



**HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK
SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ:
TÜRKİYE UYGULAMASI**

Doktora Tezi

Ümmühan Beste YILDIRIM

Eskişehir 2025

**HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN
DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI**

Ümmühan Beste YILDIRIM

DOKTORA TEZİ

**Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı
Danışman: Prof. Dr. Vildan DURMAZ**

**Eskişehir
Eskişehir Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Temmuz 2025**

Bu tez çalışması BAP Komisyonu tarafından kabul edilen 24DRP046 no.lu proje kapsamında desteklenmiştir.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Ümmühan Beste YILDIRIM'ın “HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI” başlıklı çalışması 21/07/2025 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği”nin ilgili maddeleri uyarınca, Havacılık Yönetimi Anabilim dalında Doktora Tezi olarak kabul edilmiştir.

Jüri Üyeleri

Unvan Adı Soyadı

İmza

Üye (Tez Danışmanı)	: Prof. Dr. Vildan DURMAZ
Üye	: Prof. Dr. Nesrin ŞALVARCI TÜRELİ
Üye	: Doç. Dr. Yusuf ŞAHİN
Üye	: Doç. Dr. Mustafa ASLAN
Üye	: Dr. Öğr. Üyesi Emircan ÖZDEMİR

Prof. Dr. Harun BÖCÜK
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Müdürü

21/07/2025

DANIşMAN ONAYI

Danişmanlığını yürüttüğüm Doktora ğrencisi Ümmühan Beste YILDIRIM, “HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN DEğERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI” başlıklı tez çalışmasını tamamlamıştır. Hazırlamış olduğu tez tarafımca incelenmiş ve öğrencinin tez savunma sınavına alınması bilimsel ve etik açıdan uygun görülmüştür.

Tez Danişmanı
Prof. Dr. Vildan DURMAZ

ÖZET

HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ: TÜRKİYE UYGULAMASI

Ümmühan Beste YILDIRIM

Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü, Temmuz 2025

Danışman: Prof. Dr. Vildan DURMAZ

Havacılık sektöründe dijitalleşme; yolcu deneyimi, operasyon yönetimi, güvenlik, altyapı yönetimi gibi birçok alanı etkileyen bir süreçtir. Günümüz havalimanlarında birçok alana etki eden dijitalleşme, aynı zamanda havalimanı operasyonlarının etkin, verimli, hızlı ve güvenli yönetilmesini sağlamaktadır. Dijitalleşme ile operasyonların bütüncül bir şekilde değerlendirildiği dijital olgunluk kavramı önem kazanmaktadır. Bu bağlamda havalimanlarının dijital olgunluklarının bütünsel bir biçimde değerlendirilerek ölçülmesi havalimanı yöneticileri ve paydaşları için gereklilik haline gelmektedir.

Çalışmanın amacı, havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerini değerlendirmeye yönelik çok kriterli karar verme (ÇKKV) çerçevesi geliştirerek Türkiye’de seçilen beş havalimanının bu çerçeve kapsamında analiz edilmesinin sağlanmasıdır. Çalışmada ilk olarak, literatür taraması ve uzman görüşleri doğrultusunda havalimanlarına özgü dijital olgunluk değerlendirme kriterleri belirlenmiştir. Ardından bu kriterlerin önem derecelerinin hesaplanması amacıyla BWM yönteminden faydalanılmıştır. Belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda Türkiye’de faaliyet gösteren beş farklı havalimanının operasyon kontrol merkezi yöneticilerinin görüşleri doğrultusunda dijital olgunluk seviyeleri değerlendirilmiştir. Bu değerlendirme sonucunda her birinin dijital olgunluk seviyesi hesaplanarak GİA, MULTIMOORA ve MABAC yöntemleriyle sıralaması yapılmıştır.

Elde edilen sonuçlara göre, havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi değerlendirme kriterlerinden en iyi kriterin güvenlik, en kötü kriterin kültür olduğu ortaya koyulmuştur. Alt kriterlere bakıldığında ise siber güvenlik sigortası yaptırılmasının ve dijital dönüşümle ilgili bilgilendirme eğitimlerinin alınmasının önemi ortaya çıkmıştır. Son olarak Türkiye’deki havalimanlarının dijitalleşme konusunda bulunduğu konumu belirterek karar vericilere dijital dönüşüm stratejilerinin geliştirilmesinde yol gösterici nitelikte öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Dijital dönüşüm, Dijital olgunluk, Dijital olgunluk seviyesi, Dijital olgunluk modeli, Havalimanı dijital olgunluk seviyesi.

ABSTRACT

ASSESSMENT OF DIGITAL MATURITY LEVELS IN AIRPORTS: APPLICATION IN TÜRKİYE

Ümmühan Beste YILDIRIM

Department of Aviation Management

Eskişehir Technical University, Institute of Graduate Programs, July 2025

Supervisor: Prof. Dr. Vildan DURMAZ

Digitalization in the aviation sector is a process that affects many areas, including passenger experience, operations management, security, and infrastructure management. Digitalization, which affects many areas in today's airports, also ensures that airport operations are managed effectively, efficiently, quickly, and safely. With digitalization, the concept of digital maturity, which involves a comprehensive assessment of operations, is gaining importance. In this context, it has become necessary for airport managers and stakeholders to assess and measure the digital maturity of airports in a holistic manner.

The aim of this study is to develop a multi-criteria decision-making (MCDM) framework for assessing the digital maturity levels of airports and to analyze five selected airports in Turkey within the scope of this framework. First, airport-specific digital maturity assessment criteria were determined based on literature review and expert opinions. Then, the BWM method was used to calculate the levels of these criteria. Based on the determined criteria weights, the digital maturity levels of five different airports operating in Turkey were evaluated according to the opinions of their operations control center managers. As a result of this evaluation, the digital maturity level of each airport was calculated and ranked using the GIA, MULTIMOORA, and MABAC methods.

According to the results obtained, it has been revealed that the best criterion in terms of digital maturity level assessment criteria at airports is security, while the worst criterion is culture. Looking at the sub-criteria, the importance of taking out cyber security insurance and receiving training on digital transformation has emerged. Finally, by highlighting the status of airports in Turkey in terms of digitalization, recommendations were provided to decision-makers to guide the development of digital transformation strategies.

Keywords: Digital transformation, Digital maturity, Digital maturity level, Digital maturity model, Airport digital maturity level.

TEŞEKKÜR

Doktora tezimin tamamlanması sürecinde yardımını, desteğini, akademik bilgi birikimini, anlayışını ve güler yüzünü benden esirgemeyen kıymetli danışman hocam Prof. Dr. Vildan DURMAZ'a her şey için çok teşekkür ederim. Tez izleme komitesinde bulunarak çalışmayı yönlendiren, kıymetli fikirler veren ve yöntemi şekillendirmem hususunda bana çok yardımcı olan Doç. Dr. Yusuf ŞAHİN'e ve Dr. Öğr. Üyesi Emircan ÖZDEMİR'e her şey için çok teşekkür ederim. Tezin savunması aşamasında değerli fikirleriyle bana yardımcı olan ve yaptıkları düzeltmeler ile tezi daha anlamlı hale getiren Prof. Dr. Nesrin ŞALVARCI TÜRELİ'ye ve Doç. Dr. Mustafa ASLAN'a her şey için çok teşekkür ederim.

Tezin ihtiyaç duyduğum tüm aşamalarında bana bir telefon kadar yakın olan, yardımlarını benden esirgemeyen ve manevi olarak da her zaman yanımda olan çalışma arkadaşlarım Dr. Öğr. Üyesi Mükerrrem ÖNLÜ'ye, Öğr. Gör. Dr. Behiç ÇETİN'e, Öğr. Gör. Dr. Bilgehan ÖZKAN'a ve Öğr. Gör. Merve ALTUN'a her şey için çok teşekkür ederim. Tezimin tamamlanması sürecinde beni destekleyen, kayıpları da sevinçleri de benimle yaşayan canım hocam Öğr. Gör. Nazan GÜL'e her şey için çok teşekkür ederim. Uygulama aşamasında sorularımıza cevap veren ve bizi ağırlayan tüm havalımanı yetkililerine her şey için çok teşekkür ederim.

Hayatımın ilk günlerinden itibaren bugünlere kadar beni her anımda yürekten destekleyen, ihtiyaç duyduğumda hep yanımda olan canım annem Sıddıka ÖN'e, canım babam Abdullah ÖN'e ve canım kardeşim Ömer Emre ÖN'e her şey için çok teşekkür ederim. O olmasaydı belki de bu tez olmazdı dediğim, acı tatlı her anımda yanımda olan, elinden gelen her şekilde beni destekleyen, tezimin son okumalarını yaparak tezin daha anlaşılır olmasını da sağlayan canım eşim, hayat arkadaşım Turan YILDIRIM'a ve hayatımı her zamankinden daha anlamlı hale getiren canım kızım Zeynep Derin YILDIRIM'a her şey için çok teşekkür ederim. Eşimin ailesi olduğu kadar benim de ailem olan ve beni bu süreçte destekleyip yüreklendiren kayınvalidem Ayfer YILDIRIM'a, kayınbabam Mustafa YILDIRIM'a, ablamız Gülseren ÖZER'e ve eniştemiz Erol ÖZER'e her şey için çok teşekkür ederim. Tüm geniş ailem, iyi ki hayatımda, her anımda varsınız.

Son olarak bu tezin ortaya çıkmasında, gelişmesinde ve bu noktaya gelmesinde çok büyük emeği olan ancak 21.01.2025 tarihinde kaybettiğimiz eski danışmanım sayın Doç. Dr. Savaş Selahattin ATEŞ'e yalnızca bu tez için değil bana kattığı her şey için çok teşekkür ederim ve tezimi kendisine ithaf ederim. Bazı vedalar çok zor olsa da yolumu aydınlatmaya her zaman devam edeceksiniz canım Savaş Hocam...

Ümmühan Beste YILDIRIM

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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

Ümmühan Beste YILDIRIM

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	ii
DANIŞMAN ONAYI	iii
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR	vi
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ.....	vii
İÇİNDEKİLER	viii
TABLolar DİZİNİ.....	xi
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvi
1. GİRİŞ.....	1
2. HAVALİMANLARINDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİ	3
2.1. Dijital Dönüşüm Süreci	3
2.1.1. Dijital dönüşüm sürecinin boyutları	6
2.1.2. Dijital dönüşüm sürecinin etkileri	7
2.1.2.1. Dijital dönüşüm sürecinin ekonomik etkileri.....	7
2.1.2.2. Dijital dönüşüm sürecinin sosyo-kültürel etkileri.....	9
2.2. Havacılık Sektöründe Dijital Dönüşüm Süreci	11
2.2.1. Havacılık sektöründe dijital dönüşümün boyutları.....	13
2.2.2. Havacılık sektöründe dijital dönüşüm uygulamaları	14
2.2.3. Havacılık sektöründe dijital dönüşümün faydaları ve riskleri.....	18
2.3. Havalimanlarında Dijital Ürünler.....	20
2.3.1. Yolcu deneyimini iyileştirmeye yönelik ürünler	21
2.3.2. Havalimanı operasyonları için geliştirilen ürünler.....	23
2.3.3. Havalimanı güvenliği için geliştirilen ürünler.....	27
2.3.4. Havalimanında altyapı yönetimi için geliştirilen ürünler	31

2.3.5. Havalimanında gelir arttırıcı dijital ürünler.....	33
3. HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ.....	37
3.1. Dijital Olgunluk Kavramı	37
3.1.1. Dijital olgunluk seviyesi.....	39
3.1.2. Dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri ve boyutları.....	47
3.1.3. Dijital olgunluk seviyesi ölçüm modellerinin boyut tekrarı açısından incelenmesi	53
3.2. Havalimanlarında Dijital Olgunluk Kavramı.....	63
3.2.1. Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi	63
3.2.2. Havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri ve boyutları	64
3.2.3. Havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçüm modellerinin boyut tekrarı açısından incelenmesi	66
4. YÖNTEM	68
4.1. Araştırmanın Amacı	68
4.2. Araştırmanın Kapsamı.....	69
4.3. Araştırmanın Süreci.....	70
4.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi.....	71
4.5. Araştırmanın Sınırlılıkları	73
4.6. Veri Toplama Araçları ve Yöntemleri	73
4.6.1. Araştırmanın kriterlerinin belirlenmesi	75
4.6.2. Araştırma kriterlerinin ağırlıklandırılması.....	79
4.6.3. Araştırmadaki havalimanlarının değerlendirilmesi ve sıralanması	80
5. ANALİZLER VE BULGULAR	83
5.1. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması	83
5.1.1. Ana kriter ağırlıklarının hesaplanması.....	83
5.1.2. Alt kriter ağırlıklarının hesaplanması	90
5.2. Havalimanı Seviyelerinin Değerlendirilmesiyle İlgili Analizler	111
5.2.1. GİA yöntemiyle gerçekleştirilen analizler	111
5.2.2. MULTIMOORA yöntemiyle gerçekleştirilen analizler.....	118

5.2.3. MABAC yöntemiyle gerçekleştirilen analizler	126
5.3. Bulguların Yorumlanması.....	135
5.3.1. Ana kriterlere ait bulguların yorumlanması	135
5.3.2. Alt kriterlere ait bulguların yorumlanması.....	141
5.3.3. Havalimanı seviye değerlendirme bulgularının yorumlanması.....	150
6. SONUÇ VE TARTIŞMA	160
KAYNAKÇA.....	169

EKLER

ÖZGEÇMİŞ



TABLÖLAR DİZİNİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 2.1. Havacılık Sektöründe Dijital Dönüşümün Faydaları ve Riskleri	20
Tablo 2.2. Havalimanı Dijital Ürünlerinin Sınıflandırılması	21
Tablo 3.1. Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yerli Çalışmalar	41
Tablo 3.2. Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yabancı Çalışmalar	44
Tablo 3.3. Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları	48
Tablo 3.4. İZKA Modeli İncelemesi	54
Tablo 3.5. TÜBİTAK D3A Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı İncelemesi	55
Tablo 3.6. Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği (KUDOM) İncelemesi.....	57
Tablo 3.7. Dijital Olgunluk Ölçeği İncelemesi	58
Tablo 3.8. Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli (DDOM) İncelemesi.....	59
Tablo 3.9. Literatürde En Çok Tekrar Eden Boyutların Tespit Edilmesi	62
Tablo 3.10. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları	66
Tablo 4.1. Türkiye'deki Havalimanının Karşılaştırmalı İstatistikleri	71
Tablo 4.2. Araştırmada Kullanılan Ana ve Alt Kriterler	77
Tablo 5.1. Karar Vericilerin En İyi ve En Kötü Kriter Seçimleri	84
Tablo 5.2. Uzmanların En İyiden Diğerlerine Göre Kriter Sıralaması	85
Tablo 5.3. Uzmanların En Kötüden Diğerlerine Göre Kriter Sıralaması.....	86
Tablo 5.4. Uzmanların Cevaplarına Ana Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi.....	87
Tablo 5.5. Ana Kriterlerin Önem Ağırlıkları Tablosu	89
Tablo 5.6. Ana Kriter Ağırlıkları Hesaplamasının Tutarlılık Oranları	90
Tablo 5.7. Strateji Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	91
Tablo 5.8. İnsanlar Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	92

Tablo 5.9. Kùltür Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	92
Tablo 5.10. Süreçler Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	93
Tablo 5.11. Teknoloji Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	93
Tablo 5.12. Güvenlik Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	94
Tablo 5.13. Finans Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler.....	95
Tablo 5.14. Strateji Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	96
Tablo 5.15. İnsanlar Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	96
Tablo 5.16. Kùltür Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	97
Tablo 5.17. Süreçler Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	97
Tablo 5.18. Teknoloji Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	98
Tablo 5.19. Güvenlik Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	98
Tablo 5.20. Finans Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları	99
Tablo 5.21. Strateji Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	100
Tablo 5.22. İnsanlar Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	100
Tablo 5.23. Kùltür Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	101
Tablo 5.24. Süreçler Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	101
Tablo 5.25. Teknoloji Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	102
Tablo 5.26. Güvenlik Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	102

Tablo 5.27. Finans Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları	103
Tablo 5.28. Strateji Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	104
Tablo 5.29. İnsanlar Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	105
Tablo 5.30. Kültür Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	105
Tablo 5.31. Süreçler Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları.....	106
Tablo 5.32. Teknoloji Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	107
Tablo 5.33. Güvenlik Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	107
Tablo 5.34. Finans Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları	108
Tablo 5.35. Strateji Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları.....	108
Tablo 5.36. İnsanlar Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları	109
Tablo 5.37. Kültür Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları.....	109
Tablo 5.38. Süreçler Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları.....	110
Tablo 5.39. Teknoloji Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları.....	110
Tablo 5.40. Güvenlik Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları	110
Tablo 5.41. Finans Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları	111
Tablo 5.42. GİA Karar Matrisi.....	112
Tablo 5.43. GİA Referans Serinin Eklendiği Karar Matrisi	113
Tablo 5.44. GİA Normalize Karar Matrisi	114
Tablo 5.45. GİA Mutlak Değer Matrisi	114
Tablo 5.46. Min, Max ve ζ Değerleri	115
Tablo 5.47. Gri İlişki Katsayı Matrisi	115
Tablo 5.48. Eşit Önem Düzeyine Göre GİA Katsayı Matrisi	116
Tablo 5.49. GİA Farklı Kriter Ağırlıkları	117
Tablo 5.50. Farklı Önem Düzeyine göre GİA Katsayı Matrisi.....	117
Tablo 5.51. MULTIMOORA Başlangıç Karar Matrisi	119
Tablo 5.52. MULTIMOORA Normalize Karar Matrisi	120

Tablo 5.53. MOORA-Oran Yaklaşımına göre Sıralama.....	121
Tablo 5.54. MOORA-Önem Katsayısı ile Ağırlıklandırılmış Matris	122
Tablo 5.55. MOORA-Önem Katsayısı Yaklaşımına göre Sıralama	122
Tablo 5.56. MOORA-Referans Noktalara Olan Uzaklıklar.....	123
Tablo 5.57. MOORA-Referans Noktası Yaklaşımına göre Sıralama	124
Tablo 5.58. MOORA-Tam Çarpım Formu Yaklaşımına göre Sıralama.....	125
Tablo 5.59. MABAC-Karar Matrisi.....	127
Tablo 5.60. MABAC Yöntemi x_i +ve x_i – Değerleri	128
Tablo 5.61. MABAC-Normalize Karar Matrisi	128
Tablo 5.62. MABAC-Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi	128
Tablo 5.63. MABAC-Sınır Yakınlık Alanı Matrisi	129
Tablo 5.64. MABAC-Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi.....	130
Tablo 5.65. MABAC-Farklı Kriter Ağırlıklarına göre Sıralama	130
Tablo 5.66. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi	131
Tablo 5.67. Eşit Kriter Ağırlıklarına göre Hesaplanan Sınır Yakınlık Alanı Matrisi	132
Tablo 5.68. MABAC- Eşit Kriter Ağırlıklarına göre Hesaplanan Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi	133
Tablo 5.69. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Hesaplanan Sıralama	133
Tablo 5.70. En İyi ve En Kötü Alt Kriterler ve Kriter Ağırlıkları	149

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 3.1. Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçümünde En Çok Tekrar Eden Boyutlar	62
Şekil 3.2. Havalimanlarının Dijital Olgunluğa Giden Yolculuğu	64
Şekil 3.3. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçümü Boyutları	67
Şekil 4.1. Araştırmanın Süreci.....	70
Şekil 4.2. Araştırmada Kullanılan Ana Kriterler	76
Şekil 5.1. Dijital Olgunluk Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Şekli.....	89
Şekil 5.2. GİA Eşit Önem Düzeyi Sıralaması	116
Şekil 5.3. GİA Farklı Önem Düzeyi Sıralaması	117
Şekil 5.4. MULTIMOORA Yöntemi Akış Şeması	118
Şekil 5.5. MOORA-Oran Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği.....	121
Şekil 5.6. MOORA-Önem Katsayısı Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği	123
Şekil 5.7. MOORA-Referans Noktasına göre Sıralama Grafiği	124
Şekil 5.8. MOORA-Tam Çarpım Formu Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği.....	126
Şekil 5.9. MABAC-Farklı Kriter Ağırlıklarına göre Sıralama Grafiği	131
Şekil 5.10. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Sıralama Grafiği	134
Şekil 5.11. Isı Haritası Grafiği.....	134
Şekil 5.12. GİA Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği.....	150
Şekil 5.13. MULTIMOORA Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği	152
Şekil 5.14. MABAC Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği	153
Şekil 6.1. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Belirleme Ana Kriterlerine ait Ağırlıklar.....	161
Şekil 6.2. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Belirleme Alt Kriterlerine ait Ağırlıklar.....	161
Şekil 6.3. Havalimanları Dijital Olgunluk Seviyeleri.....	164

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A-CDM	: Airport Collaborative Decision Making (Havalimanı İşbirliğine Dayalı Karar Verme)
ACI	: Airports Council International (Uluslararası Havalimanları Konseyi)
ADB	: İzmir Adnan Menderes Havalimanı
AHP	: Analytic Hierarchy Process (Analitik Hiyerarşi Prosesi/süreci)
AOCC	: Airport Operation Control Center (Havalimanı Operasyon Kontrol Merkezi)
APOC	: Airport Operations Control Center (Havalimanı Operasyon Merkezi)
A-SMGS	: Advanced Surface Movement Guidance and Control System (Gelişmiş Yer Hareketleri Rehberlik ve Kontrol Sistemi)
ATC	: Air Traffic Control (Hava Trafik Kontrol)
ATSEP	: Air Traffic Safety Electronics Personnel (Hava Trafik Emniyeti Elektronik Personeli)
AYT	: Antalya Havalimanı
BCG	: Boston Consulting Group (Boston Danışmanlık Grubu)
BWM	: Best Worst Method (En İyi En Kötü Yöntem)
CCTV	: Close Circuit TeleVision (Kapalı Devre Güvenlik Kamera Sistemleri)
COV	: Çukurova Havalimanı
CT	: Computerized Tomography (Bilgisayarlı Tomografi)
CUPPS	: Common Use Passenger Processing Systems (Ortak Kullanımlı Yolcu İşleme Sistemleri)
ÇKKV	: Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri
DAP	: Digital Adoption Platform (Dijital Adaptasyon Platformu)
DCS	: Departure Control System (Kalkış Kontrol Sistemi)
DDOM	: Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli
DHMİ	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi

DLM	: Dalaman Havalimanı
EASA	: European Union Aviation Safety Agency (Avrupa Hava Emniyeti Ajansı)
EDS	: Explosive Detection System (Patlayıcı Tespit Sistemi)
ENISA	: European Union Agency for Cybersecurity (Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı)
GAP	: Gate Assignment Problems (Kapı Tahsis Problemi)
GES	: Güneş Enerji Santrali
GİA	: Gri İlişkisel Analiz Yönetimi
GPS	: Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi)
HVAC	: Heating, Ventilation and Air Conditioning (Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme)
IATA	: International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
ICAO	: International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü)
IFC	: International Finance Corporation- Uluslararası Finans Kurumu
IoT	: Internet of Things (Nesnelerin İnterneti)
ISO	: International Standart of Organization (Uluslararası Standart Organizasyonu)
IST	: İstanbul Havalimanı
IT	: Information Technology (Bilgi Teknolojisi)
IT2F-AHP	: Interval Type-2 Fuzzy AHP (Aralık Tip-2 Bulanık Kural Tabanlı Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi)
IVIF-AHP	: Interval Valued Intuitionistic Fuzzy AHP (Aralık Değerli Sezgisel Bulanık Analitik Hiyerarşi Süreci Yöntemi)
İKY	: İnsan Kaynakları Yönetimi
İZKA	: İzmir Kalkınma Ajansı
KOBİ	: Küçük ve Orta Büyüklükteki İşletmeler
KPI	: Key Performance Indicator (Anahtar /Temel Performans Göstergesi)

KUDOM	: Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği
KVKK	: Kişisel Verilerin Korunması Kanunu
LEED	: Leadership in Energy and Environmental Design (Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik)
MABAC	: Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması)
MADM	: Multi-Attribute Decision Making (Çok Özellikli Karar Verme)
MLAT	: Multi-Lateration (Çoklu Yönlendirme)
MODM	: Multi-Objective Decision Making (Çok Amaçlı Karar Verme)
MIT	: Massachusetts Institute of Technology (Massachusetts Teknoloji Enstitüsü)
OCC	: Operation Control Center (Operasyon Kontrol Merkezi)
OECD	: Organisation for Economic Co-Operation and Development (Ekonomik İş Birliği ve Kalkınma Örgütü)
PFM	: Passenger Flow Management (Yolcu Akış Yönetimi)
RFID	: Radio Frequency Identification (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SITA	: Société Internationale de Télécommunications Aéronautiques (Uluslararası Havacılık Telekomünikasyon Birliği)
SLR	: Systematic Literature Review (Sistematik Literatür Taraması)
SMR	: Surface Movement Radar
WBG	: World Bank Grup (Dünya Bankası Grubu)
WEF	: World Economy Forum (Dünya Ekonomi Forumu)

1. GİRİŞ

Dijital dönüşüm, günümüz dünyasında pek çok sektörü etkileyen önemli bir kavramdır. Dijital dönüşüm kavramı, sektörlerde yalnızca teknolojik bir dönüşümü değil; ayrıca iş yapış biçimleri, müşteri deneyimi, kurum kültürünün dönüşümü, operasyonel süreçlerin dönüşümü gibi birçok alanda etkisini gösteren bir dönüşümü kapsamaktadır. Dolayısıyla bu dönüşümün bütünsel bir biçimde ele alınması gerekmektedir (http-79). İç ve dış dinamikleri sebebiyle havacılık sektöründe hizmet veren işletmeler diğer sektördeki işletmelerden farklılaşsa da dijital dönüşüm ile yenilenme konusunda çağın gereklerine ayak uydurmak ve dijital dönüşüme ayak uydurmak durumundalardır (Meydan, 2023). Havalimanları, havacılık sektörü içerisinde, küresel ulaşım ağlarının kritik düğüm noktaları olarak dijitalleşmenin getirdiği yeniliklere en hızlı uyum sağlaması gereken yapılardan biridir (Türkay ve Artar, 2021). Havalimanlarında gelişen teknolojilerin kullanımı ile operasyonel verimliliğini artırmak, yolcu isteklerini karşılayarak memnuniyetlerini yükseltmek, gelir artışı sağlamak ve rekabet avantajı oluşturmak gibi pek çok fayda elde edilmektedir (Yüksel, Kalan ve Işık, 2022). Dijitalleşme sürecinin faydalarından yararlanıp sürecin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için kurumların dijital olgunluk seviyelerinin doğru biçimde değerlendirilmesi gerekmektedir. Bu değerlendirmenin bütünsel bir biçimde ele alınarak tüm paydaşlar için değer yaratacak biçimde değerlendirilmesi ise ancak dijital olgunluk kavramıyla mümkün hale gelmektedir (http-79).

Dijital olgunluk, bir işletmenin dijital teknolojileri ne ölçüde benimsediği, stratejik hedeflerini dijital uygulamalarıyla nasıl uyumlu hale getirdiği, dijital odaklı inovasyona nasıl yaklaştığı, çalışanlarını dijital teknolojiyle nasıl güçlendirdiği ve dijital dönüşüm yetkinliğini hangi seviyede sürdürdüğü gibi konuları ifade eden kapsamlı bir kavramdır (Gill ve VanBoskirk, 2016). Havalimanları özelinde değerlendirildiğinde bu olgunluk, bilgi teknolojileri altyapısından veri yönetimine süreçlerin ne ölçüde dijitalleştiğinden siber güvenliğe kadar çok boyutlu bir yapıyı içermektedir (ACI, 2021). Havalimanlarının dijital olgunluk seviyeleri ise, sektördeki rekabet avantajını belirleyen kritik bir faktör olarak öne çıkmaktadır. Türkiye'deki havalimanlarının dijital olgunluk düzeylerinin değerlendirilmesi ise, ülkenin havacılık endüstrisinin uluslararası standartlara ulaşması için gereklidir. Tüm bu faktörler değerlendirilerek bu çalışmada, öncelikli olarak dijital dönüşüm ve dijital olgunluk kavramlarıyla ilgili olarak kapsamlı bir literatür taraması yapılmıştır. Çeşitli sektörlerde dijital olgunluk, dijital olgunluk seviyesi ve dijital

olgunluk modelleriyle ilgili çalışmalar yapılmış olsa da havalimanları özelinde bu çalışmaların kısıtlı sayıda olduğu görülmüştür. Bu nedenle çalışmanın amacı, havalimanlarında dijitalleşme sürecinin ölçülebilir bir sistematik içinde değerlendirilmesini sağlamak, karar vericilere dijital dönüşüm yol haritası oluşturma sürecinde bilimsel temelli bir araç sunmak ve Türkiye'deki havalimanlarının mevcut dijital durumu hakkında somut bulgular ortaya koymaktır.

Çalışmada ncelikli olarak havalimanı işletmelerinin dijital olgunluk seviyesini belirlemede kullanılacak kriterler, literatür taraması ve uzman uzlaşması sonucu ortaya koyulmuştur. Ortaya koyulan bu ana ve alt kriterlerin ağırlıklandırılması, çeşitli havalimanlarında aynı pozisyonda görev yapan uzmanlarla görüşülerek ve çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV) yöntemlerinden biri olan BWM kullanılarak yapılmıştır. Ardından, Türkiye'deki beş havalimanı seçilerek belirlenen kriterler çerçevesinde havalimanlarının dijital olgunluk seviyeleri analiz edilmiş ve bu havalimanlarının dijital olgunluk seviyeleri karşılaştırmalı olarak sıralanmıştır. Sıralama işlemi için ise yine ÇKKV yöntemlerinden olan MABAC, MULTIMOORA ve GA yöntemleri kullanılmıştır. Kullanılan yöntemlerin ardından yapılan değerlendirmeler sayesinde, yalnızca havalimanlarının mevcut durum analizi sunulmamakta, aynı zamanda stratejik gelişim alanları da belirlenerek sektöre katkı sağlanması hedeflenmektedir.

2. HAVALİMANLARINDA DİJİTAL DÖNÜŞÜM SÜRECİ

Dijital teknolojilerdeki gelişimin hızlı bir biçimde ilerlemesi ve bu teknolojilerin kurumsal süreçlere entegrasyonunun kaçınılmaz hale gelmesi, işletmelerin dinamik pazar koşullarına adaptasyon yetkinliklerini derinden etkilemektedir. Bu süreç, literatürde sıklıkla “dijital dönüşüm” kavramı çerçevesinde ele alınmaktadır. Dijital dönüşüm süreci, yalnızca yeni teknolojilerin benimsenmesiyle sınırlı kalmayarak, örgütsel stratejilerin, kurumsal kültürün, operasyonel süreçlerin de bütüncül bir şekilde yeniden yapılandırılmasını kapsamaktadır (Güneş vd., 2025). Günümüzde tüm sektörlerde olduğu gibi havalimanlarında da dijital dönüşüm sürecine önem verilmekte, sektörün öncelikleri dikkate alınarak havalimanları dijital altyapılarla yenilenmektedir. Bu bölümde öncelikle dijital dönüşüm süreci açıklanacak, ardından havacılık sektöründe dijital dönüşüm sürecine değinilecek ve son olarak da havalimanlarında dijital dönüşüm sürecine yer verilecektir.

2.1. Dijital Dönüşüm Süreci

Dijital dönüşüm, başlangıcı sanayi devrimine dayanan, günümüzde içeriği ve gelişimi güncellenerek değişmekte olan oldukça kapsamlı ve uzun bir süreçtir. Teknolojik gelişmelerden Sanayi Devrimi dönemi itibariyle söz edilmesi dolayısıyla sürecin başlangıcı bu döneme dayanmaktadır. Sanayi Devriminde toplumsal gelişime fayda sağlayan teknolojik ilerlemeler kapsamında birçok gelişmenin önü açılmıştır. İnsanlık tarihi için o dönemden bugünlere önem arz eden süreçler kendi içerisinde dört aşamada incelenmektedir. Birinci Sanayi Devrimi olarak nitelenen aşamada, buhar makinesi, kömür, çelik ve tekstil sektörü ön plandadır. İkinci Sanayi Devrimi olarak bilinen süreçte ise 19. yüzyılda, elektrik enerjisinin ve petrol, doğalgaz gibi akaryakıt kaynaklarının kullanımı, elektrikli ve benzinli motorların geliştirilmesi, otomobil, uçak vb. araçların bulunması sonucunda yeni bir aşamaya gelinmiştir (Yankın, 2019). Havacılık sektöründe de 1903 yılında ilk motorlu uçuşun gerçekleştirilmesi ile modern havacılığın miladı olarak kabul edilen bir dönem başlamıştır (Yavaş, 2021). Bahsi geçen modern havacılığın miladı olan dönem ikinci sanayi devrimi olarak bilinen sürece denk gelmektedir.

1960’lı yıllardan itibaren bilgisayar teknolojisinin gelişmesi ile özellikle bilgi teknolojilerinin 1990’lı yıllarda ortaya çıkması itibariyle de Üçüncü Sanayi Devrimi dönemine gelinmiştir. Bilişim teknolojileri ile üretim sistemlerinin otomasyonu geliştirilmiştir ve bu sayede dijitalleşme döneminin kapıları aralanmıştır. 2000’li yıllarla

birlikte robot teknolojisinin gelişmesi, yapay zekâ, üç boyutlu yazıcılar, nesnelerin interneti (IoT- Internet of Things), büyük veri analitiği, blok zincir ve bilişim teknolojileri, sürücüsüz arabalar gibi gelişmelerin meydana gelmesiyle birlikte Dördüncü Sanayi Devrimi ya da diğer adıyla Endüstri 4.0 olarak nitelendirilen dönem başlamıştır. Endüstri 4.0 olarak kabul edilen süreç aynı zamanda dijital dönüşüm sürecini de başlatmıştır (Yankın, 2019). Günümüzde dijital dönüşüm, birçok farklı sektörde hem üretim hem de hizmet süreçlerinde iş yapış şekillerini dönüştürerek yeni iş modellerinin ortaya çıkmasına sebep olmaktadır (Schwab, 2017). Dijital dönüşüm süreci artık yalnızca eski uygulamaların dijital teknolojilerle değiştirilmesini ifade etmemekte; aynı zamanda organizasyonların kültürlerini, operasyonlarını, iş yapış biçimlerini ve üretim süreçlerinin neredeyse tamamını köklü bir biçimde değiştiren stratejik bir süreci ifade etmektedir (Vial, 2019).

