 0,157, 0,143, 0,124 şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 4. 8. Uzman 3 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,243
2	K5	0,20	1,20	0,833	0,202
3	K3	0,05	1,05	0,793	0,192
4	K6	0,30	1,30	0,610	0,148
5	K4	0,20	1,20	0,508	0,123
6	K2	0,35	1,35	0,376	0,091

Uzman 3 kriterlerin sırasını K1, K5, K3, K6, K4, K2 olarak belirlemiştir. Kriter ağırlıkları ise 0,243, 0,202, 0,192, 0,148, 0,123, 0,091 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 9. Uzman 4 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K3	-	1	1	0,245
2	K6	0,25	1,25	0,800	0,196
3	K5	0,20	1,20	0,667	0,164
4	K2	0,15	1,15	0,580	0,142
5	K4	0,10	1,10	0,527	0,129
6	K1	0,05	1,05	0,502	0,123

Uzman 4'ün belirlediği kriter sıralaması K3, K6, K5, K2, K4, K1 şeklindedir. Kriterlerin ağırlıkları ise 0,245, 0,196, 0,164, 0,142, 0,129, 0,123 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 10. Uzman 5 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,256
2	K3	0,20	1,20	0,833	0,213
3	K4	0,30	1,30	0,641	0,164
4	K6	0,10	1,10	0,583	0,149
5	K5	0,25	1,25	0,466	0,119
6	K2	0,20	1,20	0,388	0,099

Uzman 5'in belirlemiş olduğu kriter sıralaması K1, K3, K4, K6, K5, K2 şeklindedir. Kriter ağırlıkları ise sırası ile 0,256, 0,213, 0,164, 0,149, 0,119, 0,099 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 11. Uzman 6 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K6	-	1	1	0,257
2	K2	0,10	1,10	0,909	0,233
3	K5	0,40	1,40	0,649	0,167
4	K4	0,20	1,20	0,541	0,139
5	K1	0,20	1,20	0,451	0,116
6	K3	0,30	1,30	0,347	0,089

Uzman 6 kriterleri K6, K2, K5, K4, K1, K3 şeklinde sıralamıştır. Kriter ağırlıkları sırası ile 0,257, 0,233, 0,167, 0,139, 0,116 ve 0,089 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 12. Uzman 7 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,206
2	K3	0,10	1,10	0,909	0,188
3	K4	0,05	1,05	0,866	0,179
4	K2	0,10	1,10	0,787	0,163
5	K5	0,20	1,20	0,656	0,135
6	K6	0,05	1,05	0,625	0,129

Uzman 7'nin belirlemiş olduğu kriter sıralaması K1, K3, K4, K2, K5, K6 şeklindedir. Uzman 7 için kriter ağırlıkları ise 0,206, 0,188, 0,179, 0,163, 0,135 ve 0,129 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 13. Uzman 8 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K3	-	1	1	0,250
2	K2	0,20	1,20	0,833	0,208
3	K1	0,20	1,20	0,694	0,173
4	K4	0,25	1,25	0,555	0,139
5	K6	0,15	1,15	0,483	0,121
6	K5	0,10	1,10	0,439	0,110

Uzman 8 kriter sıralamasını K3, K2, K1, K4, K6 ve K5 olarak belirlemiştir. Kriter ağırlıkları ise 0,250, 0,208, 0,173, 0,139, 0,121 ve 0,110 şeklinde hesaplanmıştır.

Tablo 4. 14. Uzman 9 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K1	-	1	1	0,217
2	K2	0,10	1,10	0,909	0,197
3	K6	0,20	1,20	0,758	0,164
4	K3	0,10	1,10	0,689	0,150
5	K4	0,05	1,05	0,656	0,142
6	K5	0,10	1,10	0,596	0,129

Uzman 9'un belirlemiş olduğu kriter sıralaması K1, K2, K6, K3, K4 ve K5 şeklindedir. Kriter ağırlıkları ise sırası ile 0,217, 0,197, 0,164, 0,150, 0,142 ve 0,129 olarak hesaplanmıştır.

Tablo 4. 15. Uzman 10 için kriter ağırlıkları

SIRA	KRİTER	s_j	k_j	q_j	w_j
1	K2	-	1	1	0,228
2	K4	0,20	1,20	0,833	0,190
3	K5	0,10	1,10	0,757	0,172
4	K6	0,05	1,05	0,721	0,164
5	K3	0,30	1,30	0,555	0,126
6	K1	0,05	1,05	0,529	0,120

Uzman 10 kriter sıralamasını K2, K4, K5, K6, K3 ve K1 şeklinde belirlemiştir. Kriter ağırlıkları da sırası ile 0,228, 0,190, 0,172, 0,164, 0,126 ve 0,120 olarak hesaplanmıştır.

Kriterlerin nihai ağırlıklarını belirlemek amacıyla her bir uzman için hesaplanan kriter ağırlıklarının ortalamaları alınmıştır. Kriterlerin nihai ağırlıkları Tablo 4.16'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 16. Kriterlerin nihai ağırlıkları

Krite r	Uzm 1	Uzm 2	Uzm 3	Uzm 4	Uzm 5	Uzm 6	Uzm 7	Uzm 8	Uzm 9	Uzm 10	Nihai Ağırlı k
	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	w_j	
K1	0,240	0,228	0,243	0,123	0,256	0,116	0,206	0,173	0,217	0,120	0,192
K2	0,121	0,165	0,091	0,142	0,099	0,233	0,163	0,208	0,197	0,228	0,165
K3	0,192	0,182	0,192	0,245	0,213	0,089	0,188	0,250	0,150	0,126	0,183
K4	0,146	0,157	0,123	0,129	0,164	0,139	0,179	0,139	0,142	0,190	0,151
K5	0,127	0,124	0,202	0,164	0,119	0,167	0,135	0,110	0,129	0,172	0,145
K6	0,175	0,143	0,148	0,196	0,149	0,257	0,129	0,121	0,164	0,164	0,165

Tablo 4.16'da kriterler için hesaplanmış olan ağırlıkların (w_j) ortalamaları alınarak nihai ağırlıklar bulunmuştur. Buna göre kriterlerin ağırlıkları sırası ile 0,192, 0,165, 0,183, 0,151, 0,145 ve 0,165 olarak hesaplanmıştır. Bulunan sonuçlara göre en önemli kriter satın alma maliyeti olmuştur.

4.4.2. Dar gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması

SWARA yöntemi ile ağırlıklar belirlendikten sonra EDAS yöntemi uygulanarak dar gövde uçak alternatifleri değerlendirilmiştir. EDAS yönteminin işlem adımları kısaca şu şekilde belirtilmiştir;

- Karar matrisi oluşturulur
- Her bir kriter değerlerinin ortalaması (AV değeri) hesaplanır

- Her bir kriter için ortalamadan pozitif uzaklık (PDA) ve negatif uzaklık (NDA) matrisi oluşturulur
- PDA ve NDA matrislerindeki değerler kriter ağırlıkları ile çarpılarak ağırlıklandırılmış PDA ve NDA matrisleri oluşturulur
- Her bir alternatifin ağırlıklı toplam pozitif (SP_i) ve ağırlıklı toplam negatif (SN_i) değerleri hesaplanır
- Normalize edilmiş SP_i ve SN_i değerleri hesaplanır
- Bütün alternatifler için değerlendirme skorları (AS_i) hesaplanır ve en büyük değere sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak değerlendirilir

Dar gövde yolcu uçağı için uygulanan EDAS yönteminin işlem adımları ve hesaplamalar aşağıda yer almaktadır;

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Airbus ve Boeing işletmelerinin internet sitelerinden elde edilen verilerle oluşturulan karar matrisi Tablo 4.17'de gösterilmiştir (Airbus, 2021d, 2022e; Boeing, 2021b, 2021c, 2021d).

Tablo 4. 17. Dar gövde yolcu uçakları için karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	101,5	26730	160	6850	75500	32
A320 neo	110,6	26730	194	6300	79000	44
A321 neo	129,5	32940	244	7400	97000	59
B737 MAX 7	99,7	20730	172	7130	80285	32,3
B737 MAX 8	121,6	20730	210	6570	82644	43,6
B737 MAX 9	128,9	20730	220	6570	88314	51,3
B737 MAX 10	134,9	20730	230	6110	89765	55,5

Tablo 4.17'deki karar matrisinin sütunları K1 (satın alma maliyeti-m\$), K2 (yakıt kapasitesi-lt), K3 (maksimum koltuk kapasitesi-adet), K4 (menzil-km), K5 (maksimum kalkış ağırlığı-kg), K6 (kargo kapasitesi-m³) olmak üzere kriterleri, satırları ise uçak alternatiflerini belirtmektedir. Uçak alternatiflerinin satırlarında yer alan değerler her bir uçak alternatifinin kriterler bazında aldığı değerleri göstermektedir. Kriter yönü ise kriterlerin maliyet veya fayda yönlü olduğunu belirtmektedir. Maliyet yönlü kriterlerin düşük değerlere, fayda yönlü kriterlerin ise yüksek değerlere sahip olması istenmektedir.

2. Adım: Ortalama Çözümlü Karar Matrisinin Oluşturulması

EDAS yönteminin 2. adımında her bir kriterin ortalaması (AV) hesaplanır. Eşitlik 3.4 ve Eşitlik 3.5 yardımı ile AV değerleri bulunur. AV değerleri, kriter değerlerinin toplamı alternatif sayısına bölünerek elde edilir. Bu işlem her bir kriter için gerçekleştirilir. Elde edilen ortalama çözümlü karar matrisi Tablo 4.18’de yer almaktadır.

Tablo 4. 18. Dar gövde yolcu uçakları için ortalama çözümlü karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	101,5	26730	160	6850	75500	32
A320 neo	110,6	26730	194	6300	79000	44
A321 neo	129,5	32940	244	7400	97000	59
B737 MAX 7	99,7	20730	172	7130	80285	32,3
B737 MAX 8	121,6	20730	210	6570	82644	43,6
B737 MAX 9	128,9	20730	220	6570	88314	51,3
B737 MAX 10	134,9	20730	230	6110	89765	55,5
AV	118,10	24188,57	204,29	6704,29	84644	45,39

Hesaplama sonucu elde edilen AV değerleri satın alma maliyeti için 118,10 m\$, yakıt kapasitesi için 24188,57 lt, koltuk kapasitesi için 204,29 adet, menzil için 6704,29 km, maksimum kalkış ağırlığı için 84644 kg, kargo kapasitesi için 45,39 m³ olarak bulunmuştur.

3. Adım: Ortalamadan Pozitif (PDA) ve Negatif Uzaklık Matrislerinin (NDA) Oluşturulması

Karar matrisinde alternatiflerin her bir kriter için aldığı değerlerin 2. Adımda hesaplanmış olan AV (ortalama) değerinden pozitif ve negatif uzaklıkları hesaplanır. Fayda yönlü kriterler için Eşitlik 3.8 ve Eşitlik 3.9, maliyet yönlü kriterler için de Eşitlik 3.10 ve Eşitlik 3.11 kullanılarak değerler hesaplanır.