Mergel vd. göre (2010) dijital dönüşüm çoğunlukla önemli iş iyileştirmelerini kolaylaştırmak için yeni dijital teknolojilerin uygulanması olarak tanımlanır. Müşteri deneyiminin iyileştirilmesine, operasyonların kolaylaştırılmasına ya da yeni iş modellerinin geliştirilmesine yol açar. Dijital dönüşüm; müşterilere, işletmelere ve diğer kilit paydaşlara değer sağlamak için dijital teknolojileri kullanarak kurumsal ihtiyaçların belirlenmesini, yeni süreçlerin tasarlanmasını veya mevcut süreçlerin yeniden tasarlanmasını içerir. Bir işletmenin dijital dönüşümü temel bir organizasyonel değişim gerektirmektedir. BCG (Boston Consulting Group) uzmanlarına göre, dijital dönüşüm, işletmelerin kapsayıcı stratejisini mümkün kılarken değişimi destekleyen bir kültürün aşılmasını da gerektirir (Hemerling vd., 2018). OECD (Organisation for Economic Co-Operation and Development- Ekonomik İş birliği ve Kalkınma Örgütü) tarafından 2024 yılında yapılan tanıma göre dijital dönüşüm, dijitalleşme ve dijitalleşmenin ekonomik ve toplumsal etkilerini ifade etmektedir. Dijital dönüşüm, dijital teknolojilerin ve verilerin etkisiyle bunların mevcut ve yeni faaliyetler üzerinde değişikliklere yol açacak şekilde süreçlerde kullanılmasıdır. Dijital dönüşüm, ülkeler ve sektörler genelinde insanları, firmaları ve hükümetleri etkilemekle birlikte birçok hizmet alanında muazzam fırsatlar yaratmaktadır (http-42). Bloomberg'in (2018) tanımına göre ise dijitalleşme; analogdan dijitale geçme süreci olmasının yanında bir iş modelini değiştirmek, yeni gelir ve değer üreten fırsatlar sağlamak adına dijital teknolojilerden yararlanılması sürecidir. Bu tanımlara göre dijitalleşme ve dijitalleştirme esasen teknolojiyle ilgilidir. Dijital dönüşüm ise işletmelerin genel olarak değişimle daha iyi başa çıkmasını gerektirir. Dijital dönüşüm

sayesinde işletme uçtan uca müşteri odaklı hale geldikçe değişimi temel bir yeterlilik haline getirir. Bu tanımda dijital dönüşüm daha çok müşteriyle ilgilidir (http-72). Schwertner'e göre (2017), dijital dönüşüm kavramı içinde insan unsuruna (dijital dönüşümü gerçekleştiren veya bu süreci başlatan kişi) çok fazla odaklanılmamıştır. Ancak dijital dönüşüm "motive edilmiş çalışan katılımı" gerektirmektedir. Çünkü insan faktörü teknolojinin kendisinden daha önemlidir. Zaouia ve Souissi'ye göre (2020) dijital dönüşüm, işletmeler, işletmelerin paydaşları ve müşterileri arasındaki ilişkilerin yeniden tanımlanmasını kapsayan bir süreçtir. Bu süreçte, işletmeler çok boyutlu bir dönüşüm geçirirken, hizmet ve ürün sunmaya yönelik önceki yaklaşımların gözden geçirilmesi de gerekmektedir.

Dijital dönüşümün işletmenin tüm seviyelerinde sosyal, teknolojik ve yönetsel etkileri olduğu göz önüne alındığında, bütüncül bir bakış açısıyla yönetilmesi gerekmektedir (Verhoef vd., 2021). Buna ek olarak dönüşüm kavramı, yapı ve stratejiler açısından işletmelerde önemli değişikliklerin meydana geleceğini ifade etmektedir (Rocha, 2018). Bu nedenle dijital dönüşüm; aktif olarak tasarlanması, başlatılması ve uygulanması gereken bir benimseme süreci olarak görülebilir. Aynı zamanda dijital dönüşüm, işletmelerin bir araya gelerek değer yaratmasını sağlayan bir yolculuk olarak da görülebilir. İşletmeler, dijital çözümlerle hedeflerine ulaşmak için iç ve dış yeteneklerini geliştirir. Bu yolculukta her kurum kendi vizyonuna ve olgunluğuna göre belirli aşamalardan geçmektedir (Berghaus, 2016). Dijital dönüşüm sürecinin başarısı teknolojiye bağlı olsa da yalnızca bununla sınırlı olmayıp aynı zamanda iş süreçlerini değiştirmek için uygulanan stratejilere de bağlıdır. Farklı sektörlerdeki yöneticiler, dijital dönüşümün işletmeyi marjinal verimlilik iyileştirmeleriyle yetinen bir durumdan temel inovasyon ilkelerini uygulayan ve yıkıcı stratejiler geliştiren bir duruma getirmesi gerektiği konusunda hemfikirdir (http-60). Gelecek dönemlerde ise işletmelerde hali hazırda var olan yapay zekâ, bulut teknolojisi, nesnelerin interneti gibi teknolojik gelişmelerin yanında dijital ikizler ve simülasyon teknolojileri gibi geliştirilmekte olan teknolojilerin kullanımı, işletmelerin karar destek sistemlerinde daha da yaygınlaşacaktır (Tao vd., 2019). Sürdürülebilirlik hedefleriyle uyumlandırılan dijital teknolojiler ise karbon ayak izinin azaltılmasını sağlayarak enerji verimliliğini arttıracak, böylelikle dijitalleşme sayesinde işletmelerin çevresel etkilerini minimize etmelerine olanak sağlayacaktır (EU, 2020).

2.1.1. Dijital dönüşüm sürecinin boyutları

Dijital dönüşüm süreci ile ilgili yukarıda bahsedildiği üzere birçok araştırma yapılmıştır. Dijital dönüşüm sürecinin boyutlarıyla ilgili ise bazen işletmeden işletmeye göre farklılaşan, bazen de benzeşen çalışmalar ortaya koyulmuştur. Aşağıda çalışmalara göre bu boyutlara ayrı ayrı yer verilecektir.

Mappingire vd. göre (2021), günümüzde birçok işletme, dijital dönüşüm olgusunu ciddi biçimde ele almakta ve bu doğrultuda dijital dönüşüm sürecinde kendilerine rehberlik edecek bir dijital dönüşüm stratejisi benimsemektedir. Dijital dönüşüm sürecinin boyutları, müşteri deneyiminin dijitalleştirilmesi, ürün ve hizmetlerin dijitalleştirilmesi, çalışanların çalışma biçimlerinin dijitalleştirilmesi ve iş süreçlerinin dijitalleştirilmesini içermelidir. Bunun yanı sıra, işletmeler dijital dönüşüm sayesinde rekabet etme, yenilik yapma, büyüme ve iş stratejilerini gerçekleştirme maksadıyla dijital teknolojilerden yararlanmalıdır. Akmeşe'ye göre (2020), dijital dönüşüm süreçlerinde işletmelerin başarılı olmasının yolu, dijital dönüşümü iş yönetimlerinin önemli bir parçası olarak kabul etmekten geçmektedir. Bu kabul edişle tasarlanan süreçlerde işletmeler dijital dönüşümün boyutu olarak beş başlığa önem vermektedir: strateji, inovasyon, kullanıcı deneyimi, hizmet sunumu ve güvenlik süreçleri. Verina ve Titko'ya göre (2019), dijital dönüşüm sürecinin üç önemli boyutu bulunmaktadır: teknoloji, yönetim ve insanlar. Westerman vd. göre (2014), dijital dönüşüm süreçlerinin başarılı bir biçimde yürütülebilmesi için üzerinde durulan iki önemli konu vardır: dijital yetkinliklerin olması ve işletmelerde dijital liderlerin bulunması. Ayrıca bu iki önemli konuya sahip olan işletmelerin de dijital dönüşüm boyutlarına sahip olması gerekmektedir. Bu boyutlar da müşteri deneyiminin iyileştirilmesi, operasyonel süreçlerin yapılandırılması, iş modellerinin dijital dönüşümü, dijital vizyon ve liderliğin dijital dönüşümdeki rolüdür. Vial'e göre (2019), dijital dönüşüm süreci sadece işletmenin iç dinamikleriyle değil, dışsal faktörlerle de ilişkilendirilerek bütünsel bir biçimde ele alınmalıdır. Vial'e göre dijital dönüşümün sekiz boyutu bulunmaktadır: çevresel faktörler, kurumsal yapı, dijital teknolojiler, değer yaratma yolları, organizasyonel değişim, stratejik yönelim, iç süreçlerdeki değişim, organizasyonel ve sosyal sonuçlar. Kane vd. göre (2015), dijital dönüşümün boyutları strateji, liderlik, kültür, işgücü ve yetenek gelişiminden oluşmaktadır. Hess vd. göre (2016), dijital dönüşümün dört farklı boyutu bulunmaktadır: iş süreçlerinin dijitalleşmesi, dijital stratejilerin oluşturulması, dijital liderlik ve bilgi teknolojisi konusundaki yetkinlikler.

Yapılan araştırmalar sonucunda gözleendiği üzere farklı araştırmacılar tarafından yapılan çalışmalarda bazen ayrışan bazen de benzer dijital dönüşüm boyutları vardır. Çalışmalarda işletmelerin dijital dönüşümü hususunda öne çıkan boyutlar olarak; stratejik yönelim, liderlik, kültür, teknoloji altyapısı, süreç dijitalleşmesi ve dijital yeteneklerin gelişimi boyutları sayılabilmektedir. Bu durum tekrar göstermektedir ki dijital dönüşüm işletmeler için sadece teknolojik bir yatırım değil, işletmenin çok boyutlu bir biçimde yeniden yapılandırılması sürecidir.

2.1.2. Dijital dönüşüm sürecinin etkileri

Dijital dönüşüm süreci, günümüz dünyasında her alanda etkileri olan küresel bir olgudur. Bu etki bireylerden başlayarak işletmelere, sivil toplum kuruluşlarına, kamu kuruluşlarına kadar geniş bir alana yayılan; güncelleme, takip ve ölçüm gerektiren bir etkidir. Dijital dönüşüm sürecinin etkileri ekonomik, sosyal ve kültürel etkiler olarak üç farklı başlık altında incelenebilir. Aşağıda bu etkiler açıklanacaktır.

2.1.2.1. Dijital dönüşüm sürecinin ekonomik etkileri

Dijital dönüşüm geçmişten bugüne yaşamın çoğu alanını etkiler nitelikte uzun vadeli bir dönüşüm sürecidir. Ekonomik bağlamda değerlendirildiğinde dijital dönüşüm süreci, üretim süreçlerinden başlayarak dış ticaret süreçlerine kadar süregelen oldukça geniş bir etki alanına sahiptir. İşletmelerin verimlilik artışlarına, büyümelerine, gelir elde etmelerine fayda sağlayan dijital dönüşüm süreçleri istihdam süreçlerini de etkilemektedir (Kurt, 2020). Dolayısıyla dijital dönüşümün ekonomik anlamda etkileri hem mikro hem de makro düzeyde hissedilen etkiler olabilmektedir.

Dijital dönüşümün ekonomik etkilerinin başında iş yapış biçimini eskiye nazaran daha verimli hale getirmesi yer almaktadır. İşletmelerde dijital dönüşüm süreçlerinin olgunlaştırılmasıyla uzmanlaşan kişilerin deneyimlerinin artması, bilgi ve birikimlerini bu alanda iyileştirmeleri verimlilik artış nedenlerinin başında gelmektedir. Ekonomiye olan etkisi ise daha geniş bir perspektifle bakıldığında ortaya çıkmaktadır. Sektör içerisinde artan bilgi birikimi ve deneyimler verimliliği yüksek ve sürdürülebilir bir iş yapış biçimi yaratmaktadır. Bu durum da yalnızca çalışılan işletmelere fayda sağlamakla kalmamakta işletmenin iç ve dış tüm paydaşlarını etkilemektedir. Dijitalleşen süreçlerin, kaynakların, iş yapış biçimlerinin paylaşılması ve desteklenmesi sayesinde orta ve uzun

dönemli olarak işletmenin tüm çevresini etkilemekte bu durumda genel hatlarıyla ekonominin büyümesine katkı sağlamaktadır (Pakdemirli, 2019).

İşletmelere hız ve kolaylık sağlayan dijital dönüşüm kavramı ekonomik olarak da işletmelerin rekabette ön plana çıkmalarına olanak sağlamaktadır. Vasıf gerektirmeyen işlerin dijital dönüşümü konusunda ön plana çıkan işletmeler işlerinde verimlilik artışı sağlayarak maliyetlerini azaltmakta, nitelikli iş gücüne yatırım yaparak ulusal ve uluslararası pazarda rekabet gücünü korumaktadır (Çelen, 2024). Dijital dönüşüm süreçlerinin ekonomik anlamdaki diğer etkilerinden biri de yeni iş modelleriyle birlikte pazardaki fırsatları artırmış olmasıdır. Müşterilere kişiselleştirilmiş hizmetler sunan işletmeler, internet, mobil ve çok kanallı iletişim metotlarıyla müşteriler için değer yaratarak farklılaşmakta bu sayede de tercih edilebilirliği artmaktadır. Müşteri beklentilerini doğru bir biçimde algılayarak dijitalleşen, güncellenen ve sonrasında da kaynaklarını tüm bu unsurlara cevap verecek şekilde kullanan işletmeler, dijital dönüşüm süreçlerinde yeni bir iş modelini işletme bünyesine uyarlamaktadır. Geleceğe hazır olmak işletmeler için müşteri beklentilerine hızlı ve güncel bir şekilde cevap vermekle, rekabette ön plana çıkmakla mümkün olacaktır (Uğur ve Ataseven, 2022).

Dijital dönüşümün işgücü üzerindeki etkisi, ekonomiye olan etkileri bağlamında değerlendirilmektedir. Dijital dönüşümün işgücüne olan etkileri hususunda farklı görüşler bulunmaktadır. Görüşlerden bazıları işgücünü olumlu etkileyeceğini savunurken bazıları da olumsuz etkileyeceğini savunmaktadır. İşgücünü olumlu yönde etkileyeceğini savunan kaynakların ortak görüşü şu şekilde özetlenebilir: Kısa vadede işsizliğe neden olabilecek olan dijital dönüşüm süreçleri, orta ve uzun vadede düşünüldüğünde yeni iş fırsatları yaratarak ortaya çıkan kısa vadeli işsizliğin önüne geçecek ve istihdamı artıran bir etki meydana getirecektir (Yeşiltaş ve Artar, 2021). Dijitalleşmenin olumlu etkilerinden bir diğeri de gelişen teknolojilerin iş yaşamında ve çalışma şekillerinde köklü değişimler yaratmış olmasıdır. Çalışanlar artık yer ve zaman ayırt etmeksizin uzaktan çalışabilme fırsatına kavuşurken, işletmeler de tam zamanlı, yarı zamanlı, esnek çalışma gibi kavramlarla farklı kategorilerde çalışanlar istihdam edebilme imkânı bulmuşlardır. Tüm bunlar sonucu istihdamı artıran yukarıdaki uygulamalar ülke ekonomisine destek sağlamaktadır (Yurgiden, 2023). Dijital dönüşüm süreçlerinin işgücünü olumsuz yönde etkileyeceğini savunan kaynakların ortak görüşü özetlenecek olursa; işletmelerde artan otomasyon teknolojilerinin, insana olan ihtiyacı azaltarak istihdamı daraltacağı bu nedenle de işgücünün olumsuz yönde etkileneceği düşünülmektedir. Tüm unsurlardan

ekonomik bağlamda olumlu etkilenmek isteyen işletmelerin de neler yapması gerektiği sorusuna verilen cevap araştırılan kaynaklarda benzer nitelikte olmuştur. Ortak görüş, işletmelerin yenilenen teknolojiyle birlikte kaynaklarını güncellemesi, işgücünün ise kullanılan yeteneklerini geliştirerek hızlı uyum sağlama becerileriyle işletmelerin dijitalleşme süreçlerinde motive olarak var olması gerektiği yönündedir (Yeşiltaş ve Artar, 2021).

Dijital dönüşüm süreci, ekonomik etkiler bağlamında ülkeleri ve küresel ekonomileri de etkilemektedir. Dijital dönüşüm araçlarıyla üretim faktörlerinin artması, dijital platformlarda yapılan satışlarla dağıtım alanlarının geliştirilmesi, dış ticarete sunduğu katkılar düşünüldüğünde ülkelerin büyüme oranları etkilenmekte bu da ülke ekonomisine katkı sağlamaktadır (Yılmaz ve Özen, 2021). Makro düzeyde olan bu ekonomik etki, dijital dönüşüm süreçleri sayesinde ülke ekonomilerinin büyümesinde verimliliğin artışında, yeni istihdam alanlarının yaratılmasında ve dış ticaretin gelişmesinde önemli bir rol üstlenmektedir (Yumuşak ve Özgür, 2007). Dijital ekonomik faaliyetler ile satış, hizmet sunumu, konaklama hizmetleri, ulaşım sektörü, bilgi ve iletişim gibi oldukça geniş bir alana yayılan faaliyet yürütülmekte ve birçok sektör dijitalleşerek ülkelerin iktisadi alanda dijital biçimde dönüşmelerini zorunlu hale getirmektedir (Demirbilek, 2023). Ülkelerin iktisadi alanda ortaya koydukları dijital dönüşüm eğilimleri ticaret ve kalkınma bağlamında düşünüldüğünde ekonomik olarak ülkelere yeni alanlar yaratarak katkı sunmaktadır. Küresel pazarlarda dijital ekonomide daha görünür hale gelinen bir ortamda bağlantılar daha kolay kurulmakta, kârlılık oranları artmakta ve rekabet gücü olarak önemli bir güç ortaya çıkmaktadır (Yıldız ve Ünlü, 2022).

2.1.2.2. Dijital dönüşüm sürecinin sosyo-kültürel etkileri

Dijital dönüşüm süreci, farklı kültürlerin üretimlerinden sosyal etkileşimlerine kadar geniş bir alanda değişim kıvılcımını başlatmıştır. Dijitalleşen dünyada bireyler kimlikleriyle, kültürleriyle, yeni iletişim biçimleriyle dönüşerek dijital dönüşüme ayak uydurma çabası içindedir.

Dijital dönüşüm süreçlerinin sosyal etkilerine bakıldığında internet, mobil teknolojiler, yapay zekâ teknolojileri, sosyal medya platformları gibi giderek artan dijital etkileşimlerle bireyler birçok farklı sosyal alanlarda dijitalleşmenin etkisinde kalmaktadır. Bireylerin yeni bilgilere erişimini kolaylaştırma, küresel olanaklardan

faydalanmasını sağlama, etkileşimlerini arttırma gibi olumlu etkileri bulunan dijitalleşme süreçlerinin aynı zamanda bireyler üzerinde çeşitli olumsuz etkileri de olabilmektedir. Bireyleri psikolojik ve bilişsel açıdan olumsuz şekilde etkileyebilen, zaman zaman yük olabilen dijital dönüşüm süreci, bireylerin stres ve baskı altında hissetmelerine yol açabilmektedir (Dölen ve Sarıkaya Tunalp, 2025). İstanbul Aydın Üniversitesi tarafından gerçekleştirilen ‘Dijital Dönüşüm ve Toplumsal Etkileri’ çalıştay raporunda belirtildiği üzere dijital teknolojiler günümüzde bireylerin birçok farklı alandaki davranış ve tutumlarını değiştirmektedir. Sosyal alan içerisinde bireylerin katılımını, günlük yaşantılarını etkileyen dijital teknolojiler bireylerin tüketim alanındaki tutumlarını, ekonomik davranışlarını da etkilemektedir. Alışverişte satın alma davranışı, kullanılan dijital paralar ile bireylerin tüketim alışkanlıklarını dönüştürürken; eğitim ve öğrenme alanında, bilgiye ulaşma alışkanlıklarında, bilgiyi ararken, verilerini saklarken ve paylaşırken kullandığı platformları da dönüştürmektedir. Sosyal ilişkilerinde mesajlaşırken, iletişim kurarken, paylaşım yapıp etkileşim alırken birçok farklı mecrada dijital araçları kullanan bireyler bu dönüşümden büyük ölçüde etkilenmektedir. Buradaki etkilenme de yalnızca bireysel olarak gerçekleşmemekte toplumsal bir biçimde de etkilenerek dönüşmektedir (İAU, 2018).

Dijital dönüşüm süreçlerinin kültürel etkileri incelendiğinde ise teknolojik araçların kültürel altyapıları etkilediği sonucuyla karşılaşılmaktadır. Dijital dönüşüm süreçleriyle kültürel dönüşümün eğilimi de yükselme ve değişme ivmesi kazanmıştır. Kültürel bağlamda dijital dönüşümle birlikte dünyayı da yeniden ele alma biçimi meydana gelmiştir. Dijital kültürün ortaya çıkmasında teknolojik cihazların (akıllı telefon, tablet, bilgisayar gibi), internetin, sosyal medyanın, yapay zekânın ve yeni dijital tabanlı teknolojilerin de önemli bir etkisi olmuştur. İnsanlar tüm bu teknolojiler aracılığıyla kültürler arası etkileşimlerde bulunabilmekte, sanal topluluklar oluşturabilmekte ve kendilerine geleneksel kültür anlayışından farklı bir ortam oluşturabilmektedir. Bilgiye kolay ulaşma, hızlı bir iletişim ve etkileşim olanakları sunma gibi faydalarının yanında dijital teknolojiler kültürel alanlarda çeşitli olumsuz etkilere de neden olabilmektedir. Dijitalleşmenin olumsuz etkileri arasında kültürel bağımlılık, siber zorbalığa maruz kalma, kişisel verilerde gizlilik ihlalleri gibi etkiler sayılabilmektedir. Sonuç olarak teknolojinin ilerlemesi ve insanların hayatına tesir etmesi ile yeni bir olgu olan dijital kültür kavramı ortaya çıkmıştır. Gün geçtikçe gelişen ve dönüşen dijital teknolojilerle

birlikte dijital kültür kavramı da değişip dönüşmekte, insanların hayatını önemli ölçüde etkilemektedir (Nerse, 2023).

2.2. Havacılık Sektöründe Dijital Dönüşüm Süreci

Tüm işletmelerde dijital teknolojilerin kullanım oranının gün geçtikçe artmasıyla birlikte işletme faaliyetlerinin planlaması, organizasyonu, koordinasyonu ve takip edilmesi gibi süreçlerin dijital uygulamalar üzerinden gerçekleştirilmesini gerekli kılmıştır. İşletmelerde bu nedenle dijitalleşme ve dijital teknolojilere yatırım konuları da artış göstermektedir (Çukur, 2020). Hızla gelişen ve büyüyen sektörlerden biri olan havacılık sektörü de süreçlerini dijital dönüşüme adapte etme konusunda kendisini geliştirmektedir. 20. Yüzyılın ortalarından başlayarak günümüze gelen dijital dönüşüm süreci havacılık alanında havayolu işletmeleri, yer hizmeti işletmeleri, havalimanı işletmeleri gibi havacılığın tüm paydaşlarını etkilemekte ve kapsamlı bir dönüşüme zorlamaktadır (Gollnick, 2020). 1960’larda havacılık sektöründe dijitalleşmenin ilk adımları atılarak otomatik rezervasyon sistemlerin başlangıcı niteliğinde olan SABRE sistemine geçilmiştir. Bu sistem 1960 yılında American Airlines’ın IBM ile geliştirdiği ilk otomatik rezervasyon sistemi olarak bilinmektedir. Sistemin geliştirilmesi adeta havacılık sektörünün dijitalleşme yolculuğundaki ilk adımıdır (Copeland, 1988).

Havacılık sektörü için dijital dönüşüm süreci başlangıçta yönetim zihniyetini, iş süreçlerini ve iş modellerini değiştiren yıkıcı bir güç olarak kabul edilmekte olsa da dijital dönüşüm sürecine hızlı bir biçimde devam edilmiştir. 1990’larda otomatik bagaj sınıflandırma sistemlerinin ortaya çıkmasıyla ve 1994’te ilk e-biletin düzenlenmesiyle dijital dönüşüm ilerlemiştir. (Leather, 2018). 1990’lı yıllarda bu gelişmelere paralel olarak internet üzerinden bilet satışına başlanarak havayolu işletmelerinin zaman içerisinde online satışlarla daha fazla yolcuya ulaşabilme potansiyeli artırılmıştır (Ater ve Orlov, 2015). Dijital dönüşüme 90’lı yıllarda atılan bu adımların devamı gelmiş ve 2000’lerle birlikte e-biletler kâğıt biletler yerine kullanılmaya başlanmış, biniş kartları da mobil olarak kullanılmaya başlanmıştır (Leopold, 2019). İnternetin dağıtım kanalı olarak uçak bileti satışlarında kullanılmasıyla havayolu işletmeleri daha fazla yolcuya ulaşmaya başlamıştır. İlk online satışın başladığı 1997 yılında ABD iç hat uçak biletlerinin yalnızca %0,5’i çevrimiçi olarak satın alınırken, 2007 yılında biletlerin %50 ila %60’ı çevrimiçi olarak satın alınmıştır. Bu da daha fazla yolcunun zaman içerisinde internet üzerinden bilet satın aldığını ve online satışların artırıldığını göstermektedir (Ater ve Orlov, 2015).

Günümüzde akıllı havaalanı, self-servis havaalanı, terminal içi lokasyon bazlı hizmetler ve yönetim süreci görselleştirmesi gibi yöntemlerle havacılıkta dijital dönüşümün yaygın olarak kullanıldığı görülmektedir (Leather, 2018). 2010'ların başında bagaj takibini kolaylaştıracak RFID (Radio Frequency Identification- Radyo Frekansı ile Tanımlama) sistemlerinin kullanımına başlanmıştır. Bu sistem hem bagaj takibini kolaylaştırmakta hem de işletmelerin hizmet kalitesini artırmaktadır ([http-51](#)). Aynı dönemde temassız check-in (uçığa kabul) işlemi başlatılarak kabin içinde yolculara verilecek dijital teknolojilerin yaygınlaştırılmasına yönelik uygulamalar başlatılmıştır (IATA, 2013). 2010- 2015 yılları arasında müşteri deneyimini geliştirmeye yönelik dijital uygulamalara ağırlık verildiği; havacılık işletmelerindeki mobil uygulamalar, yolcu sadakat programlarının dijitalleşmesi, gelişmiş yer operasyonu yönetimi ve güvenlik alanındaki dijital altyapı olanaklarının öne çıktığı görülmektedir (McKenna, 2016).

Günümüze daha yakın dönemlere bakıldığında ise artık havacılık işletmelerinde yapay zekâ, makine öğrenmesi, büyük veri, blok zincir teknolojileri, dijital asistanlar, IoT (Nesnelerin İnterneti), siber güvenlik sistemleri gibi oldukça gelişmiş teknolojilerin kullanımı görülmekte ve dijital teknolojilerin kullanımının gün geçtikçe geliştiği gözlenmektedir (Gollnick, 2020); ([http-12](#)); ([http-52](#)). Dolayısıyla havacılık işletmeleri, dijital teknolojileri operasyonel süreçlerinin hemen her aşamasında etkin bir şekilde kullanmaktadır. Özetlenecek olursa bu süreçler arasında; kaynak yönetimi, akıllı bakım sistemleri, risk yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi, maliyet kontrolü, gelir yönetimi, yük kontrolü ve havalimanı performans yönetimi gibi havacılık işletmeleri açısından kritik alanlar yer almaktadır (Çukur, 2020).

Dijital dönüşüm süreci, havacılıktaki tüm aktörleri etkilemektedir. Sektör tarafından belirlenen standartlara uyum sağlama ihtiyacının zorlamasıyla havacılıktaki tüm piyasa oyuncuları, müşterilere yönelik rekabette kendilerini konumlandırmak için en yeni bilgi teknolojilerini ve dijital araçları kullanmaktadır. Bu bağlamda, havalimanları, havayolları, yer hizmetleri, hava seyrüsefer hizmet sağlayıcıları ve yeni piyasa oyuncuları dijital rekabette farklı şekilde konumlanmaktadır. Bir havalimanını yönetmek kara tarafından hava tarafına kadar havalimanı operasyonlarını desteklemek için çeşitli araçların kullanılmasını gerektirir. Bu, aynı zamanda kaynakların dijital araçlarla en iyi şekilde tahsisi için tüm aktörlerin yakın iş birliğini gerektirdiği anlamına gelmektedir (EUROCONTROL, 2018). Modern havacılık işletmelerinde dijital dönüşümün başarılı olması için kurum genelinde dijital bir kültür geliştirerek yeni bir çalışma ve süreç

yönetme biçimini teşvik etmek önemlidir. Dijital bir kültür; şeffaflığı, karar vermeyi destekleyecek ve tüm piyasa oyuncularının iş birliğini geliştirerek onları deneyimlemeye ve risk almaya teşvik edecektir. Böylece dijital kültür, operasyonların etkinliğini ve gelişimini önemli ölçüde etkileyecek ve önemli bir hedef olarak sürdürülebilir kalkınmayı da içeren toplumsal sorumluluk algısını değiştirecektir. Bu bağlamda yönetim, dijital dönüşümünün tüm ekibin sorumluluğunda olduğunu anlamasını sağlamalıdır. Bu da performansı ve gelişimi teşvik eden bir kurum kültürü yaratacak ve kurum dijital dönüşümü her anlamda destekleyecektir (Zaharia ve Pietreanu, 2018).

2.2.1. Havacılık sektöründe dijital dönüşümün boyutları

Dijital dönüşüm süreci, tüm sektörler için teknolojik yeniliklerin benimsenmesinin yanı sıra organizasyonel yapının, süreçlerin ve kültürün de yeniden şekillendirilmesini gerektiren ve bütünsel olarak ele alınan bir süreçtir (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014). Dijital dönüşüm süreçleri, işletmelerin verimliliklerini etkilerken rekabette ön plana çıkmalarına da yardımcı olmaktadır. Bilgi teknolojilerinin, çalışma alanındaki süreçlerin neredeyse tamamına uygulanmasıyla birlikte, hemen hemen tüm sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Dijital dönüşüm ile insan gücünden daha az faydalanan sektörler aynı zamanda dijitalleşen dünyanın hızını ve kolaylığını da günlük işlerine entegre edebilmektedir (Yüksel, Kalan ve Işık, 2022). Geleneksel iş süreçlerinin dijital teknolojilerle yeniden dönüştürülmesini içeren dijital dönüşüm süreçleri, havacılık sektörünü de etkilemektedir. Havacılık sektöründe dijital dönüşüm, operasyonların verimliliğini artırma, yolcuların deneyiminin iyileştirilmesi, süreçlerin otomasyon sistemleriyle güncellenmesi ve rekabet avantajının elde edilmesi amaçlarıyla kullanılmaktadır. Dijital dönüşümün boyutları havacılık sektöründe kullanılan teknolojilerin etrafında şekillenmekte ve çeşitlenmektedir. Havacılık sektöründe dijital dönüşümün boyutları IATA raporlarına göre (2021), dijital altyapı, teknolojik modernizasyon, dijital ekosistem ve iş birlikleriyle birlikte mümkün olabilmektedir. Dijital dönüşüm süreçlerinin temelini diğer sektörlerde olduğu gibi havacılık sektöründe de teknoloji altyapısı oluşturmaktadır. Güçlü bir altyapıya sahip olmak, havacılık işletmeleri için verileri operasyonel ve güvenli bir biçimde yönetebilmeye sağlamaktadır. IATA raporlarına göre havacılık sektörü açısından önemli diğer boyutlar da dijital ekosistem ve iş birlikleridir. Sektörde tek başına bir dijitalleşme sürecinin başlatılıp devam ettirilebilmesi mümkün değildir. Dolayısıyla dijital ekosistem, dijital dönüşüm

konusunda en önemsenmesi gereken boyutlardandır. Teknoloji sağlayıcılarla ortaklıklar kurulması, kurumlarla yürütülen araştırma geliştirme projeleri gibi dijital ekosistemin inşa edilmesi, stratejik ortaklıklar ve iş birlikleri kurulması oldukça önemlidir (http-12). ICAO raporlarına göre (2022), boyutların başında ise dijital altyapı ile havacılık operasyonlarının optimize edilmesi gelmektedir. Sektörde yeni nesil teknolojilerin kullanımı, verilerin paydaşlarla eş zamanlı olarak paylaşılması, yolcu bilgilendirmeleri gibi amaçlar açısından oldukça önemlidir. Havacılık sektöründe dijital boyutlar açısından kritik öneme sahip bir diğer unsur ise siber güvenlidir. Güvenlik standartlarının korunması aynı zamanda yolcu verilerinin de korunması ve operasyonel bütünlüğün sağlanması açısından siber güvenlik boyutu havacılık sektöründe dijitalleşme süreçleri açısından temel bir gerekliliktir (http-15). SITA raporlarına göre (2023), havacılık işletmelerinde dijital dönüşümün boyutları ele alındığında yolcu deneyiminin dönüştürülmesi başta yer almaktadır. Kullanılan biyometrik geçiş, temassız geçiş sistemleri gibi sistemlerin tamamı yolcu memnuniyetinin artırılması için geliştirilmektedir (http-52).

2.2.2. Havacılık sektöründe dijital dönüşüm uygulamaları

Havacılık sektöründe; havayolu işletmeleri, havalimanları, yer hizmetleri işletmeleri ve destek sağlayıcıları olmak üzere farklı işletmelerde dijital dönüşüm uygulamaları gerçekleştirilmektedir. Sektörde havacılık 4.0 olarak da isimlendirilmekte olan bu süreçte gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamaları sayesinde sürdürülebilir bir gelişim sağlanmaktadır (Karakuş vd., 2022). Aşağıda havacılık sektöründe farklı alanlarda gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamalarından bahsedilecektir.

Havayolu işletmelerinde gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamaları, kullanılan yeni dijital teknolojiler ve geliştirilen dijital uygulamalar, havayolu işletmelerinin temel faaliyet alanlarında değerlendirilmektedir. Dijital dönüşüm kapsamında yapılan yenilikler, havayolu işletmelerine sürdürülebilir bir rekabet avantajı sağlamaktadır. Havayolu işletmelerinde yaygın olarak kullanılan teknolojiler şu şekildedir: blok zincir, artırılmış gerçeklik ve sanal gerçeklik, yapay zekâ, makine öğrenmesi, beacon (işaret) teknolojisi, robotik, biyometri, büyük veri ve analitik, nesnelerin interneti, RFID (Radio Frequency Identification -Radyo Frekansı ile Tanımlama), GPS (Global Positioning System (Küresel Konumlama Sistemi) ile takip, giyilebilir cihazlar, akıllı sensörler. Havacılık sektöründe bu teknolojilerin yaygın kullanımı sektörde genel olarak bir dijital

dönüşüme yol açmaktadır. Bu dönüşüm de havayolu işletmelerinin farklı fonksiyonlarında etkisini göstermektedir. Havayolları yeni teknolojileri, temel faaliyet alanlarında kullanmakta; satış-pazarlama, operasyon yönetimi, kaynak yönetimi, bakım yönetimi, müşteri ilişkileri yönetimi ve iş birliği yönetimi sistemlerine de dijital teknolojileri uyarlamaktadır (Meydan, 2023).

Havayolu işletmeleri temel faaliyet alanlarında dijitalleşme uygulamalarıyla rezervasyon, sadakat programları, havalimanı operasyonları, uçuş operasyonları, destek bilgisi ve ileriye dönük planlamaları kapsamında çalışmalar yürütmektedir. Yaptıkları bu çalışmalar aşağıda başlıklar halinde verilmektedir (Çukur, 2020):

- Rezervasyonlar/işlemler kapsamında bilet fiyatları, satılan koltuk durumu, bilet değişimi konusunda esneklikler, rota talebi, bilet satış noktaları, yolculara yardımcı hizmetler ve yolcu satın alımı konusunda yolcuyu daha fazla ürün almaya ikna etme,
- Sadakat programları kapsamında yolcunun demografik bilgileri, seyahat geçmişi, yaygın tercihleri, (diğer) pazarlama fırsatları,
- Havalimanı operasyonları kapsamında havalimanı bünyesinde kullanılan tesisler, gate (kapı) zamanlamaları, kayıtlı ve kayıtlı olmayan yolcu bagajları, kanat üstü ve kanat altı hizmet süreçleri, ısı haritaları, risk yönetimine ilişkin tahminleri, mobil katılım, iç ve dış müşteriler için konum farkındalığı ve yolcuya yönelik kişiselleştirilmiş hizmetler, havalimanı erişim profili, güvenlik planlama, bina yönetimi, bakım ve enerji sistemleri,
- Uçuş operasyonları kapsamında, uçuş planları, yakıt yüklemeleri, yük ve denge ile ilgili verileri, taksi süreleri, uçuşa dayalı yörüngeler, gerçek zamanlı uçak ve müşteri takibi,
- Destek bilgisi kapsamında, hava sahasının müsaitlik durumunu ve yoğunluğu izleme, destek hizmetleri, filo ve gelir takibi, sosyal medya ara yüzleri,
- İleriye dönük planlama kapsamında, altyapı geliştirme için gelecekteki kapasite ve yatırım planlaması konularını iyileştirmeye çalışmaktadır (Çukur, 2020).

Havalimanı işletmelerinde gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamaları kapsamında havalimanlarının teknolojik altyapıları güncellenerek bu alana yatırım yapılmaktadır. Havalimanı işletmeleri güncel kalmak adına, sürekli olarak yeni dijital girişimler başlatmaktadır. Emniyet ve güvenlik havalimanları için bir öncelik olsa da mevcut rekabet ortamında havalimanı yönetimleri, havalimanı iş ve işlemlerini daha

verimli hale getirmenin yollarına odaklanmaktadır. Dijital tabanlı havalimanı yatırımları, operasyonları ve kapasiteyi iyileştirmek ve daha iyi bir müşteri deneyimi sağlamak amacıyla gerçekleştirilmektedir (Little, 2015). Havalimanı operasyonlarına yönelik dijital çözümler, ticari ve teknik verimliliği artırmayı amaçlamakta ve şunları içermektedir: akış izleme ve yönetimi, süreç otomasyonu, iş birliğine dayalı karar verme, tahmine dayalı ve önleyici çözümler ve müşteri katılımı (Gardy ve Canada, 2016).

Havalimanlarında dijital dönüşüm temel olarak mobil araçlarla müşteri ilişkileri yönetimi, bulut- blok zinciri teknolojileri, büyük veri, nesnelerin interneti (IoT) veya robotik içeren süreç otomasyonu ve yolcu etkileşiminde teknolojilerin kullanımıyla ilgilidir. Bir diğer önemli husus ise, havaalanının iç mekânı, coğrafi konumu, kimlik yönetimi, akış yönetimi veya radyo frekansı ile tanımlama gibi öngörücü/önleyici çözümler uygulayan akış izleme ile ilgilidir. Havalimanı operasyonlarının verimliliği açısından, farklı aktörler arasında uyumlu bir yaklaşım önemlidir. Bu yaklaşım, süreçleri tahmin etmek ve iyileştirmek amacıyla süreç monitörlerinden gelen entegre verilerin analizine dayanan bilişsel sistemleri içerir (Zaharia ve Pietreanu, 2018).

Aşağıda verilen havalimanı dijitalleşme seviyeleri, operasyonel verimlilik ve yolcu deneyiminin geliştirilmesine ilişkin hedefleri yansıtmaktadır (Zaharia ve Pietreanu, 2018):

- Havalimanı operasyon verimliliği (operations efficiency): Genel havalimanı operasyonlarının verimliliği, kaynakları optimize etmeyi ve bakım, elleçleme operasyonları, güvenlik hizmetleri ile ilgili süreçleri iyileştirmeyi, böylece gecikmeleri veya diğer operasyonel riskleri ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır.
- Yolcuların havalimanındaki yolculuğu (passenger journey): Tıkanıklığı ele alarak yolcu algısını ve deneyimini iyileştirme hedefleri, sürekli bir akış sağlayarak kuyrukları en aza indirir ve yolcuların perakende alışveriş alanlarında geçirdikleri süreyi en üst düzeye çıkarır.
- Yan gelirler (retail ancillary revenue): Havacılık dışı gelirler, perakende alanlarının çekiciliğini artırarak, mobil uygulamalar veya dijital duvarlar aracılığıyla ticari bilgi sağlayarak ve çevrimiçi siparişleri gerçekleştirmek için dijital yetenekleri kullanarak artırılabilir.

Havalimanlarında etkili bir dijital dönüşüm gerçekleştirmenin yolu, en son teknolojileri uygulamaktan değil; dijital çözümlerin getirdiği potansiyelden yararlanmak için kuruluşları dönüştürmekten geçmektedir. Bu yaklaşım yeni iş modellerinin

geliştirilmesini, kuruluşların sınırlarının dijital aracılığıyla yeniden şekillendirilmesini ve havalimanının tüm yönetiminin yeniden düşünülmesini içermektedir. Ayrıca, dijitalleşme sürecinin uygulanması için önemli bir eylem de insan kaynaklarının eğitimi ve yetiştirilmesidir. Dijitalleşmenin hedeflerinin ve faydalarının her bir çalışan tarafından anlaşılması, dijitalleşme konusunda bir kurum kültürü oluşturulması gerekmektedir. Bu sürecin büyük ölçüde geliştirilmesi için ihtiyaç duyulan bilgi ve becerilerin öngörülmesi ve yeni disiplinler arası niteliklerin sağlanması gerekmektedir (Zaharia ve Pietreanu, 2018).

Yer hizmeti işletmelerinde gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamaları, havalimanı işletmelerinde gerçekleştirilen uygulamalardan ayrıştırıldığında yer operasyonlarının çalışanlar tarafından kolaylıkla ve verimli bir biçimde yönetilmesini sağlayacak nitelikte olan uygulamalarla karşılaşmaktadır. Süreçlerdeki kayıpların önlenmesi, kolay bir yönetim ve takip sağlanabilmesi amacıyla yer hizmeti çalışanları, yöneticileri ve hatta yolcular için gerçekleştirilen dijital sistemlerin başında otomatik bagaj takip sistemleri gelmektedir. RFID ve IoT tabanlı teknolojilerin kullanıldığı bu sistemler, bagajların takibini kolaylaştırarak transfer süreçlerinin yönetilebilmesi açısından da önem arz etmektedir.

Bagajların kaybolmasını önlemek ve transfer süreçlerini optimize etmek amacıyla RFID tabanlı sistemler yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu sistemler, bagajların uçaklara yüklenmesinden yolcuya teslimine kadar olan tüm süreci gerçek zamanlı izlemeye olanak tanır (Singh vd., 2016). Yer hizmetlerinde çalışan personel için geliştirilen mobil uygulamalarla uçakların park pozisyonlarının takibi, yükleme takibi, temizlik işlemleri gibi yer süreçlerinin koordinasyonu kolaylaştırılmakta; personel arası haberleşme hızlanmakta, personel hataları azalmakta ve yönetim açısından da görev takibi gerçekleştirilebilmektedir (ICAO, 2021; Çelebi, 2021). Yer hizmetlerindeki eğitim süreçleri için geliştirilmiş artırılmış gerçeklik çözümleri ile simülasyon uygulamaları yapılmaktadır. Kullanılan simülasyon uygulamaları; apron güvenliğinin sağlanması, bagajların yükleme ve boşaltmasıyla ilgili prosedürlerin uygulanması gibi gerçek operasyonun simüle edilmesi sayesinde eğitimlerin verilmesi amacıyla değerlendirilmektedir (Brown vd., 2021; ICAO, 2021). Yukarıda açıklandığı üzere havacılık sektöründe farklı alanlarda yolcu memnuniyetinin tahsis edilmesi, kaynakların verimli kullanılması, personelin uluslararası kural ve prosedürlere uygun biçimde

eğitilmesi, operasyonun etkin ve güvenli bir biçimde yönetilmesi gibi amaçlarla dijital dönüşüm uygulamalarına başvurulmaktadır.

2.2.3. Havacılık sektöründe dijital dönüşümün faydaları ve riskleri

Dijital dönüşüm, işletmelerde fiziksel sistemlerin sanal kopyalarını oluşturmalarına olanak sağlayan sistemler olarak tanımlanmaktadır. Bu kavram işletmelerin verimliliklerini etkilerken rekabette ön plana çıkmalarına da yardımcı olmaktadır. Bilgi teknolojilerin çalışma alanında süreçlerin neredeyse tamamına uygulanmasıyla birlikte yapay zekâ, süper bilgisayarlar ve robotlar gibi yenilikler hemen hemen tüm sektörlerde kullanılmaya başlanmıştır. Dijital dönüşüm ile insan gücünden daha az faydalanan sektörler aynı zamanda dijitalleşen dünyanın hızını ve kolaylığını da günlük işlerine entegre edebilmektedir. Havacılık sektörü de dijital dönüşüm süreçlerinden etkilenmekte ve sektörü bu kavram doğrultusunda yeniden şekillendirmektedir (Yüksel, Kalan ve Işık, 2022). Dijital dönüşüm uygulamalarından faydalanan işletmeler, iş ortaklarını ve müşterileri farklı düzeylerde etkilemektedir. Dijitalleşme havacılık sektöründe operasyon verimliliği, faaliyetlerin otomatikleştirilmesi; süreçlerin gerçek zamanlı olarak izlenmesi, yolculara self-servis, rehberlik ve gerçek zamanlı seyahat bilgileri sağlanması gibi faydalar sağlamaktadır (Gardy ve Canada, 2016). Dijital dönüşüm alanında kullanılan uygulamalar bekleme sürelerinin azaltılmasına ve kuyrukların en aza indirilmesine yardımcı olmakta, böylece sürekli bir akış sağlanarak ve yolcu algısı iyileştirilmektedir. Bekleme sürelerinin azaltılması sayesinde yolcuların havalimanı içindeki restoranlarda, mağazalarda vb. daha fazla zaman geçirmeleri sağlanarak havalimanının havacılık dışı gelirlerden daha yüksek kazanç elde etmesi mümkün olmaktadır (Sağbaş ve Gülseren, 2019).

Havacılık sektöründe gerçekleştirilen dijital dönüşüm uygulamaları işletmeler açısından olumlu etkilere sahip olsa da bu uygulamaların işletme kurulum maliyetleri ve kurulum sonrasında gerekecek bakım maliyetleri yüksektir. Bu nedenle de her işletmenin dijital dönüşüm konusundaki uygulamalarının aynı olamayacağı belirtilmelidir (Meydan, 2023). Dünya genelinde havalimanı bilişim teknolojileri alanında yapılan yatırımlar 2017 yılında 8,43 milyar dolara ulaşmıştır (Garcia, 2017). Bu maliyet rakamları, havalimanlarının akıllı teknolojilere olan ilgisini göstermektedir. 2016 yılında Barselona El Prat Havalimanında yeni teknolojilerin kullanılmasına ilişkin hazırlanan bir raporda, Gatwick Havalimanı referans alınarak sadece bagaj self servisi için 32-36 milyon dolarlık

bir başlangıç bütçesi ve 5 sınır kontrol sisteminin uygulanması için 500.000 dolarlık bir bütçe öngörülmüştür (Guiu, 2016). Aynı zamanda, teknolojik arızalar ve siber güvenlik sorunları, bunların etkileri ve maliyetleri de yöneticiler tarafından havalimanı dijital dönüşümü ele alınırken göz önünde bulundurulmalıdır. Bu konudaki örneklerden biri, kısa süre önce uçuş bilgilerinin gösterilmesinde kaosa neden olan sorunlar giderilene kadar dört saatten fazla teknoloji arızasıyla karşı karşıya kalan Gatwick Havalimanı'dır (http-31). Yüksel ve arkadaşlarının araştırmasına göre, havacılık sektöründe dijital dönüşümlerle ilgili riskler değerlendirilirken çeşitli kriterler ve alt kriterleri listelenmiştir. Bu listeye göre dijital dönüşümle ilgili riskler, örgütleme fonksiyonundaki riskler, sosyal ve kültürel riskler, insan kaynakları riskleri, iletişim riskleri, teknoloji riskleri ve üst yönetim ile ilgili riskler olmak üzere 6 temel kriter başlığı altında ele alınmıştır:

- Örgütleme fonksiyonundaki riskler: Uygun olmayan iş modelleri, fiziki altyapı eksikliği, misyon- vizyon eksikliği, ekonomik altyapı yetersizliği.
- Sosyal ve kültürel riskler: İsteksiz davranış, müşteri güvenliği ve standartlarının eksikliği, veri güvenliği, yetersiz müşteri yetkisi.
- İnsan kaynakları riskleri: Kullanıcı eğitim eksikliği, kullanıcıların dönüşüme direnç göstermesi, kullanıcıların güven eksikliği, çalışanların etkisiz kullanımı, kullanıcı tanımlarındaki problemler.
- İletişim riskleri: İşbirliklerinin yetersiz kalması, multidisipliner çalışma eksikliği, mimari entegrasyon, teknoloji ürün alımı, ürün geliştirme eksikliği, kullanım konusundaki nitelik eksikliği.
- Teknoloji riskleri: Sürdürülebilirlik, oryantasyon problemleri, karar mekanizmasının gecikmesi.
- Üst yönetim ile ilgili riskler: Strateji eksikliği, lider eksikliği, geri dönüş güven eksikliği, koordinasyon eksikliğinin olması, bilgi paylaşımının yetersizliği veya gecikmesi.

Yukarıdaki riskler alt kriterlerin önem sırasına bakıldığında en yüksek öneme sahip alt kriter iletişim risklerinden biri olan multidisipliner çalışma ortamının oluşturulması olarak belirlenmiştir. Önem sırasına göre sıralamada ikinci sırada ise örgütleme fonksiyonuna ait risklerden biri olan fiziki altyapı eksikliği alt kriteri yer almaktadır. Üçüncü ve dördüncü sıralarda ise insan kaynakları risklerinden olan kullanıcı eğitim eksikliği ve kullanıcıların dönüşüme direnç göstermesi alt kriterleri belirlenmiştir (Yüksel, 2022).

Havacılık sektöründe dijital dönüşümün faydaları ve riskleri aşağıdaki tabloda özetlenmiştir:

Tablo 2.1. *Havacılık Sektöründe Dijital Dönüşümün Faydaları ve Riskleri (Referans alınan kaynakçalar kullanılarak araştırmacının kendisi tarafından oluşturulmuştur)*

Faydalar	Riskler
Operasyon verimliliğinin artması	Uygun olmayan iş modelleri (örgütlenme riski)
Otomasyon sayesinde insan gücüne daha az ihtiyaç duyulması	Fiziki altyapı eksikliği, ekonomik altyapı yetersizliği
Gerçek zamanlı veri takibi ve süreç izleme	Kullanıcıların eğitimsizliği, dönüşüme direnci (insan kaynakları riski)
Self-servis sistemlerle yolcu deneyiminin artırılması	İletişim eksiklikleri, multidisipliner entegrasyon zayıflığı
Bekleme sürelerinin azalması, kuyrukların önlenmesi	Teknolojik arızalar, sistem çökmesi, siber güvenlik tehditleri (teknoloji riski)
Gelir artışı: Yolcuların ticari alanlarda daha fazla zaman geçirmesi	Strateji eksikliği, liderlik eksikliği, bilgi paylaşımı gecikmesi (üst yönetim riski)
Rekabette avantaj kazanma	Sosyal/kültürel direnç, müşteri güvenliği endişeleri

2.3. Havalimanlarında Dijital Ürünler

Dijital teknolojilerin, endüstri devrimleriyle birlikte gelişmesiyle iletişim ve ulaşım alanlarında da insanların hayatlarını önemli ölçüde etkileyecek gelişmeler olmuştur. Havacılık sektörü teknolojik gelişmelerden etkilenen sektörlerin başında gelmektedir. Sektörün önemli paydaşlarından olan havalimanları; teknolojik gelişmelerle yenilenmekte, iyileşmekte ve zamanla geri dönülemez biçimde değişmektedir (Türkay ve Artar, 2021). Havalimanlarında; analiz, tasarım, danışmanlık, destek, bakım vb. konularında geniş bir ürün ve hizmet kapasitesi sunarak yeni havalimanları için çözümler üretilmektedir. Sadece yeni havalimanları için değil mevcut havalimanlarındaki kurulum ve düzenlemeler için de operasyonu aksatmayacak şekilde hizmet sunan havalimanı işletmelerinin farklı başlıklar altında toplanan çeşitli ürünleri bulunmaktadır (http-58).

Havalimanları tarafından geliştirilen dijital ürünler, havacılık sektöründeki dijital dönüşüm sürecinin hem itici gücü hem de vitrini konumunda yer almaktadır. Bu ürünler fonksiyonlarına, teknolojik yapılarına ve hedeflenen kullanıcı gruplarına göre beş ana başlık altında toplanabilir. Bu sınıflandırma; literatür taraması, sektörde havalimanı ürünleri üreten işletmelerin raporları ve uluslararası-ulusal havacılık otoritelerinin (IATA, ICAO, ACI, DHMI) yayınladığı belgeler temel alınarak yapılmıştır. Sınıflandırmaya ait tablo kaynaklarıyla birlikte aşağıda verilmektedir.

Tablo 2.2. Havalimanı Dijital Ürünlerinin Sınıflandırılması (Referans alınan kaynaklar kullanılarak araştırmacının kendisi tarafından oluşturulmuştur)

Havalimanı Ürünleri Sınıflandırması	Amaç	Örnek Ürünler	Kaynak
1 Yolcu Deneyimini İyileştirmeye Yönelik Ürünler	Yolcu konforunu artırma, hızlı bir seyahat imkânı sunma, kişiselleştirilmiş yolculuk deneyimi sağlama.	Mobil app, e-gate, yüz tanıma sistemleri vb.	(IATA, 2023) (http-2) (http-25) (ISG, 2025)
2 Havalimanı Operasyonları için Geliştirilen Ürünler	Havalimanında yürütülen operasyonel süreçlerin iyileştirilmesini sağlama.	Bagaj izleme-yönlendirme sistemleri, apron kontrol-yönetim sistemleri vb.	(Süzen ve Taşdelen, 2018) (http-3) (http-20) (http-58)
3 Havalimanı için Güvenliği için Geliştirilen Ürünler	Güvenlik artırma ve aynı zamanda hızlı geçiş olanaklarını tahsis etme.	Otomatik pasaport kontrolü, biyometrik geçiş sistemleri vb.	(DHMI, 2020) (Önen, Çiftci ve Kayar, 2021) (SITA, 2024) (http-14) (http-21)
4 Havalimanı Tesisleri için Altyapı ve Kaynak Yönetimi için Geliştirilen Ürünler	Tesislerdeki tüm kaynakların izlenmesi ve kontrol edilmesini sağlama.	Bina otomasyon sistemleri, enerji, altyapı ve bakım yönetim sistemleri vb.	(Dağlı ve Rodoplu, 2021) (DHMI, 2022) (IATA, 2022) (ACI, 2022) (http-19) (http-56) (Kalyoncu, 2023)
5 Gelir Artırıcı Dijital Ürünler	Havalimanı ticari alanlarındaki gelir artışını sağlama.	Duty-free app, sadakat sistemleri, lokasyon bazlı reklam ve kampanya sistemleri vb.	(Alıcı, 2017) (Acar, 2023) (http-2) (http-27) (http-58) (DHMI, 2025)

2.3.1. Yolcu deneyimini iyileştirmeye yönelik ürünler

Havalimanlarında gelirleri çoğaltmak, gelişen dünyaya ayak uydurmak, operasyonlarını daha iyi yöneterek verimli hale getirmek gibi çeşitli amaçlarla dijitalleşmeye eğilim vardır (Türkay ve Artar, 2021). Havalimanı operasyonunu ve inovasyonu iyileştirmeye odaklanan havalimanı işletmeleri, yeni teknolojilerden ve dijital araçlardan sıklıkla faydalanmaktadır. Bu amaçla farklı konseptler kullanmaktadır (Zaharia ve Pietreanu, 2018). Ancak havalimanlarında dijitalleşmenin en görünür olduğu, hissedilebilir bir iyileşmenin sunulduğu ve belki de yolcu memnuniyetini en çok etkileyen kısım yolcu deneyimlerini iyileştirmek için geliştirilen dijital ürünlerdir (http-2). Havalimanları, dijital teknolojilerinde yolcu istek ve ihtiyaçlarına cevap verebilmek adına dönüşümlere gitmektedirler. Günümüzde müşteri deneyiminin artarak, havalimanlarının fark yaratmasını sağlayan unsur dijital teknolojilere sahip olmaktan geçmektedir (Cam ve Durmaz, 2018). Bu nedenle de havalimanı işletmeleri, yolcu deneyimini iyileştirmeye

yönelik dijital ürün ve hizmetleri, yolcuya yönelik dijital teknolojileri merkeze koymakta ve bu amaca hizmet edecek şekilde konumlandırmaktadır (IATA, 2023). Yolcu deneyimine yönelik olarak geliştirilen bazı ürünler aşağıda sıralanmaktadır:

- **Havalimanı mobil uygulamaları:** Yolculara anlık olarak uçuş ile ilgili bilgileri, kapı değişiklikleri, harita desteğiyle yön bulma yardımları gibi pek çok kolaylığın sağlandığı mobil uygulamalardır (http-25). Mobil uygulamalarla, havalimanlarına ve yolculara sağlanan avantajlar şu şekildedir: interaktivite ile geliştirilmiş yolcu etkileşimi, geliştirilmiş yolcu deneyimi ve katılımı, yolcular için gerekli bilgiler, gerçek zamanlı indirimler, promosyonlar ve kuponlar, üst satışlar için yeni fırsatlar, artan müşteri sadakati, yakın pazarlama ile ticari ciro ve karlılık artışı, çok dilli bir çözüm avantajı gibi avantajlar (http-58).
- **Self-Servis Kiosklar, Otomatik Check-in Sistemleri ve Self Bag Drop Noktaları:** Yolcuların kendi kendilerine check-in işlemi yapmalarına, biniş kartı basmalarına, bagaj etiketlerini hazırlamalarına olanak tanıyan kiosklar ile yolcular işlemlerini hızlı yapma imkânı bulmaktadır (http-24). Self Bag Drop noktaları sayesinde ise yolcular, kayıtlı bagajlarını uçuş öncesi kendileri etiketleyerek teslim etme olanağına sahip olmaktadır (http-33). Bu hizmetlerin tamamı yolcuların sıra bekleme sürelerini azaltarak havalimanında hızlı işlem yapma oranını arttırmaktadır.
- **Bilgilendirme/ Danışma Kioskları:** Bir bilgi kiosku temel olarak bir katalog, harita, kampanya listesi veya diğer önemli talimatları sağlamak için tasarlanmış etkileşimli bir menü yapısı aracılığıyla bilgi görüntülemektedir. Bilgi kioskları bilgisayarlar gibi çalışmakta, yazılım, donanım ve bağlantı özelliklerini bir araya getirmektedir. Bilgi kioskları, havaalanlarında, yön bulma hizmetleriyle yardımcı olmak ve belirli ürün ve hizmetlerle ilgili reklamları paylaşmak için yaygın olarak kullanılmaktadır. Havalimanındaki yolculara ve çalışanlara çeşitli bilgiler oluşturulmasına ve sunulmasına yardımcı olan kiosklarda çok dilli bir hizmet sunulmakta, böylelikle uluslararası alanlardan olan havalimanlarında yolculara kolaylık sağlanmaktadır (http-58).
- **Yüz Tanıma ve Biyometrik Geçiş Sistemleri:** Yüz tanıma sistemi, yolcuların kimlik/pasaport gibi resmi evrakların kontrolünde ve uçağa biniş süreçlerinde hızlı geçiş imkânı sağlanırken havalimanında güvenliği de artırmaktadır (GM, 2016). Türkiye’de İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanında uygulamaya başlanan bu

sistem ile yolcuların yüzü, resmi evraklarındaki bilgilerle eşleştirilerek yolcuya hem hızlı hem de temassız geçiş kolaylığı sağlanmaktadır (http-32).

- **Terminal İçi Yönlendirme Sistemleri:** Havalimanı içerisinde yolcuların gitmek istedikleri noktaları kolaylıkla bulmalarına yardımcı olan yönlendirme sistemleridir (http-70). Mobil uygulama ya da danışma kioskuları ile çalışan bu sistemlerde kullanıcının bulunduğu noktaya göre en kısa rota oluşturularak yolcuların havalimanı içerisinde geçirdiği kısıtlı zamanı verimli geçirmesi sağlanmaktadır (http-55).
- **Uçuş Bilgi Görüntüleme Sistemi:** Havalimanlarında veri kaynağına bağlı olarak sürekli olarak görsel içerik oluşturarak bu içeriği özel kullanıcı arayüzleri aracılığıyla anında yolcu bilgilendirme için kullanıma sunan sistemlerdir. Uçuş Bilgi Görüntüleme Sistemi, önemli verileri havalimanındaki tüm paydaşlarla görsel olarak paylaşmaktadır. Bu sistem, havaalanında kullanılan tüm ekranları yöneterek yolculara gerçek zamanlı bilgi veya uçuş verilerini gösterir. Sistem, check-in kontuarlarında, biniş kapılarında, bagaj alım alanlarında ve terminal genelinde farklı bilgi ekranlarını kullanarak geniş bir yelpazede yolcu bilgilerini farklı bir izleyici kitlesi için anlaşılır bir formatta sunmaktadır (http-58).

2.3.2. Havalimanı operasyonları için geliştirilen ürünler

Havalimanı operasyonları, karmaşık ve çok katmanlı süreçlerdir. Operasyonlar yürütülürken aynı zamanda güvenliği sağlamak, verimliliği artırmak, yolcu deneyimini iyileştirmek ve çevresel etkiyi azaltmak gibi birçok hedefi aynı anda gerçekleştirmek için havalimanlarında sürekli yeni ürünler ve teknolojiler geliştirilmektedir. Bu ürünler, operasyonel süreçlerin her aşamasına dokunarak havalimanlarının daha akıllı, daha güvenli ve daha sürdürülebilir hale gelmesini sağlamaktadır. Havalimanı operasyonunu geliştirmeye yönelik üretilen bazı ürünler aşağıda sıralanmaktadır:

- **Akıllı Bagaj Takip Sistemleri:** Yolcuların kayıtlı bagajlarının yer hizmetleri süreçlerinde kaybolmasını önlemek ve takip edilebilirliğini artırmak için akıllı bagaj takip sistemleri (RFID- Radio Frequency Identification -Radyo Frekansı ile Tanımlama) kullanılmaktadır. RFID etiketleme sayesinde yolcuların verileri ile kayıtlı bagajları eşleştirilerek bagajların kaybolma ihtimalleri en aza indirgenerek sistem kullanıcılarının bagajları takip edebilmesini sağlanmaktadır (Süzen ve Taşdelen, 2018, s. 14). İstanbul Havalimanında otomatik bagaj sistemi ile

bütünleşik RFID tabanlı bagaj izleme altyapısını kullanılmaktadır. Sistem saatte 30.000 bagajı işleme kapasitesiyle çalışmaktadır ve 42 km uzunluğunda bagaj bandı ile çok sayıda yolcuya/kullanıcıya hizmet vermektedir (http-20). Geliştirilen teknolojik bagaj sistemleri ile havalimanı çalışanlarına bagajların kime ait olduğunu dair kontrol ve onaylama yapabilme imkânı tanıyan sistemin üstün yönlerinden biri de bagaj sahibi uçakta olmadığında bagaj seyahatinin yapılmadığını garanti etmektir. Bu yönüyle sistem, güvenliği artırmaya yönelik olarak da fayda sağlamaktadır (http-58).

- **Havalimanı İşbirliğine Dayalı Karar Verme Sistemleri:** A-CDM olarak bilinen (Airport Collaborative Decision Making) havalimanı iş birlikli karar alma sistemlerinin amacı havalimanlarının operasyonel süreçlerinde karar almayı iyileştirmek, gecikmeleri azaltmak ve verimliliği artırmak için kullanılan sistemlerdir. Kullanıcıları olan havaalanı operatörleri, havayolları, yer hizmetleri görevlileri ve hava trafik kontrolörleri arasındaki ilişkilerin önemini analiz eder. A-CDM' in odak noktası, tüm havaalanı paydaşlarının bilgi paylaşması böylelikle her kuruluşun daha eksiksiz bir operasyonel süreçte sahip olması ve olası sorunların etkili ve zamanında çözülmesini sağlamaktır (http-3). Havaalanı iş birliğine dayalı karar verme anlamına gelen A-CDM, tüm ortakların birlikte çalışarak daha doğru ve güvenilir verilere dayalı kararlar alabileceği bir ortam sunmakta olan bir platformdur. A-CDM, Avrupa çapında 30'dan fazla havaalanında tam olarak uygulanmaktadır. ACDM platformu, EUROCONTROL kriterlerine tam uyumlu bir sistem tasarlayarak havacılık otoriteleri, havayolu operatörleri, havalimanı operatörleri, yer hizmetleri şirketleri ve hava trafik kontrolörleri gibi havacılık camiasının tüm paydaşları için güvenilir bir platform oluşturmaya çalışmaktadır (http-58).
- **Gelişmiş Yer Hareketleri Rehberlik ve Kontrol Sistemi:** A-SMGCS olarak bilinen (Advanced Surface Movement Guidance and Control System) gelişmiş yer hareketleri rehberlik ve kontrol sistemi, havalimanı operasyonel görüş seviyesi içinde kalan tüm hava ve yer araçlarının kontrolünü tahsis edebilmek için gözetim ve kılavuzluk sağlayan sistemdir. Kontrol ve rehberlik işlevini yerine getirirken bunu tüm hava koşullarında, emniyetli bir biçimde ve operasyonun işleyişini engellemeyecek şekilde çalışmaktadır (http-64). SMR (Surface Movement Radar) ve MLAT (Multi-Lateration) sistemlerinin entegrasyonundan oluşmakta olan

sistem gözetim, emniyet, yönlendirme ve kılavuzluk amacıyla kullanılmaktadır. Türkiye’de ise İstanbul Havalimanı, Ankara Esenboğa Havalimanı, Antalya ve Sabiha Gökçen Havalimanlarında aktif bir biçimde kullanılmaktadır (http-5).

- ***Yer Hizmetleri Sistemleri (Ground Handling Systems):*** Havacılıkta "ground handling- yer hizmetleri" terimi; bir uçuşun veya uçağın yerde yeniden konumlandırılmasını, uçuşa hazırlanmasını ve uçuşun tamamlanmasını kolaylaştırmak için sağlanan ve hem yolcu hizmeti hem de ramp hizmeti işlevlerini içeren çok çeşitli operasyonel hizmetleri ifade etmektedir. Havaalanı yönetiminin operasyonel alanlarından biri olan yer hizmetleri şunları içermektedir: ramp hizmetleri, kabin içi hizmetler, yolcu hizmetleri, operasyon hizmetleri, ikram hizmetleri, saha operasyon hizmetleri ve bagaj hizmetleri. Yer hizmeti alanında kullanılan dijital sistemler, tüm yer hizmeti süreçlerindeki operasyonlarını ileri teknolojiyle yürütmeyi hedeflemektedir. Sistemler sayesinde yer hizmetleri operasyonlarının daha üretken ve verimli yönetilmektedir (http-58).
- ***Operasyonel Veri Yönetimi ve Dashboard Sistemleri:*** Havalimanı operasyonlarının merkezinde yer alan operasyon kontrol merkezlerinde planlama, izleme ve yönetme işlevleri bir arada yürütülmektedir. Operasyon esnasında oluşabilecek arıza ya da acil durum gibi anında müdahale edilmesi gereken süreçler de bu merkezlerden koordine edilmektedir (http-22). Havalimanında yürütülen operasyonların hem güvenli hem de verimli yürütülmesinden sorumlu olan bu merkezlerde, hava durumu tahminleri, acil durum planlarının geliştirilmesi, gerekmesi halinde uçuşların yeniden yönlendirilmesi gibi işlemler yürütülmektedir. Operasyon kontrol merkezleri havalimanları bünyesinde yer hizmetleri, gümrük, güvenlik, acenteler, havayolları gibi paydaşlarla iletişimde bulunan ve süreçleri koordine eden birimler olduğu için havalimanının bel kemiği görevinde yer almaktadır (http-6). Havaalanı verileri işlenmek ve izlenmek üzere bu merkezde toplanır. Havaalanı operasyon kontrol merkezi (AOCC); hava trafiği, yer hizmetleri, güvenlik ve tesis yönetimi dahil olmak üzere havaalanı operasyonlarının tüm yönlerini izler ve yönetir. AOCC sistemleri, havalimanı personelinin ve havalimanı paydaşlarının koordinasyon, raporlama ve analiz çalışmaları için güncel bilgilerle donatılması amacıyla veri entegrasyonu sağlamaktadır. Sistem, havaalanı operasyonlarının gerçek zamanlı bir görünümünü sağlamak için hava trafik kontrolü, bagaj taşıma ve güvenlik

kameraları gibi çeşitli havaalanı sistemleri ve sensörleriyle entegre şekilde çalışmaktadır. AOCC sistemi aynı zamanda veri analizi ve performans raporlamaya yönelik araçlar da sunarak havalimanı operatörlerinin zaman içinde iyileştirilecek alanları belirlemesine ve havalimanı operasyonlarını optimize etmesine olanak tanıyan bir sistemdir (http-58).