Pozitif uzaklık matrisi (PDA) oluşturulurken kriter fayda yönlü ise öncelikle alternatifin kriterde aldığı değerden kriterin ortalaması (AV) çıkarılır. Eğer çıkan sonuç “0”dan büyük ise bulunan değer kriter ortalamasına (AV) bölünür. Çıkan sonuç “0”dan küçük ise “0” değeri kriter ortalamasına (AV) bölünür. Maliyet yönlü kriterlerde ise kriterin ortalamasından (AV) alternatifin o kriterde aldığı değer çıkartılır. Çıkan sonuç “0”dan büyük ise bulunan değer

kriter ortalamasına (AV) bölünür. Çıkan sonuç “0”dan küçük ise “0” değeri kriter ortalamasına (AV) bölünür. Bütün fayda ve maliyet yönlü kriterler için bu işlemler gerçekleştirilerek ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) oluşturulur. Hesaplamalar sonucu elde edilen PDA matrisi Tablo 4.19’da yer almaktadır.

Tablo 4. 19. Dar gövde yolcu uçakları için ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA)

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	0,14056	0,10507	0	0,02173	0	0
A320 neo	0,06351	0,10507	0	0	0	0
A321 neo	0	0,36180	0,19438	0,10377	0,14598	0,29985
B737 MAX 7	0,15580	0	0	0,06350	0	0
B737 MAX 8	0	0	0,02795	0	0	0
B737 MAX 9	0	0	0,07690	0	0,04336	0,13020
B737 MAX 10	0	0	0,12585	0	0,06050	0,22274

Negatif uzaklık matrisi (NDA) oluşturulurken kriter fayda yönlü ise öncelikle kriterin ortalamasından (AV) alternatifin kriterde aldığı değer çıkarılır. Eğer çıkan sonuç “0” dan büyük ise bulunan değer kriter ortalamasına (AV) bölünür. Çıkan sonuç “0”dan küçük ise “0” değeri kriter ortalamasına (AV) bölünür. Maliyet yönlü kriterlerde ise alternatifin kriterde aldığı değerden kriterin ortalaması (AV) çıkarılır. Çıkan sonuç “0”dan büyük ise bulunan değer kriter ortalamasına (AV) bölünür. Çıkan sonuç “0”dan küçük ise “0” değeri kriter ortalamasına (AV) bölünür. Bütün fayda ve maliyet yönlü kriterler için bu işlemler gerçekleştirilerek ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA) oluşturulur. Hesaplamalar sonucu elde edilen NDA matrisi Tablo 4.20’de yer almaktadır.

Tablo 4. 20. Dar gövde yolcu uçakları için ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA)

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	0	0	0,21680	0	0,10803	0,29500
A320 neo	0	0	0,05037	0,06030	0,06668	0,03062
A321 neo	0,09653	0	0	0	0	0
B737 MAX 7	0	0,14298	0,15806	0	0,05150	0,28839
B737 MAX 8	0,02964	0,14298	0	0,02003	0,02363	0,03944
B737 MAX 9	0,09145	0,14298	0	0,02003	0	0
B737 MAX 10	0,14225	0,14298	0	0,08864	0	0

4. Adım: Ortalamadan Pozitif (PDA) ve Negatif (NDA) Uzaklık Matrislerinin Ağırlıklandırılması

SWARA yöntemi ile elde edilmiş olan kriterlerin ağırlıkları PDA ve NDA matrislerindeki değerlerle çarpılarak ağırlıklandırılmış PDA ve NDA matrisleri elde edilmiştir. Elde edilen matrisler Tablo 4.21 ve Tablo 4.22’de gösterilmektedir.

Tablo 4. 21. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A319 neo	0,02699	0,01734	0	0,00328	0	0
A320 neo	0,01219	0,01734	0	0	0	0
A321 neo	0	0,05970	0,03557	0,01567	0,02117	0,04948
B737 MAX 7	0,02991	0	0	0,00959	0	0
B737 MAX 8	0	0	0,00511	0	0	0
B737 MAX 9	0	0	0,01407	0	0,00629	0,02148
B737 MAX 10	0	0	0,02303	0	0,00877	0,03675

Tablo 4. 22. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A319 neo	0	0	0,03967	0	0,01566	0,04868
A320 neo	0	0	0,00922	0,00911	0,00967	0,00505
A321 neo	0,01853	0	0	0	0	0
B737 MAX 7	0	0,02359	0,02892	0	0,00747	0,04758
B737 MAX 8	0,00569	0,02359	0	0,00302	0,00343	0,00651
B737 MAX 9	0,01756	0,02359	0	0,00302	0	0
B737 MAX 10	0,02731	0,02359	0	0,01338	0	0

5. Adım: Ağırlıklı Toplam Pozitif (SP_i) ve Ağırlıklı Toplam Negatif (SN_i) Değerlerinin Belirlenmesi

Her bir alternatif için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisinde yer alan kriter değerlerinin toplamı alınarak bulunan SP_i değerleri ile negatif uzaklık matrisindeki kriter değerlerinin toplamı alınarak bulunan SN_i değerleri Tablo 4.23'te gösterilmektedir.

Tablo 4. 23. Dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin SP_i ve SN_i değerleri

Alternatifler	SP_i	SN_i
A319 neo	0,04761	0,10401
A320 neo	0,02953	0,03305
A321 neo	0,18159	0,01853
B737 MAX 7	0,03950	0,10756
B737 MAX 8	0,00511	0,04224
B737 MAX 9	0,04184	0,04417
B737 MAX 10	0,06855	0,06428

6. Adım: Ağırlıklı Toplam Pozitif (SP_i) ve Ağırlıklı Toplam Negatif (SN_i) Değerlerinin Normalizasyonu

Eşitlik 3.14 yardımı ile Tablo 4.23'te yer alan her alternatifin SP_i değeri tabloda yer alan en yüksek SP_i değerine bölünerek alternatifler için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif değerleri (NSP_i) elde edilir.

Eşitlik 3.15 yardımı ile Tablo 4.23'te yer alan her alternatifin SN_i değerinin tablodaki en yüksek SN_i değerine bölünmesi ile bulunan sonuç 1 değerinden çıkarılarak normalize edilmiş ağırlıklı toplam negatif değerleri (NSN_i) elde edilir.

Hesaplamalar sonucu elde edilen normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri Tablo 4.24.'te gösterilmiştir.

Tablo 4. 24. Dar gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri

Alternatifler	NSP_i	NSN_i
A319 neo	0,26218	0,03300
A320 neo	0,16262	0,69273
A321 neo	1	0,82772
B737 MAX 7	0,21752	0
B737 MAX 8	0,02814	0,60729
B737 MAX 9	0,23041	0,58935
B737 MAX 10	0,37750	0,40238

7. Adım: Alternatiflerin Değerlendirme Skorlarının (AS_i) Hesaplanması ve Nihai Sıralamanın Elde Edilmesi

Eşitlik 3.16 yardımı ile her bir alternatifin NSP_i ve NSN_i değerleri toplanıp ikiye bölünerek alternatiflerin değerlendirme skorları (AS_i) elde edilir ve en yüksek değere sahip olan alternatiften başlayarak sıralama gerçekleştirilir. En yüksek değere sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak değerlendirilir. Değerlendirme skorları ve nihai sıralama Tablo 4.24.'te gösterilmektedir.

Tablo 4. 25. Dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin değerlendirme skorları (AS_i) ve nihai sıralama

Alternatifler	AS_i	Nihai Sıralama
A319 neo	0,14759	6
A320 neo	0,42768	2
A321 neo	0,91386	1
B737 MAX 7	0,10876	7
B737 MAX 8	0,31772	5
B737 MAX 9	0,40988	3
B737 MAX 10	0,38994	4

EDAS yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucu dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin sıralaması A321 neo, A320 neo, B737 MAX 9, B737 MAX 10, B737 MAX 8, A319 neo, B737 MAX 7 şeklinde olmuştur.

4.4.3. Dar gövde yolcu uçakları için COPRAS yönteminin uygulanması

SWARA yöntemi ile ağırlıklar belirlenip EDAS yöntemi ile uçak alternatifleri sıralandıktan sonra COPRAS yöntemi ile de dar gövde uçak alternatifleri sıralanmıştır. COPRAS yöntemine ait işlem adımları kısaca şu şekildedir;

- Karar matrisi oluşturulur
- Normalize edilmiş karar matrisi oluşturulur
- Ağırlıklandırılmış normalize matris oluşturulur
- Ağırlıklandırılmış normalize matriste her bir satırda bulunan fayda (S_i^+) ve maliyet (S_i^-) yönlü kriter değerlerinin ayrı ayrı toplamları alınır
- Alternatiflerin görelî önem değerleri (Q_i) hesaplanır
- En yüksek görelî önem değeri (Q_{max}) bulunur
- Her bir alternatif için performans indeksi (P_i) hesaplanıp sıralama yapılır

Dar gövde yolcu uçağı için uygulanan COPRAS yönteminin işlem adımları ve hesaplamalar aşağıda yer almaktadır;

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

EDAS yöntemi için oluşturulmuş olan ve Tablo 4.17’de yer alan dar gövde yolcu uçakları için karar matrisi COPRAS yöntemi için de aynı verilerle kullanılmıştır.

Karar matrisinin sütunları K1 (satın alma maliyeti-m\$), K2 (yakıt kapasitesi-lt), K3 (maksimum koltuk kapasitesi-adet), K4 (menzil-km), K5 (maksimum kalkış ağırlığı-kg), K6 (kargo kapasitesi-m³) olmak üzere kriterleri, satırları ise uçak alternatiflerini belirtmektedir. Uçak alternatiflerinin satırlarında yer alan değerler her bir uçak alternatifinin kriterler bazında aldığı değerleri göstermektedir. Kriter yönü ise kriterlerin maliyet veya fayda yönlü olduğunu belirtmektedir. Maliyet yönlü kriterlerin düşük değerlere, fayda yönlü kriterlerin ise yüksek değerlere sahip olması istenmektedir.

Tablo 4.17. Dar gövde yolcu uçakları için karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	101,5	26730	160	6850	75500	32
A320 neo	110,6	26730	194	6300	79000	44
A321 neo	129,5	32940	244	7400	97000	59
B737 MAX 7	99,7	20730	172	7130	80285	32,3
B737 MAX 8	121,6	20730	210	6570	82644	43,6
B737 MAX 9	128,9	20730	220	6570	88314	51,3
B737 MAX 10	134,9	20730	230	6110	89765	55,5

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Eşitlik 3.17 yardımı ile her bir alternatifin kriterde aldığı değer kriter değerlerinin toplamına bölünür. Bu işlem her bir alternatif ve her bir kriter değeri için gerçekleştirilerek normalize edilmiş matris oluşturulur. Normalize edilmiş matris Tablo 4.26'da yer almaktadır.

Tablo 4. 26. Dar gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A319 neo	0,12278	0,15787	0,11189	0,14596	0,12742	0,10072
A320 neo	0,13378	0,15787	0,13566	0,13424	0,13333	0,13850
A321 neo	0,15665	0,19454	0,17063	0,15768	0,16371	0,18571
B737 MAX 7	0,12060	0,12243	0,12028	0,15193	0,13550	0,10167
B737 MAX 8	0,14709	0,12243	0,14685	0,14000	0,13948	0,13724
B737 MAX 9	0,15592	0,12243	0,15385	0,14000	0,14905	0,16147
B737 MAX 10	0,16318	0,12243	0,16084	0,13019	0,15150	0,17469

3. Adım: Normalize Edilmiş Matrisin Ağırlıklandırılması

Normalize edilmiş matrisin her bir değeri Eşitlik 3.18 yardımı ile ağırlıklandırılır. Ağırlıklandırma için her bir değer ilgili kriterin ağırlık değeri (w_j) ile çarpılır. Ağırlıklandırma sonucu elde edilen matris Tablo 4.27’de gösterilmiştir.