- **Havalimanı Operasyon Yönetimi Sistemi:** Havaalanı operasyonları oldukça karışık olduğu için gelişmiş bilişim teknoloji sistemleri ile operasyonların sorunsuz bir şekilde yönetilmesi gerekmektedir. Sistem; uçuş yönetimi, havaalanı kaynak yönetimi, kapasite planlama, ticari yönetim ve yer hizmetleri için birden fazla çözüm üretilen entegre bir platformdur. Kullanılan bu sistem ise verimli kaynak planlaması için havalimanı yöneticilerinin daha iyi kararlar almasında fayda sağlamaktadır. Havalimanı süreçlerinde simülasyon araçlarından yararlanılarak reaktif yaklaşımdan proaktif iş birliğine dayalı karar vermeye geçiş yapılması amaçlanmaktadır (http-58). Havalimanındaki operasyonel veri tabanı ise, havaalanı kontrol sistemlerini, havaalanı kaynak tahsisini ve havaalanı faturalandırma sistemlerini entegre etmektedir. Sistem, operasyonel uçuş verileri yönetimine yönelik esnek ve kapsamlı bir merkezi veri deposu görevi üstlenmektedir. Tüm bunları yaparken sezonluk ve gerçek zamanlı uçuş verilerini dağıtmakta ve yönetmektedir. Ayrıca sistem, havacılık ve havacılık dışı tüm hizmet verilerini hızlı ve tutarlı bir şekilde doğru finansal rakamlara dönüştürebilmektedir. Bu nedenle verimli, tutarlı ve sağlam operasyonel performans vaadi vermektedir (http-58).
- **Slot Koordine ve Yönetim Sistemi:** Havaalanı slotları, bir uçağın inmesi veya kalkması için özel olarak ayrılan zaman dilimleridir. Havalimanları, uçuş programlarında herhangi bir aksaklığın yaşanmaması için slot koordinasyon ve yönetim sistemi kullanmaktadır. Sistem, havalimanı slot koordinatörlerinin ve kapasite planlayıcılarının kapasite yönetimi gereksinimlerini IATA standartlarıyla tam uyumlu olarak karşılamayı sağlamaktadır. Sistem sayesinde slotların adil ve verimli bir şekilde tahsis edilmesi, değişiklik ve iptallerin yönetilmesi, slot isteklerine öncelik verilmesi ve slot düzenlemelerine uygunluğun sağlanması amaçlanmaktadır (http-58).
- **Uçuş için Kapı Planlama Otomasyon Sistemleri:** Havalimanlarında uçuşların terminal kapılarına (gate) atanması işlemi; hizmet verilen uçağın büyüklüğü,

yolcuların yoğunluğu ve uçuş zamanlamasına göre planlanmaktadır. Uçakları/uçuşları kapılara atama görevi, kapı atama problemi (GAP-Gate Assignment Problems) olarak bilinir (Daş, Gzara ve Stützle, 2020). Uçuş için kapı planlama otomasyon sistemleri, yapay zekâ algoritmalarıyla çalışarak uçakların kapılarda bekleme süresini en aza indirmektedir. Türkiye’de de kullanılan bu sistemde, uçakların terminal kapılarına dijital olarak atanmasını sağlayan bir “Kapı Tahsis Otomasyonu Sistemi” uygulanmakta olup sistem, uçuş trafiği yoğunluğuna göre dinamik planlama yapabilmektedir (http-69).

- ***Yolcu Analizine İlişkin Uygulamalar:*** Bu uygulamalar terminal içindeki yolcu davranışını değerlendirmek, check-in, sınır kontrolü ve kapı masalarının performanslarını işlemek, aynı zamanda havaalanı operasyonu için uçuş, havayolu ve varış yeri dökümleriyle sonraki saat ve günlere ilişkin tahminler sağlamak üzere geliştirilmiş analitik çözüm uygulamalarıdır. Uygulamalar sayesinde havalimanı içindeki yolcu hareketi, yolcunun terminal içinde zaman harcadığı yer/alan bilgisi, hava tarafı ve kara tarafı sayımları, check-in işlem hızları, sınır kontrolü, varış noktası, uçuş veya havayolunun biniş masaları hakkında bilgi sağlanmaktadır. Yolcu takibine dayalı analizler; check-in bankosu, güvenlik/polis kontrolü ve (gate) kapılar olmak üzere üç farklı iş istasyonundaki işlemlerinin zamanlamaları kullanılarak gerçekleştirilmektedir (http-58). Bu kapsamda kullanılan uygulamalardan biri de yolcu akış yönetimi (Passenger Flow Management- PFM) uygulamalarıdır. Uygulama; genel yolcu trafiğini tespit etmek, takip etmek ve yönetmek için kullanılmaktadır. Bu sistemler sayesinde yolculara havalimanı içerisinde kesintisiz akış sağlanırken yönetenlerin de yolcuların havalimanında uçuş öncesinde hareket ettikleri alanları nasıl değerlendirdikleri, alanlardaki zaman geçirme süreleri gibi bilgilere erişmelerine imkân sağlamış olmaktadır. Sistemler havalimanı operasyonundaki yolcu süreçlerinin her adımının bilgisini sağlamaktadır (http-58).

2.3.3. Havalimanı güvenliği için geliştirilen ürünler

Havalimanları, çok paydaşı olan yoğunluğu ve riski yüksek alanlardır. Bu nedenle havalimanlarında güvenliğin her zaman en üst seviyede sağlanması gerekmektedir. Güvenli olmanın yanı sıra havalimanlarının her zaman değişen düzenlemelerde güncel olması, küresel pazara uygun hizmet vermesi, zorluklara ve risklere de hazırlıklı olması

gerekmektedir (http-14). Havalimanlarında tüm kullanıcılara kaliteli hizmet sunarken emniyetli ve güvenli bir işleyişi de devam ettirebilmek için teknolojik gelişmelerden faydalanılmaktadır. Teknolojik gelişmeler otomasyon sistemlere entegre edilerek operasyonlar etkili ve verimli yürütülürken aynı zamanda emniyetli ve güvenli olması da sağlanmaktadır. Bu hususta yararlanılan güvenlik otomasyon sistemleri, yüz tanıma veya parmak izi tarama gibi özellikleri kullanarak hem hız hem güvenlik faydası sağlayan sistemlerdir (http-40). Aşağıda havalimanı güvenliği için geliştirilen ürünler sıralanmıştır:

- ***Biyometrik Kimlik Doğrulama Sistemleri:*** Bu sistemler sayesinde kişiler, fizyolojik ya da davranışsal özellikleriyle kimlik doğrulamasını yapabilmektedir. Yüksek güvenlik gerektiren yerlerde kullanılan sistemlerdir (http-73). Parmak izi, yüz tanıma gibi biyometrik verilerin pasaporttaki verilerle eşleştirilmesine yarayan sistem Türkiye'deki havalimanlarında genellikle e-pasaport sistemi olarak kullanılıyor. Pasaportlarıyla birlikte geçişe gelen yolcuların, ilk olarak pasaportlarını okutmaları ardından da yüzlerini tanıtmaları gerekmektedir. Sonrasında sistem gerekli eşleşmeyi yaparak yolcuların geçişlerinin hem hızlı hem de güvenli bir şekilde gerçekleştirmelerine olanak sağlamaktadır (http-21). SITA'nın 2024 yılında yayınladığı 'Hava Taşımacılığı Bilişim Teknolojileri İçgörü Raporu'na göre, hava taşımacılığı sektörü biyometrik ve dijital kimlik teknolojisini hızla benimsemektedir. Dünya genelinde günümüz itibarıyla mevcut havalimanlarının %43'ünde biyometrik özellikli biniş sistemleri kullanılmaktadır. Havalimanlarının yarısından fazlasının ise üç yıl içinde kapsamlı kimlik çözümleri uygulamaları beklenmektedir (http-71). Ayrıca IATA 2025 itibarıyla Temassız Seyahat Rehberi yayınlamıştır. Rehber; güvenlik noktaları, check-in işlemleri, boarding işlemleri gibi havalimanı süreçlerinde biyometrik süreçlerin artırılması böylelikle de kağıtsız, sürdürülebilir, hızlı ve güvenli bir havalimanı hizmeti sunulmasını vaad etmektedir (Tech, 2025).
- ***Seyahat Belgesi Yetkilendirme Sistemleri:*** Seyahat belgesi yetkilendirme sürecinde öncelikle yolcuların seyahat izinleri sorgulanmaktadır. Seyahat izni, yolcuların belirli bir varış noktasına seyahat etmek için gerekli belgelere sahip olduğunu doğrulamaya yönelik bir süreçtir. Buna pasaportlar, vizeler ve diğer kimlik formları dahil olabilir. Seyahat Belgesi Yetkilendirme Sistemi, bu süreci yöneterek yolcuların uçuşa binmeden önce gerekli belgelere sahip olmalarını sağlar. Yolcuların havalimanı ve havayolu sistemlerine geçiş iznini anında doğrulamak veya reddetmek için gerçek

zamanlı verileri kullanmakta, kuyrukları azaltırken güvenliği güçlendirmekte olan bir uygulamadır. Sistemin faydaları; geliştirilmiş güvenlik, eksiksiz bütünleştirme, havalimanı optimizasyonu ve yolcu deneyimini iyileştirme olarak sayılabilmektedir (http-58).

- **Gelişmiş Havalimanı Güvenlik Tarama Sistemleri:** Yolcu ve bagaj taramalarında kullanılan ileri seviye güvenlik sistemleridir. Geliştirilmiş teknolojiyle üretilen bilgisayarlı tomografi (Computer Tomography-CT), patlayıcı tespit sistemi (EDS) ve X-ray sistemleri ile yolcu beraberindeki bagajların olası bir şüphe durumunda yapay zekâ aracılığıyla tespit edilmesi mümkün hale gelmiştir (http-45). Havalimanı yolcu giriş noktalarındaki fiziksel güvenliği arttırmak için kurulan güvenlik sistemleri hem yolcu geçişlerinin hızlı olmasını sağlamakta hem de eskiye nazaran daha güvenli bir havalimanı hizmet sunulmasına yardımcı olmaktadır. Hızlı geçiş, akıllı x-ray geçişleri, temassız geçişler ve gelişmiş izleme sistemleri olarak geliştirilen güvenlik ürünleri yolcuların havalimanı deneyimlerini de önemli ölçüde etkilemektedir. Yolcular açısından da bu sistemler sayesinde güvenlik süreçleri daha hızlı ve verimli hale gelmiştir (http-76).
- **Görüntü İşleme Sistemleri:** Oldukça büyük alanlar üzerine kurulan havalimanlarının, günün her anında izlenmesi CCTV- kapalı devre güvenlik kamera sistemleriyle mümkün olabilmektedir. Havalimanının her yerine yerleştirilen güvenlik kamerası sistemleriyle yüz tanıma mümkün hale gelirken izinsiz girişlerin, ihlallerin tespiti de yapılabilmektedir (http-49). CCTV sistemleriyle konuma yönelik ve eş zamanlı alınan görüntüler genellikle güvenlik amacıyla kullanılsa da havalimanlarında kullanımında trafik kontrolü, tehlikeli bölge tespiti gibi izleme amaçları da bulunmaktadır (Karakuş vd., 2022, s. 809). Havalimanları için geliştirilen güvenlik kamera sistemleri, yolcuların ve havalimanı kullanıcılarının kullandığı tüm terminal içi ve dışı (otopark, metro girişleri vb.) alanlarda; apron, taksi yolu, pist gibi hava tarafı alanlarında yerleştirilmiş sistemlerdir. Harekete duyarlı, tüm hava koşullarına dayanıklı olan ve yüksek çözünürlüklü kayıt alan bu sistemler genellikle güvenlik personeline destek sağlamaktadır (http-44). Akıllı görüntü işleme sistemleri olarak anılan bu sistemler 7/24 havalimanı operasyonunu izleyerek olağan dışı faaliyetleri tespit ettiği andan itibaren havalimanı güvenlik ekiplerine bildirim göndermekte ve duruma anında müdahale edilmesini sağlamaktadır (http-76).

- ***Siber Güvenlik ve Kritik Altyapı Koruma Sistemleri:*** Siber güvenlik, havacılık sektöründe günden güne önemi artmakta olan bir konudur. Artan dijital tehditler, yolcu sayıları ve çeşitli dijital riskler sebebiyle havalimanı güvenliği denildiğinde belki de ilk akla gelen konulardan biri siber güvenlik konusudur. Bilgi teknolojilerine bağımlılığın giderek arttığı havalimanlarında siber güvenlik hususu dikkate alınmadan geliştirilen havalimanı teknolojilerinde emniyet, güvenlik ve uçuşa elverişliliğin etkilendiği riskler oluşabilmektedir. Bu nedenle de havacılık sektörünün paydaşları siber güvenlik uygulamalarına yönelmektedir (http-13). SITA 2024 raporuna göre, sektörde dünya çapında hizmet veren havayollarının yarısı ve havalimanlarının dörtte üçü teknolojik altyapılarını yükselterek dijital dönüşümlerini siber güvenliği tesis edecek halde geliştirmektedir. Bu gerekçeyle yalnızca havalimanı siber güvenliğini arttırmak için yapılan bilişim teknolojisi yatırımları 9 milyar dolara yaklaşmış durumdadır. Tüm bunlardan anlaşıldığı üzere operasyonel ve bilgi teknolojileri altyapılarıyla donatılmış günümüz havalimanlarında, siber güvenlik fiziksel güvenlik kadar önemli hale gelmiştir. Havalimanlarındaki uçuş planlama sistemleri, biletleme sistemleri, veri izleme sistemleri gibi operasyonel işleyişte çok önemli olan sistemler hem içeriden hem de dışarıdan gelebilecek siber saldırılara karşı geliştirilen siber savunma sistemleri ile korunmaktadır (Systems, 2024).
- ***Güvenlik ve Acil Durum Yönetim Sistemleri:*** Havalimanları acil duruma müdahale konusunda önceden hazırlıkların yapılması gereken, kriz yönetimi politikalarına sürekli ve sürdürülebilir bir biçimde sahip olması gereken kurumlardır (Önen, Çiftci ve Kayar, 2021, s. 1490) Bu nedenle havalimanlarının karşı karşıya kalabileceği yangın, doğal afet ya da sabotaj gibi olası acil durumlara müdahale edebilmek amacıyla dijital alarm sistemleri kullanılmaktadır. Acil durumlardan herhangi birinin gerçekleşmesi halinde sistem otomatik olarak devreye girmekte ve müdahaleye olanak tanımaktadır. Türkiye’de Devlet Hava Meydanları İşletmesi, tüm büyük havalimanlarında dijital hale getirilmiş sistemleri kullanmaktadır. Olası bir acil durumda birimlerin hareket usulleri ve protokolleri otomatik olarak başlatılmaktadır (DHMI, 2020). Acil durumlarda hızlı ve doğru tepkiyi verebilmek, ancak tehlike arz edebilecek durumları önceden tespit edebilen uyarılarla mümkün olabilmektedir. Bu sistemler sayesinde olası riskler en aza indirgenerek havacılık sektörünün daha güvenli ve verimli yönetilmesi hedeflenmektedir (Hubek, 2024).

2.3.4. Havalimanında altyapı yönetimi için geliştirilen ürünler

Havalimanı tesisleri büyük bir alana yayılmış kapsamlı bir altyapısı olan, işlevi çok ama aynı zamanda karmaşık tesislerdir. Bu nedenle kapsamlı havalimanı altyapısının ve havalimanındaki tüm kaynakların etkili ve verimli yönetilmesi gerekmektedir. Havalimanında altyapı ve kaynak yönetimi aşamasında var olan kaynakların kullanımı en üst seviyede tutulurken maliyetlere de ayrıca dikkat edilmektedir. Tesis kullanımı sürdürülebilirlik ilkelerine göre yürütülmelidir ve bunun için de teknoloji kullanımına önem verilmelidir (IATA, 2022). IATA ve ACI gibi havacılık açısından önemli uluslararası kuruluşlar, enerji verimliliği ve iklim dostu havalimanı konseptlerin ancak dijital dönüşümle mümkün olabileceğini vurgulamaktadır (IATA, 2022; ACI, 2022). Bu bağlamda havalimanı tesisleri için altyapı ve kaynak yönetimine yönelik geliştirilen dijital ürünler aşağıda sıralanmaktadır:

- **Bina Yönetim Sistemleri (Building Management System):** Bina yönetim sistemleri; havalimanı terminal binası içerisindeki aydınlatma, iklimlendirme, enerji yönetimi gibi unsurları tek bir merkezden yönetmek ve izlemek üzerine geliştirilmiş sistemlerdir (http-30). Bina aydınlatması için gün ışığına duyarlı otomatik perdeleme, hareket sensörlü LED aydınlatma sistemleri, bölgesel ısıtma kontrolü gibi uygulamalar havalimanlarında tercih edilmektedir. Uygulanan bu teknolojiler sayesinde enerji tüketiminde ciddi enerji tasarrufu sağlanmaktadır (DHMI, 2022). HVAC (Heating, Ventilating and Air Conditioning- Isıtma, Havalandırma ve İklimlendirme) sistemi ekipmanları ile de ısıtma, havalandırma ve iklimlendirme uygulamaları terminal binasının tüm alanlarını kapsayacak şekilde kontrol edilerek gerekli hallerde müdahale edilebilmektedir. Bina yönetim süreçlerinde bu parametrelerin izlemesi sayesinde harcanan enerji daha verimli kullanılarak bina sürdürülebilirliğine de katkıda bulunmaktadır (IGA, 2020). Enerji yönetimini takip etmek havalimanlarına karbon ayak izini azaltma imkânı sunarken yeşil bina ve LEED (Leadership in Energy and Environmental Design- Enerji ve Çevresel Tasarımda Liderlik) sertifikasyonu süreçlerinde de önem arz etmektedir. İşletmeler, terminal binası içine kurdukları enerji tüketimi ve karbon salınımını izleme sistemleri sayesinde anlık tüketimlerini izleyerek enerji yoğun alanlardan aldıkları otomatik uyarılarla sürece anında müdahale edebilmektedir (SGIA, 2023). Bu sayede hem enerji tasarrufu sağlanmakta hem de daha yeşil havalimanına dönüşme potansiyeli oluşmaktadır.

- ***Su ve Atık Yönetimi İzleme Sistemleri:*** Havalimanlarında atık yönetimi, kaynakların sürdürülebilir bir biçimde kullanılmasını ve atıkların yol açabileceği çevresel etkileri en aza indirmek için gerçekleştirilmelidir. Havalimanı gibi büyük alanda hizmet verilen işletmelerde etkili bir şekilde atık yönetimi uygulanabilmesi için sistemlerle ilerlenmelidir (Kalyoncu, 2023). Su tüketimine yönelik izleme ve kontrol uygulamaları ise arıtılmış su kullanımı, yağmur suyunun toplanıp yeniden kullanımı ya da dijital atık takipleri gibi uygulamalarla gerçekleştirilmektedir. Yönetmelik ve talimatlar doğrultusunda havalimanlarında çevre yönetim sistemleri uygulanmaktadır (SHGM, 2018). Havalimanı tesislerinde gerçekleştirilen su ve atık yönetimi izleme sistemleriyle tasarruf edilmesinin yanında çevresel sürdürülebilirlik alanında da önemli adımlar atılmaktadır. Tüm bu çevresel yönetim sistemleri ile havalimanı işletmeleri ekonomik, sosyal ve kamusal alanlarda paydaşlarına fayda sağlamaktadır (http-53).
- ***Havalimanı Altyapı İzleme ve Terminal Bakım Yönetim Sistemleri:*** Havalimanlarında tüm altyapı kaynaklarının (asansör, yürüyen merdiven, elektrik panoları, jeneratörler gibi) dijital olarak izlenmesi bakım planlarını optimize etme imkânı sunmasının yanında arızalar oluşmadan önlem alınmasını da sağlamaktadır. Havalimanlarındaki altyapı sistemlerinin yüksek performansla yönetilmesi açısından önem arz etmektedir (http-43). Havalimanı terminalinde yer alan sistemlerin kontrol, bakım ve onarımıyla ilgili DHMİ tarafından yayınlanan yönetmelik usul ve esaslarına göre işlem yapılması gerekmektedir (DHMI, 2023). Havalimanlarında bakım yönetim sistemleri ile bakım gerektiren tüm ekipman ve teçhizatların bakım takvimleri yönetilmekte, bu sayede bakım maliyetlerinde tasarruf sağlanmaktadır (http-54).
- ***Yenilenebilir Enerji Yönetim Sistemi:*** Havalimanlarında yenilenebilir enerji teknolojilerinin kullanımı gün geçtikçe artmaktadır. Ülkemizde 2024 yılı itibarıyla 5 havalimanında kurulan güneş enerji santrali (GES) sistemleriyle enerji verimliliği sağlanarak sürdürülebilir bir havacılık politikası izlenmektedir. Yer hizmetleri bünyesinde hizmet veren araçların da elektrik enerjisi kullanımlı olanların tercih edilmesine yönelik teşvik ve uygulamaların devam etmesiyle iklim değişikliğine yönelik stratejiler geliştirilmektedir (http-74). Havacılık sisteminin bir altyapı sağlayıcısı olarak hizmet veren havalimanlarında çevresel etkilerin yüksek olduğu düşünüldüğünde sürdürülebilir enerji yönetimine yönelik

uygulamalar oldukça önemlidir. Bu nedenle birçok havalimanında alternatif ve çevreci bir enerji kaynağı olan güneş enerji sistemlerinden faydalanılmaktadır (Dağlı ve Rodoplu, 2021).

- **Verimli kaynak yönetimine ilişkin sistemler:** IATA tarafından tanıtılan ve ortak kullanım yolcu işleme sistemi olarak bilinen CUPPS (Common Use Passenger Processing Systems) sistemi birden fazla havayolunun kullanabildiği; hizmet sağlayıcının veya diğer kullanıcıların fiziksel kontrolü paylaşmasına olanak tanıyan hizmet yelpazesini, spesifikasyonları ve standartları tanımlayan; dünya çapında kabul gören bir standarttır. Bu sistem ile check-in kontuarları, kapılar ve tüm çevre birimleri birden fazla havayolu şirketi arasında paylaşılabilen bu sayede de havalimanı kaynaklarının verimli kullanımı en üst düzeye çıkarılabilmektedir (http-58).
- **Yönetim Bilgi Sistemleri:** Yönetim bilgi sistemleri, karar verme sürecinde kullanılacak bir format hazırlamak için çeşitli kaynaklardan veri toplayan bir dizi sistem ve prosedürden oluşmaktadır. Bu sistemin veriyle ilgili zorlukların üstesinden gelmesi amaçlanmaktadır. Sistem; kuruluşların verileri toplamasına, birleştirmesine ve analiz ederek verileri bilgiye, bilgiyi de eyleme geçirilebilir hale dönüştürmesine yardımcı olmak için kullanılmaktadır. Sistem; kullanıcılara anlık raporlama, terminal analizi, hava tarafı performans, hizmet yönetimi, insan kaynakları, sosyal medya duyarlılığı analitiği ve IoT gerçek zamanlı uçuş radarı yayını imkânı vermektedir (http-58).

2.3.5. Havalimanında gelir artırıcı dijital ürünler

Havalimanlarının gelir elde ettiği birçok kaynak bulunsa da havalimanı temelde havacılık geliri ve havacılık dışı gelir olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Havacılık gelirleri, havalimanı operasyonlarından elde edilen gelirlerdir. Havacılık dışı gelirler ise doğrudan havalimanı operasyonu ile bir ilgisi bulunmayan ancak dolaylı olarak havalimanı kullanımıyla ilişkili gelirler olarak ele alınabilmektedir (Alıcı, 2017, s. 4-5). Havalimanları geçmişten bugüne olan değişimlerinde artık yalnızca ulaşımın merkezi olmasıyla değil, ticari gelir yaratan yeni uygulamaları hayata geçiren alanlar olmasıyla da dikkat çekmektedir (Çopur, Yıldırım ve Durmaz, 2023, s. 612). Dijitalleşme uygulaması sayesinde ise hem havacılık gelirleri hem de havacılık dışı gelirlerde artış görülmektedir. Havalimanları, dijital teknoloji ve inovasyondan yararlanarak yeni ortaklıklar ve gelir

modelleri elde edebilir. Bu sayede giderek daha rekabetçi hale gelen ortamda kendilerini uzun vadeli olarak başarıyla konumlandırabilirler (http-2). Havalimanlarında gelir artışı sağlayan dijital ürünlere ise aşağıda yer verilmiştir:

- ***Mobil Uygulamalarla Promosyon Yönetimi:*** Mobil uygulamalar; yolculara uçuş bilgisi, yönlendirme ve bildirim gibi hizmetlerin yanında alışveriş kuponları, kampanyalar ve özel indirimler sunarak gelir artırıcı bir araca dönüşmüştür. Günümüz havalimanlarında yolculara mobil uygulamalar aracılığıyla bilgi verilmesinin ve yolculuklarının kolaylaştırılmasının yanı sıra çeşitli ücretli hizmetler sunulması ve paket satışları, alışveriş kampanyaları, indirimlerden yolcuların haberdar edilmesi gibi gelir elde edici hizmetler de verilmektedir (http-26). Örneğin Schiphol Havalimanı yetkilileri tarafından yapılan bir açıklamada, havalimanının mobil uygulaması sayesinde yolcular alışveriş yapabilmekte, mobil uygulama kazanımları sayesinde uçuş kaçırma vb. streslerini azaltırken havalimanı ticari alanlarında daha fazla zaman geçirebilme imkanına sahip olmaktadır. Bu durum da havalimanlarına doğrudan gelir kaynağı olabilmektedir (Acar, 2023).
- ***Dijital Havaalanı Sistemi:*** Dijital havaalanı sistemi, yolcuların havaalanı içinde ve çevresinde gerçekleşen kapıdan kapıya yolculuklarını teşvik ederek havaalanı operatörlerinin yolculara katma değerli dijital hizmetler sunmasına ve havacılık dışı gelirleri artırmasına yardımcı olmaktadır. Sistem ile web, mobil uygulama, bilgilendirme kioskuları, sosyal medya gibi çeşitli dijital müşteri temas noktaları dizayn edilebilmektedir. Havalimanı bünyesindeki tüm dijital yolcu temas noktaları, yenilikçi işlevlere sahip olabilirken bütünsel ve merkezi olarak yönetilen bir hale gelebilmektedir. Sistem sayesinde yolcular, havalimanı personeli ve havayolu personeli arasındaki temas azaltılmakta ve havalimanı gelirleri de artırılmaktadır (http-58).
- ***Otopark Hizmetlerinin Dijital Satışı ve Yönetimi:*** Havalimanı kullanıcılarına verilen otopark hizmetleri Türkiye'deki havalimanlarında, DHMİ tarafından kiraya verilen ya da işletilen otoparklarda geçerli tarifeler her yıl belirlenmekte ve kamuya ilan edilmektedir (DHMI, 2025, s. 49). Havalimanları günümüzde otopark hizmetleriyle ilgili ödemeleri dijital platformlar aracılığıyla yönetmektedir. Ödemeler hususunda ön rezervasyon, hızlı geçiş, temassız ödeme gibi imkânlar sunan işletmeler verdikleri otopark hizmeti ile de satış gelirlerini artırmaktadır (http-57).

- **Terminal Simülasyon Sistemleri:** Simülasyon, gerçek dünyadaki bir iş akışını veya bir sistemi zaman içinde taklit etmek veya temsil etmek için istatistiksel ve bilgisayar modellemeyi birleştiren özel bir teknik olarak bilinmektedir. Simülasyonun nihai amacı ise mevcut bir ortamı yeniden üreterek olası sonucu tahmin etmektir. Gerçekleştirilen terminal simülasyon sistemleri; havaalanı operatörlerinin darboğazları tespit edebilmesine, havaalanı kapasitesini ve kaynaklarını proaktif bir şekilde planlamalarına fayda sağlamaktadır. Havalimanı operatörleri, sanal bir ortamda süreçleri analiz edebilmekte ve denemeler yapabilmektedir. Böylece gerçek testlerle ilişkili zaman ve maliyet gereksinimleri azaltılmaktadır (http-58). Maliyetleri azaltmaya yarayan bu simülasyon sistemleri ise dolaylı olarak havalimanı gelirlerini tasarruf yöntemiyle artırmaya yönelik fayda sağlamaktadır.
- **Dijital Reklam Sistemleri:** ACI verilerine göre reklam gelirleri havalimanlarının havacılık dışı gelirlerinin %23'ünü oluşturmaktadır (Cheglatonyev, 2025). Önemli bir gelir kaynağı olan reklamlar, giderek dijitalleşen havalimanlarında artık dijital kanallar aracılığıyla da ulaştırılabilmektedir. Havalimanı genelindeki dijital ekranlar ve yolcu verisine dayalı hedefli reklam sistemleri, markalara doğrudan satış fırsatları sunarken havalimanlarına da reklam geliri kazandırmaktadır. Terminal içerisinde lightbox, duvar panoları, özel dijital alanlar, dijital projeler, dijital yansımalar ve ekranlar ile terminal dışı alanlar reklam amacıyla kullanılarak çeşitli markaların havalimanı bünyesinde tanıtım yapmalarına olanak sağlamaktadır (http-39). Özellikle yolcu trafiği anlamında yoğun olan havalimanlarında ciddi bir gelir getirici unsur olmaktadır (http-46).
- **Wi-Fi Hizmetleriyle Veri Toplama ve Gelir Modellemesi:** Havalimanlarında yolculara sunulan ücretsiz wi-fi hizmetiyle yolculardan ya da kullanıcılardan elde edilen veriler (konum bilgisi, demografik bilgiler vb.) havalimanının pazarlama stratejilerinde kullanılmaktadır (http-57). Bunun yanında reklamcılarla paylaşılması sonucunda da gelir getiren bir modele dönüşebilmektedir. Örneğin Londra Heathrow Havalimanında, Heathrow Perakende Akademisi ile yolcuların wi-fi kullanımlarından elde edilen veriler analiz edilerek kişiye özel öneriler sunulmaktadır. Ayrıca yolcunun güvenlik politikalarını onaylayarak vermiş olduğu verilerden de gelir elde edilmektedir. Çünkü yolculara ait veriler, artık

sadece havalimanlarında analiz için değil, doğrudan ticari değer üretmesi amacıyla da kullanılmaktadır (http-77).

- **Havalimanlarında Sadakat Programları:** Havalimanlarında sadakat programları yolcuları alışverişe teşvik ederken bir yandan da farklılaştırılmış ve kişiye özel hizmet sunumuna imkân tanımaktadır. Kişilere tanımlanan puan sistemleri, kişiye özel avantajlar ve üye olan kişilere sağlanan indirimler gibi uygulamalarla sadakat programları havalimanları için de uygulanabilir hale gelmiştir (http-23). Türkiye’de de pek çok havalimanında bu programlar uygulanarak havalimanlarının yolcudan elde ettikleri gelir oranları artmaktadır.
- **Faturalandırma Hususunda Ticari Yönetim Sistemleri:** Özellikle havalimanlarının ihtiyaçlarına ve iş akışlarına göre geliştirilen sistemlerdir. Gelir artırma sürecini destekleyen sistemler, havalimanlarındaki gelir kaçaklarının azaltılmasına yönelik tasarlanmaktadır. Ticari yönetim sistemleri, havalimanı çalışanlarına operasyonel verileri fatura verileriyle ilişkilendirerek hem havacılık hem de havacılık dışı hizmet kullanımlarını, tüm havalimanı gelirlerini doğru bir şekilde hesaplama imkânı sunmaktadır. Havaalanı yönetiminin dijital olarak bu işlemleri gerçekleştirebilmesi, manuel hatalar olmadan doğru faturalar oluşmasına olanak tanımaktadır. Bu da ticari yönetimi ve sistemler arasında veri tutarlılığının elde edilebilmesine yardımcı olmaktadır. Sistem kullanıcılarına esneklik, gelişmiş gelir yönetimi, yerel yönetimlerle uyumlu çalışma, çoklu havaalanı yönetimi, zaman tasarrufu, azalan iş yükü gibi çeşitli faydalar sunmaktadır (http-58).
- **Ön Sipariş Yönetim Sistemleri:** Ön sipariş, henüz piyasaya sürülmemiş veya hazırlanmamış bir ürün için verilen siparişleri tanımlamak için kullanılan bir terimdir. Ön sipariş yönetim sistemleri yolculara yönelik web tabanlı, gerçek zamanlı yiyecek ve içecek, duty free ürün (parfüm, kozmetik, güneş gözlüğü vb.) siparişi imkânı sunarken havalimanlarının havacılık dışı gelirlerini artırmalarına yardımcı olabilmektedir (http-27). Bu sistem sayesinde havalimanı paydaşlarında insan etkileşiminin azalması; perakende satış alanlarında yolcuların daha az süre beklemleri ve bu sayede gelişmiş yolcu deneyimine sahip olmaları; uygulama içi promosyonlar ve reklam imkanları, kolay sipariş seçimi, kolay ödeme, QR kod eşleştirmeyele artırılmış güvenlik hizmetlerinin sağlanması gibi faydalar sunulmaktadır (http-58).

3. HAVALİMANLARINDA DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYESİ

Dijital dönüşüm süreçlerinin başarılı bir şekilde gerçekleştirilebilmesi için işletmelerin doğru bir yol haritası oluşturması ve süreci etkin bir şekilde yönetmesi gerekmektedir. Dijital olgunluk, bu noktada devreye girerek işletmelerin mevcut durumlarını değerlendirmeleri ve hedefleriyle uyumlu yol haritaları oluşturmaları konusunda işletmelere yardımcı olmaktadır (Aras ve Büyüközkan, 2023). Dijital olgunluk kavramı, işletmelerin dijital teknolojileri kendi süreçlerine entegre ederek kullanıcıları için değer yarattıkları aşamadır (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2011). Dijital olgunluk seviyesi, yalnızca işletmelerin teknolojiyi nasıl kullandıklarıyla ilgili değildir. Aynı zamanda işletmelerin organizasyonel kültür, süreçler, yetkinlikler gibi unsurlar çerçevesinde dijital olgunluklarının değerlendirilmesidir (Kane vd., 2015). Havalimanlarında dijital olgunluk kavramı, havacılık süreçlerinde yürütülen operasyonların kapsamlı süreçleri ve sektörün kendi iç dinamikleri itibariyle diğer sektörlerden ayrıştırılması gereken bir kavramdır. Havalimanları; yüksek güvenlik standartlarına uyulması gerekliliği, operasyonun kesintisiz ve aksaksız yürütülmesi zorunluluğu ve yolcu deneyiminin kritik önemli oluşu itibariyle kompleks yapılardır (IATA, 2022). Bu yönüyle herhangi bir işletmedeki dijital olgunluk kavramı havalimanlarında farklılaşacaktır.

Bu bölümde öncelikle dijital olgunluk kavramı, sonra dijital olgunluk seviyesi, ardından da havacılık sektöründe dijital olgunluk seviyesi açıklanacaktır. Akabinde her iki kavram için de literatür kaynakları incelenerek sentezlenmiş dijital olgunluk modellerine, ölçüm boyutlarına yer verilecektir. Bölüm sonunda tüm sektörler için ve havacılık sektörü için kullanılan dijital olgunluk modellerinde tekrar eden boyutlar ortaya koyulmuş olacaktır. Bu kısımdaki amaç havalimanlarına özgü bir dijital olgunluk seviyesi ölçüm modeli sentezlemek ve havalimanlarında hangi ölçüm boyutlarının daha önemli olduğuna ilişkin bir literatür taraması yapmaktır.

3.1. Dijital Olgunluk Kavramı

Dijital olgunluk kavramı, Endüstri 4.0 ile sıklıkla birlikte anılan bir kavramdır. Kavramın ortaya çıkışı ise dijital dönüşümle birlikte başlamıştır. İşletmelerin hedeflerine ulaşmak ve üretimde verimlilik artışına ulaşmak için modern teknolojilere başvurmasıyla birlikte işletme uygulamalarında dijital dönüşüme gidilmeye başlanmıştır. Dijital dönüşüm kavramıyla birlikte de dijital olgunluk kavramı gündeme gelmeye başlamıştır.