Tablo 4. 27. Dar gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış normalize matris

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A319 neo	0,02357	0,02605	0,02048	0,02204	0,01848	0,01662
A320 neo	0,02569	0,02605	0,02483	0,02027	0,01933	0,02285
A321 neo	0,03008	0,03210	0,03123	0,02381	0,02374	0,03064
B737 MAX 7	0,02316	0,02020	0,02201	0,02294	0,01965	0,01678
B737 MAX 8	0,02824	0,02020	0,02687	0,02114	0,02022	0,02264
B737 MAX 9	0,02994	0,02020	0,02815	0,02114	0,02161	0,02664
B737 MAX 10	0,03133	0,02020	0,02943	0,01966	0,02197	0,02882

4. Adım: S_i^+ ve S_i^- Değerlerinin Hesaplanması

Eşitlik 3.19 ve Eşitlik 3.20 kullanılarak S_i^+ ve S_i^- değerleri hesaplanır. S_i^+ fayda yönlü kriter değerlerinin toplamını, S_i^- ise maliyet yönlü kriter değerlerinin toplamını ifade etmektedir. S_i^+ değerleri için ağırlıklandırılmış normalize matriste her satırda fayda yönlü kriter değerlerinin toplamı alınır. S_i^- değerleri için de maliyet yönlü kriter değerlerinin toplamı alınır. Elde edilen S_i^+ ve S_i^- değerleri Tablo 4.28'de yer almaktadır.

Tablo 4. 28. Dar gövde yolcu uçakları için S_i^+ ve S_i^- değerleri

Alternatifler	S_i^+	S_i^-
A319 neo	0,10367	0,02357
A320 neo	0,11333	0,02569
A321 neo	0,14152	0,03008
B737 MAX 7	0,10158	0,02316
B737 MAX 8	0,11107	0,02824
B737 MAX 9	0,11774	0,02994
B737 MAX 10	0,12008	0,03133

5. Adım: Alternatiflerin Görelî Önem Değerlerinin (Q_i) Hesaplanması

Alternatiflerin görelî önem değerleri (Q_i) Eşitlik 3.21 yardımı ile hesaplanır. Öncelikle $S_{i\min}^-$ değeri S_i^- değerlerinin toplamı ile çarpılır. Daha sonra bulunan değer, $S_{i\min}^-/S_i^-$ değerlerinin toplamı ile S_i^- değerinin çarpımına bölünür. Elde edilen sonuç ile S_i^+ değeri toplanarak Q_i değeri elde edilir. Her bir alternatif için bu işlemler yapılarak elde edilen görelî önem değerleri (Q_i) Tablo 4.29'da gösterilmiştir.

Tablo 4. 29. Dar gövde yolcu uçakları için görelî önem değeri (Q_i)

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	$S_i^-_{min}$	$S_i^-_{min}/S_i^-$	Q_i
A319 neo	0,10367	0,02357	0,02316	0,98261	0,13518
A320 neo	0,11333	0,02569		0,90152	0,14224
A321 neo	0,14152	0,03008		0,76995	0,16621
B737 MAX 7	0,10158	0,02316		1	0,13365
B737 MAX 8	0,11107	0,02824		0,82011	0,13737
B737 MAX 9	0,11774	0,02994		0,77355	0,14255
B737 MAX 10	0,12008	0,03133		0,73923	0,14379
	S_i^- Toplamı	0,19201	Toplam	5,98697	

6. Adım: Alternatiflerin Performans İndekslerinin (P_i) Hesaplanması ve Nihai Sıralamanın Elde Edilmesi

Her alternatif için performans indeksleri (P_i) Eşitlik 3.23 yardımı ile hesaplanır. Her bir alternatif için bulunmuş olan görelî önem değeri (Q_i) en yüksek görelî önem değeri (Q_{max}) bölünerek alternatiflerin performans indeksleri (P_i) bulunur. Elde edilen P_i değeri ve nihai sıralama Tablo 4.30'da yer almaktadır.

Tablo 4. 30. Dar gövde yolcu uçakları için performans indeksleri (P_i) ve nihai sıralama

Alternatifler	P_i	Sıralama
A319 neo	0,81331	6
A320 neo	0,85578	4
A321 neo	1	1
B737 MAX 7	0,80410	7
B737 MAX 8	0,82648	5
B737 MAX 9	0,85765	3
B737 MAX 10	0,86511	2

COPRAS yöntemi ile yapılan hesaplamalar sonucu dar gövde yolcu uçakları için alternatiflerin sıralaması A321 neo, B737 MAX 10, B737 MAX 9, A320 neo, B737 MAX 8, A319 neo, B737 MAX 7 şeklinde olmuştur.

4.4.4. Geniş gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması

Dar gövde yolcu uçakları için uygulanan EDAS yönteminin işlem adımları geniş gövde yolcu uçaklarına da aynı şekilde uygulanmıştır. Dar gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması başlığında hesaplamalar detaylı olarak anlatıldığından dolayı bu başlıkta hesaplamalara yönelik detaylı anlatımlara yer verilmemiştir.

Geniş gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin işlem adımları ve hesaplamalar aşağıda yer almaktadır;

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Airbus ve Boeing işletmelerinin internet sitelerinden elde edilen verilerle oluşturulan karar matrisi Tablo 4.31'de gösterilmiştir (Airbus, 2021d, 2022e; Boeing, 2021b, 2021c, 2021d).

Tablo 4. 31. Geniş gövde yolcu uçakları için karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	259,9	139090	406	15094	251000	178
A330-900	296,4	139090	440	13334	251000	215
A350-900	317,4	141000	440	15000	280000	223
A350-1000	366,5	159000	480	16100	319000	264
B777-200LR	346,9	145538	317	15843	347452	160,2
B777-300ER	375,5	145538	396	13649	351535	213,8
B787-8 Dreamliner	248,3	101343	359	13530	227930	136,7
B787-9 Dreamliner	292,5	101522	406	14010	254011	172,4
B787-10 Dreamliner	338,4	101522	440	11730	254011	190,3

Karar matrisinin sütunları K1 (satın alma maliyeti-m\$), K2 (yakıt kapasitesi-lt), K3 (maksimum koltuk kapasitesi-adet), K4 (menzil-km), K5 (maksimum kalkış ağırlığı-kg), K6 (kargo kapasitesi-m³) olmak üzere kriterleri, satırları ise uçak alternatiflerini belirtmektedir. Uçak alternatiflerinin satırlarında yer alan değerler her bir uçak alternatifinin kriterler bazında aldığı değerleri göstermektedir. Kriter yönü ise kriterlerin maliyet veya fayda yönlü olduğunu belirtmektedir. Maliyet yönlü kriterlerin düşük değerlere, fayda yönlü kriterlerin ise yüksek değerlere sahip olması istenmektedir.

2. Adım: Ortalama Çözümlü Karar Matrisinin Oluşturulması

Her bir kriterin ortalaması (AV) Eşitlik 3.4 ve Eşitlik 3.5 yardımı ile hesaplanır. Elde edilen ortalama çözümlü karar matrisi Tablo 4.32’de yer almaktadır.

Tablo 4. 32. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalama çözümlü karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	259,9	139090	406	15094	251000	178
A330-900	296,4	139090	440	13334	251000	215
A350-900	317,4	141000	440	15000	280000	223
A350-1000	366,5	159000	480	16100	319000	264
B777-200LR	346,9	145538	317	15843	347452	160,2
B777-300ER	375,5	145538	396	13649	351535	213,8
B787-8 Dreamliner	248,3	101343	359	13530	227930	136,7
B787-9 Dreamliner	292,5	101522	406	14010	254011	172,4
B787-10 Dreamliner	338,4	101522	440	11730	254011	190,3
AV	315,76	130404,78	409,33	14254,44	281771	194,82

Hesaplama sonucu elde edilen AV değerleri satın alma maliyeti için 315,76 m\$, yakıt kapasitesi için 130404,78 lt, koltuk kapasitesi için 409,33 adet, menzil için 14254,44 km, maksimum kalkış ağırlığı için 281771 kg, kargo kapasitesi için 194,82 m³ olarak bulunmuştur.

3. Adım: Ortalamadan Pozitif (PDA) ve Negatif Uzaklık Matrislerinin (NDA) Oluşturulması

Karar matrisinde alternatiflerin her bir kriter için aldığı değerlerin 2. Adımda hesaplanmış olan AV (ortalama) değerinden pozitif ve negatif uzaklıkları hesaplanır. Fayda yönlü kriterler için Eşitlik 3.8 ve Eşitlik 3.9, maliyet yönlü kriterler için de Eşitlik 3.10 ve Eşitlik 3.11 kullanılarak değerler hesaplanır. Ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA) Tablo 4.33’te, ortalama negatıf uzaklık matrisi (NDA) ise Tablo 4.34’te yer almaktadır.

Tablo 4. 33. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalamadan pozitif uzaklık matrisi (PDA)

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	0,17691	0,06660	0	0,05890	0	0
A330-900	0,06131	0,06660	0,07493	0	0	0,10358
A350-900	0	0,08125	0,07493	0,05230	0	0,14465
A350-1000	0	0,21928	0,17265	0,12947	0,13213	0,35510
B777-200LR	0	0,11605	0	0,11144	0,23310	0
B777-300ER	0	0,11605	0	0	0,24759	0,09742
B787-8 Dreamliner	0,21364	0	0	0	0	0
B787-9 Dreamliner	0,07366	0	0	0	0	0
B787-10 Dreamliner	0	0	0,07493	0	0	0

Tablo 4. 34. Geniş gövde yolcu uçakları için ortalamadan negatif uzaklık matrisi (NDA)

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	0	0	0,00814	0	0,10921	0,08634
A330-900	0	0	0	0,06457	0,10921	0
A350-900	0,00519	0	0	0	0,00629	0
A350-1000	0,16069	0	0	0	0	0
B777-200LR	0,09862	0	0,22556	0	0	0,17770
B777-300ER	0,18919	0	0,03257	0,04247	0	0
B787-8 Dreamliner	0	0,22286	0,12296	0,05082	0,19108	0,29833
B787-9 Dreamliner	0	0,22149	0,00814	0,01715	0,09852	0,11508
B787-10 Dreamliner	0,07170	0,22149	0	0,17710	0,09852	0,02320

4. Adım: Ortalamadan Pozitif (PDA) ve Negatif (NDA) Uzaklık Matrislerinin Ağırlıklandırılması

SWARA yöntemi ile elde edilmiş olan kriterlerin ağırlıkları PDA ve NDA matrislerindeki değerlerle çarpılarak elde edilen ağırlıklandırılmış PDA ve NDA matrisleri Tablo 4.35 ve Tablo 4.36'da gösterilmektedir.

Tablo 4. 35. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A330-800	0,03397	0,01099	0	0,00889	0	0
A330-900	0,01177	0,01099	0,01371	0	0	0,01709
A350-900	0	0,01341	0,01371	0,00790	0	0,02387
A350-1000	0	0,03618	0,03159	0,01955	0,01916	0,05859
B777-200LR	0	0,01915	0	0,01683	0,03380	0
B777-300ER	0	0,01915	0	0	0,03590	0,01607
B787-8 Dreamliner	0,04102	0	0	0	0	0
B787-9 Dreamliner	0,01414	0	0	0	0	0
B787-10 Dreamliner	0	0	0,01371	0	0	0

Tablo 4. 36. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış negatif uzaklık matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A330-800	0	0	0,00149	0	0,01584	0,01425
A330-900	0	0	0	0,00975	0,01584	0
A350-900	0,00100	0	0	0	0,00091	0
A350-1000	0,03085	0	0	0	0	0
B777-200LR	0,01894	0	0,04128	0	0	0,02932
B777-300ER	0,03632	0	0,00596	0,00641	0	0
B787-8 Dreamliner	0	0,03677	0,02250	0,00767	0,02771	0,04922
B787-9 Dreamliner	0	0,03655	0,00149	0,00259	0,01429	0,01899
B787-10 Dreamliner	0,01377	0,03655	0	0,02674	0,01429	0,00383

5. Adım: Ağırlıklı Toplam Pozitif (SP_i) ve Ağırlıklı Toplam Negatif (SN_i) Değerlerinin Belirlenmesi

Her bir alternatif için ağırlıklandırılmış pozitif uzaklık matrisinde yer alan kriter değerlerinin toplamı alınarak bulunan SP_i değerleri ile negatif uzaklık matrisindeki kriter değerlerinin toplamı alınarak bulunan SN_i değerleri Tablo 4.37’de gösterilmektedir.