Dijital olgunluğun alan yazında birden çok tanımı bulunmaktadır. Dijital Adaptasyon Platformunun (DAP Digital Adoption Platform) tanımına göre dijital olgunluk; işletmelerin sahip oldukları insan sermayesini ve faaliyetlerini, dijital süreçlere uyumlu hale getirmeleridir (Aslanova ve Kulichkina, 2020, s. 443). Gökalp ve Martinez (2021), tarafından bir işletmenin dijital teknolojisinin faaliyetlerini, beceri katılımını ve iş çerçevelerini dönüştürdüğü durum olarak tanımlanmaktadır. Hägg ve Sandhu (2017) ise dijital olgunluğu, dijital iş ortamlarıyla ilgili sorunları çözmeyi başaran bir organizasyonda bir dönüşümün meydana geldiği bir durum olarak adlandırmaktadır. Schumacher vd. (2016) dijital olgunluğu, bir sistemin gelişim aşamasının ilerlemesini ifade eden mükemmel veya eksiksiz olma durumu olarak tanımlamaktadır. Teichert (2019), dijital dönüşüm ve dijital olgunluk arasındaki bağlantının teknolojik ve yönetsel bileşenleri kapsadığını belirtmek için “Dijital Dönüşüm Olgunluğu (Digital Transformation Maturity)” terimini kullanmaktadır. Gartner (2020) dijital olgunluğu, bir kurumun iş performansını artırmak ve dijital dönüşümü mümkün kılmak için dijital teknolojileri ve süreçleri uyguladığı seviye olarak tanımlamaktadır (http-11). Westerman vd. göre (2014) dijital olgunluk ise insan sermayesinin ve kurumsal operasyonların dijital süreçlere entegrasyonu, tam karşılığı olarak düşünüldüğünde de dijital süreçlerin insan sermayesine ve organizasyonel operasyonlara entegrasyonu olarak ele alınmıştır. Dijital olgunluk anlamında ‘en iyi’ olarak tanımladıkları işletmelerin, operasyonlarını dönüştürmek için dijital aktiviteyi güçlü liderlikle birleştiren işletmeler olduğunu ve esas dijital olgunluğun da bu olduğunu söylemektedir. Kane (2017) tarafından yapılan tanımda ise dijital olgunluk, işletmelerin dijital değişime istikrarlı bir şekilde uyum sağlamaya sistematik açıdan nasıl hazırlandıklarıdır. Dijital olgunluk kavramı içerisindeki olgunluk terimi ise Kane’e göre psikolojik kökeni olan ve çevreye uygun şekilde tepki verme hususunda öğrenilmiş bir kabiliyete dayanan bir terimdir. İşletmeler, dijital olgunluk kavramı ile değişime uyum sağlayabilmek hususunda yeteneklerini, operasyonlarını sistematik bir şekilde tasarlayabilmelidir. Dominguez (2017) ise dijital olgunluğu, dijital dönüşümün son aşaması olarak tanımlamaktadır. Dijital olgunluğa ulaşan işletmelerin faaliyetlerini önemli düzeyde geliştirdiklerini ve müşteri memnuniyetlerini de arttırdıklarını savunmaktadır (http-75). Bu tanımlardan yola çıkarak dijital olgunluk, dijital dönüşüm adaptasyonunun performansını ortaya koyan kritik bir gösterge olarak özetlenebilir. Dijital olgunluk sürecinde, bir işletmenin operasyonlarını dönüştürmek ve dijital çağda rekabetçi kalabilmek için dijital teknolojileri uygulamadaki yetenekleri,

hazır olma durumu ve ilerlemesi değerlendirilerek dijital olgunluk seviyesi belirlenmektedir. Bu süreç, bir işletmenin dijital olgunluk düzeyini ölçmek için çeşitli çerçeveler, modeller ve araçlar kullanarak; strateji, kültür, süreçler, teknoloji ve veri analitiği gibi temel alanlardaki işletme performansının analiz edilmesini içermektedir. Dijital çağda gelişmek, rekabette öne çıkmak ve işletmelerini verimli yönetmek isteyen işletmeler için dijital olgunluk süreçleri çok önemlidir. İşletmelerin dijital yeteneklerindeki boşlukları tespit etmelerine olanak tanımakta olan dijital olgunluk süreçleri, onlara rekabetçi kalabilmek için geliştirmeleri gereken alanlara dair de içgörüler sağlamaktadır (Aras ve Büyüközkan, 2023).

3.1.1. Dijital olgunluk seviyesi

Dijital olgunluk seviyesi; bir işletmenin dijital teknolojileri nasıl kullandığını, teknolojilerin iş süreçlerine entegrasyonunu ve işletmenin dijital dönüşüm yolculuğundaki ilerlemesini ifade eder. Dijital olgunluk seviyesi, işletmenin dijital yetkinliklerinin stratejik hedeflerine ne kadar uyum sağladığını ve rekabet avantajı elde etmek için dijital teknolojileri ne kadar etkin bir şekilde kullandığını yansıtır (Sağbaş ve Gülseren, 2019). Dijital olgunluk işletmelerde adım adım ilerleyen, uzun bir süreci kapsayan bir gelişim yolculuğudur. Bu süreçte işletmeler ilk olarak başlangıç kısmında yer alırlar. Bu adımda işletmelerin dijitalleşmeye yönelik sistematik bir yaklaşımları olmasa da dijital dönüşüm yolculuğuna atılan ilk adım başlangıç adımıdır. İkinci adımda işletmeler gelişmekte olan kategorisine girmektedir. Dijital dönüşüme yönelik başlangıcı atılan uygulamalar artık denenmeye başlanmıştır fakat stratejik yönelim geliştirilmemiştir. Üçüncü adımda dijital stratejilerini benimseyen işletmelerin teknoloji entegrasyonu sınırlı seviyededir. Dördüncü adımda dijital teknolojiler iş süreçlerine entegre edilmiştir. Son adımda ise işletmeler dijitalleşme alanında sürekli gelişen, yenilenen ve dijital kültürü benimseyen işletmelere dönüşerek seviyelerini en üste taşımış olurlar (http-36). Bu seviyeler sayesinde işletmeler; seviye olarak dijital dönüşümde hangi aşamada olduklarını değerlendirebilmekte, güçlü ve zayıf alanlarını belirleyebilmekte ve stratejik hedeflerini de bu doğrultuda şekillendirebilmektedir. İşletmelerde dijital olgunluk seviyesinin belirlenmesi ile rekabet avantajı elde edilmekte ve kurumsal çeviklik geliştirilebilmektedir. Dijital olgunluk seviyesi yüksek olan işletmeler, değişen müşteri ihtiyaçlarına daha hızlı yanıt verebilirken süreçlerini de

optimize edebilir ve yenilikçi iş modellerine geçiş yapmakta diğer işletmelere göre daha hızlı olabilmektedirler (Fitzgerald vd., 2014).

Dijital olgunluk seviyesini belirlemek işletmelere; benzer ve farklı iş alanlarında kullanılan teknolojiyi takip edebilme, takip ettiklerini örnek alma ve kendi dijital dönüşüm yolculuklarında hedeflerini belirlemeleri itibariyle fayda sağlamaktadır. Hedeflerini netleştiren işletmeler; ihtiyaçlarına uygun alanları belirleme, yatırım yapma ve nihayetinde uygulama süreçlerine daha hızlı geçebilirler (Eren, 2024). Dijital olgunluk seviyesini tarafsız ve niceliksel bir şekilde değerlendirerek ölçen işletmeler, kaynaklarını verimli kullanarak dijital dönüşüm süreçlerindeki başlangıç adımlarını belirleyebilecek ve bu yolda nasıl ilerleyeceklerini hesaplayacaklardır. Tüm bu nedenlerle de dijital dönüşümlerini etkin bir şekilde gerçekleştirirken kaynak tahsisi ve finansman yatırımlarını en yüksek ekonomik faydaya erişecek şekilde planlayabileceklerdir (Şener, Gökalp ve Eren, 2021).

Dijital olgunluk seviyesi ve ilgili alanlarda (dijital dönüşüm, dijitalleşme, dijital olgunluk) daha önce yapılmış çalışmalardan oluşan literatür taramasına aşağıdaki tablolarda (Tablo 3.1. ve Tablo 3.2.) yer verilmiştir.

Tablo 3.1. Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yerli Çalışmalar (Google Scholar, Dergipark aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Bir İmalat İşletmesi İçin Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması	(Över Özçelik, Erkollar ve Cebeci, 2018)	Bu çalışmanın amacı, Sakarya’da makine üretimi yapan bir işletmenin dijital olgunluk düzeyini değerlendirmek ve bu kapsamda işletmenin güçlü yanları ile gelişime açık alanlarını ortaya koymaktır. Bu doğrultuda, literatürde dijitalleşme endeksi kapsamında sıkça kullanılan dokuz temel ölçüt esas alınarak, bu ölçütlerin alt boyutlarını yansıtan sorular geliştirilmiştir.	Çalışmada AHP (Analitik Hiyerarşi Prosesinden) faydalanılarak ağırlıklandırılma yapılmıştır.	Çalışma sonucunda firmanın dijital olgunluk seviyesi üç olarak belirlenmiş; geliştirilmesi gereken alanlar ise anket verileri ve AHP yöntemiyle elde edilen ağırlıklar doğrultusunda ortaya koyulmuştur.
Endüstri 4.0 Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi	(Sagbaş ve Gülseren, 2019)	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 çerçevesinde dünya ve Türkiye’deki dijitalleşme süreci incelenmiş; sanayide dijital dönüşümün, ekonomik kalkınmayı destekleyici bir araç olarak potansiyeli değerlendirilmiş ve dijital olgunluk düzeyi analiz edilmiştir.	Betimsel Araştırma	Çalışma sonucuna göre, Endüstri 4.0 kapsamında dijital iş modellerinin etkili şekilde uygulanabilmesi için motivasyon, finansal kaynaklar, altyapı yeterliliği ve uygun çalışma ortamı temel ön koşullar arasında yer almaktadır.
Sanayi 4.0 Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Bir Yaklaşım: Lojistik Sektörü Uygulaması	(Baki ve Serdar, 2020)	Bu çalışmada, IMPULS olgunluk modeli temelinde lojistik firmalarının Sanayi 4.0 olgunluk seviyelerini değerlendirmeye yönelik iki farklı yöntem geliştirmeyi amaçlamaktadır.	Çalışmada ÇKKV yöntemleri kullanılmıştır. Bu yöntemler AHP-TOPSIS ve VIKOR yöntemleridir.	Araştırma bulgularına göre, en yüksek öneme sahip kriterin strateji ve organizasyon olduğu belirlenmiştir.
Analysis Of Companies’ Digital Maturity By Hesitant Fuzzy Linguistic MCDM Methods (Şirketlerin dijital olgunluğunun tereddütlü bulanık dilsel MCDM yöntemleriyle analizi)	(Büyüközkan ve Güler, 2020)	Bu çalışmanın amacı, firmaların dijital dönüşüm modellerinde öncelikli kriterleri belirleyerek, firmaların dijitalleşme düzeylerine göre sıralanmasına olanak tanıyacak bilimsel bir yöntem geliştirmektir.	Bu çalışmada, HFLTS (Tereddütlü bulanık dilsel terimler kümesi) Analitik Hiyerarşi Süreci (AHP) ve HFL Toplama Oranı Değerlendirmesi yöntemleri kullanılmıştır.	Çalışmada, önerilen yöntemin geçerliliğini test etmek amacıyla yapılmıştır. Sonuçta bankacılık sektörü üzerine bir örnek uygulama yapılmıştır.
Endüstri 4.0 Teknolojik Olgunluk Düzeyinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Modellenmesi: Gıda ve İçecek İmalat Sektörü Örneği	(Sarı, 2020)	Bu çalışmada, temel Endüstri 4.0 teknolojilerinin kullanım düzeyini Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemiyle analiz eden, sektöre özgü bir dijital olgunluk modeli geliştirilmesi amaçlanmaktadır.	Analitik Hiyerarşi Prosesi (AHP) yöntemi	Araştırma bulgularına göre, gıda ve içecek imalat sektörü açısından en kritik teknolojiler Otonom Robotlar ve Siber Güvenliktir. Bunları Büyük Veri Analitiği ile Ekllemeli İmalat Sistemleri izlemektedir.

Tablo 3.1. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yerli Çalışmalar
(Google Scholar, Dergipark aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Türkiye’de Dijital Dönüşüme Başlangıç İçin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Sektörel Sıralama	(Yılmaz Yalçın ve Çaylak, 2020)	Bu çalışma, Türkiye'nin Endüstri 4.0 dönüşüm sürecine hangi sektörden başlamasının daha uygun olacağı sorusuna odaklanmakta ve bu doğrultuda sektörel önceliklendirmeye yönelik bir öneri sunmayı amaçlamaktadır.	Çalışmada ÇKKV yöntemlerinden AHP ve TOPSIS kullanılmıştır.	Çalışma sonucunda, sektörlerin Endüstri 4.0 dönüşümündeki öncelik sıralaması şu şekilde belirlenmiştir: Tekstil, Otomotiv, Gıda ve Tarım, Makine Sistemleri, Beyaz Eşya ve Kimyasallar.
Kurumların Stratejik Yönetim Süreçlerinde Dijitalleşmenin Rolü	(Mert, 2020)	Bu çalışmada, stratejik yönetim kavramı kapsamlı bir literatür incelemesiyle değerlendirilmekte ve stratejik yönetim ile dijitalleşme arasındaki ilişki kuramsal çerçevede analiz edilmektedir.	Literatür taraması	Çalışma sonucunda kurumların dijitalleşmesinin, stratejik yönetim aşamalarını ve karar alma süreçlerini doğrudan etkilemekte olduğu ortaya koyulmuştur.
İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması	(Sağlam, 2021)	Bu çalışmada, dijital dönüşüm sürecinin işletmeler açısından nasıl planlanabileceğine dair bir yol haritası sunulması amaçlanmakta; ayrıca, akademik çalışmalarda kullanılmak üzere dijital dönüşüm ölçeğinin Türkçe uyarlamasının geçerlilik ve güvenilirliği incelenmektedir.	Çalışmada veri toplamada anket yöntemi kullanılmıştır. Veri analizi için ise SPSS 24 ve AMOS 24 programları kullanılmıştır.	Çalışma sonucunda ölçeğin 12 ifadeden oluşan Türkçe formunun kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.
İşletmelerde Dijital Dönüşüm Yönetiminde Nihai Hedef: Dijital Olgunluk	(Asiltürk, 2021)	Bu araştırmanın amacı, işletmeler bağlamında dijital dönüşüm ve dijital olgunluk kavramlarını irdelemek ve bu çerçevede literatürde yer alan bazı dijital dönüşüm modellerinin boyutlarını ve özelliklerini incelemektir.	Araştırma Makalesi	Araştırma sonuçlarına göre, işletmelerde dijital dönüşüm kapsamında dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesine yönelik model ve arketip geliştirme çabaları, 2000’li yılların başından itibaren artarak devam etmektedir.
Dijital Olgunluk İndeksi: Organizasyonların Dijital Dönüşüm Yolculuğunda Verimliliği Artırmak İçin Bir Kantitatif Yöntem	(Şener, Gökalp ve Eren, 2021)	Bu çalışma, dijital dönüşüm olgunluk modellerini literatür bağlamında derinlemesine incelemeyi ve mevcut modellerin yetersiz kaldığı alanlarda yeni bir indeks yapısının temellerini atmayı hedeflemektedir.	Literatür taraması	Bu çalışmanın analizi, mevcut dijital olgunluk modellerinin belirlenen tüm kriterleri eksiksiz karşılamadığını ve bu nedenle iyileştirilmeleri gerektiğini ortaya koymuştur.

Tablo 3.1. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yerli Çalışmalar
(Google Scholar, Dergipark aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Dijital Dönüşüm Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesine Yönelik Modellerinin İncelenmesi	(Ayyıldız ve Demir, 2022)	Bu çalışma, pandemi sonrası dönemde kurum ve işletmelerin dijital olgunluk düzeylerini saptamaya dönük bir ölçme aracı geliştirmek için yapılmıştır.	Çalışma doküman incelemesine dayalı nitel bir analiz yöntemiyle yürütülmüştür.	Sonuç olarak mevcut ölçeklerin genellikle ülke ya da kurum düzeyinde tasarlandığı, anket temelli yaklaşımların bireysel algılara dayandığı belirlenmiştir.
İşletmelerde Dijital Dönüşümün Stratejik Yönetimi: Bir Alan Araştırması	(Kumru ve Kasımoğlu, 2022)	Bu araştırmanın temel amacı, işletmelerde dijital dönüşüm sürecinin etkin bir şekilde yönetilebilmesi için stratejik bir yönetim çerçevesi geliştirmektir.	Araştırmada online anket yöntemi ile veri toplanmıştır.	Bu araştırma, dijital iş stratejisinin dijital dönüşümü anlamlı ve pozitif yönde etkilediğini, aralarında güçlü bir ilişki bulunduğunu ortaya koymuştur.
İşletmelerde Dijital Olgunluk Düzeyinin Yenilik Performansı Üzerindeki Etkisinde Büyük Veri Analitik Yeteneğinin Aracı Rolü	(Düzcan ve Fidan, 2023)	Bu araştırma, Forrester Dijital Olgunluk Modeli 5.0 kullanılarak Türkiye'deki orta ve büyük ölçekli işletmelerin dijital olgunluk seviyelerini belirlemeyi amaçlamıştır.	Bu çalışmada veri toplama aracı, Survey Monkey platformu aracılığıyla online olarak dağıtılan bir ankettir. Veri analizi SPSS 26.0 ve AMOS 21.0 programlarıyla yapılmıştır.	Çalışma, işletmelerin dijital olgunluk seviyesinin yenilik performansı ve büyük veri analitik yeteneği üzerinde etkili olduğunu göstermektedir.
Dijital Dönüşüm Ekseninde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Endüstri 4.0 Olgunluk Modelinin Değerlendirilmesi	(Dermenci ve Sağbaş, 2023)	Bu çalışma, beyaz eşya sektöründeki bir işletme özelinde, Endüstri 4.0'ın yeni nesil teknolojilerini içeren bir dijital olgunluk modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır.	Çalışmada çok kriterli karar verme yöntemlerinden olan (ÇKKV) AHP ve TOPSIS kullanılmıştır.	Bu çalışmada, Endüstri 4.0 kapsamında belirlenen kriterler doğrultusunda işletmenin teknolojik olgunluk düzeyi ortaya konulmuştur.
Dijitalleşme Süreci Çerçevesinde Kamuda Stratejik Yönetim	(Tamer ve Övgün, 2023)	Bu çalışmanın amacı, kamu yönetimi perspektifinden dijitalleşmenin, kamudaki stratejik yönetim süreçlerine ve kamu örgütlerinin dönüşümüne olan etkilerini incelemektir.	Çalışma nitel bir literatür taraması yöntemiyle yürütülmüştür.	Çalışma bulgularına göre, kamuda stratejik yönetimin dijitalleşme süreci üç temel unsur etrafında şekillenmektedir: dijital kapasitenin artırılması, kamu yararı ve değeri üretiminin sağlanması ile bu dönüşümün kalıcı hale getirilmesi.

Tablo 3.1.'deki literatür taramasının gerçekleştirilmesinin nedeni “Dijital olgunluk seviyesiyle ilgili gerçekleştiren araştırmalar hangi alanlarda yapılmış, alandaki çalışmalar güncel mi, hangi sorularla yola çıkılmış, çalışmaların veri toplama araçları ve sonuçları nelerdir?” gibi sorulara cevap aramaktır.

Literatür taraması sonucunda araştırmaların dijital dönüşüm, dijitalleşme süreçleri, dijital olgunluk seviyesi alanlarında yapıldığı ve çalışmaların yapıldığı yıllar itibarıyla oldukça güncel oldukları görülmüştür. Veri toplama araçlarında ağırlıklı olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinin (AHP, TOPSIS, VIKOR vb.) tercih edildiği; geri kalan

çalışmaların ise literatür taraması, betimsel araştırma, nitel araştırma gibi araştırmalar olduğu görülmüştür. Her bir çalışmanın alanında özgün sonuçları da olduğu ayrıca yapılan araştırmalar sonucunda saptanmış ve tabloda açıklanmıştır.

Tablo 3.2. *Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yabancı Çalışmalar (Scopus, Web of Science aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)*

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Digital Technologies in Airport Ground Operations	(Kovynyov ve Mikut, 2019)	Çalışmada, yer hizmetleri işletmelerinin değer zinciri incelenerek dijital teknolojilerden etkilenen ve etkilenmeyen alanların belirlenmesi amaçlanmaktadır.	Örnek olay- Derleme	Çalışma, yer hizmetlerinde dijitalleşme girişimlerinin, operasyonel iyileştirmelere odaklandığını ve yer hizmetleri işletmelerinin, verimliliği artırmak için veri entegrasyonu ve yönetimine yatırım yaptığını göstermektedir.
Digital Maturity: Definition and Model	(Aslanova ve Kulichkina, 2020)	Bu makale, mevcut tanımların analizine dayalı olarak dijital olgunluğun tanımı araştırmakta ve dijital olgunluk modellerinin karşılaştırmasını yapmayı amaçlamaktadır.	Literatür taraması, Model inceleme	Sonuçlara göre şirketlerin daha yüksek bir dijital olgunluk seviyesine ulaşmalarına ve performanslarını artırmalarına, operasyonel hedeflerine ulaşmalarına vb. yardımcı olmaktadır.
A New Digital Service Quality Model And its Strategic Analysis in Aviation Industry Using Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy AHP	(Büyüközkan, Havle ve Feyzioğlu, 2020)	Bu çalışma, havayolu işletmelerinde yeni ve özgün bir DSQ modeli önermeyi amaçlamaktadır.	Kriterlerin önem dereceleri IVIF AHP (aralık değerli sezgisel bulanık AHP) yöntemiyle belirlenmiştir.	Çalışmanın sonuçları, en önemli boyutun dijital güven olduğunu ve önem sırası dikkate alındığında kriterin proaktif müşteri hizmetleri, siber güvenlik ve müşteri içgörüsünün en önemli üç kriter olduğunu göstermiştir.
Ready for digital transformation? The effect of organisational readiness, innovation, airport size and ownership on digital change at airports	(Halpern vd., 2021)	Bu çalışma, havalimanlarındaki dijital değişime örgütsel hazırlık, yenilikçilik ve havalimanı büyüklüğü ve sahipliğinin etkisini araştırmaktadır.	Veriler, anket yöntemiyle toplanmış ve kısmi en küçük kareler yapısal eşitlik modellemesi kullanılarak analiz edilmiştir.	Çalışmanın bulguları, organizasyonel hazırlığın başarılı bir şekilde geliştirilmesinin, havalimanlarında dijital değişim için ihtiyaç duyulan inovasyon oranını hızlandırmak için kullanılabileceğini göstermektedir.
An integrated SWOT Based Fuzzy AHP and fuzzy MARCOS Methodology for Digital Transformation Strategy Analysis in Airline Industry	(Büyüközkan, Havle ve Feyzioğlu, 2021)	Bu çalışma, farklı Dijital dönüşüm stratejilerini (DTS) belirlemeyi ve analiz etmeyi amaçlamaktadır.	Çalışmada, SWOT faktörlerinin ağırlıkları bulanık AHP yöntemi ile belirlenmektedir. En uygun DTS'yi seçmek için bulanık MARCOS yaklaşımı kullanılır.	Çalışma sonuçlarına göre, en uygun strateji “iş modellerinin fayda sağlayacak şekilde dijital dönüşüme uyarlanmasıyla farklılaştırılmış dijital müşteri deneyimine ve hizmet kalitesine odaklanmak” olarak elde edilmiştir.
Digital competency evaluation of low-cost airlines using an integrated IVIF AHP and IVIF VIKOR methodology	(Büyüközkan, Havle ve Feyzioğlu, 2021)	Çalışmanın amacı yeni bir dijital yeterlilik değerlendirme (DCE) modelinin tanıtılmasıdır.	Kriter ağırlıkları, IVIF AHP (aralık değerli sezgisel bulanık AHP) yöntemi kullanılarak hesaplanmıştır.	Çalışma sonuçları, en önemli boyutun dönüşüm ve uyum yönetimi olduğunu göstermektedir.

Tablo 3.2. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yabancı Çalışmalar
(Scopus, Web of Science aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Digital Transformation Of Regional Airports	(Plško ve Remencová, 2022)	Bu makalenin amacı, özellikle bölgesel havalimanları olan seçilmiş bir havalimanları grubunda dijital dönüşümle bağlantılı sorunları açıklamaktır.	Çalışmada Google Forms üzerinden bir anket oluşturulmuş ve mevcut dijitalleşme düzeyini öğrenmek için seçilen bölgesel havalimanlarına elektronik olarak dağıtılmıştır.	Çalışma sonuçlarına göre, havalimanlarının dijital dönüşümünün dezavantajlarından çok avantajları vardır. Ayrıca araştırma sonuçlarına göre Çek Cumhuriyeti ve Slovak Cumhuriyeti'ndeki bölgesel havalimanları asgari düzeyde dijitalleştirilmiştir.
A digital transformation maturity model for the airline industry with a self-assessment tool	(Kıyılık, Kuşakcı ve Mbowe, 2022)	Çalışmanın amacı iki yönlüdür: 1- Dijital dönüşümün alt boyutlarının sivil havayolu endüstrisindeki rolünü inceleyerek dijital dönüşümün özünü vurgulamak, 2- Havayolu firmalarının Dijital dönüşüm olgunluk düzeyini belirlemek için bir Dijital Dönüşüm Olgunluğu (DTM) öz değerlendirme aracı önermektir.	Araştırmada ilk aşama olarak, Interval Type-2 Fuzzy AHP (IT2F-AHP) kullanılarak havacılık uzmanlarının yargıları ile değerlendirilirken, ikinci aşama bir havayolu şirketine yapılan anket ile gerçekleştirilmiştir.	Sonuçlara göre dijital strateji ve teknoloji, önerilen DTM (Dijital Dönüşüm Olgunluğu) aracının en öne çıkan boyutları olarak öne çıkmaktadır.
A multi-dimensional model to the digital maturity life-cycle for SMEs	(Sandor ve Guban, 2022)	Çalışma, küçük ve orta ölçekli bir işletmenin dijital olgunluk yaşam döngüsündeki konumunu belirlemeye yardımcı olacak bir metodoloji sunmayı amaçlamaktadır.	Çalışmada Guilford yöntemi ile ikili karşılaştırma anketi ile birincil araştırma yapılmıştır.	Çalışmadaki model, bir sistem tasarımının hazırlanmasının artık uzun sürmemesine ve ortaya çıkan BT uygulamasının da bir araç olarak kolayca uygulanabileceğine dayalı olarak, bir ön işleme aracı için teorik bir açıklama sağlamaktadır.
Digital transformation of airline industry	(Heiets vd., 2022)	Makale yolcuların uçuşlarındaki dijital inovasyon deneyimlerini araştırmayı amaçlamaktadır.	Makalede nicel yöntem kullanılmıştır. Veriler anketler aracılığıyla toplanmıştır.	Makale sonuçlarına göre dijital dönüşüm hem havayollarına hem de yolculara fayda sağlamaktadır.
Identifying and prioritizing impediments of industry 4.0 to sustainable digital manufacturing: A mixed method approach	(Verma vd., 2022)	Çalışmanın amacı, Endüstri 4.0'ın uzun vadeli sürdürülebilirlik için dijital üretimin ilerlemesinin önündeki karmaşık engellere bakmaktır.	Ampirik araştırma olan bu çalışmada, sistematik literatür taraması yöntemi ve Analitik Hiyerarşi Sürecini (AHP) içeren karma yöntem yaklaşımı izlenmiştir.	Çalışma, Endüstri 4.0 kapsamında sürdürülebilir dijital üretimin önündeki en belirgin engelin organizasyonel faktörler olduğunu; bunu çevresel, teknolojik, ekonomik, toplumsal ve kurumsal engellerin izlediğini ortaya koymuştur.
Digitalization on Aviation 4.0: Designing a Scikit- Fuzzy Control System for In-Flight Catering Customer Satisfaction	(Çakır ve Ulukan, 2022)	Bu çalışmada, ikram hizmetlerini müşteri değerlendirmesine yönelik yeni bir bulanık kontrol sistemi önerilmesi amaçlanmıştır.	SciKit bulanık mantık araç kutusu ile Python ortamında bir arayüz kodlama sistemi ile çalışılmıştır.	Bu çalışmada müşterilere yönelik ikram hizmeti değerlendirme sistemi tasarlanmış ve havacılık 4.0 endüstrisinde kullanılmak üzere bir arayüz geliştirilmiştir.

Tablo 3.2. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi ve İlgili Alanlarda Gerçekleştirilmiş Yabancı Çalışmalar
(Scopus, Web of Science aracılığıyla yazar tarafından düzenlenmiştir.)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Araştırma Problemine İlişkin Bilgiler	Veri Toplama Araçları	Araştırma Sonuçları ile İlgili Bilgiler
Digital Transformation: Digital Maturity Model for Turkish Businesses	(Merdin, Ersöz ve Taşkın, 2023)	Bu çalışma, işletmelere ilgili dijital dönüşüm süreçleri hakkında fikir vermek, onları süreçlere yönlendirmek ve bu faaliyetler başlatıldığında destek olmak amacıyla yapılmıştır.	Çalışmada, önceden geliştirilen ölçekler Türkiye'deki işletmelere uygulanmış, açıklayıcı faktör analizi (AFA) ve geçerlilik analizleri yapılmıştır.	Çalışma sonucunda, geliştirilen ölçekler, elde edilen bulgular doğrultusunda güncellenmiştir ve ölçeklerin geçerli ve kullanılabilir olduğu belirlenmiştir.
The Extended Digital Maturity Model	(Haryanti, Rakhmawati ve Subriadi, 2023)	Bu araştırma, mevcut bir Olgunluk Modeli'nin geliştirilmesinin bir biçimi olarak Dijital Dönüşümün başarısını desteklemeye yönelik birbiriyle ilişkili yedi boyutu ortaya koymaktadır.	Bu makale, bir dijital olgunluk modeli sunmakta ve olgunluk değerlendirmesi kriterlerini karşılamaktadır. Çalışmada vaka çalışması yapılmıştır.	Çalışma, DX-SAMM modelinin dijital olgunluk düzeylerini belirlemede etkili olduğunu ve bu düzeyleri geliştirmeye yönelik yol haritaları ile pratik uygulamalar sunduğunu ortaya koymuştur.
Systematic comparison of digital maturity assessment models	(Cognet vd., 2023)	Bu makalede, dijital olgunluk modellerini çok çeşitli modellerle uyumlu niceliksel bir çerçeve aracılığıyla karşılaştırmanın yeni bir yolunu sunmaktadır.	Doküman incelemesine dayalı içerik analizi	Çalışma sonucunda Temel kavramlar 12 boyut ve 58 alt boyut etrafında yapılandırılmış ve düzenlenmiştir.
A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies and principles in SMEs	(Semeraro, Alyousuf, Kadir ve Lail, 2023)	Bu makale Endüstri 4.0 teknolojilerini KOBİ'lerin olgunluk seviyelerini değerlendirme ilkeleriyle karşılaştıran bir olgunluk modeli aracı oluşturmayı amaçlamaktadır.	Çalışmada Prisma kullanılarak araştırma tasarımı gerçekleştirilmiş, Fuzzy setler ile ağırlıklandırmalar belirlenmiş, olgunluk düzeyleri hesaplanmış ve son olarak uygulama vaka çalışması ile doğrulanmıştır.	Çalışma, Endüstri 4.0 teknolojilerini temel ilkelerle ilişkilendiren bir olgunluk modeli geliştirmiş ve bu model, bir imalat KOBİ'si üzerinde uygulanarak dijital olgunluk düzeyi belirlenmiş ve dijitalleşme planı oluşturulmuştur.
Digital Maturity and Digital Transformation Strategy among Greek Small and Medium Enterprises	(Kargas vd., 2023)	Çalışma, Yunan küçük ve orta ölçekli işletmelerinin (KOBİ'ler) dijital dönüşümünü, özellikle dijital olgunluklarına ve dijital dönüşüm faktörlerine göre araştırmayı amaçlamaktadır.	Araştırmada veri toplamak için niceliksel bir yaklaşım seçilmiştir. Katılımcılara 3 bölümden oluşan bir anket uygulanmıştır.	Çalışma, Yunan KOBİ'lerinin dijital dönüşüm süreçlerine odaklanarak mevcut durumu ortaya koymuş ve bu süreci etkileyen başlıca faktörleri belirleyerek, politika yapıcılar ve diğer paydaşlar için yeniden değerlendirme imkânı sunan temel kanıtlar sağlamıştır.

Tablo 3.2.'de, Tablo 3.1.'de olduğu gibi literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Tablo 3.1.'de dijital olgunluk seviyesi ve ilgili alanlarda gerçekleştirilmiş yerli çalışmalara yer verilirken Tablo 3.2.'de dijital olgunluk seviyesi ve ilgili alanlarda gerçekleştirilmiş yabancı çalışmalara yer verilmiştir. Tabloda sırasıyla “Dijital olgunluk seviyesiyle ilgili gerçekleştiren araştırmalar hangi alanlarda yapılmış, alandaki çalışmalar güncel mi, hangi sorularla yola çıkılmış, çalışmaların veri toplama araçları ve sonuçları nelerdir?” gibi sorulara cevap aranmaktadır.

Literatür taraması sonucunda araştırmaların dijital dönüşüm, dijitalleşme süreçleri, dijital olgunluk seviyesi alanlarında yapıldığı ve çalışmaların yapıldığı yıllar itibarıyla oldukça güncel oldukları görülmüştür. Veri toplama araçlarında ağırlıklı olarak çok kriterli karar verme yöntemlerinin (AHP, FUZZY AHP, IT2F-AHP, IVIF AHP, MARCOS vb.) tercih edildiği; geri kalan çalışmaların ise literatür taraması, nitel araştırma, nicel araştırma gibi araştırmalar olduğu görülmüştür. Her bir çalışmanın kendi alan yazınında özgün sonuçları olduğu da ayrıca yapılan incelemeler sonucunda saptanmış ve tabloda gösterilmiştir.

Yapılan literatür taraması sonuçları göstermektedir ki dijital dönüşüm, dijitalleşme, dijital olgunluk, dijital olgunluk seviyesi konularında farklı alanlarda çok sayıda araştırma yapılmıştır. Bu araştırmaların bir kısmı havacılık sektöründe yapılmakla birlikte havalimanları özelinde benzer çalışmaların sayısı oldukça azdır. Yöntem açısından irdelendiğinde ise yapılan çalışmaların çoğunda ÇKKV (çok kriterli karar verme) yöntemlerinden faydalanılmaktadır. Bu yöntemler; AHP, FUZZY AHP, IT2F-AHP, IVIF AHP, MARCOS gibi yöntemlerden tercih edilmiştir. O halde literatürdeki ilk açık havalimanları alanında dijital olgunluk seviyesi belirlemesi alanında çalışmaların çok az sayıda olması, ikinci açık ise ÇKKV yöntemlerinden güncel yöntemlere araştırmalarda yer verilmemesidir. Tüm bu nedenlerle bu doktora tezi, özgün bir çalışma olması amacıyla güncel ÇKKV yöntemlerine yönelerek, daha önce çalışılmayan sektör paydaşlarından biri olan havalimanı işletmelerinde araştırma yapılması amacıyla yürütülmüştür.