Tablo 4. 37. Geniş gövde yolcu uçakları için alternatiflerin SP_i ve SN_i değerleri

Alternatifler	SP_i	SN_i
A330-800	0,05385	0,03158
A330-900	0,05356	0,02559
A350-900	0,05889	0,00191
A350-1000	0,16507	0,03085
B777-200LR	0,06978	0,08954
B777-300ER	0,07112	0,04869
B787-8 Dreamliner	0,04102	0,14387
B787-9 Dreamliner	0,01414	0,07391
B787-10 Dreamliner	0,01371	0,09518

6. Adım: Ağırlıklı Toplam Pozitif (SP_i) ve Ağırlıklı Toplam Negatif (SN_i) Değerlerinin Normalizasyonu

Eşitlik 3.14 yardımı ile alternatifler için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif değerleri (NSP_i) elde edilir. Eşitlik 3.15 yardımı ile de normalize edilmiş ağırlıklı toplam negatif değerleri (NSN_i) elde edilir. Elde edilen değerler Tablo 4.38’te gösterilmiştir.

Tablo 4. 38. Geniş gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş ağırlıklı toplam pozitif (NSP_i) ve negatif (NSN_i) değerleri

Alternatifler	NSP _i	NSN _i
A330-800	0,32623	0,78050
A330-900	0,32447	0,82213
A350-900	0,35676	0,98672
A350-1000	1	0,78557
B777-200LR	0,42273	0,37763
B777-300ER	0,43085	0,66157
B787-8 Dreamliner	0,24850	0
B787-9 Dreamliner	0,08566	0,48627
B787-10 Dreamliner	0,08306	0,33843

7. Adım: Alternatiflerin Değerlendirme Skorlarının (AS_i) Hesaplanması ve Nihai Sıralamanın Elde Edilmesi

Eşitlik 3.16 yardımı ile her bir alternatifin değerlendirme skoru (AS_i) elde edilir ve en yüksek değere sahip olan alternatiften başlayarak sıralama gerçekleştirilir. En yüksek değere sahip olan alternatif en iyi alternatif olarak değerlendirilir. Değerlendirme skorları ve nihai sıralama Tablo 4.39.'da gösterilmektedir.

Tablo 4. 39. Geniş gövde yolcu uçakları için alternatiflerin değerlendirme skorları (AS_i) ve nihai sıralama

Alternatifler	AS _i	Nihai Sıralama
A330-800	0,55337	4
A330-900	0,57330	3
A350-900	0,67174	2
A350-1000	0,89279	1
B777-200LR	0,40018	6
B777-300ER	0,54621	5
B787-8 Dreamliner	0,12425	9
B787-9 Dreamliner	0,28597	7
B787-10 Dreamliner	0,21075	8

Geniş gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminin uygulanması sonucu elde edilen sıralama A350-1000, A350-900, A330-900, A330-800, B777-300ER, B777-200LR, B787-9 Dreamliner, B787-10 Dreamliner ve B787-8 Dreamliner şeklinde olmuştur.

4.4.5. Geniş gövde yolcu uçakları için COPRAS yönteminin uygulanması

Dar gövde yolcu uçaklarına uygulanan COPRAS yöntemi geniş gövde yolcu uçakları için de aynı şekilde uygulanmıştır. Dar gövde yolcu uçakları için COPRAS yönteminin uygulanması başlığında hesaplamalar detaylı olarak anlatıldığından dolayı bu başlıkta hesaplamalar detaylı olarak anlatılmamıştır.

Geniş gövde yolcu uçakları için uygulanan COPRAS yönteminin işlem adımları ve hesaplamalar aşağıda yer almaktadır;

1. Adım: Karar Matrisinin Oluşturulması

Geniş gövde yolcu uçakları için EDAS yönteminde oluşturulmuş olan ve Tablo 4.31’de yer alan karar matrisi COPRAS yöntemi için de aynı verilerle kullanılmıştır.

Tablo 4.31. Geniş gövde yolcu uçakları için karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	259,9	139090	406	15094	251000	178
A330-900	296,4	139090	440	13334	251000	215
A350-900	317,4	141000	440	15000	280000	223
A350-1000	366,5	159000	480	16100	319000	264
B777-200LR	346,9	145538	317	15843	347452	160,2
B777-300ER	375,5	145538	396	13649	351535	213,8
B787-8 Dreamliner	248,3	101343	359	13530	227930	136,7
B787-9 Dreamliner	292,5	101522	406	14010	254011	172,4
B787-10 Dreamliner	338,4	101522	440	11730	254011	190,3

Karar matrisinin sütunları K1 (satın alma maliyeti-m\$), K2 (yakıt kapasitesi-lt), K3 (maksimum koltuk kapasitesi-adet), K4 (menzil-km), K5 (maksimum kalkış ağırlığı-kg), K6

(kargo kapasitesi-m³) olmak üzere kriterleri, satırları ise uçak alternatiflerini belirtmektedir. Uçak alternatiflerinin satırlarında yer alan değerler her bir uçak alternatifinin kriterler bazında aldığı değerleri göstermektedir. Kriter yönü ise kriterlerin maliyet veya fayda yönlü olduğunu belirtmektedir. Maliyet yönlü kriterlerin düşük değerlere, fayda yönlü kriterlerin ise yüksek değerlere sahip olması istenmektedir.

2. Adım: Normalize Edilmiş Karar Matrisinin Oluşturulması

Karar matrisinde yer alan değerlere Eşitlik 3.17 uygulanarak normalize edilmiş matris oluşturulur. Normalize edilmiş matris Tablo 4.40'da yer almaktadır.

Tablo 4. 40. Geniş gövde yolcu uçakları için normalize edilmiş karar matrisi

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Yönü	Maliyet (-)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)	Fayda (+)
A330-800	0,09146	0,11851	0,11021	0,11766	0,09898	0,10152
A330-900	0,10430	0,11851	0,11944	0,10394	0,09898	0,12262
A350-900	0,11169	0,12014	0,11944	0,11692	0,11041	0,12718
A350-1000	0,12897	0,13548	0,13029	0,12550	0,12579	0,15056
B777-200LR	0,12207	0,12401	0,08605	0,12349	0,13701	0,09137
B777-300ER	0,13213	0,12401	0,10749	0,10639	0,13862	0,12193
B787-8 Dreamliner	0,08737	0,08635	0,09745	0,10546	0,08988	0,07796
B787-9 Dreamliner	0,10293	0,08650	0,11021	0,10921	0,10016	0,09832
B787-10 Dreamliner	0,11908	0,08650	0,11944	0,09143	0,10016	0,10853

3. Adım: Normalize Edilmiş Matrisin Ağırlıklandırılması

Normalize edilmiş matrisin her bir değeri ilgili kriterin ağırlık değeri (w_j) ile çarpılır. Ağırlıklandırma sonucu elde edilen matris Tablo 4.41'de gösterilmiştir.

Tablo 4. 41. Geniş gövde yolcu uçakları için ağırlıklandırılmış normalize matris

Alternatifler	Kriterler					
	K1	K2	K3	K4	K5	K6
Kriter Ağırlıkları	0,192	0,165	0,183	0,151	0,145	0,165
A330-800	0,01756	0,01955	0,02017	0,01777	0,01435	0,01675
A330-900	0,02003	0,01955	0,02186	0,01569	0,01435	0,02023
A350-900	0,02144	0,01982	0,02186	0,01765	0,01601	0,02098
A350-1000	0,02476	0,02235	0,02384	0,01895	0,01824	0,02484
B777-200LR	0,02344	0,02046	0,01575	0,01865	0,01987	0,01508
B777-300ER	0,02537	0,02046	0,01967	0,01606	0,02010	0,02012
B787-8 Dreamliner	0,01678	0,01425	0,01783	0,01592	0,01303	0,01286
B787-9 Dreamliner	0,01976	0,01427	0,02017	0,01649	0,01452	0,01622
B787-10 Dreamliner	0,02286	0,01427	0,02186	0,01381	0,01452	0,01791

4. Adım: S_i^+ ve S_i^- Değerlerinin Hesaplanması

Eşitlik 3.19 ve Eşitlik 3.20 yardımı ile S_i^+ ve S_i^- değerleri hesaplanır. S_i^+ fayda yönlü kriter değerlerinin toplamını, S_i^- ise maliyet yönlü kriter değerlerinin toplamını ifade etmektedir. Elde edilen S_i^+ ve S_i^- değerleri Tablo 4.42'de yer almaktadır.

Tablo 4. 42. Geniş gövde yolcu uçakları için S_i^+ ve S_i^- değerleri

Alternatifler	S_i^+	S_i^-
A330-800	0,08859	0,01756
A330-900	0,09168	0,02003
A350-900	0,09632	0,02144
A350-1000	0,10822	0,02476
B777-200LR	0,08981	0,02344
B777-300ER	0,09641	0,02537
B787-8 Dreamliner	0,07389	0,01678
B787-9 Dreamliner	0,08167	0,01976
B787-10 Dreamliner	0,08237	0,02286

5. Adım: Alternatiflerin Görelî Önem Değerlerinin (Q_i) Hesaplanması

Eşitlik 3.21 yardımı ile alternatiflerin görelî önem değerleri (Q_i) hesaplanır. Her bir alternatif için elde edilen görelî önem değerleri (Q_i) Tablo 4.43'te gösterilmiştir.

Tablo 4. 43. Geniş gövde yolcu uçakları için görelî önem değerleri (Q_i)

Alternatifler	S_i^+	S_i^-	$S_i^- \text{ min}$	$S_i^- \text{ min}/S_i^-$	Q_i
A330-800	0,08859	0,01756	0,01678	0,95558	0,11402
A330-900	0,09168	0,02003		0,83774	0,11398
A350-900	0,09632	0,02144		0,78265	0,11715
A350-1000	0,10822	0,02476		0,67771	0,12626
B777-200LR	0,08981	0,02344		0,71587	0,10886
B777-300ER	0,09641	0,02537		0,66141	0,11401
B787-8 Dreamliner	0,07389	0,01678		1	0,10050
B787-9 Dreamliner	0,08167	0,01976		0,84919	0,10427
B787-10 Dreamliner	0,08237	0,02286		0,73403	0,10191
	S_i^- Toplamı	0,19200	Toplam	7,21418	

6. Adım: Alternatiflerin Performans İndekslerinin (P_i) Hesaplanması ve Nihai Sıralamanın Elde Edilmesi

Eşitlik 3.23 yardımı ile her alternatif için hesaplanmış olan performans indeksleri (P_i) ve nihai sıralama Tablo 4.44'te yer almaktadır.

Tablo 4. 44. Geniş gövde yolcu uçakları için performans indeksleri (P_i) ve nihai sıralama

Alternatifler	P_i	Sıralama
A330-800	0,90306	3
A330-900	0,90274	5
A350-900	0,92785	2
A350-1000	1	1
B777-200LR	0,86219	6
B777-300ER	0,90298	4
B787-8 Dreamliner	0,79598	9
B787-9 Dreamliner	0,82584	7
B787-10 Dreamliner	0,80714	8

COPRAS yönteminin uygulanması sonucu geniş gövde yolcu uçakları için alternatiflerin sıralaması A350-1000, A350-900, A330-800, B777-300ER, A330-900, B777-200LR, B787-9 Dreamliner, B787-10 Dreamliner ve B787-8 Dreamliner şeklinde oluşmuştur.

SONUÇ VE ÖNERİLER

Havayolu işletmeleri için uçuş operasyonları ve uçuşları planlama süreci açısından en uygun filo yapısını oluşturmak stratejik bir öneme sahiptir. Havayolu işletmelerinin kendi operasyonlarına uygun uçak tiplerini doğru bir şekilde seçmeleri onların rekabet avantajı elde etmelerini de sağlamaktadır. Her işletmenin uçak seçim stratejisi farklı olabilmektedir. Bu çalışmada belirlenmiş olan kriterler çerçevesinde çok kriterli karar verme yöntemleri kullanılarak dar gövde ve geniş gövde uçaklar arasından en iyi seçenekler ortaya konmuştur.

Çalışmada havayolu işletmeleri için uçak seçiminde çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA tabanlı EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılarak örnek bir model uygulanması amaçlanmıştır.

Çalışma, geleneksel iş modelini ve topla-dağıt ağ yapısını uygulayan işletmelerin genel olarak tercih ettikleri Airbus ve Boeing işletmelerinin üretmiş olduğu dar gövde ve geniş gövde yolcu uçaklarını kapsamaktadır. Ayrıca kriter ağırlıklarını belirlemek amacı ile uygulanan SWARA anketinde sadece havacılık sektör tecrübesine sahip akademisyenler kapsama dahil edilmiştir.

Kriter ağırlıklarının belirlenmesi için uzman görüşü kapsamında uygulanan SWARA anketinde farklı programlarda görev yapan uzman çeşitliliği amaçlanmış fakat havacılık sektör tecrübesine sahip akademisyen sayısının azlığı nedeni ile amaçlanan çeşitliliğe ulaşılamaması çalışmanın sınırlılığı olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca değişken verilere sahip kriterlere ait verilerin elde edilememesi ve bu kriterlerin kullanılamaması bir diğer sınırlılık olarak ortaya çıkmıştır.

Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA tabanlı EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılarak geleneksel iş modelini ve topla-dağıt ağ yapısını uygulayan işletmelerin tercih ettikleri hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçakları için değerlendirme yapılmıştır. Literatür taraması ve uçak üreten firmaların internet sitelerinde standart olarak yayınladıkları veriler dikkate alınarak uçak alternatiflerini değerlendirmede kullanılmış olan kriterler belirlenmiştir. Buna göre satın alma maliyeti, yakıt kapasitesi, maksimum koltuk kapasitesi, menzil, maksimum kalkış ağırlığı, kargo kapasitesi olmak üzere 6 kriter belirlenmiştir. Uçak alternatifleri, havacılık alanında uluslararası bağımsız değerlendirme kuruluşu olan SKYTRAX'in 2021 yılı için en iyi havayolu işletmelerini belirlemek amacı ile yapmış olduğu değerlendirmede ilk 5 sırada yer alan Qatar Airways, Singapore Airlines, ANA All Nippon Airways, Emirates Airline, Japan Airlines ve Türkiye'de de Türk Hava Yolları ve Pegasus Havayollarının filo yapıları incelenerek belirlenmiştir. Bu işletmelerin filo yapıları genellikle Airbus ve Boeing firmalarının üretmiş oldukları uçaklardan oluşmaktadır. Bu çalışmada da Airbus ve Boeing firmalarının üretmiş olduğu ve yeni nesil olarak adlandırdıkları yakıt tasarrufu sağlayan, gürültü seviyesi az ve yolcu taşıma kapasitesi fazla uçaklar değerlendirmeye alınmıştır. Dar gövde yolcu uçağı alternatifi olarak

A319 neo, A320 neo, A321 neo, B737 max 7, B737 max 8, B737 max 9, B737 max 10 uçakları; geniş gövde yolcu uçağı alternatifi olarak da A330-800, A330-900, A350-900, A350-1000, B777-200LR, B777-300ER, B787-8 Dreamliner, B787-9 Dreamliner, B787-10 Dreamliner uçakları değerlendirmeye alınmıştır.

Çalışmada yöntem olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinden SWARA, EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. Kriter ağırlıklarını belirlemek için SWARA yöntemi, uçak alternatiflerini değerlendirmek için de EDAS ve COPRAS yöntemleri kullanılmıştır. SWARA yönteminde uzman görüşü alarak kriterlerin ağırlıklarını belirlemek amacı ile havacılık sektöründe tecrübe sahibi olan 10 akademisyene SWARA anket formu uygulanmıştır. Uzmanlardan öncelikle kriterleri kendi önceliklerine göre sıralamaları istenmiştir. Daha sonra yapmış oldukları sıralamaya göre her bir kriteri bir sonraki kriterle kıyaslayarak görece önem düzeylerini belirlemeleri istenmiştir. Elde edilen verilere SWARA yöntemi uygulanarak her bir uzman açısından kriter ağırlıkları elde edilmiştir. Her bir kriter için 10 uzmandan elde edilen kriter ağırlıklarının ortalamaları alınarak kriterlerin nihai ağırlıkları elde edilmiştir. Buna göre satın alma maliyeti 0,192 değerini alarak en önemli kriter olarak belirlenmiştir. Satın alma maliyetini sırası ile maksimum koltuk kapasitesi (0,183), yakıt kapasitesi (0,165), kargo kapasitesi (0,165), menzil (0,151), maksimum kalkış ağırlığı (0,145) izlemiştir.

Kriter ağırlıkları belirlendikten sonra uçak alternatiflerini değerlendirmek için EDAS ve COPRAS yöntemleri uygulanmıştır. Her iki yöntemde de dar gövde yolcu uçağı açısından en iyi alternatifin A321 neo olduğu sonucu ortaya çıkmıştır. EDAS yönteminde 2. sırada A320 neo uçağı, 4. sırada da B737 max 10 yer alırken COPRAS yönteminde B737 max 10 uçağı 2. sırada, A320 neo uçağı da 4. sırada yer almaktadır. Bu 2 uçak alternatifinin sıralaması EDAS ve COPRAS yöntemlerinde yer değiştirmektedir. Diğer alternatiflerde ise sıralamada herhangi bir farklılık ortaya çıkmamıştır. Geniş gövde yolcu uçaklarında da dar gövde yolcu uçaklarında olduğu gibi her iki yöntemde ilk sırayı aynı uçaklar almıştır. A330-800, A330-900, B777-300ER uçakları haricinde diğer alternatiflerin sıralaması iki yöntemde de aynı çıkmıştır.

Çalışmada hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçaklarında en iyi alternatif haricindeki sıralamada oluşan küçük değişikliklerin, çok kriterli karar verme yöntemlerindeki matematiksel altyapı farklılıklarından kaynaklandığı düşünülmektedir. Hem dar gövde hem de geniş gövde yolcu uçaklarında genel olarak tüm sıralamanın benzer olması sonuçların tutarlı olduğunu göstermektedir. Geleneksel iş modelini uygulayan havayolu işletmeleri filolarında genel olarak tek bir uçak çeşiti bulundurmamaktadır. Bu işletmeler uçakların doluluk oranlarını artırmak için farklı uçuş noktalarında talebe uygun kapasitedeki uçakları kullanmaktadır. Yani bu işletmeler, uygulanan yöntemler sonucu hem ilk sırada hem de son sırada çıkan uçakları filolarında bulundurabilmektedir. Ayrıca sıralamada yer alan her uçak, kapasitelerinden dolayı birbirinin rakibi olarak görülmemektedir. Örneğin, sektörde genel kanı olarak, ilk sırada bulunan A321 neo uçağının rakibinin B737 max 10 veya B737 max 9

uçakları olduğu görüşü kabul edilmektedir. Bu alışmada Airbus ve Boeing işletmelerinin bütün uçakları değerlendirmeye alınarak hem genel bir sıralama elde edilmiş hem de karar vericilere rakip uçakların bu sıralamadaki yerlerini karşılaştırma imkanı sağlanmıştır. Ayrıca 2 farklı yöntem kullanılarak karar vericilere sonuçları değerlendirme imkanı da sunulmuştur. Bunun yanında havayolu işletmelerinin filo yapıları incelendiğinde daha çok tercih edilen uçakların, yöntemlerde elde edilen sıralamaya uygun olduğu ve bu uçakların ilk sıralarda bulunduğu görülmüştür. Bu bakımdan sektördeki uçak tercihlerinin, çalışmanın sonucunda elde edilen sıralamanın tutarlılığını desteklediği düşünülmektedir.

Gelecek çalışmalarda araştırmacılar önerilmiş olan modeli farklı alternatifler ve kriterlerle tekrar uygulayabilirler. Bunun yanında aynı alternatif ve kriterlere farklı yöntemler de uygulanabilir. Havayolu işletmeleri de üretici firmalardan talep edecekleri bilgilere göre bu kriterleri farklılaştırıp kendi uygulamalarına yönelik bu modeli kullanabilirler. Ayrıca bu modelin havacılık alanında finansal değerlendirme, performans değerlendirmesi, tedarikçi seçimi, personel seçimi, kalite değerlendirme gibi konularda da uygulanabileceği düşünülmektedir. Çalışma sadece teorik olarak değil havacılık sektöründe pratik olarak da kullanılabilir.

KAYNAKLAR

- Abdelghany, A. ve Abdelghany, K. (2019). *Airline Network Planning and Scheduling*. Hoboken: Wiley.
- Acer, A., Genç, T. ve Dinçer, E. (2020). Türkiye’de Faaliyet Gösteren Bireysel Emeklilik Şirketlerinin Performansının ENTROPI ve COPRAS Yöntemi ile Değerlendirilmesi. *İstanbul Gelişim Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 7(1), 153-169. <https://doi.org/10.17336/igusbd.560975>
- Adalı, E. ve Işık, A. (2017). Bir Tedarikçi Seçim Problemi için SWARA ve WASPAS Yöntemlerine Dayanan Karar Verme Yaklaşımı. *International Review of Economics and Management*, 5(4), 56-77. <https://doi.org/10.18825/iremjournal.335408>
- Aghdaie, M. H., Zolfani, S. H. ve 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. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.24.1.2822>
- Aguirregabiria, V. ve Ho, C. (2010). A Dynamic Game of Airline Network Competition: Hub-and-Spoke Networks and Entry Deterrence. *International Journal of Industrial Organization*, 28(4), 377-382. <https://doi.org/10.1016/j.ijindorg.2010.03.003>
- Airbus. (2021a). <https://www.airbus.com/company/history.html>. Erişim tarihi: 08 Eylül 2021.
- Airbus. (2021b). <https://www.airbus.com/company/we-are-airbus.html>. Erişim tarihi: 08 Eylül 2021.
- Airbus. (2021c). <https://www.airbus.com/aircraft.html>. Erişim tarihi: 09 Eylül 2021.
- Airbus. (2021d). <https://www.airbus.com/aircraft/passenger-aircraft.html>. Erişim tarihi: 28 Ekim 2021.
- Airbus. (2022e). <https://www.airbus.com/en/who-we-are/our-history/commercial-aircraft-history/previous-generation-aircraft/a318>. Erişim tarihi: 23 Ocak 2022.
- Akkaya, Y. (2016). Spor Pazarlamasında Ürün Kavramının İncelenmesi. *International Journal of Science Culture and Sport*, 4(3), 821-829. <https://doi.org/10.14486/IntJSCS631>
- Aksoy, Ş., Atılgan, E. ve Akıncı, S. (2003). Airline Services Marketing by Domestic and Foreign Firms: Differences from the Customers’ Viewpoint. *Journal of Air Transport Management*, 9(6), 343-351. [Doi: 10.1016/S0969-6997\(03\)00034-6](https://doi.org/10.1016/S0969-6997(03)00034-6)
- Aksoy, E., Ömürbek, N. ve Karaatlı, M. (2015). AHP Temelli MULTIMOORA ve COPRAS Yöntemi ile Türkiye Kömür İşletmeleri’nin Performans Değerlendirmesi. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 33(4), 1-28. <https://doi.org/10.17065/huiibf.10920>
- Akyurt, İ. Z. ve Yaşlıoğlu, D. (2018). Havacılık Sektöründe Ekip Planlama Yönetimi: Bir Türk Havayolu Örneği. *Journal of Business Research Turk*, 10(1), 424-446. DOI: 10.20491/isarder.2018.388
- Akyurt, İ. Z. ve Kabadayı, N. (2020). Bulanık AHP ve Bulanık Gri İlişkisel Analiz Yöntemleri ile Kargo Uçak Tipi Seçimi: Bir Türk Havayolu Firmasında Uygulama. *Journal of Yasar University*, 15(57), 38-55.