3.1.2. Dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri ve boyutları

Dijitalleşme ve dijital dönüşüm kavramları, günümüzde her işletme için acil bir eylem ihtiyacı yaratmaktadır. Pazarda var olabilmek ve rekabeti sürdürebilmek adına işletmeler dijital dönüşümü başarılı bir şekilde uygulayabilmeli, belli bir dijital olgunluğa erişebilmelidir. İşletmelerin dijital olgunluk seviyesi, dijital dönüşüm sürecinde ne kadar ilerlediklerini gösteren seviyedir. Riski öngöremeyen, riski öngörerek harekete geçmeyen ve sektörlerinde kendileri için doğru yolu çizemeyen işletmeler birkaç yıl gibi kısa bir süre zarfında pazarda varlıklarını sürdüremeyecek duruma geleceklerdir. Bu nedenle dijital olgunluk seviyesini belirlemek ve bu bilgiyle sektörde oluşturacakları yolu çizmek işletmeler için hayati önem arz etmektedir (Gürder, 2022).

Dijital olgunluk seviyesi ölçümü ile ilgili modeller, dijital olgunluk ölçeklerinin ve hedef sektörlerinin farklılığı açısından incelenmiştir. Aşağıdaki tabloda literatürde yer alan dijital olgunluk seviyesi ölçümü için kullanılan modellere ve modellerin boyutlarına da kaynaklarıyla birlikte yer verilmiştir.

Tablo 3.3. *Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Özdemir ve Tan, (2023) kaynağından geliştirilerek yazar tarafından üretilmiştir)*

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Boyutlar
Digital Maturity Map	(Mueller, Baer ve Weber, 2006)	Veri Olgunluğu Boyutu, Dijital Ürün Olgunluğu Boyutu, Mühendislik Süreci Olgunluğu Boyutu.
Digital Capability Framework	(O’Hea, 2011)	Strateji ve Planlama Boyutu, İş ve Liderlik Boyutu, Süreç Yönetimi Boyutu, Teknik Yeterlilik Boyutu, İnsanlar ve Kültür Boyutu.
IBM Olgunluk Modeli	(http-68)	İş Modeli İnovasyonu Boyutu, Müşteri ve Toplum İş Birliği Boyutu, Kanallar arası Entegrasyon Boyutu, Analitiklerden Elde Edilen Bilgiler Boyutu, Dijital Olarak Etkinleştirilmiş Tedarik Zinciri Boyutu, Ağa Bağlı İş Gücü Boyutu.
Digital Mastery	(Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014)	Vizyon ve Liderler Boyutu, Dijital Yönetişim Boyutu, Adanmışlık Boyutu, Bilgi Teknolojileri İş İlişkileri Boyutu, Müşteri Deneyimi Boyutu, Operasyonel Süreçler Boyutu, İş Modelleri Boyutu.
The Connected Enterprise Maturity Model	(http-48)	Değerlendirme aşaması, Güvenli ve yükseltilmiş ağ ve kontroller aşaması, Tanımlanmış ve düzenlenmiş çalışma verisi sermayesi aşaması, Analitik aşaması.
Neuland Dijital Dönüşüm Endeksi Modeli	(Azhari vd., 2014)	Strateji Boyutu, Liderlik Boyutu, İnsanlar Boyutu, Kültür Boyutu, Ürünler Boyutu, İşlemler Boyutu, Teknoloji Boyutu, Yönetişim Boyutu.
IMPULS – Industrie 4.0 Readiness	(Lichtblau vd., 2015)	Strateji ve Organizasyon Boyutu, Akıllı Fabrika Boyutu, Akıllı Operasyonlar Boyutu, Akıllı Ürünler Boyutu, Veriye Dayalı Hizmetler Boyutu, Çalışanlar Boyutu,
Aligning The Organization For Its Digital Future	(Kane vd., 2016)	Strateji Boyutu, Görevler Boyutu, Kültür Boyutu, İnsanlar Boyutu, Kurum Yapısı Boyutu.

Tablo 3.3. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Özdemir ve Tan, (2023) kaynağından geliştirilerek yazar tarafından üretilmiştir)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Boyutlar
Industry 4.0: Building the Digital Industrial Enterprise	(http-47)	Dijital iş modelleri ve müşteri erişimi, Ürün ve hizmet tekliflerinin dijitalleştirilmesi, Dikey ve yatay değer zincirlerinin dijitalleştirilmesi ve entegrasyonu, Temel yetenek olarak veri ve analitik, Çevik BT mimarisi, Uyumluluk, güvenlik, hukuk ve vergi, Organizasyon, çalışanlar ve Dijital kültür.
The Application of the Maturity Model SIMMI 4.0 in Selected Enterprises	(Leyh vd., 2017)	Dikey Entegrasyon Boyutu, Yatay Entegrasyon Boyutu, Enlemesine Teknoloji Boyutu.
Three-Stage Maturity Model in SME's Towards Industry 4.0	(Ganzarain ve Errasti, 2016)	Tasarım Boyutu, Etkinleştirme Boyutu, Gerçekleştirme Boyutu.
A maturity model for assessing Industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises	(Schumacher, Erol ve Sihn, 2016)	Ürünler Boyutu, Müşteriler Boyutu, Operasyonlar Boyutu, Teknoloji Boyutu, Strateji Boyutu, Liderlik Boyutu, Yönetişim Boyutu, Kültür Boyutu, İnsanlar Boyutu.
Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM	(Gökalp, Şener ve Eren, 2017)	Varlık Yönetimi Boyutu, Veri Yönetimi Boyutu, Uygulama Yönetimi Boyutu, Süreç Dönüşümü Boyutu, Örgütsel Uyum Boyutu.
An Industry 4 Readiness Assessment Tool	(WMG, 2017)	Ürünler ve Servisler Boyutu, Üretim ve Operasyonlar, Boyutu, Strateji ve Organizasyon Boyutu, Tedarik Zinciri Boyutu, İş Modeli Boyutu, Yasal Hususlar Boyutu.
Acatech Industrie 4.0 Maturity Index- Managing the Digital Transformation of Companies	(Schuh, Anderl, Gausemeier ve Wahlster, 2017)	Kaynaklar Boyutu, Bilgi Sistemleri Boyutu, Organizasyon Yapısı Boyutu, Kültür Boyutu,
Maturity Levels for Logistics 4.0 Based on Nrw's Industry 4.0 Maturity Model	(Gajšek, Sternad ve Lerher, 2018)	İş Modelleri, Bt Sistemleri, Kalite Yönetimi, Süreç Yönetimi, Üretim Planlaması, Üretim Kontrolü, Lojistik, Dağıtım ve Kamu Alımlarının Yönetimi ve İnsan-Makine İletişimi.
Contextualizing the Outcome of a Maturity Assessment for Industry 4.0	(Colli vd., 2018)	Yönetişim Boyutu, Teknoloji Boyutu, Bağlanabilirlik Boyutu, Değer Yaratma Boyutu, Yetkinlik Boyutu.
Maturity and Readiness for Industry 4.0 strategy	(Akdil, Üstündağ ve Çevikcan, 2018)	Akıllı Ürünler ve Hizmetler, Akıllı İş Süreçleri, Strateji ve Organizasyon.

Tablo 3.3. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Özdemir ve Tan, (2023) kaynağından geliştirilerek yazar tarafından üretilmiştir)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Boyutlar
Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E)	(Mittal, Romero ve Wuest, 2018)	Finans Boyutu, İnsanlar Boyutu, Strateji Boyutu, Ürün Boyutu, Süreç Boyutu.
Development of an Industry 4.0 Maturity Model for the Delivery Process in Supply Chains	(Asdecker ve Felch, 2018)	Sipariş işleme Boyutu, Depolama Boyutu, Nakliye Boyutu.
Defining and assessing industry 4.0 maturity levels – case of the defence sector	(Bibby ve Dehe, 2018)	Geleceğin Fabrikası Boyutu, İnsan ve Kültür Boyutu, Strateji Boyutu.
Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing	(Sjödén vd., 2018)	İnsanlar Boyutu, Süreç Boyutu, Teknoloji Boyutu.
An Industry 4.0 Maturity Model Proposal	(Santos ve Martinho, 2019)	Kuruluş Stratejisi, Yapısı ve Kültürü Boyutu, İş Gücü Boyutu, Akıllı Fabrikalar Boyutu, Akıllı Süreçler Boyutu, Akıllı Ürünler ve Hizmetler Boyutu.
Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research	(Pirola, Cimini ve Pinto, 2019)	Strateji Boyutu, İnsanlar Boyutu, Süreçler Boyutu, Teknoloji Boyutu, Entegrasyon Boyutu.
The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0	(Pacchini vd., 2019)	Teknolojileri Etkinleştirme Boyutu, Nesnelerin İnterneti Boyutu, Büyük Veri Boyutu, Bulut Bilişim Boyutu, Siber Fiziksel Sistemler Boyutu, İşbirlikçi Robotlar Boyutu, Katmanlı Üretim Boyutu, Arttırılmış Gerçeklik Boyutu, Yapay Zekâ Boyutu.
A Maturity Model for Machine Tool Companies	(Rafael vd., 2020)	Strateji ve Organizasyon Boyutu, Akıllı Fabrika Boyutu, Akıllı Operasyonlar Boyutu, Akıllı Ürünler Boyutu, Veriye Dayalı Hizmetler Boyutu.
To Assess Smart Manufacturing Readiness by Maturity Model: A Case Study on Taiwan Enterprises	(Lin, Wang ve Sheng, 2020)	Süreç Boyutu, Teknoloji Boyutu, Organizasyon Boyutu,
A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research	(Facchini vd., 2020)	Satın Alma Boyutu, Üretim Boyutu, Dağıtım Boyutu, Satış Sonrası Lojistik Boyutu.
A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises	(Rauch vd., 2020)	Operasyonlar Boyutu, Organizasyon Boyutu, Sosyo-kültür Boyutu, Teknoloji Boyutu.

Tablo 3.3. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Özdemir ve Tan, (2023) kaynağından geliştirilerek yazar tarafından üretilmiştir)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Boyutlar
A Fuzzy Rule-Based Industry 4.0 Maturity Model for Operations and Supply Chain Management	(Caiado vd., 2021)	Müşteri Boyutu, Lojistik Boyutu, Tedarikçi Boyutu, Entegrasyon Boyutu, PPC: Üretim, Planlama ve Kontrol Boyutu, Kalite Boyutu, Bakım Boyutu.
Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice	(Wagire vd., 2020)	İnsan ve kültür, Endüstri 4.0 farkındalığı, Organizasyonel strateji, Değer zinciri ve süreçler, Akıllı üretim teknolojisi, Ürün ve hizmet odaklı teknoloji, Endüstri 4.0 tabanlı teknoloji
TÜBİTAK Dijital Olgunluk Modeli	(TÜBİTAK, 2020)	Kurumsal Yönetim Boyutu, Müşteri ve Pazar Yönetimi Boyutu, Araştırma ve Geliştirme Yönetimi Boyutu, Tedarik Yönetimi Boyutu, Üretim Yönetimi Boyutu.
İZKA Dijital Olgunluk Modeli	(http-35)	Strateji Boyutu, Kültür Boyutu, Teknoloji Boyutu, Yönetişim Boyutu ve Süreçler Boyutu
Tutak ve Brodny Dijital Olgunluk Modeli	(Tutak ve Brodny, 2022)	Yapay Zekâ Boyutu, 3D Baskı Boyutu, Büyük Veri Analizi Boyutu, Robotik Boyutu, Bulut Teknolojileri Boyutu, Yatay Entegrasyon Boyutu, Dikey Entegrasyon Boyutu, Siber Güvenlik Boyutu.
Cisco Global Dijital Hazırlık İndeksi	(http-7)	Temel İhtiyaçlar Boyutu, İş ve Hükümet Yatırımları Boyutu, İş Yapma Kolaylığı Boyutu, İnsan Sermayesi Boyutu, Start-up Ortamı Boyutu, Teknolojinin Benimsenmesi Boyutu, Teknoloji Altyapısı Boyutu.
IMPULS Endüstri 4.0 Hazırlık Modeli	(http-29)	Strateji ve Organizasyon Boyutu, Akıllı Operasyon Boyutu, Akıllı Üretim ve Fabrika Boyutu, Akıllı Ürünler Boyutu, Çalışanlar Boyutu, Veri Odaklı Hizmetler Boyutu.
KOBİ'ler İçin Dijital Dönüşüm Rehberi	(http-8)	Müşteri Deneyimi Boyutu, Veri ve Öngörü Boyutu, Strateji ve Liderlik Boyutu, Teknoloji Kullanımı Boyutu, Firma kültürü ve İK Boyutu, Pazarlama Becerisi ve Kullanılan Dijital Angajmanlar Boyutu, Siber Güvenlik Boyutu, Marka Yönetimi Boyutu, Operasyonlar Boyutu.

Tablo 3.3. (Devam) Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Özdemir ve Tan, (2023) kaynağından geliştirilerek yazar tarafından üretilmiştir)

Çalışmanın Adı	Yazarlar	Boyutlar
Örgütlerin Dijital Olgunluk Düzeyinin Ölçülmesi –Bir Ölçek Geliştirme Çalışması	(Kayabaşı ve Kasımoğlu, 2023)	Strateji Boyutu, Örgüt Yapısı Boyutu, Örgüt Kültürü ve Yetenek Boyutu, Çalışanların Dijital Yetkinlikleri Boyutu, Süreçler Boyutu, Teknolojik Altyapı Boyutu.
Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli (DDOM)	(Özdemir ve Tan, 2023)	Dijital Vizyon ve Strateji Boyutu, Dijital Yönetişim Boyutu, Dijital İşgücü Boyutu, Dijital Lider Boyutu, Dijital Kültür Boyutu, Dijital Müşteri Entegrasyonu Boyutu, Dijital Ürün, Hizmet ve Süreçler Boyutu, Dijital Üretim Boyutu, Dijital Teknoloji Boyutu, Dijital Güvenlik Boyutu.
Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review	(Aras ve Büyüközkan, 2023)	Dijital Strateji Boyutu, Dijital Değer Boyutu, Dijital Süreçler Boyutu, Dijital Teknoloji ve Veri Boyutu, Dijital Çalışma Boyutu, Dijital Yönetişim Boyutu.
Digital Transformation: Digital Maturity Model for Turkish Businesses	(Merdin, Ersoz ve Taşkın, 2023)	Strateji Boyutu, Müşteriler Boyutu, Çalışanlar Boyutu, Süreç Yönetimi Boyutu, Teknoloji Boyutu, Veri Yönetimi Boyutu, Organizasyon Kültürü Boyutu, İnovasyon Boyutu.
Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği (KUDOM)	(Tutar ve Erdem, 2024)	Dijital Strateji Boyutu, Dijital Kültür Boyutu, Kurumsal Dijital İnovasyon Boyutu, Dijital Liderlik Boyutu, Çevik ve Dijital Örgütsel Yapılar Boyutu, Dijital Beceriler ve Yetenekler Boyutu.
Assessing the Digital Transformation Landscapes of Organization: The Digital Transformation Self-Assessment Maturity Model (DX-SAMM)	(Haryanti, Rakhmawati ve Subriadi, 2024)	Yapı ve Organizasyon Boyutu Teknoloji Boyutu, Strateji Boyutu, Müşteri Boyutu, Çalışan Boyutu, Kültür Boyutu, Dönüşüm Boyutu, Süreç Boyutu.
The Digital REadiness Assessment MaturitY (DREAMY) framework to guide manufacturing companies towards a digitalisation roadmap	(De Carolis vd., 2025)	Tasarım ve Mühendislik Boyutu, Üretim Yönetimi Boyutu, Kalite Yönetimi Boyutu, Bakım Yönetimi Boyutu, Lojistik Yönetimi Boyutu.

Tablo 3.3.’te, literatür taraması sonucunda tüm sektörler için gerçekleştirilen dijital olgunluk modellerine ve boyutlarına yer verilmiştir. Tabloda sırasıyla dijital olgunluk modelinin kullanıldığı çalışmaya, yazarlarına ve çalışmanın ne zaman yapıldığına, en son

sütunda da dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan boyutlara yer verilmiştir. Bu tablonun yapılma amacı en genel hatlarıyla dijital olgunluk seviyesi ölçülürken hangi boyutların daha sık kullanıldığını tespit edebilmektir.

Literatür taraması sonucunda görülmüştür ki dijital olgunluk seviyesi ölçülürken teknoloji, strateji, kültür, süreçler, ürün, organizasyon, insanlar, üretim, operasyonlar, müşteri gibi boyutlar çoğu çalışmada kullanılmış ve sayı olarak (tekrar etme sıklığı) 10'dan fazla tekrar etmiştir. Bu nedenle araştırma sorularına erişilebilen modellerde boyutların hangilerinin yapılan çalışmalarda en çok tercih edildiği de ayrı araştırma sorusu olmuştur.

Sıradaki bölümde “Literatürdeki dijital olgunluk seviyesi ölçüm modellerinde hangi boyutların en çok tekrar ettiği ve en sık kullanıldığı?” sorularına yanıt aranması amacıyla ayrı bir çalışma yapılmıştır.

3.1.3. Dijital olgunluk seviyesi ölçüm modellerinin boyut tekrarı açısından incelenmesi

Bu bölümde sorularını kamuyla açık bir biçimde paylaşan dijital olgunluk ölçüm modelleri tekrar eden boyutlar açısından incelenmiştir. Erişilebilen dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri sırasıyla:

İzka Modeli (http-35), Tübitak (D3A) dijital dönüşüm değerlendirme aracı (TÜBİTAK, 2020), Kurumsal dijital olgunluk ölçeği (KUDOM) (Tutar ve Erdem, 2024), Dijital olgunluk ölçeği (Kayabaşı ve Kasımoğlu, 2023) ve son olarak Dijital dönüşüm olgunluk modelidir (DDOM) (Özdemir ve Tan, 2023). Modellerin soruları en çok tekrar eden 10 boyut açısından tek tek incelenmiş ve ortaya en sık kullanılan boyutlar çıkarılmaya çalışılmıştır.

Tablo 3.4. İZKA Modeli İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

1. İZKA MODELİ	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
1. STRATEJİ (9 Madde)		X				X				
		X								
		X				X				
		X		X						
		X					X			
		X		X		X				
		X					X			
		X								
		X					X			
2. YÖNETİŞİM (7 Madde)						X				
		X		X						
		X								X
						X	X			
						X	X			
3. TEKNOLOJİ (8 Madde)		X							X	
		X							X	
		X								
		X	X							
		X								
		X		X						
		X		X	X					
		X	X							
4. SÜREÇLER (7 Madde)		X		X						
		X				X				
		X		X						
				X						
		X		X						
				X						
				X						X
5. KÜLTÜR (7 Madde)			X	X						
		X		X						
		X		X				X		X
		X	X							
		X	X	X						
		X	X							

Tablo 3.4.'te ilk olarak incelenen İZKA Modeline yer verilmiştir. Modelde; Strateji, Yönetişim, Teknoloji, Süreçler ve Kültür olmak üzere 5 ana boyut kullanılmaktadır. Modelde boyutların dijital olgunluk ölçümünde kullanılması adına toplam 38 soru bulunmaktadır. Bu soruların her biri, literatürde en çok tekrar eden 10 boyut açısından içerik analizi metoduyla incelenmiş ve her bir soruda hangi boyutların yer aldığına detaylı olarak tabloda yer verilmiştir. Yapılan inceleme sonucunda İZKA Modeli soruları kapsamında; Teknoloji boyutu sorular içerisinde 16 kere, Strateji boyutu 16 kere, Süreçler boyutu 15 kere, Organizasyon boyutu 8 kere, Kültür boyutu 7 kere, İnsanlar boyutu 5

kere, Müşteri boyutu 3 kere, Operasyonlar boyutu 2 kere, Ürün ve Üretim boyutları ise 1 kere kullanılmıştır.

Tablo 3.5. TÜBİTAK D3A Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı İncelemesi(Yazar tarafından oluşturulmuştur)

2.TÜBİTAK MODELİ	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
1.KURUMSAL YÖNETİM (12 Madde)			X							
		X								
	X	X								
				X						
			X							
	X					X				
	X						X			
	X									
							X			
	X						X			
2.MÜŞTERİ VE PAZAR YÖNETİMİ (12 Madde)			X							
				X						
			X			X				
	X				X	X				X
							X			X
			X				X			X
										X
			X			X	X			
			X			X				
							X			X
3.ARAŞTIRMA-GELİŞTİRME YÖNETİMİ (10 Madde)						X				
						X				
						X	X			
						X				
			X		X					
			X		X		X			
	X									
	X				X					
				X	X					
					X					

Tablo 3.5. (Devam) TÜBİTAK D3A Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

2.TÜBİTAK MODELİ	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
4.TEDARİK YÖNETİMİ (19 Madde)		X						X		
		X				X		X		
							X	X		X
						X		X		
		X				X				
					X					
			X							
		X								
			X			X				
			X			X		X		
						X		X		
					X					
					X					
					X					
					X			X		
									X	
		X							X	
5.ÜRETİM YÖNETİMİ (5 Madde)			X	X				X		
			X	X				X		
			X	X					X	
								X		
								X	X	

Tablo 3.5.'te İkinci olarak incelenen TÜBİTAK Modeline yer verilmiştir. Modelde; Kurumsal Yönetim, Müşteri ve Pazar Yönetimi, Araştırma ve Geliştirme Yönetimi, Tedarik Yönetimi ve Üretim Yönetimi olmak üzere 5 ana boyut kullanılmaktadır. Modelde boyutların dijital olgunluk ölçümünde kullanılması adına toplam 58 soru bulunmaktadır. Bu soruların her biri, literatürde en çok tekrar eden 10 boyut açısından içerik analizi metoduyla incelenmiş ve her bir soruda hangi boyutların yer aldığı detaylı olarak incelenmiştir. Yapılan inceleme sonucunda TÜBİTAK Modeli soruları kapsamında; Organizasyon boyutu 15 kere, Kültür boyutu 15 kere, Ürün boyutu 13 kere, Üretim boyutu 11 kere, İnsanlar boyutu 10 kere, Teknoloji 8 kere, Strateji 7 kere, Müşteri boyutu 6 kere, Süreçler boyutu 6 kere ve Operasyonlar boyutu da 4 kere kullanılmıştır.

Tablo 3.6. Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği (KUDOM) İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

3.KUDOM	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
1. DİJİTAL STRATEJİ (4 Madde)	X	X					X			
	X	X								
	X			X				X		
	X							X		
2. DİJİTAL KÜLTÜR (4 Madde)			X							
	X									X
	X						X			
	X						X			
3. KURUMSAL DİJİTAL İNOVASYON (4 Madde)	X							X		
	X							X		
	X						X			
	X							X		
4. DİJİTAL LİDERLİK (4 Madde)	X	X								
	X		X							
	X						X			
	X		X				X			
5. ÇEVİK VE DİJİTAL ÖRGÜTSEL YAPILAR (5 Madde)	X						X			
	X		X	X						
	X			X						
	X			X						
	X						X			
6. DİJİTAL BECERİLER (4 Madde)	X		X				X			
	X			X						
	X			X						
	X						X			

Tablo 3.6.'da üçüncü olarak incelenen KUDOM Modeline yer verilmiştir. KUDOM (Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği) Modelinde, Dijital Strateji, Dijital Kültür, Kurumsal Dijital İnovasyon, Dijital Liderlik, Çevik ve Dijital Örgütsel Yapılar ve Dijital Beceriler ve Yetenekler boyutları olmak üzere 6 boyut bulunmaktadır. Modelde boyutların dijital olgunluk ölçümünde kullanılması adına toplam 25 soru bulunmaktadır. Bu soruların her biri, literatürde en çok tekrar eden 10 boyut açısından içerik analizi metoduyla incelenmiş ve her bir soruda hangi boyutların yer aldığı detaylı olarak incelenmiştir. KUDOM Modeli soruları kapsamında; Teknoloji boyutu 24 kere, İnsanlar boyutu 10 kere, Süreçler boyutu 6 kere, Kültür ve Üretim boyutları beşer kere, Strateji

boyutu 3 kere, Müşteri boyutu 1 kere kullanılırken, Ürün boyutu, Organizasyon boyutu ve Operasyonlar boyutu sorular içerisinde hiç kullanılmamıştır.

Tablo 3.7. *Dijital Olgunluk Ölçeği İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)*

4.Dijital Olgunluk Ölçeği	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
1.STRATEJİ (7 Madde)		X	X							
	X	X					X			
	X	X								
	X					X				
	X	X					X			
	X	X				X				
	X					X				
2.ÖRGÜT YAPISI (6 Madde)	X			X		X				
	X			X						
	X		X							
			X				X			
	X		X							
	X			X						
3.ÖRGÜT KÜLTÜRÜ VE YETENEK (8 Madde)	X		X							
	X		X							
	X						X			
	X		X	X			X			
	X		X							
	X		X				X			
	X									
	X						X			
4.ÇALIŞANLAR VE DİJİTAL YETKİNLİKLER (7 Madde)	X						X			
	X		X				X			
	X						X			
	X			X						
	X			X			X			
	X			X		X	X			
	X						X			
5.SÜREÇLER (6 Madde)	X			X						
	X			X						
	X			X						
	X			X			X			
	X	X		X						
	X	X		X						
6.TEKNOLOJİK ALTYAPI (6 Madde)	X									
	X	X								
	X									
	X								X	
	X									
	X									

Tablo 3.7.'de dördüncü olarak incelenen Dijital Olgunluk Ölçeğinin incelemesine yer verilmiştir. Dijital Olgunluk Ölçeğinde; Strateji Boyutu, Örgüt Yapısı Boyutu, Örgüt Kültürü ve Yetenek Boyutu, Çalışanların Dijital Yetkinlikleri Boyutu, Süreçler Boyutu

ve Teknolojik Altyapı Boyutu olmak üzere 6 boyut bulunmaktadır. Modelde boyutların dijital olgunluk ölçümünde kullanılması adına toplam 30 soru bulunmaktadır. Bu soruların her biri, literatürde en çok tekrar eden 10 boyut açısından içerik analizi metoduyla incelenmiş ve her bir soruda hangi boyutların yer aldığı detaylı olarak incelenmiştir. Dijital Olgunluk Ölçeği soruları kapsamında; Teknoloji boyutu 38 kere, İnsanlar boyutu 14 kere, Süreçler boyutu 13 kere, Kültür boyutu 11 kere, Strateji boyutu 8 kere, Organizasyon boyutu 5 kere, Operasyonlar boyutu 1 kere kullanılırken Ürün, Üretim ve Müşteri boyutu sorular içerisinde hiç kullanılmamıştır.

Tablo 3.8. *Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli (DDOM) İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)*

5.DDOM	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
1.DİJİTAL VİZYON VE STRATEJİ (12 Madde)	X	X								
	X	X	X							
	X	X								
	X	X								
	X	X								
	X	X					X			
	X	X		X						
	X	X		X						
	X	X		X						
	X					X				
	X					X				
2.DİJİTAL YÖNETİŞİM (8 Madde)	X	X		X						
	X	X								X
	X	X	X	X						
	X		X				X			
	X	X								
	X				X					
	X		X							
	X		X							
3.DİJİTAL İŞGÜCÜ (9 Madde)	X						X			
	X						X			
	X						X			
	X					X	X			
	X						X			
	X			X			X			
	X	X					X			
	X					X	X			
4.DİJİTAL LİDER (7 Madde)	X					X	X			
	X									
	X	X	X							
	X						X			
	X	X					X			
	X						X			
	X						X			

Tablo 3.8. (Devam) Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli (DDOM) İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

5.DDOM	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
5.DİJİTAL KÜLTÜR (15 Madde)	X		X	X						
	X			X		X				
	X									X
	X		X				X			
	X									
	X		X							
	X		X							
	X		X							
	X		X							
	X	X	X							
	X		X				X			
	X		X			X				
	X		X							
	X		X							
6.DİJİTAL MÜŞTERİ İNTEGRASYONU (12 Madde)		X	X							X
		X								X
	X	X								X
	X									X
	X			X		X				X
										X
	X									X
	X		X							
	X									X
	X									
	X									X
	X									
	X									
	X									
7.DİJİTAL ÜRÜN, HİZMET VE SÜREÇLER (17 Madde)	X			X						
	X			X						
	X			X						
	X	X								
	X			X						
	X		X							
	X									X
			X	X						
	X			X	X					
	X				X					
	X				X					X
	X			X	X					
	X	X		X						
				X		X				
	X								X	
8.DİJİTAL ÜRETİM (6 Madde)	X						X	X		
	X							X		
	X							X	X	
	X							X		
	X			X	X					
	X							X		

Tablo 3.8. (Devam) Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli (DDOM) İncelemesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

5.DDOM	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
9.DİJİTAL TEKNOLOJİ (21 Madde)	X			X						
	X		X							
	X			X						
	X				X					
	X			X						
	X									
	X	X								
	X		X							
	X						X			
	X					X	X			
	X					X				
	X					X				
	X					X				
	X					X	X			
	X					X				
	X					X				
	X					X				
	X					X				
	X					X				
	X					X				
	X					X				
10.DİJİTAL GÜVENLİK (8 Madde)	X			X						
	X	X								
	X									
	X		X							
	X		X				X			
	X		X							
	X									
	X	X								

Tablo 3.8.'de beşinci olarak incelenen DDOM modelinin incelemesine yer verilmiştir. Modelde; Dijital Vizyon ve Strateji, Dijital Yönetişim, Dijital İşgücü, Dijital Lider, Dijital Kültür, Dijital Müşteri Entegrasyonu, Dijital Ürün, Hizmet ve Süreçler, Dijital Üretim, Dijital Teknoloji ve Dijital Güvenlik olmak üzere 10 boyut bulunmaktadır. Modelde boyutların dijital olgunluk ölçümünde kullanılması adına toplam 117 soru bulunmaktadır. Bu soruların her biri, literatürde en çok tekrar eden 10 boyut açısından içerik analizi metoduyla incelenmiş ve her bir soruda hangi boyutların yer aldığı detaylı olarak incelenmiştir. Dijital Dönüşüm Olgunluk Ölçeği soruları kapsamında; Teknoloji boyutu 110 kere, Kültür boyutu 28 kere, Strateji boyutu 26 kere, Organizasyon boyutu 23 kere, İnsanlar boyutu 22 kere, Süreçler boyutu 21 kere, Müşteri boyutu 13 kere, Ürün boyutu 8 kere, Üretim boyutu 5 kere ve Operasyonlar boyutu 2 kere kullanılmıştır.

Tablo 3.9. Literatürde En Çok Tekrar Eden Boyutların Tespit Edilmesi (Yazar tarafından oluşturulmuştur)

MODEL ADI	1. TEKNOLOJİ	2. STRATEJİ	3. KÜLTÜR	4. SÜREÇLER	5. ÜRÜN	6. ORGANİZASYON	7. İNSANLAR	8. ÜRETİM	9. OPERASYONLAR	10. MÜŞTERİ
İZKA	16	16	7	15	1	8	5	1	2	3
TÜBİTAK	8	7	15	6	13	15	10	11	4	6
KUDOM	24	3	5	6	0	0	10	5	0	1
DOM	38	8	11	13	0	5	14	0	1	0
DDOM	110	26	28	21	8	23	22	5	2	13
TOPLAM	196	60	66	61	51	51	61	22	9	23

Tablo 3.9.'da literatürde en çok tekrar eden boyutlar toplanarak en çok tekrar eden 5 boyutun tespiti sağlanmıştır. Bu boyutların tamamı, tüm modeller içerisinde 60'tan fazla tekrara sahip olmaları sebebiyle ilk beş boyut içerisinde yer almakta olup kırmızı renk ile toplam sayıları ve boyut adları işaretlenmiştir. En sık tekrar eden boyutlar sırasıyla Teknoloji, Kültür, Süreçler, İnsanlar ve Strateji boyutları olmuştur. En kapsamlı ana ve alt boyutu içeren modelin ise DDOM modeli olduğu yapılan içerik incelemesi sonucunda ortaya koyulmuştur.



Şekil 3.1. Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçümünde En Çok Tekrar Eden Boyutlar

3.2. Havalimanlarında Dijital Olgunluk Kavramı

Dijital olgunluk; iş ve organizasyonel faaliyetlerin, süreçlerin, yetkinliklerin ve modellerin kökten bir değişime uğraması ve dijital teknolojilerin değişim fırsatlarının stratejik bir şekilde tam olarak kullanılmasıdır (Siebel, 2019). Dijital olgunluk kavramıyla işletmeler, Endüstri 4.0 ile ilişkili teknolojileri işlerinin tüm alanlarına entegre etmeyi amaçlamaktadır. Bu sayede işletmelerin çalışma ve değer sunma şekilleri temelden değişebilecektir. Bu süreçte sürekli iyileştirmeye odaklı bir şekilde süreçlerine devam eden işletmeler, nihai olarak akıllı sistemleri tam olarak konuşlandırıp dijital olgunluğa ulaşmaktadırlar (Halpern vd., 2021).

Havacılık sektörü süreçlerinde nihai olarak dijital olgunluğa erişilmesine en fazla ihtiyaç duyulan sektörler arasında yer almaktadır. Sektördeki kâr marjlarının düşük olması ve bazı maliyetlerin (yakıt, personel vb.) yüksek olması itibariyle, daha iyi marjlar için verimliliği artırmak işletmeler için bir zorunluluktur. Bu nedenle dijital araçların hızla benimsenmesi gerekmektedir. Ayrıca sektördeki yoğun rekabet baskısı, teknolojik yeterliliklerdeki gelişme ve e-iş bilgi birikimi sektörü daha fazla dijitalleşmeye doğru itmiştir (Scott, 2007). Sektörde dijitalleşmenin kazanımları yalnızca verimlilik artışı olarak değerlendirilmemelidir. Aynı zamanda işletmeler, müşteri deneyimini ve satın alma süreçlerini yeniden tasarlayarak yeni gelir kaynakları bulmaktadır. Bu da müşteri hizmetlerini iyileştirdiği gibi işletmelere yeni değer yaratma fırsatı da sunmaktadır (Halpern vd., 2021). Havalimanlarının dijitalleşmelerindeki en temel amaç ise operasyonlarla yakından bağlantılı olacak bir dönüşüm programı geliştirmektir (Holoda vd., 2019).

Havalimanlarında dijital olgunluk kavramı özetlenecek olursa başlangıçta operasyonel verimliliği arttırmak maksadıyla yönelinen; akabinde yolcu deneyimlerini iyileştirmek, enerjiyi yönetebilmek, güvenliği dijital bir şekilde güçlendirerek tahsis etmek ve sürdürülebilirliği mümkün kılmak itibariyle dijital çözümlerin ve yeniliklerin havalimanı operasyonuna bütüncül bir biçimde adapte edilmesidir (Halpern, Graham ve Dennis, 2021; [http-67](http://67)).