Albayrak, Ö. (2019). *Yenilenebilir Enerji Kaynaklarının Çok Faktörlü Karar Verme Tekniklerinden Bulanık ENTROPI Temelli COPRAS ve MULTIMOORA Teknikleri İle Bölgesel Bazda Değerlendirilmesi*, (Doktora Tezi), Erzurum: Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Albayrak, Ö. (2021). *GRİ Sistem Teorisi Tabanlı Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri ve Uygulama Örnekleri Teori ve Uygulama*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Altinkurt, T., Küçük, O. ve Budak, S. (2015). Ayırt Edici Hizmet Sunumu ile Hizmet Kalitesinin Havayolu İşletme Performansı Üzerine Etkisi: XYZ Havayolu A.Ş. Örneği. *The Journal of Academic Social Science Studies*, 39, 465-489.

Altinkurt, T. ve Merdivenci, F. (2020). AHP Tabanlı EDAS Yöntemleriyle Havayolu İşletmelerinde Hizmet Kalitesinin Değerlendirilmesi. *Aksaray Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 12(4), 49-58.

Ambrose, S. ve Waguespack, B. (2021). *Fundamentals of Airline Marketing*. Abingdon: Routledge.

Atan, M. ve Altan, Ş. (2020). *Örnek Uygulamalarla Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Ankara: Gazi Kitabevi.

Atik, M. (2019). Düşük Maliyet Taşımacılık İş Modelini Benimseyen Havayolu Şirketlerinin Yan Gelir Uygulamalarının Finansal Performansları Üzerindeki Etkileri: Türk Sivil Havacılık Sektöründe Bir Uygulama. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 11(4), 2622-2635. <https://doi.org/10.20491/isarder.2019.763>

Avcı, T. ve Çınaroğlu, E. (2018). AHP Temelli TOPSİS Yaklaşımı İle Havayolu İşletmelerinin Finansal Performans Değerlemesi. *C. Ü. İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi*, 19(1), 316-335.

Ayçin, E. (2018). Veri Tabanlı Yönetim Sistemi Seçiminde SWARA ve COPRAS Yöntemlerinin Bütünleşik Olarak Kullanılması. *Journal of Business in the Digital Age*, 1(2), 51-58.

Aytaç, M. ve Gürsakal, N. (2015). *Karar Verme*. Bursa: Dora Yayınevi.

Bakır, M. Bal, H. T. ve Akan, Ş. (2017). Türk Sivil Havacılık Sektörünün Değerlendirilmesinde Bütünleşik SWOT-AHS Yaklaşımı. *Journal of Aviation*, 1(2), 154-169. <https://doi.org/10.30518/jav.352199>

Bakır, M. (2019). SWARA ve MABAC Yöntemleri ile Havayolu İşletmelerinde eWOM'a Dayalı Memnuniyet Düzeyinin Analizi. *İzmir İktisat Dergisi*, 34(1), 51-66. <https://doi.org/10.24988/ije.2019341787>

Belobaba, P., Odoni, A. ve Barnhart, C. (2009). *The Global Airline Industry*. West Sussex: Wiley Publication.

Bıyık, T. (2020). *Kosgeb Desteği İle İş Kuran Girişimcilerin Karşılaştıkları Problemlerin SWARA Yöntemi İle Önceliklendirilmesi: Aydın İlinde Bir Uygulama*, (Doktora Tezi), Aydın: Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Boeing. (2021a). <https://www.boeing.com/company/general-info/index.page#/overview>. Erişim tarihi: 09 Eylül 2021.

- Boeing. (2021b). <https://www.boeing.com/commercial/#/products-and-services>. Erişim tarihi: 10 Eylül 2021.
- Boeing. (2021c). <https://www.boeing.com/company/about-bca/index.page#/prices>. Erişim tarihi: 27 Ekim 2021.
- Boeing. (2021d). https://www.boeing.com/commercial/airports/plan_manuals.page. Erişim tarihi: 29 Ekim 2021.
- Bruno, G., Esposito, E. ve Genovese, A. (2015). A Model for Aircraft Evaluation to Support Strategic Decisions. *Expert Systems with Applications*, 42(13), 5580-5590. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2015.02.054>
- Budd, L. ve Ison, S. (2017). *Air Transport Management An International Perspective*. New York: Routledge.
- Camilleri, M. A. (2018). *Travel Marketing, Tourism Economics and the Airline Product An Introduction to Theory and Practice*. Cham: Springer International Publishing.
- Can, Ş. ve Arıkan, F. (2014). Bir Savunma Sanayi Firmasında Çok Kriterli Alt Yüklenici Seçim Problemi ve Çözümü. *Gazi Üniversitesi Mühendislik ve Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 29(4), 645-654. <https://doi.org/10.17341/gummfd.51445>
- Canöz, N. (2017). Türkiye'deki Havayolu İşletmelerinin Hizmet Anlayışlarının Belirlenmesine Yönelik Bir Araştırma. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 20(2), 192-205. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.349602>
- Cento, A. (2009). *The Airline Industry Challenges in the 21st Century*. Segrate: Physica-Verlag.
- Chen, F. Y. ve Chang, Y. H. (2005). Examining Airline Service Quality from a Process Perspective. *Journal of Air Transport Management*, 11(2), 79-87. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2004.09.002>
- Chen, C. J., Yang, S. M. ve Chang, S. C. (2014). A Model Integrating Fuzzy AHP with QFD For Assessing Technical Factors in Aviation Safety. *Int. J. Mach. Learn. & Cyber*, 5(5), 761-774.
- Cook, G. N. ve Goodwin, J. (2008). Airline Networks: A Comparison of Hub-and-Spoke and Point-to-Point Systems. *Journal of Aviation/Aerospace Education & Research*, 17(2), 50-60. <https://doi.org/10.15394/jaaer.2008.1443>
- Cook, G. N. ve Billig, B. G. (2017). *Airline Operations and Management*. Abingdon: Routledge.
- Creel, M. ve Farrell, M. (2001). Economies of Scale in the US Airline Industry After Deregulation: a Fourier Series Approximation. *Transportation Research Part E*, 37(5), 321-336. [https://doi.org/10.1016/S1366-5545\(00\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S1366-5545(00)00025-9)
- Çakır, E. (2017). Kriter Ağırlıklarının SWARA-Copeland Yöntemi ile Belirlenmesi: Bir Üretim İşletmesinde Uygulama. *Adnan Menderes Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 4(1), 42-56. <https://doi.org/10.30803/adusobed.309069>

- Çakır, E. ve Karabıyık, B. (2017). Bütünleşik SWARA-COPRAS Yöntemi Kullanarak Bulut Depolama Hizmet Sağlayıcılarının Değerlendirilmesi. *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 10(4), 417-434. <https://doi.org/10.17671/gazibtd.296094>
- Çalışkan, B. (2010). *Havayolu Yönetimi*. İstanbul: İstanbul Üniversitesi Yayınları.
- Çırpın, B. K. ve Kurt, D. (2016). Havayolu Taşımacılığında Hizmet Kalitesi Ölçümü. *Journal of Transportation and Logistics*, 1(1), 83-98. <https://doi.org/10.22532/jtl.237888>
- Çubuk, M. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile İllerin Yatırım Ortamlarının Karşılaştırılması*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Dempsey, P. S. ve Gesell, L. E. (1997). *Airline Management: Strategies for the 21st Century*. Chandler: Coast Aire Publications.
- Deniz, E. ve Bedir, B. (2017). Havacılık Ulaşımında Niş Pazarlama Stratejilerinin Kullanılması: Panjet (Pan Aviation) Örneği. *The Journal of Academic Social Science*, 5(57), 170-191.
- 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(1), 395-411. <http://dx.doi.org/10.11611/yead.483926>
- Devlet Planlama Teşkilatı (DPT). (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ulaştırma Özel İhtisas Komisyonu Raporu Hava Yolu Ulaştırması Alt Komisyonu Raporu. Ankara.
- Dikyol, S. (2007). *Sivil Hava Taşımacılığı Sektöründe Michael Porter'ın Rekabet Stratejisi Faktörlerinin Analizi: Atlasjet ve Pegasus Havayolları Kıyaslaması*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Doganis, R. (2002). *Flying off Course the Economics of International Airlines* (3. Baskı). London ve New York: Routledge.
- Doğan, G. (2020). *SWARA ve WASPAS Metotlarına Dayalı Bir Performans Değerlendirme Modeli*, (Yüksek Lisans Tezi), Adana: Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Dozic, S. ve Kalic, M. (2014). An AHP Approach to Aircraft Selection Process. *Transportation Research Procedia*, 3, 165-174. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2014.10.102>
- Dozic, S. ve Kalic, M. (2015). Comparison of Two MCDM Methodologies in Aircraft Type Selection Problem. *Transportation Research Procedia*, 10, 910-919. <https://doi.org/10.1016/j.trpro.2015.09.044>
- Dresner, M. (2006). Leisure Versus Business Passengers: Similarities, Differences and Implications. *Journal of Air Transport Management*, 12(1), 28-32. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2005.09.006>
- Durmaz, K. İ. ve Gencer, C. (2020). JSMAA Tabanlı Yeni Bir Eklenti: SWARA-JSMAA ve Akrobasi Uçağı Seçimi. *Gazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 35(3), 1487-1498. <https://doi.org/10.17341/gazimmfd.476610>
- Durmaz, V. (1997). *Havacılık Sektöründe Havayolu Hizmetlerinin Pazarlamasında Kalite ve Bir Uygulama*, (Yüksek Lisans Tezi), Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ecer, F. (2018). Third-Party Logistics (3PLs) Provider Selection Via Fuzzy AHP And EDAS Integrated Model. *Technological And Economic Development Of Economy*, 24(2), 615-634. Doi:10.3846/20294913.2016.1213207

Ecer, F. (2020). *Çok Kriterli Karar Verme Geçmişten Günümüze Kapsamlı Bir Yaklaşım*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.