3.2.1. Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi

Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi, dijital teknolojilerin havalimanlarında benimsenmesi ve kullanıma biçimleriyle ilişkilendirilmektedir (Halpern vd., 2021). Havalimanı dijital olgunluğuna giden yol, literatürde geçmişten bugüne olacak şekilde

ele alınmaktadır. İlk aşama Havalimanı 1.0 ile başlamaktadır. Havalimanı 1.0 olarak bilinen geleneksel havalimanlarının manuel süreçlerle donatıldığı söylenebilmektedir. Bu aşamada havalimanları, minimum altyapı ve yolcu hizmetleri ile uçak kalkış ve inişlerini kolaylaştırmaya odaklanan temel havalimanlarıdır. Bir sonraki seviye olan Havalimanı 2.0 ise havalimanı operasyonlarında dijital teknolojiyi erken benimseyen ve artan ticari hava taşımacılığında yolcu taleplerinin karşılanmasını bir şekilde mümkün kılan kısmi self-servis tesisler olarak bilinmektedir. Havalimanı 3.0 aşamasına gelindiğinde ise havalimanları; verimlilik ve sürdürülebilirlik için yeni teknolojileri benimsemekte, yolcu deneyimini iyileştirmeye odaklanmaktadır. Dolayısıyla bir havalimanında tüm yolcu hizmetleri seviyeleri tam olarak self-servis sağlayacak şekilde donatıldığında aşama olarak Havalimanı 3.0'dan söz edilmektedir. Havalimanı 4.0 aşamasında ise akıllı kapılar (smart gate), check-in (uçuşa kabul), bagaj izleme süreçlerinde neredeyse tamamen dijitalleşmiş; yüz tanıma sistemleriyle donatılmış, veri analitiği, yapay zekâ gibi teknolojik çözümlere adapte olunmuş havalimanlarından söz edilmektedir. Havalimanı 4.0 ya da akıllı havalimanı olarak bilinen bu aşamada havalimanlarının organizasyon kültüründe ve iş gücü yeteneklerinde de bir değişime gidilmesi gerekmektedir (Rosich Bertran ve Calvet Liñan, 2024, s. 17). Aşağıdaki şekilde aşamalar gösterilmektedir:



Şekil 3.2. Havalimanlarının Dijital Olgunluğa Giden Yolculuğu (Rosich Bertran ve Calvet Linan (2024) çalışmasından Türkçe'ye çevrilerek yazar tarafından oluşturulmuştur)

3.2.2. Havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri ve boyutları

Havalimanı işletmeleri açısından dijital olgunluğa erişmek yalnızca teknolojinin kullanımı itibarıyla değil süreçlerin tam anlamıyla dijitalleşmesi, operasyonel verimliliğin artırılması, yolcu deneyimlerinin iyileştirilmesi ve kurumsal yetkinliklerin

artırılması gibi birçok alanda da önem arz etmektedir (Kane vd., 2015). Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılmak üzere çeşitli modeller geliştirilmiştir ancak bu modellerin sayısı çok fazla değildir. Literatür taraması yapıldığında geçmişten bugüne havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan çalışmalardan bazıları boyutlarıyla birlikte aşağıda özetlenecektir.

Rajapaksha ve Jayasuriya'ya göre (2020), havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçümünde güvenlik kavramı öne çıkmaktayken bu boyutu sırasıyla yolcu konforu, operasyonel verimlilik ve sınırlı kaynakların optimize edilmesi boyutları takip etmektedir. Buradaki tüm boyutlar havalimanı operasyon sürecini kolaylaştıran hususlar olarak belirlenmektedir. Ayrıca bu boyutların yanında dijital dönüşüm kapsamında havalimanında gerçekleştirilecek uygulamaların maliyetli uygulamalar olduğu düşünüldüğünde yatırım getirisine bağlı olarak operasyonların dijitalleştirilmesi önerilmektedir.

Mosehlane'ye (2020) göre, havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirlemede önemli boyutlar; organizasyonel kültür, strateji, organizasyon ve yönetim, liderlik ve insanlar, süreç yönetimi, müşteri, teknoloji ve veridir. Çalışmaya göre dijital olgunluk seviyesini yükseltmek isteyen havalimanları için bu boyutların ve içeriklerinin geliştirilmesi önem arz etmektedir. Çalışma sonucuna göre havalimanı dijital olgunluğu ile havalimanı toplam geliri ve yolcu sayısı arasında pozitif bir ilişki bulunmuştur. Dolayısıyla havalimanı işletmeleri dijitalleşme stratejilerini bu unsurlara dikkat ederek geliştirmeli ve böylelikle de yolculara farklılaştırılmış deneyimler sunarak hizmet vermelidir.

Kovacikova vd. göre (2021), havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçümünde sırasıyla dijital dönüşüm, bilgi ve iletişim teknolojisi ortamındaki değişimler, girişimcilik kültürü, dijital becerilerin arz ve talebi, yatırımlar ve finansmana erişim ve dijital altyapı boyutları kullanılmaktadır. Slovak Havalimanlarında dijital olgunluk seviyelerinin ölçümüyle ilgili olan bu çalışma kapsamında Havalimanı 4.0 teknolojilerinin uygulanması havalimanlarını dijital olgunluk anlamında geliştirmekte, süreç verimliliğini artırmakta ve havalimanlarının rekabet edebilirliğini güçlendirmektedir.

Halpern vd. göre (2021), belirlenen boyutlar ise dijital strateji, liderlik ve iş vakalarının netliği, iş birliğine yatırım yapma, dijital bilgi birikimi, dijital kurum kültürü ve güvenliğin inşa edildiği çözümlerin üretilmesidir. Yüksel vd. göre (2022) boyutlar ise örgütlenme, sosyal ve kültürel unsurlar, insan kaynakları, iletişim, teknoloji ve üst yönetim olduğu görülmektedir. ICAO'nun raporuna göre (2023), dijital olgunluk seviyesi

boyutlarına bakıldığında insan ve kültür dönüşümü, ilkeler ve değerlerin dönüşümü, dijitalleşme, bilgi güvenliği, operasyonel dönüşüm, finans yönetimi ve stratejik organizasyonel reform boyutlarının öne çıktığı görülmektedir (http-17).

İncelenen her çalışmada birbirinden bazen ayrışan bazen de tekrarlanan boyutların ortaya çıktığı görülmektedir. Tezin gelişimi açısından tekrar eden boyutların kullanımı önem arz ettiği için havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirlenirken tekrar eden boyutlar sıradaki bölümde incelenmiş ve tez bu duruma göre şekillendirilmiştir.

3.2.3. Havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçüm modellerinin boyut tekrarı açısından incelenmesi

Havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirleme hususunda kullanılan ölçüm modellerinin incelenmesi işlemi yukarıda gerçekleştirilmiştir. Bu bağlamda yapılan çalışmalara, boyutlarına ve kaynaklarına aşağıdaki tabloda yer verilmiştir;

Tablo 3.10. *Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Referans alınan kaynakçalar kullanılarak araştırmacının kendisi tarafından oluşturulmuştur)*

Model/Çalışma Adı	Boyutları	Kaynak
The Comparison of Digitalization of Slovak Airports within the Digital Transformation of European Union Countries	Dijital Dönüşüm, Bilgi ve İletişim Teknolojisi Ortamındaki Değişimler, Girişimcilik Kültürü, Dijital Becerilerin Arz ve Talebi, Yatırımlar ve Finansmana Erişim, Dijital Altyapı.	(Kovacikova, Janoskovaa ve Kovacikova, 2021)
Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation	Havacılık Güvenliği, Yolcu Konforu, Operasyonel Verimlilik, Sınırlı Kaynakların Optimize Edilmesi	(Rajapaksha ve Jayasuriya, 2020)
An Integrated Airport Digital Maturity Model (ADMM)	Dijital Strateji, Liderlik ve İş Vakalarının Netliği, İşbirliğine Yatırım Yapma Dijital Bilgi Birikimi, Dijital Kurum Kültürü, Güvenliğin İnşa Edildiği Çözümlerin Üretilmesi.	(Halpern vd., 2021)
The Digital Maturity Levels of African Airports: A Departure Point for the Digital Information Journey	Organizasyonel Kültür, Strateji, Organizasyon ve Yönetişim, Liderlik ve İnsanlar, Süreç Yönetimi, Müşteri, Teknoloji ve Veri.	(Mosehlane, 2020)

Tablo 3.10. (Devam) Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçüm Modelleri ve Boyutları (Referans alınan kaynakçalar kullanılarak araştırmacının kendisi tarafından oluşturulmuştur)

Model/Çalışma Adı	Boyutları	Kaynak
ICAO- Transformational Objectives	İnsan ve Kültür Dönüşümü Boyutu: İnsan & Kültür, İlkeler ve Değerler Dönüşümü Boyutu: Dijitalleşme, Bilgi Güvenliği Operasyonel Dönüşüm Boyutu: Finans Yönetimi, Stratejik Organizasyonel Reform.	(http-17)
Havaalanlarında Dijital Dönüşüm Risklerinin Değerlendirilmesi	Örgütlenme fonksiyonu, Sosyal ve kültürel, İnsan kaynakları, İletişim, Teknoloji, Üst yönetim.	(Yüksel, Kalan ve Işık, 2022)

Tablo 3.10.'da havalimanı işletmelerinin dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesi kapsamında yapılan literatür taramasında, model boyutları incelenmiştir. İncelemeden sonra kültür boyutunun 4 kez, teknoloji boyutunun 3 kez, strateji boyutunun 3 kez, insanlar boyutunun 3 kez, finans boyutunun 2 kez, güvenlik boyutunun 2 kez ve son olarak süreçlerin ise 1 kez kullanıldığı gözlemlenmektedir. Elde edilen bu verilere göre havalimanı işletmelerinde tekrar eden boyutlarla ilgili oluşturulan kelime bulutuna aşağıdaki şekilde yer verilmiştir.



Şekil 3.3. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Ölçümü Boyutları

4. YÖNTEM

Çalışmanın dördüncü bölümünde araştırmanın aşamalarında sırasıyla araştırma amacına, evreni ve örneklemine, veri toplama araçlarına ve yöntemlerine ilişkin açıklamalara yer verilmektedir.

4.1. Araştırmanın Amacı

Bu çalışmanın temel amacı, havalimanı işletmelerine özgü dijital olgunluk seviyesini ölçmeye yönelik kriterleri belirlemek, söz konusu işletmelerin dijital dönüşüm süreçlerini sistematik bir şekilde değerlendirmek ve bu değerlendirmeler doğrultusunda dijital olgunluk seviyelerini tespit etmektir. Günümüzde havacılık sektöründe dijital teknolojilerin hızla gelişmesiyle birlikte, havalimanı işletmeleri de operasyonel verimliliklerini artırmak, müşteri memnuniyetlerini yükseltmek ve rakiplerine karşı rekabet üstünlüğü sağlamak adına dijital dönüşüm süreçlerine yönelmektedirler. Bu dönüşümün etkinliğinin ve yaygınlığının sağlanabilmesi için, sistematik bir dijital olgunluk değerlendirmesi yapılmalı, eksik alanlar tespit edilmeli ve gelişim için adımlar atılmalıdır. Bu bağlamda araştırma, havalimanı işletmelerinde mevcut dijital uygulamaların kapsamını ve dijital olgunluk boyutlarını analiz ederek sektöre özgü geçerliliği ve güvenilirliği sağlanmış bir dijital olgunluk modeli geliştirmeyi amaçlamaktadır. Ayrıca dijital olgunluk seviyeleri ile işletme büyüklüğü, teknolojik altyapı kapasitesi ve kurumsal yönetim uygulamaları arasındaki ilişkileri inceleyerek havalimanlarının dijital olgunluk stratejilerinin şekillendirilmesine katkı sunacak bulgular elde edilmesi hedeflenmektedir. Nihai olarak, havalimanlarının dijital olgunluk düzeylerine göre sıralanması ve bu sıralamanın karar vericiler için stratejik bir rehber niteliği taşıması amaçlanmaktadır. Araştırmanın amacı doğrultusunda dört farklı araştırma sorusu belirlenmiştir. Bu sorulara aşağıda sırasıyla yer verilmektedir:

Araştırma sorusu 1: Havacılık işletmelerinde dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan en önemli kriterler hangileridir?

Araştırma Sorusu 2: Dijital olgunluk seviyesi ölçülürken ana kriterlerin (Strateji, İnsanlar, Kültür, Süreçler, Teknoloji, Güvenlik ve Finans) önem sıralaması nasıl yapılmalıdır?

Araştırma Sorusu 3: Dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan ana kriterlerin altındaki alt kriterlerin en önemlisi ve en az önemlisi hangisidir?

Araştırma Sorusu 4: Havacılık işletmelerinde dijital olgunluk seviyelerinin sıralaması nasıldır?

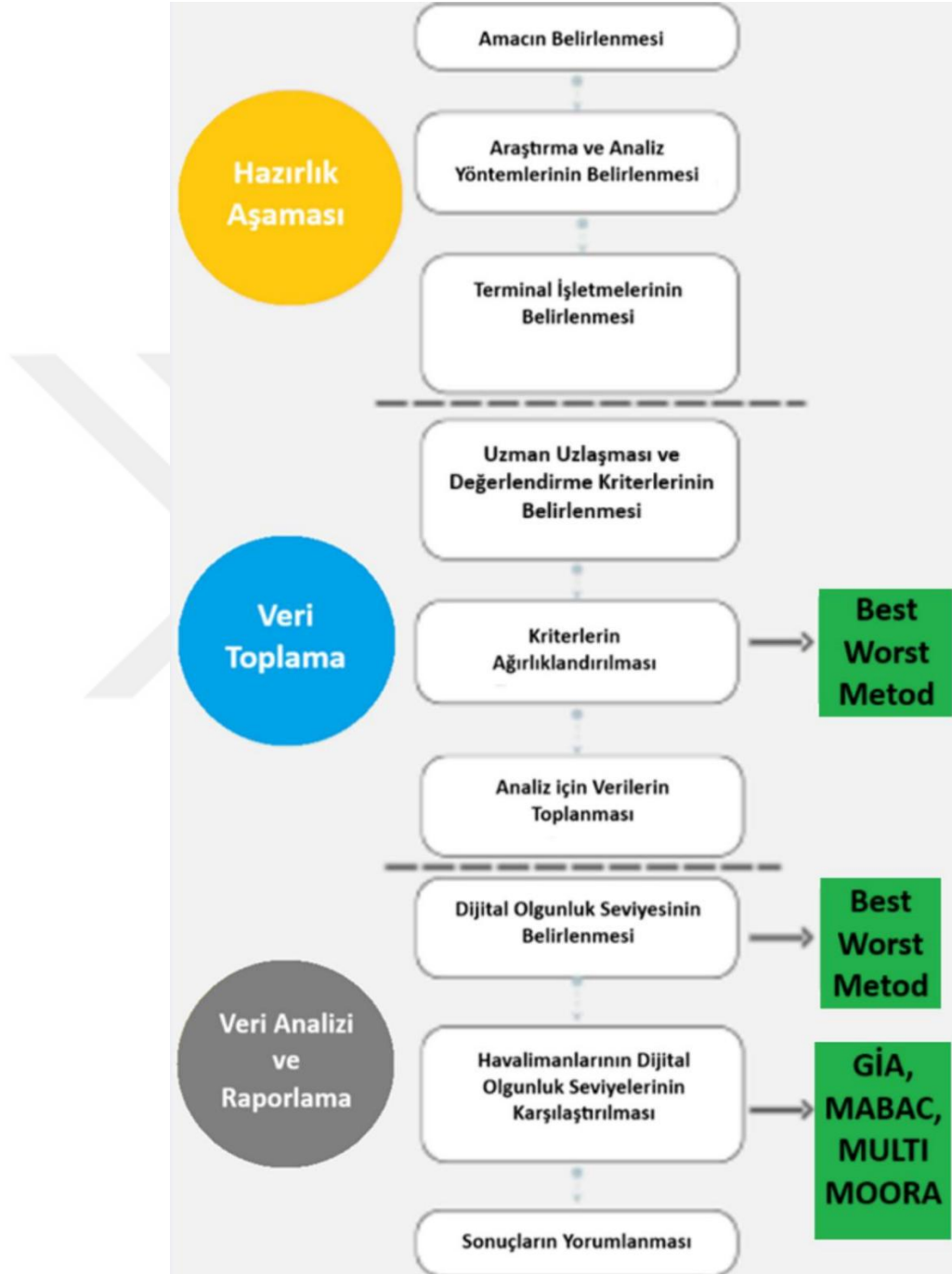
4.2. Araştırmanın Kapsamı

Araştırma, Türkiye'deki havalimanı işletmelerinde dijital olgunluk seviyelerinin belirlenmesini konu edinmektedir. Çalışma kapsamında, dijital dönüşüm sürecinin havalimanı bağlamında nasıl yapılandırıldığı, hangi boyutlarda değerlendirilebileceği ve bu boyutların önem derecelerinin ne olduğu sorularına odaklanılmaktadır. Araştırmada havalimanlarının operasyon kontrol birimi (AOCC) yöneticileriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir. AOCC, havalimanlarının ana merkezi olarak kabul edilir ve burada havalimanı operasyonu tüm yönleriyle geliştirilmeye çalışılmaktadır. Bir merkezden havalimanı verilerinin işlendiği ve izlendiği bu merkezde gerçek zamanlı bilgilere dayalı karar alma imkânı sağlanmaktadır. AOCC birimi, havalimanının tüm kullanıcılarına (yolcu, yer hizmeti işletmeleri, havayolu işletmeleri vb.) havalimanının genel bir fotoğrafını çekmektedir. Bu nedenle çalışma kapsamında AOCC birimi yöneticileriyle görüşmeler gerçekleştirilmiştir.

Çalışmada, Delphi tekniği ile uzman görüşleri alınarak dijital olgunluğa ilişkin kriterler belirlenmekte; ardından bu kriterler çerçevesinde çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri kullanılarak değerlendirme yapılmaktadır. Araştırma evrenini Türkiye'deki sivil hava taşımacılığına açık tüm havalimanları oluşturmakla birlikte, örneklem olarak farklı bölgelerden seçilen beş havalimanı çalışma kapsamına alınmaktadır. Bu havalimanları; büyüklükleri, dijital uygulama düzeyleri ve işletme modelleri açısından çeşitlilik göstermektedir. Bu durum, farklı ölçek ve yapısal özelliklere sahip havalimanlarında dijital olgunluk uygulamalarının karşılaştırmalı olarak incelenmesine olanak tanımaktadır. Çalışmada hem nitel (uzman görüşleri) hem de nicel (ÇKKV analizleri) veri toplama yöntemleri kullanılmakta; teknoloji, süreçler, kültür, insanlar, strateji, güvenlik ve finans olmak üzere yedi ana kriter üzerinden havalimanlarının dijital olgunluk seviyeleri analiz edilmektedir. Böylece kapsam, yalnızca teknoloji altyapısını değil; stratejik yönetim, örgütsel kültür gibi soyut boyutları da içerecek şekilde genişletilmektedir.

4.3. Araştırmanın Süreci

Bu kısımda araştırma sürecinin aşamalarına (hazırlık, veri toplama, veri analizi ve raporlama) yer verilmiştir. Aşağıdaki şekilde bu süreç kısaca görselleştirilmiştir.



Şekil 4.1. Araştırmanın Süreci

4.4. Araştırmanın Evreni ve Örneklemi

Araştırmanın evreni, Türkiye’de havacılık sektöründe faaliyet gösteren havalimanı işletmeleridir. Türkiye’de havalimanları kamu ve özel sektör tarafından işletilmektedir. Resmi verilere göre Türkiye’de günümüzde 57 tanesi sivil hava trafiğine açık olmak üzere toplamda 62 tane havalimanı bulunmaktadır (SHGM, 2022); (DHMİ, 2023). Bu havalimanlarının dijital dönüşüm süreçleri ve dijital olgunluk seviyeleri birbirlerinden farklılık göstermektedir. Araştırma kapsamında bu havalimanları içerisinde “DHMİ Havalimanı Karşılaştırmalı İstatistikleri”ne göre 2024/ 2025 yılı ocak sonu itibariyle (kesin olmayan verilere göre) ilk 10 içerisinde yer alan havalimanlarına ulaşılmaya çalışılmıştır.

Tablo 4.1. Türkiye’deki Havalimanının Karşılaştırmalı İstatistikleri (DHMİ resmi sayfasından alınarak yazar tarafından oluşturulmuştur)

	2024 Ocak Sonu		2025 Ocak Sonu (Kesin Olmayan Verilere Göre)	
İlk 10’da Yer Alan Havalimanları	Ticari Uçak Trafiği (Toplam)	Yolcu Trafiği (Gelen-giden) (Toplam)	Ticari Uçak Trafiği (Toplam)	Yolcu Trafiği (Gelen-giden) (Toplam)
İstanbul Havalimanı	39.904	6.022.729	42.047	6.434.570
İstanbul Sabiha Gökçen Havalimanı	18.811	3.158.210	21.294	3.667.502
Ankara Esenboğa Havalimanı	6.651	981.144	7.137	1.091.106
İzmir Adnan Menderes Havalimanı	4.680	737.541	5.388	840.145
Antalya Havalimanı	6.983	977.773	7.072	1.020.962
Gazipaşa Alanya Havalimanı	368	41.813	324	42.862
Muğla Dalaman Havalimanı	530	77.526	558	82.092
Muğla Milas-Bodrum Havalimanı	603	91.298	679	104.585
Adana Havalimanı	2.651	418.427	-	-
Çukurova Havalimanı	-	-	2.922	460.798

Araştırmanın örnekleme belirlenirken yukarıdaki tabloda verilen ilk 10 havalimanına ulaşabilmek adına görüşmeler gerçekleştirilmiş ancak yalnızca bu havalimanları içerisinde 5 havalimanına ulaşılabilirdiği ve görüşmeler gerçekleştirildiği için kolayda örnekleme yönteminden faydalanılmıştır. Kolayda örnekleme, ana kütle

içerisinden seçilecek örnek kesimin araştırmacının yargılarınca belirlendiği tesadüfi olmayan örnekleme yöntemidir. Kolayda örneklemede veriler ana kütleden en hızlı, en kolay ve en ekonomik şekilde toplanır (Malhotra, 2004, s. 321; Aaker, Kumar ve Day, 2007, s. 394; Zikmund, 1997, s. 428). Örnekleme dahil edilen havalimanları dijital dönüşüm stratejilerini uygulamaya koymuş, belirli düzeyde dijital altyapıya sahip ve kurumsal yönetim yaklaşımlarını benimsemiş işletmeler arasından seçilmiştir. Çalışma için seçilen havalimanı işletmeleri; İstanbul Havalimanı, Çukurova Havalimanı, İzmir Adnan Menderes Havalimanı, Antalya Havalimanı ve Dalaman Havalimanları olarak belirlenmiştir. Çalışma içerisinde bu havalimanlarından IATA Kodlarıyla bahsedilmiş ve sırasıyla IST, COV, ADB, AYT ve DLM şeklinde yer verilmiştir.

Araştırmada, görüşme gerçekleştirilen uzmanların her biri “Havalimanı Operasyon Kontrol Merkezi” birimlerinde üst düzey yönetici olarak görev yapan uzmanlardır. Bu departman OCC, AOCC ya da APOC gibi kısaltmalarla sektörde bilinmekte olup her departmanda da benzer bir biçimde havalimanı operasyonu merkezi bir birimden kontrol edilmektedir. Havalimanı operasyon kontrol merkezlerinde görüşmelerin gerçekleştirilmesinin nedeni, havalimanlarında teknolojik altyapının en yoğun kullanıldığı ve yönetildiği merkezler olmasıdır. Görüşülen uzmanlar, sektörde en az 16 yıl en fazla 30 yıl deneyime sahip olan, alanlarına ve sektöre oldukça hâkim uzmanlardır. Öğrenim seviyesi olarak ise görüşme gerçekleştirilen dört uzman lisans mezunu olup, bir uzman ise yüksek lisans mezunu seviyesindedir. Seçilen beş havalimanındaki farklı uzmanlar ile derinlemesine görüşmeler gerçekleştirilmiş, dijital olgunluk düzeylerinin belirlenmesine yönelik veriler toplanmıştır. Uzmanlardan alınan bilgiler 03.03.2025-28.04.2025 tarihleri arasında her bir havalimanına gidilerek yerinde ve yüz yüze görüşmelerle elde edilmiştir.

Söz konusu beş havalimanı, Türkiye'nin farklı yerlerinde konumlanmakta olup, işletme modelleri, yolcu kapasiteleri ve dijital uygulama düzeyleri bakımından çeşitlilik göstermektedir. Bu çeşitlilik sayesinde, araştırmada elde edilen bulguların genel geçer nitelikte olmasa da sektörel eğilimleri ortaya koyabilecek nitelikte olduğu değerlendirilmektedir.

4.5. Araştırmanın Sınırlılıkları

Araştırmanın sınırlılıkları aşağıda maddeler halinde özetlenmektedir:

- İlk karşılaşılan sınırlılık, havalimanı işletmelerinin verilerine erişim zorluğu ve özellikle özel işletmelerde karşılaşılan gizlilik politikaları nedeniyle sınırlı veri paylaşımıdır.
- İkinci sınırlılık, araştırmanın örneklem sınırlılığıdır. Türkiye’deki havalimanlarından istatistikler anlamında ilk 10 havalimanına -her bölgeden ve farklı büyüklükte olacak şekilde- ulaşılmaya çalışılmış ancak bu havalimanları içerisinde yalnızca beş tanesine ulaşıp görüşmeler yapılabilmektedir. Çalışma Türkiye’deki havalimanı işletmelerini evren olarak kapsamaya karşın örnekleme farklı bölgelerden erişilebilen havalimanları tercih edilmiştir. Diğer bölgelerden, şehirlerden havalimanlarına ulaşmak istenmesine karşılık olumsuz yanıt alınmış ve bu durum da çalışmanın örneklemini daraltmıştır. Bu nedenle çalışmanın genellenebilirliğinin kısıtlı kaldığı söylenebilir.
- Üçüncü sınırlılık, çalışmada kullanılan dijital dönüşüm olgunluk modelinin havalimanı ya da havacılık sektörü özelinde tasarlanmamış olması bu nedenle de havalimanı dijital olgunluk seviyesi ölçümünde sınırlı kalmasıdır.
- Dördüncü sınırlılık olarak zaman sınırlılığı sayılabilmektedir. Dinamik bir süreç olan dijital dönüşüm süreçleri ile doğrudan ilgili olan çalışmada 2025 yılının Mart ve Nisan ayında yapılan görüşmelerden elde edilen verilere göre değerlendirme yapılmak durumundadır. Oysa dijital olgunluk seviyesi giderek dijitalleşmenin arttığı dünya standartlarında değişiklik gösterecektir.
- Son sınırlılık olarak da yöntemin kendi doğasından kaynaklanan sınırlılıklar gösterilebilir. Bu kısımda veri toplama yönteminin araştırmacının yorumuna dayalı olması ve öznellik riski taşıması gibi çeşitli sınırlılıklardan söz edilebilmektedir.

4.6. Veri Toplama Araçları ve Yöntemleri

Araştırma kapsamında, havalimanı işletmelerinin dijital olgunluk seviyelerini belirlemeye yönelik olarak çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden yararlanılmıştır. Araştırmanın veri toplama süreci hem nitel hem de nicel verilerin birlikte kullanıldığı karma yöntem yaklaşımı çerçevesinde yürütülmüştür. Veri toplama süreci üç aşamalı olarak yapılandırılmıştır:

1. Aşama: Literatür Taraması ve Uzman Görüşleri ile Kriterlerin Belirlenmesi: Araştırmanın ilk aşamasında, havalimanı işletmelerinde dijital olgunluk seviyesini belirlemeye yönelik ana ve alt kriterlerin oluşturulması amacıyla literatür taraması gerçekleştirilmiştir. Gerçekleştirilen literatür taraması sonucunda çalışmada dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan ana kriterler belirlenmiştir. Ana kriterleri içeren dijital olgunluk modelleri incelenerek uzman görüşüne sunulmuştur. Çalışmanın bu kısmında uzman görüşlerine dayalı nitel veri toplama yöntemi kullanılmıştır. Nitel veri toplama yöntemi olarak Delphi tekniğine başvurulmuştur. Delphi tekniği, uzman bir grup tarafından karar alma, tahmin ve mutabakat tekniği olarak bilinmektedir (Ataş ve Gündüz, 2022). Delphi tekniği kapsamında; havacılık yönetimi, iletişim, sayısal yöntemler ve istatistik alanlarında uzmanlaşmış 4 farklı akademisyen ile havalimanı sektöründe görev yapmakta olan 2 farklı profesyonelden oluşan uzman bir grup ile yüz yüze görüşmeler gerçekleştirilmiştir. Görüşmelerde uzmanlara, Özdemir ve Tan tarafından 2023 yılında geliştirilen ‘Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli’ne ait yedi ana kriter etrafında şekillendirilen ve toplam 90 ifadeden oluşan model sunulmuştur. İfadelerin anlaşılabilirliğinin ve dil birliğinin sağlanması açısından çalışmada kullanılacak modelde 90 ifadeden 51 ifadeye düşürülen yeni bir model uzmanlarca kurgulanmıştır ve akabinde Delphi tekniği çerçevesinde uzman uzlaşması sağlanmıştır. Uzman uzlaşması sağlanması doğrultusunda, dijital olgunluk ölçümünde kullanılacak kriter seti oluşturulmuştur.

2. Aşama: Kriterlerin Ağırlıklandırılması: Belirlenen kriterlerin önem düzeylerini belirlemek amacıyla BWM (Best-Worst Method- En İyi En Kötü Yöntemi) kullanılmıştır. Bu aşamada, uzmanlara her bir ana ve alt kriterin göreceli önem derecelerini ifade eden ikili karşılaştırma soruları yöneltilmiştir. Uzmanlardan alınan nicel veriler doğrultusunda kriterlerin ağırlıkları hesaplanmıştır.

3. Aşama: Havalimanlarının Değerlendirilmesi ve Sıralanması: Kriterler ve alt kriterler kapsamında uzmanlara yöneltilen araştırma soruları, Özdemir ve Tan tarafından 2023 yılında geliştirilen DDOM isimli “Dijital Dönüşüm Olgunluk Modeli”nden alınmıştır. Modelin çalışma içerisinde kullanılabilmesi ve veri toplanabilmesi için ölçeği geliştiren taraflardan e-posta yoluyla model kullanımıyla ilgili izinler alınmıştır. Gerçekleştirilen bilimsel araştırmalarda bulguların geçerlilik ve güvenilirliğinin ortaya koyulabilmesi araştırmanın değerini vurgulamaktadır. Araştırmada veri toplanabilmesi ve analiz edilebilmesi için araştırmanın yöntemi ya da fark etmeden sonuçların güvenilirliği ve

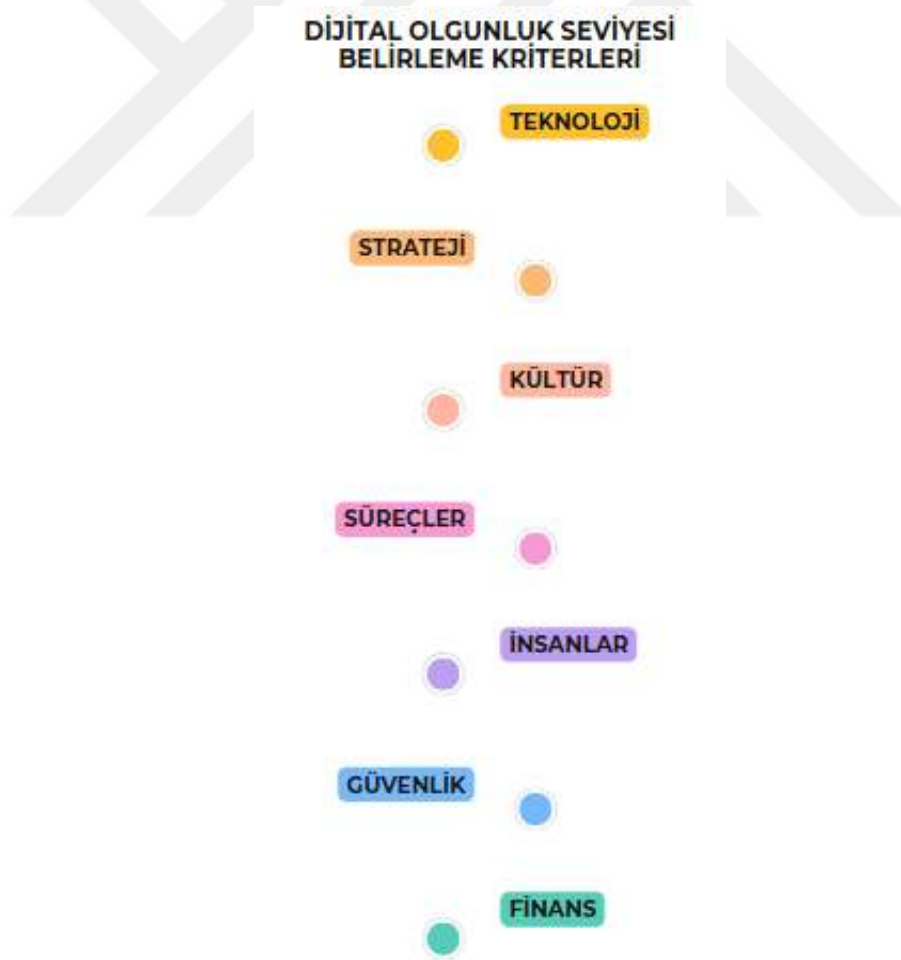
geçerliliği önem arz etmektedir. Bu nedenle de bilimsel araştırmalarda buna yönelik adımların da vurgulanması gerekmektedir (Arslan, 2022, s. 396). Çalışmanın güvenilirlik ve geçerliliğin ortaya koyulması açısından Özdemir ve Tan tarafından 2023 yılında geliştirilen DDOM modeli incelenmiştir. Modelin tüm maddelerinin kapsam geçerliliğinin pozitif çıktığı ve istatistiksel olarak anlamlı olduğu görülmüştür. DDOM modelinde kapsam geçerlilik analizi sonucunda bir ön uygulama gerçekleştirilmiştir. Uygulamada toplanan veriler bölünerek açıklayıcı faktör analizi ve doğrulayıcı faktör analizi gerçekleştirilmiştir. Yapılan açıklayıcı faktör analizinin sonucunda modelin maddelerinin yapıyı iyi derecede ve anlamlı bir biçimde ölçtüğü ortaya koyulmuştur. Açıklayıcı faktör analizi sonrasında doğrulayıcı faktör analizinin de gerçekleştirildiği çalışmada tüm maddelerin boyutları iyi ve kuvvetli şekillerde açıkladığı ortaya koyulmuştur. Ayrıca dijital dönüşüm olgunluk modelinin genel Cronbach alpha sayısı incelendiğinde bu sayının 0.995 olduğu ortaya koyulmuştur. Cronbach alpha sayısı, bir madde kümesinin güvenilirliğini ölçmeye yaramaktadır ve 0.70 değeri bu sayı için referans değer olarak kabul edilmektedir (Özdamar, 1997). Yapılan çalışmada ortaya koyulan 0.995 cronbach alpha sonucu ise dijital dönüşüm olgunluk modelinin çok iyi derecede güvenilir bir model olduğunu göstermektedir (Özdemir ve Tan, 2023). Gerçekleştirilen bu incelemeler sonucunda DDOM modelinin geçerlilik ve güvenilirlik analizlerinin yapıldığı ve kullanıma uygun olduğu tespit edilmiş, araştırmada kullanılmasına karar verilmiştir.