Ekin, E. ve Dinçer, S.E. (2020). Havacılık Sektöründe Yedek Parça Envanter Problemlerine Simülasyon ve Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Hibrit Bir Çözüm Yaklaşımı. *Social Sciences Research Journal*, 9(4), 28-52.

Emhan, A. (2007). Karar Verme Süreci ve Bu Süreçte Bilişim Sistemlerinin Kullanılması. *Elektronik Sosyal Bilimler Dergisi*, 6(21), 212-224.

Erol, Ö.F. (2017). *İdarenin Sivil Havacılık Faaliyetleri*, (Doktora Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Ertuğrul, İ. ve Öztaş, T. (2016). Bireysel Emeklilik Planı Seçiminde Karar Verme Yöntemlerinin Uygulanması: COPRAS ve TOPSIS Örneği. *ÇKÜ Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 7(2), 165-186.

Eski, S. ve Tasus, H. S. (2018). Havaalanlarında Sunulan Yer Hizmetlerinin Avrupa Ekonomisine Etkisi: Türkiye, Almanya ve İngiltere Uygulamaları. *Kastamonu Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 20(1), 56-83. DOI: 10.21180/kuiibf.2018136758

Gerede, E. (2003, Şubat). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Sorunları. *78. Yılda Türk Hava Kurumu ve Türk Havacılığının Geleceği Paneli*, Ankara.

Gerede, E. (2006, Mayıs). Sivil Havacılık Faaliyetlerinin Sınıflandırılması ve Türkiye’de Hava Taşımacılığı Faaliyetlerinin Tanımlanmasına İlişkin Sorunlar. *Kayseri VI. Havacılık Sempozyumu*, Nevşehir.

Gerede, E. (2012). Hava Taşımacılığı. Aras, N. ve Gerede, E. (Ed), *Ulaştırma Sistemleri* (s. 80-105) içinde. Anadolu Üniversitesi Yayınları.

Gerede, E. (2015). *Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Düzenlemeler Teori ve Türkiye Uygulaması*. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.

Görkem, O. ve Yağcı, K. (2016). Hava Yolu Yolcularının Kabiniçi Hizmet Algılarının Değerlendirmesi: Türk Hava Yolları Örneği. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 8(1), 432-447.

Gülsün, B. ve Erkeyman, B. (2018). Lojistikte Taşıma Şekillerinin Belirlenmesi: Bir Kombine Taşımacılık Örneği. *Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi Uygulamalı Bilimler Dergisi*, 2(2), 37-51. <https://doi.org/10.31200/makuubd.443799>

Hirst, M. (2008). *The Air Transport System*. Cambridge: Woodhead Publishing Limited.

Holloway, S. (2008). *Straight and Level Practical Airline Economics* (3. Baskı). Hampshire: Ashgate.

ICAO, (2013). *Reference Manual on the ICAO Statistics Programme Doc 9060/5* (5. Baskı). Montreal: International Civil Aviation Organization.

- İlgin, M. A. (2019). Aircraft Selection Using Linear Physical Programming. *Journal of Aeronautics and Space Technologies*, 12(2), 121-128.
- İşık, Y. (2016). Hava Taşımacılığı Unsurları. Yılmaz, A. (Ed), *Hava Taşımacılığı* (s. 74-93) içinde. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- İnan, T.T. (2017). Hizmet ve Konfor Parametrelerine İlişkin En İyi Havayolunun Seçimi Örnek AHP Uygulaması. *Akademik Sosyal Araştırmalar Dergisi*, (56), 425-439.
- İnan, T.T. (2018). Chicago Konvansiyonu Doğrultusunda Gelişen Sivil Havacılık Sektöründe Havayollarında Uygulanan Filo Planlama Stratejileri. *Kapadokya Akademik Bakış*, 2(2), 167-177.
- Janic, M. (2021). *System Analysis and Modelling in Air Transport Demand, Capacity, Quality of Services, Economics, and Sustainability*. Boca Raton: CRC Press.
- Kahraman, C., Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Onar, S. C., Yazdani, M. ve Oztaysi, B. (2017). Intuitionistic Fuzzy EDAS Method: An Application to Solid Waste Disposal Site Selection. *Journal of Environmental Engineering and Landscape Management*, 25(01), 1-12. <https://doi.org/10.3846/16486897.2017.1281139>
- Karaatlı, M., Ömürbek, N., Budak, İ. ve Dağ, O. (2015). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Yaşanabilir İllerin Sıralanması. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (33), 215-228.
- Karabasevic, D., Stanujkic, D., Urosevic, S. ve Maksimovic, M. (2016). An Approach to Personnel Selection Based on SWARA and WASPAS Methods. *Journal of Economics, Management and Informatics*, 7(1), 1-11. <https://doi.org/10.5937/bizinfo1601001K>
- Kersulienė, V., Zavadskas, E. K. ve 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. <https://doi.org/10.3846/jbem.2010.12>
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Olfat, L. ve Turskis, Z. (2015). Multi-Criteria Inventory Classification Using A New Method Of Evaluation Based On Distance from Average Solution (EDAS). *Informatica*, 26(3), 435-451. <http://dx.doi.org/10.15388/Informatica.2015.57>
- Keshavarz Ghorabae, M., Zavadskas, E. K., Amiri, M. ve Turskis, Z. (2016). Extended EDAS Method for Fuzzy Multi-Criteria Decision-Making: An Application to Supplier Selection. *International Journal Of Computers Communications and Control*, 11(3), 358-371.
- Kıral, E. (2015). Yönetimde Karar ve Etik Karar Verme Sorunsalı. *Adnan Menderes Üniversitesi Eğitim Fakültesi Eğitim Bilimleri Dergisi*, 6(2), 73-89.
- Kıracı, K. ve Bakır, M. (2018). Havaaracı Seçim Problemlerinde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinin Kullanılması ve Bir Uygulama. *Journal of Transportation and Logistics*, 3(1), 13-24. <http://dx.doi.org/10.26650/JTL.2018.03.01.02>
- Kıracı, K. ve Bakır, M. (2018). Application of Commercial Aircraft Selection in Aviation Industry Through Multi-Criteria Decision Making Methods. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(4), 307-332. <https://doi.org/10.18026/cbayarsos.505987>

- Kiracı, K. ve Bakır, M. (2019). Critic Temelli Edas Yöntemi ile Havayolu İşletmelerinde Performans Ölçümü Uygulaması. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, (35), 157-174. <https://doi.org/10.30794/pausbed.421992>
- Kiracı, K. ve Akan, E. (2020). Aircraft Selection by Applying AHP and TOPSIS in Interval Type-2 Fuzzy Sets. *Journal of Air Transport Management*, 89, 1-16. <https://doi.org/10.1016/j.jairtraman.2020.101924>
- Kocakaya, K., Engin, T., Tektaş, M. ve Aydın, U. (2021). Türkiye’de Bölgesel Havayolları için Uçak Tipi Seçimi: Küresel Bulanık AHP-TOPSIS Yöntemlerinin Entegrasyonu. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulama Dergisi*, 4(1), 27-58. <https://doi.org/10.51513/jitsa.903996>
- Kocaoğlu, B., Odabaşoğlu, Ş. ve Özaslan, İ. H. (2021). Türkiye’de Pistonlu Tek Motorlu Uçak Seçiminde Çok Kriterli Karar Verme AHP ve TOPSIS Yöntemlerinin Kullanılması. *Journal of Aviation Research*, 3(2), 243-263. <https://doi.org/10.51785/jar.955683>
- Korul, V. ve Küçükönel, H. (2003). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi. *Ege Academic Review*, 3(1), 24-38.
- Lozano, J. M. S. ve Rodriquez, O. N. (2020). Application of Fuzzy Reference Ideal Method (FRIM) to the Military Advanced Training Aircraft Selection. *Applied Soft Computing Journal*, 88, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.asoc.2020.106061>
- Nolan, J., Ritchie, P. ve Rowcroft, J. (2014). International Mergers and Acquisitions in the Airline Industry, İçinde: *The Economics of International Airline Transport*. Emerald Group Publishing Limited.
- Oum, T. H. ve Zhang, Y. (1997). A Note on Scale Economies in Transport. *Journal of Transport Economics and Policy*, 31(3), 309-315.
- Ömürbek, V., Aksoy, E. ve Akçakanat, Ö. (2017). Bankaların Sürdürülebilirlik Performanslarının ARAS, MOORA ve COPRAS Yöntemleri ile Değerlendirilmesi. *Süleyman Demirel Üniversitesi Vizyoner Dergisi*, 8(9), 14-32. <https://doi.org/10.21076/vizyoner.329346>
- Ömürbek, N. ve Akçakaya, E. (2018). FORBES 2000 Listesinde Yer Alan Havacılık Sektöründeki Şirketlerin ENTROPI, MAUT, COPRAS ve SAW Yöntemleri ile Analizi. *Süleyman Demirel Üniversitesi İİBF Dergisi*, 23(1), 257-278.
- Özbek, A. ve Demirkol, İ. (2018). Lojistik Sektöründe Faaliyet Gösteren İşletmelerin SWARA ve GİA Yöntemleri ile Analizi. *Kırıkkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 8(1), 71-86.
- Özbek, A. ve Engür M. (2018). EDAS Yöntemi ile Lojistik Firma Web Sitelerinin Değerlendirilmesi. *Selçuk Üniversitesi Sosyal Bilimler Meslek Yüksekokulu Dergisi*, 21(2), 417-429. <https://doi.org/10.29249/selcuksbmyd.454013>
- Özbek, A. ve Engür M. (2019). Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleriyle Öğrenci İşleri Otomasyon Seçimi. *Kocatepe İİBF Dergisi*, 21(1), 1-18. <https://doi.org/10.33707/akuiibfd.515581>
- Özbek, A. ve Erol, E. (2016). COPRAS ve MOORA Yöntemlerinin Depo Yeri Seçim Problemine Uygulanması. *Ekonomi, İşletme, Siyaset ve Uluslararası İlişkiler Dergisi*, 2(1), 23-42.

- Özbek, A. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü* (3. Baskı). Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özcan, B., Akman, G., Başlı, H. ve Gündüz, E. B. (2018). Çok Kriterli Karar Vermede AHP ve TOPSIS Yöntemleriyle Uçuş Noktası Seçimi. *Erciyes Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 34(3), 1-13.
- Özcan, T. (2018). Havacılık Endüstrisinde Yeni Destinasyon Seçimi için Hibrit Bir Çok Kriterli Karar Verme Yaklaşımı. *Alphanumeric Journal*, 6(1), 1-12. <http://dx.doi.org/10.17093/alphanumeric.369758>
- Özdağoğlu, A. (2013). İmalat İşletmeleri için Eksantrik Pres Alternatiflerinin COPRAS Yöntemi ile Karşılaştırılması. *Gümüşhane Üniversitesi Sosyal Bilimler Elektronik Dergisi*, 4(8). 1-22.
- Özdemir, Y., Basligil, H. ve Karaca, M. (2011). Aircraft Selection Using Analytic Network Process: A Case for Turkish Airlines. *Proceedings of the World Congress on Engineering (WCE) Vol II*, London, 9-13.
- Pels, E. (2008). Airline Network Competition: Full-Service Airlines, Low-Cost Airlines and Long-Haul Markets. *Research in Transportation Economics*, 24(1), 68-74. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2009.01.009>
- Rubin, R. M. ve Joy, J. N. (2005). Where are the Airlines Headed? Implications of Airline Industry Structure and Change for Consumers. *The Journal of Consumer Affairs*, 39(1), 215-228. <https://doi.org/10.1111/j.1745-6606.2005.00010.x>
- Sağbaş, İ. ve Çelik, E. (2019). Türk Sivil Havayolu Taşımacılığında Regülasyonların Sektöre Etkisi (2003-2017), *Maliye Dergisi*, (176), 152-171.
- Sarıçalı, G. (2018). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemlerinden KEMIRA-M ve COPRAS Yöntemlerinin Mermer İşletmesinde Makine Seçim Sürecine Uygulanması*, (Yüksek Lisans Tezi), Denizli: Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.
- Sarıçalı, G. ve Kundakçı, N. (2016). AHP ve COPRAS Yöntemleri ile Otel Alternatiflerinin Değerlendirilmesi. *International Review of Economics and Management*, 4(1), 45-66.
- Sarılgan, A. E. (2011). Türkiye’de Bölgesel Havayolu Taşımacılığının Geliştirilmesi için Yapılması Gerekenler. *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 11(1), 69-88.
- Sarılgan, A. E. (2016). Havayolu İşletmeciliğine İlişkin Temel Kavramlar. Gerede, E. ve Demirci, A. E. (Ed), *Havayolu Yönetimi* (s. 2-25) içinde. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Schmitt, D. ve Gollnick, V. (2016). *Air Transport System*. New York: Springer.
- Semerçioğlu, H. ve Özkoç, H. H. (2019). Analitik Hiyerarşi Proses ile Desteklenmiş Sosyal Seçim Teorisi: Havayollarında Uçak Seçim Süreci. *Sosyal ve Beşeri Bilimler Araştırmaları Dergisi*, 20(44), 67-91.
- Shaw, S. (2007). *Airline Marketing and Management* (6. Baskı). Aldershot: Ashgate Publishing Company.
- Sherali, H. D., Bish, E. K. ve Zhu, X. (2006). Airline Fleet Assignment Concepts, Models, and Algorithms. *European Journal of Operational Research*, 172(1), 1-30. <https://doi.org/10.1016/j.ejor.2005.01.056>

SHGM. 2021a. <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2063-hava-tasima-isletmeleri>. Erişim tarihi: 27 Temmuz 2021.

SHGM. 2021b. <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2071-havaalani-ve-terminal-isletmeleri>. Erişim tarihi: 02 Ağustos 2021.

SHGM. 2021c. <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-isletmeleri/2064-yetkili-bakim-kuruluslari>. Erişim tarihi: 02 Ağustos 2021.

Singh, J., Sharma, S. K. ve Srivastava, R. (2019). AHP-Entropi Based Priority Assessment of Factors to Reduce Aviation Fuel Consumption, *International Journal of System Assurance Engineering and Management*, 10(2), 212-227.

Skytrax, 2021. <https://www.worldairlineawards.com/worlds-top-10-airlines-2021/> Erişim tarihi: 12 Ocak 2022.

Sönmez, R., Düzgün, A. ve Ön, E. (2019, Ocak). Firmanın İş Modeli Değişiminin Rekabetçiliğine Etkisi: Atlasjet'ten Atlasglobal'e. 27. *Ulusal Yönetim ve Organizasyon Kongresi*, Antalya.

Stevic, Z., Vasiljevic, M., Zavadskas, E. K., Sremac, S. ve Turskis, Z. (2018). Selection of Carpenter Manufacturer Using Fuzzy EDAS Method. *Engineering Economics*, 29(3), 281-290. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.29.3.16818>

Şahin, C. (2019). *Ülkelerin Endüstri 4.0 Düzeylerinin COPRAS Yöntemi İle Analizi: G-20 Ülkeleri ve Türkiye*, (Yüksek Lisans Tezi), Bartın: Bartın Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

Şekerli, E. B. (2021). Avrupa'da Ağ Tipi Havayolu ve Bölgesel Havayolu İşletmeleri Arasındaki Dış Kaynak Kullanım İlişkisinin Hat Özellikleri Temelinde İncelenmesi. *Ömer Halisdemir Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 14(3), 734-749. <https://doi.org/10.25287/ohuibf.738829>

Şengür, F. ve Şengür, Y. (2012). Havayolu İş Modelleri: Kavramsal Bir Analiz, https://www.researchgate.net/profile/Ferhan-Kuyucak-Sengur/publication/309533631_Havayolu_Is_Modelleri_Kavramsal_Bir_Analiz/links/5fad508ca6fdcc9389ab717e/Havayolu-Is-Modelleri-Kavramsal-Bir-Analiz.pdf. Erişim tarihi: 06 Ağustos 2021.

Taşçı, D. ve Yalçınkaya, A. (2015). Havayolu Sektöründe Yeni Bir İş Modeli: Bağlı Düşük Maliyetli Havayolu (Airline Within Airline) Modeli ve Anadolujet Örneği Bağlamında Bir Karşılaştırma. *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi İİBF Dergisi*, 10(2), 177-201.

T.C. Resmi Gazete. (19.10.1983). Türk Sivil Havacılık Kanunu, Sayı: 2920, Başbakanlık Basımevi, Ankara.

Thomas, M. L. (1997). *A Portfolio Management Approach to Strategic Airline Planning*, Berne: Peter Lang. Aktaran, Gerede, E. (2015). *Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Düzenlemeler Teori ve Türkiye Uygulaması*, Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.

Topuk, N. (2020). *Türkiye'de Kargo Şirketi Olarak Faaliyet Gösteren Firmaların Edas ve Moora Yöntemleri ile Değerlendirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.

- Tsai, W. H., Chou, W. C. ve Leu, J. D. (2011). An Effectiveness Evaluation Model for the Web-based Marketing of the Airline Industry. *Expert Systems with Applications*, 38(12), 15499-15516. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2011.06.009>
- Turğay, İ., Dördüncü, H. ve Öz, T. (2014). Havayolu Sektöründe Birleşme ve Satın Almaların Mali Dezavantajlarının Örnek Olay Üzerinden İncelenmesi. *Trakya Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 16(1), 203-224.
- Ulutaş, A. (2017). EDAS Yöntemi Kullanılarak Bir Tekstil Atölyesi için Dikiş Makinesi Seçimi. *İşletme Araştırmaları Dergisi*, 9(2), 169-183.
- Ulutaş, A. (2019). SWARA ve MAIRCA Yöntemleri ile Catering Firması Seçimi. *Business & Management Studies: An International Journal*, 7(4), 1467-1479. <https://doi.org/10.15295/bmij.v7i4.1166>
- Uzgör, M., Şengür, F. ve Bolat, E. (2017). Düşük Maliyetli Havayolu Taşıyıcılarının Sosyal Medya Paylaşımına Dair Bir İçerik Analizi: Southwest, Ryanair ve Pegasus Karşılaştırması. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 6(6), 199-212.
- Vasigh, B., Fleming, K. ve Tacker, T. (2013). *Introduction to Air Transport Economics from Theory to Applications* (2. Baskı). Surrey: Ashgate Publishing Company.
- Veskovic, S., Stevic, Z., Stojic, G., Vasiljevic, M. ve Milinkovic, S. (2018). Evaluation of the Railway Management Model by Using a New Integrated Model Delphi-SWARA-MABAC. *Decision Making: Applications in Management and Engineering*, 1(2), 34-50. <https://doi.org/10.31181/dmame1802034v>
- Wang, T. ve Chang, T. (2007). Application of TOPSIS in Evaluating Initial Training Aircraft Under a Fuzzy Environment. *Expert Systems with Applications*, 33(4), 870-880. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2006.07.003>
- Wang, L., Sun, R. ve Yang, Z. (2009, Aralık). Analysis and Evaluation of Human Factors in Aviation Maintenance Based on Fuzzy And AHP Method. *IEEE International Conference on Industrial Engineering and Engineering Management*, Hong Kong, 876-880.
- Wells, A. T. (1999). *Air Transportation A Management Perspective* (4. Baskı). Belmont: Wadsworth Publishing Company.
- Wensveen, J. G. (2007). *Air Transportation A Management Perspective* (6. Baskı). Aldershot: Ashgate Publishing Company.
- Wensveen, J. G. (2016). *Air Transportation A Management Perspective* (8. Baskı). New York: Routledge.
- Wu, H. Y., Chen, J. K. ve Chen, I. S. (2012). Performans Evaluation of Aircraft Maintenance Staff Using a Fuzzy MCDM Approach. *International Journal of Innovative Computing, Information and Control*, 8(6), 3919-3937.
- Yalçın, Y. (2020). *BİST İletişim Endeksine Kayıtlı Şirketlerin Finansal Performanslarının TOPSIS, MOORA-ORAN ve COPRAS Yöntemleri İle Değerlendirilmesi*, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul: Marmara Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü.

- Yaşar, M. ve Gerede, E. (2018). Türkiye Havayolu İç Hat Şehir Çiftlerindeki Pazar Yapılarının Piyasa Yoğunlaşması Ölçütleri ile Belirlenmesi. *Manisa Celal Bayar Üniversitesi İ.İ.B.F. Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 25(1), 171-197.
- Yazdani, M., Torkayesh, A. E., Gonzalez, E. S. ve Otaghsara, S. K. (2020). Evaluation of Renewable Energy Resources Using Integrated Shannon Entropy-EDAS Model. *Sustainable Operations and Computers*, 1, 35-42. <https://doi.org/10.1016/j.susoc.2020.12.002>
- Yıldırım, B. F. ve Önder, E. (2018). *Operasyonel, Yönetimsel ve Stratejik Problemlerin Çözümünde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri*. Bursa: Dora Yayınevi.
- Yıldız, A. ve Fırat, A. (2017). Havayolu Yolcu Pazarı Bölümlerinin İncelenmesi. *International Journal of Academic Value Studies*, 3(15), 241-260.
- Yıldız, M. ve Mutlu, S. (2020). Sivil Havacılıkta Elektrikli Yer Hizmetleri Teçhizatı Kullanımı Faydalar, Kısıtlar ve Öneriler. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 314-325. <https://doi.org/10.21923/jesd.488631>
- Yılmaz, A. (2016). Hava Taşımacılığının Yapısı. Yılmaz, A. (Ed), *Hava Taşımacılığı* (s. 28-51) içinde. Anadolu Üniversitesi Yayınları.
- Yılmaz, Ö. ve Yakut, E. (2021). *Bulanık ve Klasik Uygulamaları ile Çok Kriterli Karar Verme Teknikleri Bankacılık Sektöründe Finansal Performans Araştırması*. Ankara: Gazi Kitabevi.
- Yurdoğlu, H. ve Kundakcı, N. (2017). SWARA ve WASPAS Yöntemleri ile Sunucu Seçimi. *Balıkesir Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 20(38), 253-269. <https://doi.org/10.31795/baunsobed.645105>
- Zaim, H., Şanal, M., Torlak, N. G. ve Zaim, S. (2009, Haziran). Analysing Business Competition by Using AHP Weighted TOPSIS Method: An Example of Turkish Domestic Aviation Industry. 1. International Symposium on Sustainable Development. Saraybosna, Bosna Hersek.
- Zgodavova, Z., Rozenberg, R. ve Szabo, S. (2018, Ağustos). Analysis of Point-to-Point versus Hub-and-Spoke Airline Networks. *XIII- International Scientific Conference-New Trends in Aviation Development (NTAD)*, 158-163, IEEE.
- Zolfani, S. H. ve Saparauskas, J. (2013). New Application of SWARA Method in Prioritizing Sustainability Assessment Indicators of Energy System. *Engineering Economics*, 24(5), 408-414. <https://doi.org/10.5755/j01.ee.24.5.4526>