3. Aşamada, ana kriterler ve alt kriterler kapsamında uzmanlara yöneltilen araştırma sorularının cevaplarına göre belirlenen kriter ağırlıkları doğrultusunda, havalimanlarının dijital olgunluk seviyeleri analiz edilmiştir. Bu aşamada Gri İlişkisel Analiz (GİA), MULTIMOORA ve MABAC gibi çok kriterli karar verme yöntemlerinden yararlanılmıştır. Her bir yöntemle yapılan analiz sonucunda havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerine göre sıralamaları elde edilmiş, ardından elde edilen sonuçlar karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir.

4.6.1. Araştırmanın kriterlerinin belirlenmesi

Çalışmanın bu bölümünde araştırmada havalimanı dijital olgunluk seviyesini belirlemede kullanılacak olan ana ve alt kriterlerin belirlenmesi işlemi gerçekleştirilmektedir. Kriter belirlenmesi hususunda gerçekleştirilen ilk adım hem tüm sektörler için hem de havalimanları özelinde kapsamlı bir literatür çalışmasının yapılmış

olmasıdır. Literatür taraması esnasında dijital olgunluk seviyesi ölçüm modelleri incelenmiş, her model ayrı ayrı kullanılan boyutlarla birlikte ele alınmış ve en çok kullanılan/tekrar eden boyutlar tespit edilmiştir. Bu kapsamda çalışma içerisinde yer alan Tablo 3.9’da literatürde en çok tekrar eden boyutlar verilmiş ve bu tabloda en sık tekrar eden beş boyut (teknoloji, kültür, süreçler, insanlar ve strateji) çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Ardından Tablo 3.10.’da verilen, havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan modeller incelenmiş ve buradan da Tablo 3.9’da olmayan ancak havalimanları için kullanılan modellerde en çok tekrar eden boyutlardan olan iki boyut (güvenlik ve finans boyutları) çalışmada kullanılmak üzere seçilmiştir. Dolayısıyla yapılan literatür taraması neticesinde, çalışmada kullanılmak üzere toplam yedi kriter belirlenmiştir. Çalışmanın özgün yönlerinden biri, bu kriterlerin sentezlenerek havalimanı dijital olgunluğu ölçümünde kullanılmış olmasıdır. Belirlenen kriterlere aşağıdaki şekilde yer verilmektedir:



Şekil 4.2. Araştırmada Kullanılan Ana Kriterler

Kriterlerin belirlenmesi amacıyla atılan ikinci adım ise akademisyenler ve havalimanı sektöründe görev yapmakta olan profesyonellerden oluşan uzman bir grup ile gerçekleştirilen uzman uzlaşması aşamasıdır. Bu kısımda uzmanlara belirlenen kriterlerin havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirlemede kullanılmasının doğru olup olmadığına yönelik yapılan araştırma sunulmuş, akabinde uzmanlar tarafından kriterlerin uygunluğuna onay verilmesi sonucunda çalışmaya devam edilmiştir. Bu hususta başvurulmuş uzman uzlaşması adımı Delphi tekniğiyle gerçekleştirilmiştir. Delphi tekniği; 1950'lerden beri kullanılan, uzman görüşlerine başvurulması akabinde uzmanların uzlaşması sağlanan bir tekniktir. Delphi tekniğinde uzman katılımı, uzmanların birbirlerini tanımaması, geri bildirimde bulunması ve ortak görüş belirlenmesi gerekmektedir (Şahin, 2001). Uzmanlar seçilen kriterlerin uygun olduğu yönünde görüş bildirmişler ve uzman uzlaşması adımı tamamlanmıştır. Bu sayede araştırmada kullanılan ana ve alt kriterler belirlenmiştir. Aşağıda Tablo 4.2'de araştırmada kullanılan kriterlere yer verilmektedir.

Tablo 4.2. *Araştırmada Kullanılan Ana ve Alt Kriterler (Özdemir ve Tan, (2023) tarafından geliştirilen DDOM modeli çalışmaya uyarlanarak sadeleştirilmiştir)*

Kriter Numarası	1-Strateji Ana Kriterine Ait Alt Kriterler
K11	İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir
K12	İşletmemizde düzenli olarak stratejik planlama çalışmaları yapmaktayız
K13	Son yıllarda yürüttüğümüz stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına değinmekteyiz
K14	Dijital dönüşüm ile ilgili amaç ve hedeflerimizi oluşturduk
K15	Dijital stratejimiz performans göstergeleri ile üst yönetim tarafından izlenmektedir
K16	Dijital dönüşüm stratejimiz performans hedeflerimize göre şekillendirilmektedir
	2-İnsanlar Ana Kriterine Ait Alt Kriterler
K21	Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personele sahibiz
K22	Her çalışan, performanslarının kurumsal dijital hedeflerle nasıl bağlantılı olduğunu anlar
K23	İşletmemizin farklı departmanlarında dijital dönüşümle ilgili çalışmalar yapan çalışanlarımız vardır
K24	Çalışanlarımız dijital stratejimizin farkında ve dijital stratejimiz doğrultusunda işlerini yapmaktadır
K25	İşe alım aşamasında adayların dijital yetkinliklerini de göz önünde bulunduruyoruz
K26	Çalışanlarımıza dijital stratejimizle uyumlu olarak kendilerini geliştirebilecekleri dijital eğitim ve geliştirme faaliyetleri yapıyoruz
	3-Kültür Ana Kriterine Ait Alt Kriterler
K31	İşletmemizde iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verilmektedir
K32	Dijital faaliyetlerimizde müşteriler ile kurulan ilişkileri ölçüt olarak kullanmaktayız
K33	İşletmemiz iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli geliştirmektedir

Tablo 4.2. (Devam) Araştırmada Kullanılan Ana ve Alt Kriterler (Özdemir ve Tan, (2023) tarafından geliştirilen DDOM modeli çalışmaya uyarlanarak sadeleştirilmiştir)

K34	İşletmemizin kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır
K35	İşletmemiz dijital teknolojiler ve dijital dönüşüm konusunda rehberlik veya danışmanlık hizmeti almaktadır
K36	İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılmaktadır
K37	İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili ulusal ve uluslararası gelişmeleri takip etmektedir
K38	Organizasyon modelimiz departmanlar arası iş birliğini teşvik edecek şekildedir
K39	Organizasyon yapımızı dijital dönüşümün yeniliklerine göre revize etmekteyiz
4-Süreçler Ana Kriterine Ait Alt Kriterler	
K41	İşletmemiz süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır
K42	İşletmemizin iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleri ile uyumlu hale getirilmiştir
K43	İşletmemiz dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır
K44	İşletmemizin yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir
K45	İşletmemizde örgütsel süreçler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir
K46	İşletmemizin iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir
K47	İşletmemiz dijital teknolojilerin örgütsel etkilerini düşünmekte ve operasyonel bir perspektiften bunları nasıl uygulayabileceğini bilmektedir
5-Teknoloji Ana Kriterine Ait Alt Kriterler	
K51	Dijital veri toplama teknolojilerini kullanılmaktadır
K52	Dijital iş uygulamalarımız içerisinde sosyal ağlar, mobil iletişim ve bulut teknolojileri yer almaktadır
K53	İşletmemizin bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir
K54	İşletmemizin teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir
K55	İşletmemizde gömülü sistemler kullanılmaktadır
K56	İşletmemizde sayısal modelleme teknolojileri kullanılmaktadır
K57	İşletmemizde Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) teknolojileri kullanılmaktadır
K58	İşletmemizde yapay zekâ teknolojileri kullanılmaktadır
K59	İşletmemizde büyük veri (veri madenciliği) teknolojileri kullanılmaktadır
6-Güvenlik Ana Kriterine Ait Alt Kriterler	
K61	İşletmemizde, Bilgi Güvenliği ve KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) süreçlerinde dijital platformlar kullanılmaktadır
K62	İşletmemizde, verilerin güvenliğini sağlayacak dijital güvenlik platformları kullanılmaktadır
K63	İşletmemiz güçlü veri koruma yöntemlerini kullanabilmektedir
K64	Dijital riskleri yönetebilecek bilgi birikimine sahibiz
K65	İşletmemizin karşı karşıya kaldığı dijital riskleri yönetebilmek için veri güvenliği stratejisine sahibiz
K66	Verilerimizin güvenliği için siber sigortaya sahibiz
K67	Saldırlara maruz kalma riskini minimuma indirmek için doğru bir veri yönetim stratejisine sahibiz
K68	Veri güvenliği konusunda gerek kamu gerekse de özel sektördeki ilgili kuruluşlarla iş birliği yapıyoruz
K69	Test edilmiş bir veri güvenliği kriz müdahale planımız vardır

Tablo 4.2. (Devam) Araştırmada Kullanılan Ana ve Alt Kriterler (Özdemir ve Tan, (2023) tarafından geliştirilen DDOM modeli çalışmaya uyarlanarak sadeleştirilmiştir)

	7-Finans Ana Kriterine Ait Alt Kriterler
K71	İşletmemizin teknoloji bütçesi, değişen önceliklere izin verecek şekilde tasarlanmıştır
K72	Çalışanlarımızın dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktayız
K73	Dijital Dönüşüm yatırımları için ayrı bir bütçe tahsis etmekteyiz
K74	Dijital Dönüşüm yatırımlarına öncelik verdiğimiz bölümlere/departmanlara sahibiz
K75	İşletmemizin tüm seviyelerinde hedeflenen dijital eğitim ve öğretime yatırım yapıyoruz

Tablo 4.2’de çalışmada kullanılan yedi ana kriter ve her birine ait alt kriterlere detaylı bir biçimde yer verilmiştir.

4.6.2. Araştırma kriterlerinin ağırlıklandırılması

Araştırmanın bu bölümünde, kullanılacak kriterlerin ağırlıklandırılması adımlarına yer verilmiştir. Çok kriterli karar verme yöntemleri ile havalimanı sıralamasının yapılması aşamasına geçilmeden önce yapılması gereken adım, seçilen kriterlerin ağırlıklandırılması aşamasıdır. ÇKKV yöntemlerinde geçen kriter kavramı, değerlendiricilerin alternatif seçimlerinde etkili olan unsurları karşılarken; kriter ağırlığı kavramı, ayrı ayrı her kriterin önem derecelerini ifade etmektedir. Kriter ağırlıklarının doğru biçimde belirlenmesi, ÇKKV analizinin güvenilirliğini ve geçerliliğini doğrudan etkilemektedir (Ersoy, 2022). Kriter ağırlıklandırma yöntemleri üç ana kategori altında değerlendirilmektedir. Bu kategoriler: sübjektif, objektif ve bütünsel yaklaşımlardır. Sübjektif yöntemlerde kriterlerin ağırlıkları, uzman ya da karar vericilerin değerlendirmelerine ve tercih yargılarına dayalı olarak belirlenmektedir. Objektif yöntemlerde ağırlıklandırma işlemi, doğrudan karar matrisi elemanları kullanılarak gerçekleştirilmekte olup karar vericinin öznel yargılarına ihtiyaç duyulmamaktadır. Bütünsel yöntemlerde ise her iki yaklaşım bir araya getirilmektedir. Bütünsel yöntemlerde hem karar verici değerlendirmeleri hem de karar matrisi verileri eş zamanlı olarak dikkate alınmaktadır.

Bu çalışmada kriter ağırlıklandırması için kullanılan BWM (Best-Worst Method- En İyi En Kötü Metodu), sübjektif yöntemler arasında yer almaktadır. Yöntemde karar vericilerin belirlediği "en iyi" ve "en kötü" kriterlerin diğer kriterlere göre önem düzeylerinin ikili karşılaştırmalar yoluyla ifade edilmesine ve bu karşılaştırmaların bir optimizasyon modeliyle tutarlılık analizine tabi tutulmasına olanak tanınmaktadır (Rezaei, 2015). En İyi En Kötü Yönteminde (BWM), kriterlerin optimum ağırlıklarını

elde etmek için bir optimizasyon modeline girdi olarak çiftler halinde karşılaştırma vektörü (*en iyiden* diğerlerine- best to others ve diğerlerinden *en kötüye*- others to worst) kullanılmaktadır. Orijinal BWM, bazen birden fazla optimum ağırlıkla sonuçlanan doğrusal olmayan bir model içerir; bu da her kriterin ağırlığının bir aralık olarak sunulduğu anlamına gelmektedir (Rezaei, 2020).

4.6.3. Araştırmadaki havalimanlarının değerlendirilmesi ve sıralanması

Araştırmanın bu kısmında kriter ağırlıklandırma aşamasından sonra gerçekleştirilecek olan havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerinin değerlendirilmesi ve akabinde bu dijital olgunluk seviyelerine göre havalimanlarının sıralanması işlemine yer verilmektedir.

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri, birden fazla sayıda kriterin karar verme aşamalarında kullanılabilmesi amacıyla tercih edilen yöntemler bütünü olarak tarif edilmektedir. Günümüzde karmaşık ve çok yönlü olan problemlerin çözümünde etkin sonuçlara ulaşılabilmek için ÇKKV yöntemleri tercih edilmektedir. ÇKKV yöntemleri, karar vericilere alternatiflerin arasından seçim imkânı sağlamaktadır. Karar verici, öncelikle birden fazla kriteri birlikte değerlendirir; sonra alternatiflerin arasından en iyi/uygun olan alternatifi seçebilir. ÇKKV yöntemlerinde süreç öncelikle problemin tanımlanmasıyla başlar. Sonra bu süreci sırasıyla kriterlerin belirlenmesi, karar vericinin alternatifleri seçmesi, uygun yöneme karar verilmesi ve en nihayetinde de sonuçların değerlendirilmesi aşamaları takip eder (Durak, 2024).

Çok kriterli karar verme (ÇKKV), problemleri genellikle problemin çözüm alanına göre iki sınıfa ayrılır. Bu sınıflar sürekli (continuous) ve ayrık (discrete) olarak adlandırılmaktadır. Sürekli problemleri ele almak için çok amaçlı karar verme (MODM- Multi-Objective Decision Making- Çok Amaçlı Karar Verme) yöntemleri kullanılır. Ayrık problemler ise çok nitelikli karar verme (MADM- Multi-Attribute Decision Making- Çok Özellikli Karar Verme) yöntemleri kullanılarak çözülür. Ayrık problemler literatürde genellikle ÇKKV genel adıyla tanımlanmaktadır (Rezaei, 2020). Bu çalışmada Hibrit ÇKKV yöntemleri kullanılmaktadır. Hibrit ÇKKV yöntemleri, farklı tekniklerin kuvvetli yönlerini bir araya getirerek daha kapsamlı bir karar verme süreci ortaya koymaktadır. Hibrit ÇKKV yöntemleri sayesinde karar verme süreçlerinde problemler daha iyi bir biçimde ele alınmakta, belirsizlik ya da öznellik gibi ortaya çıkabilecek durumlar daha iyi bir biçimde yönetilebilmektedir (Mardani vd., 2015). Çalışmada Hibrit

ÇKKV yöntemlerinin tercih edilmesinin nedeni bu yöntemlerin çok sayıda avantajının bulunmasıdır. Avantajlar şu şekilde özetlenmektedir:

- Hibrit ÇKKV yöntemleri farklı yaklaşımların özelliklerini bir araya getirmeleri sayesinde süreçlerde daha güvenilir ve güçlü karar vermeyi sağlamaktadır,
- Karar verme süreçlerinde çoklu kriterlerin daha etkin bir biçimde ele alınmasını sağlamaktadır,
- Öznellik ya da belirsizlik gibi süreç boyunca ortaya çıkabilecek durumların daha iyi bir biçimde yönetilmesine yardımcı olmaktadır,
- Farklı tekniklerin ve bakış açılarının birleştirilmesi ile daha kapsamlı değerlendirme imkânı sunmaktadır,
- Bireysel yöntemlerle kıyaslandığında sonuçların daha geçerli ve tutarlı olmasını sağlamaktadır (Mardani vd., 2015; Durak, 2024).

Yukarıdaki avantajlar değerlendirilerek hibrit ÇKKV yöntemlerinden olan GİA, MABAC ve MULTIMOORA yöntemleri çalışmada tercih edilmektedir. Bu yöntemler havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerinin değerlendirilmesi ve sıralama işlemlerinin gerçekleştirilebilmesi için kullanılmaktadır.

Gri İlişkisel analiz yöntemi (GİA); özellikle belirsiz, eksik ya da kısıtlı veriyle karar verme süreçlerinde kullanılan çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemlerinden biridir. GİA ilk kez 1982 yılında Julong Deng tarafından yayımlanan “Gri Sistemlerin Kontrol Sorunları” adlı makalede önerilmiştir (Liu vd., 2016). Gri Sistem Teorisinin temelinde ‘gri’ olarak ifade edilen kavram sistem içerisindeki bilginin tam olarak bilinmediği durumlar için kullanılmaktadır. ‘Beyaz’ olarak ifade edilen renk bilgiye tam anlamıyla sahip olduğu durumları vurgularken ‘siyah’ renk herhangi bir bilginin bilinmediği durumları ifade etmektedir. Bu noktada gri teorisinin amacı yukarıda siyah olarak ifade edilen rengi gri duruma getirmektir. Gri İlişkisel Analiz, ÇKKV problemlerinde belirsizliklerin analizi amacıyla kullanılmakta olup diğer matematiksel analiz yöntemlerine kıyasla daha kolay çözüm üretme imkânı sunmaktadır (Feng ve Wang, 2000); (Altan ve Candoğan, 2014, s. 381). GİA yöntemi, karar problemlerinin az sayıda örneklem ile daha doğru sonuçlara ulaşılmasını sağlar. Dolayısıyla bu yöntemde diğer yöntemlere göre daha az veri kullanılabilir (Lin, Tong ve Wen, 2007). Çalışmada beş havalimanındaki uzmanla görüşüldüğü ve akabinde analizler gerçekleştirildiği için daha doğru sonuçlara ulaşılması amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir.

MABAC (Multi-Attributive Border Approximation Area Comparison - Çok Nitelikli Sınır Yaklaşım Alanı Kıyaslaması) yöntemi, Belgrad'daki Savunma Üniversitesi'nin araştırma merkezinde geliştirilmiştir. Pamučar ve Ćirović tarafından 2015 yılında geliştirilen bu yöntem ilk olarak araştırmacılar tarafından lojistik merkezlerindeki kaynak seçiminde kullanılmıştır (Pamućar ve Ćirović, 2015). MABAC yönteminde değerlendirilen her alternatif için kriter fonksiyonları hesaplanarak sınır yakınlık alanları oluşturulmaktadır. MABAC, bu oluşturulan sınır yakınlık alanlarına problem içerisindeki alternatiflerin uzaklıklarını belirlemek amacıyla kullanılan bir ÇKKV yöntemidir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021, s. 164). Genellikle ÇKKV problemlerinde alternatiflerin değerlendirilmesi ve sıralanması için kullanılan MABAC yöntemi karar vericilere tutarlı ve sistematik bir sıralama yapmaktadır. Çalışmada yöntemlerden biri olarak MABAC seçilmesinin ana nedeni de bu durumdur.

MULTIMOORA yöntemi, Brauers ve Zavadskas tarafından 2010'da önerilmiş bir ÇKKV yöntemidir. Yöntem, yine aynı yazarlar tarafından ortaya atılmış MOORA yaklaşımının geliştirilmesiyle ortaya çıkmıştır (Türe, Koçak ve Doğan, 2016, s. 830). MOORA-Oran yaklaşımı, referans noktası yaklaşımı ve tam çarpım formunun birleştirilmiş sonuçlarından ortaya çıkmaktadır. Bu noktada üç yöntemin birbirinin sonuçlarını kontrol ettiği de söylenebilmektedir. MULTIMOORA, bu şekliyle şimdiye kadar üç veya daha fazla yöntemi içeren bir yaklaşım olarak bilinmekte ve çoklu amaçlar optimizasyonunun en sağlam sistemini kurgulamaktadır (Brauers ve Zavadskas, 2011). MULTIMOORA, kendi içindeki farklı tekniklerin sonuçlarını birleştirmesi sayesinde karar vericilere daha sağlam ve güvenilir sıralamalar sunmakta olduğu için çalışmanın özellikle sıralama kısmında güvenilir sonuçlara erişebilmek amacıyla bu yöntem tercih edilmiştir.

5. ANALİZLER VE BULGULAR

Tezin bu bölümünde gerçekleştirilen tüm analizlere, elde edilen bulgulara ve bulguların yorumlanarak literatürle ilişkilendirilmesi aşamalarına yer verilmektedir.

5.1. Kriter Ağırlıklarının Hesaplanması

Bu bölümde kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması adına en iyi en kötü yöntemi olarak adlandırılan BWM yöntemi tercih edilmektedir. Rezaei (2020) tarafından geliştirilen BWM yönteminin beş adımı bulunmaktadır. Kriterlerin ağırlıkları hesaplanırken ilk olarak ana kriterlerin, sonrasında alt kriterlerin ağırlıklarının hesaplanması gerçekleştirilecektir.

5.1.1. Ana kriter ağırlıklarının hesaplanması

Çalışmanın bu kısmında havalimanı dijital olgunluk seviyesini etkileyen ana kriter ağırlıklarının hesaplanmasına yer verilmektedir. Bölüm içerisinde sırasıyla en iyi en kötü yönteminin adımlarına ve çalışmanın bulgularına yer verilmektedir.

Adım 1: Karar kriterlerinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Bu adımda karar verici, karar kriterini belirleyebilmek için n kriterini $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ belirlemektedir (Çakır ve Can, 2019). Birinci adım kapsamında karar vericinin değerlendirmesine konu olan karar kriterleri, havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi belirleme kriterleri olarak adlandırılmaktadır. Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi ölçümü için belirlenen ana kriterler yedi adettir. Bu kriterler: strateji, insanlar, kültür, süreçler, teknoloji, güvenlik ve finans kriterleridir.

Adım 2: En iyi (örn. en arzu edilen, en önemli) ve en kötü (örn. en az arzu edilen, en önemsiz) kriterlerin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). İkinci adım kapsamında çalışmanın örnekleminde yer alan her havalimanının operasyon kontrol merkezlerinde görev alan yöneticilerle görüşülmüştür. Görüşmelerde uzmanlar havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirlemedeki ana kriterlerin en iyisini ve en kötüsünü görev yaptıkları pozisyona, sektör bilgisine ve çalıştıkları havalimanına göre değerlendirmiştir. Karar vericilerin verdikleri yanıtlar aşağıdaki tabloda yer almaktadır:

Tablo 5.1. Karar Vericilerin En İyi ve En Kötü Kriter Seçimleri

Uzmanlar	Görev Yaptıkları Havalimanı	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1	Çukurova Havalimanı (COV)	Güvenlik	Finans
Uzman 2	İzmir Adnan Menderes Havalimanı (ADB)	Güvenlik	Kültür
Uzman 3	Dalaman Havalimanı (DLM)	İnsanlar	Strateji
Uzman 4	İstanbul Havalimanı (IST)	Teknoloji	İnsanlar
Uzman 5	Antalya Havalimanı (AYT)	Güvenlik	Kültür

Tablo 5.1.'de görüldüğü gibi Çukurova Havalimanında görev yapan uzman en iyi kriter olarak güvenlik kriterini, en kötü kriter olarak finans kriterini seçmiştir. İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman en iyi kriter olarak güvenlik kriterini, en kötü kriter olarak kültür kriterini seçmiştir. Dalaman Havalimanında görev yapan uzman en iyi kriter olarak insanlar kriterini, en kötü kriter olarak strateji kriterini seçmiştir. İstanbul Havalimanında görev yapan uzman en iyi kriter olarak teknoloji, en kötü kriter olarak insanlar kriterini seçmiştir. Son olarak görüşülen Antalya Havalimanında görev yapan uzman en iyi kriter olarak güvenlik kriterini, en kötü kriter olarak da kültür kriterini seçmiştir.

Adım 3: 1 ve 9 arasında bir rakam kullanarak en iyi kriterin diğerlerine göre tercihinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Bu adımda uzman en iyi kriterin diğerlerine göre (Best to others- En iyiden diğerlerine göre- A_B vektörünün) numaralandırmasını (1 ile 9 arasındaki numaralandırmanın anlamlarına göre 1: eşit derecede önemli, 3: orta derecede daha önemli, 5: yüksek derecede önemli, 7: çok daha yüksek derece önemli, 9: son derece daha önemli) gerçekleştirmektedir. Bu vektörün aşağıdaki (5.1) formülü ile gösterilmesi gerekmektedir (Çakır ve Can, 2019).

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2} \dots \dots a_{Bn}) \quad (5.1)$$

Çalışma kapsamında uzmanların gerçekleştirdikleri en iyiden en kötüye doğru numaralandırma işlemine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir. Tabloda teknoloji (K1), süreçler (K2), kültür (K3), insanlar (K4), strateji (K5), güvenlik (K6) ve Finans (K7) olarak ifade edilmektedir.

Tablo 5.2. Uzmanların En İyiden Diğerlerine Göre Kriter Sıralaması

Uzmanlar	En iyiden diğerlerine göre puanlama	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Uzman 1 (COV)	Güvenlik	2	4	6	5	3	1	9
Uzman 2 (ADB)	Güvenlik	2	5	9	6	4	1	3
Uzman 3 (DLM)	İnsanlar	2	5	6	1	8	3	4
Uzman 4 (IST)	Teknoloji	1	3	6	9	2	4	5
Uzman 5 (AYT)	Güvenlik	3	6	9	5	4	1	2

Tablo 5.2.'de uzmanların en iyiden diğerlerine göre yaptığı sıralamalar verilmektedir. Tabloya göre her uzman seçtiği en iyi kriter için 1 puanlamasını yapmıştır. Akabinde diğer kriterleri en iyiden diğerlerine olacak şekilde puanlamıştır. Buna göre Uzman 1, Uzman 2 ve Uzman 5 en iyi kriter olarak güvenlik kriterini seçmişlerdir ve K6'ya 1 verip diğer kriterleri de buna göre numaralandırmışlardır. Uzman 3 en iyi kriter olarak insanlar kriterini seçmiş, buna göre K4'e 1 verip diğer kriterleri buna göre numaralandırmıştır. Uzman 4 ise en iyi kriter olarak teknolojiyi seçmiş, K1'e 1 verdikten sonra diğer kriterleri buna göre numaralandırmıştır.

Adım 4: 1 ve 9 arasında bir rakamla tüm kriterlerin en kötü kritere göre tercihinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Adım 4 kapsamında uzmanlar, diğer tüm kriterlerin en kötü kritere göre numaralandırmasını gerçekleştirmektedir. En kötü seçimden diğer kriterlere doğru verilen puanlama ile ilgili (5.2) formülü (Çakır ve Can, 2019) kullanılmaktadır.

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W} \dots \dots a_{nW})^T \quad (5.2)$$

Çalışmada uzmanların en kötüden diğerlerine göre verdiği puanlama aşağıda tablo 5.3.'te verilmektedir.

Tablo 5.3. Uzmanların En Kötüden Diğerlerine Göre Kriter Sıralaması

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	Finans	Kültür	Strateji	İnsanlar	Kültür
K1	5	6	4	9	3
K2	3	3	2	3	2
K3	2	1	2	2	1
K4	3	2	8	1	3
K5	3	4	1	4	2
K6	9	9	3	3	9
K7	1	5	2	2	4

Uzmanlar Tablo 5.3.'te en kötü kriteri seçerek 1 puan vermişlerdir. Akabinde diğer kriterleri en kötüden diğerlerine göre olacak şekilde puanlamışlardır. Tabloda teknoloji (K1), süreçler (K2), kültür (K3), insanlar (K4), strateji (K5), güvenlik (K6) ve finans (K7) olarak ifade edilmektedir. Bu bilgilere göre Uzman 1 en kötü kriter olarak finans kriterini seçmiş ve K7'ye 1 vererek diğer kriterleri buna göre puanlamıştır. Uzman 2 ve Uzman 5 en kötü kriter olarak kültür kriterini seçmiş ve K3'e 1 vererek diğer kriterleri buna göre puanlamışlardır. Uzman 3 en kötü kriter olarak strateji kriterini seçmiş, K5'e 1 vermiş ve diğer kriterleri de buna göre puanlamıştır. Uzman 4 ise en kötü kriter olarak insanlar kriterini seçmiş, K4'e 1 vererek diğer kriterleri buna göre puanlamıştır.

Adım 5: Kriterlerin optimum ağırlıklarının bulunmasıdır (Rezaei, 2020). Son adım olan beşinci adımda kriterlerin optimum ağırlıkları hesaplanırken her kriter için en uygun ağırlık belirlenmektedir $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ (Çakır ve Can, 2019). Adım 5'te amaç kriterlerin optimal ağırlıklarını maksimum mutlak farklar sağlayacak biçimde belirlemek olmalıdır. Bu farkın minimize olacağı bir j değeri bulunmakta ve sırasıyla aşağıdaki formüller uygulanmaktadır (Çakır ve Can, 2019).

$$\min \max_j \{ |w_B - a_{BJ}w_J|, |w_J - a_{Jw}w_w| \} \text{ kısıltıları altında} \quad (5.3)$$

$$\sum_j w_j \quad (5.4)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (5.5)$$

Problemin denklemi aşağıdaki formülleri kullanılarak doğrusal programlama problemine dönüştürülmelidir (Çakır ve Can, 2019):

$$\min \xi^L \quad (5.6)$$

$$\left| \frac{w_B}{w_J} - a_{BJ} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.7)$$

$$\left| \frac{w_J}{w_w} - a_{jw} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.8)$$

$$\sum_J w_J = 1 \quad (5.9)$$

$$w_J \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.10)$$

Modelin tamamlanmasıyla birlikte optimum kriter ağırlıkları ve analizlerin tutarlılık oranları (Input-Based CR) elde edilmektedir. Tutarlılık oranının artması karşılaştırmaların daha az güvenilir olduğu anlamına gelirken azalması (Associated Threshold değerinden daha düşük olması) tutarlılık oranının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Çakır ve Can, 2019). Yukarıdaki formüller dikkate alınarak beşinci adım gerçekleştirilmiştir. Aşağıdaki tablolarda öncelikle çalışma kapsamında uzmanların numaralandırmasına göre kriterlerin ağırlıklarına, sonra da tutarlılık oranlarına yer verilmiştir.

Tablo 5.4. Uzmanların Cevaplarına Ana Kriter Ağırlıklarının Belirlenmesi

Uzmanlar	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Uzman 1 (COV)	0,202977	0,1014885	0,067659	0,0811908	0,135318	0,37347767	0,03788904
Uzman 2 (ADB)	0,20555355	0,08222142	0,03606203	0,06851785	0,10277678	0,36783267	0,1370357
Uzman 3 (DLM)	0,19955654	0,07982262	0,06651885	0,37694013	0,0443459	0,13303769	0,09977827
Uzman 4 (IST)	0,3877551	0,13605442	0,06802721	0,04081633	0,18367347	0,10204082	0,08163265
Uzman 5 (AYT)	0,13793103	0,06896552	0,03862069	0,08275862	0,10344828	0,38068966	0,18758621

Tablo 5.4.'te verildiği üzere uzmanların verdiği puanlar neticesinde her kriterin uzman puanına göre farklılaşan kriter ağırlıkları belirlenmiştir. Çukurova Havalimanında görev yapan Uzman 1'e göre en önemli kriterin 0,37347767 kriter ağırlığıyla Güvenlik olduğu, ikinci derecede öneme sahip kriterin 0,202977 kriter ağırlığıyla Teknoloji olduğu, üçüncü derecede önemli kriterin 0,135318 kriter ağırlığıyla Strateji olduğu, dördüncü derecede önemli kriterin 0,1014885 kriter ağırlığıyla Süreçler olduğu, beşinci derecede öneme sahip kriterin 0,0811908 kriter ağırlığıyla İnsanlar olduğu, altıncı derecede öneme sahip kriterin 0,067659 kriter ağırlığıyla Kültür olduğu ve yedinci derecede öneme sahip

olan kriterin yani en az öneme sahip kriterin ise 0,03788904 kriter ağırlığıyla Finans kriteri olduğu görülmektedir.

İzmir Adnan Menderes Havalimanı'nda görev yapan Uzman 2'ye göre en önemli kriterin 0,36783267 kriter ağırlığıyla Güvenlik olduğu, ikinci derecede öneme sahip kriterin 0,20555355 kriter ağırlığıyla Teknoloji olduğu, üçüncü derecede önemli kriterin 0,1370357 kriter ağırlığıyla Finans olduğu, dördüncü derecede önemli kriterin 0,10277678 kriter ağırlığıyla Strateji olduğu, beşinci derecede öneme sahip kriterin 0,08222142 kriter ağırlığıyla Süreçler olduğu, altıncı derecede öneme sahip kriterin 0,06851785 kriter ağırlığıyla İnsanlar olduğu ve yedinci derecede öneme sahip olan kriterin ise 0,03606203 kriter ağırlığıyla Kültür kriteri olduğu tabloda görülmektedir.

Dalaman Havalimanı'nda görev yapan Uzman 3'e göre en önemli kriterin 0,37694013 kriter ağırlığıyla İnsanlar olduğu, ikinci derecede öneme sahip kriterin 0,19955654 kriter ağırlığıyla Teknoloji olduğu, üçüncü derecede önemli kriterin 0,13303769 kriter ağırlığıyla Güvenlik olduğu, dördüncü derecede önemli kriterin 0,09977827 kriter ağırlığıyla Finans olduğu, beşinci derecede öneme sahip kriterin 0,07982262 kriter ağırlığıyla Süreçler olduğu, altıncı derecede öneme sahip kriterin 0,06651885 kriter ağırlığıyla Kültür olduğu ve yedinci derecede öneme sahip olan kriterin ise 0,0443459 kriter ağırlığıyla Strateji kriteri olduğu görülmektedir.

İstanbul Havalimanı'nda görev yapan Uzman 4'e göre en önemli kriterin 0,3877551 kriter ağırlığıyla Teknoloji olduğu, ikinci derecede öneme sahip kriterin 0,18367347 kriter ağırlığıyla Strateji olduğu, üçüncü derecede önemli kriterin 0,13605442 kriter ağırlığıyla Süreçler olduğu, dördüncü derecede önemli kriterin 0,10204082 kriter ağırlığıyla Güvenlik olduğu, beşinci derecede öneme sahip kriterin 0,08163265 kriter ağırlığıyla Finans olduğu, altıncı derecede öneme sahip kriterin 0,06802721 kriter ağırlığıyla Kültür olduğu ve yedinci derecede öneme sahip olan kriterin ise 0,04081633 kriter ağırlığıyla İnsanlar kriteri olduğu görülmektedir.

Antalya Havalimanı'nda görev yapan Uzman 5'e göre ise, en önemli kriterin 0,38068966 kriter ağırlığıyla Güvenlik olduğu, ikinci derecede öneme sahip kriterin 0,18758621 kriter ağırlığıyla Finans olduğu, üçüncü derecede önemli kriterin 0,13793103 kriter ağırlığıyla Teknoloji olduğu, dördüncü derecede önemli kriterin 0,10344828 kriter ağırlığıyla Strateji olduğu, beşinci derecede öneme sahip kriterin 0,08275862 kriter ağırlığıyla İnsanlar olduğu, altıncı derecede öneme sahip kriterin 0,06896552 kriter

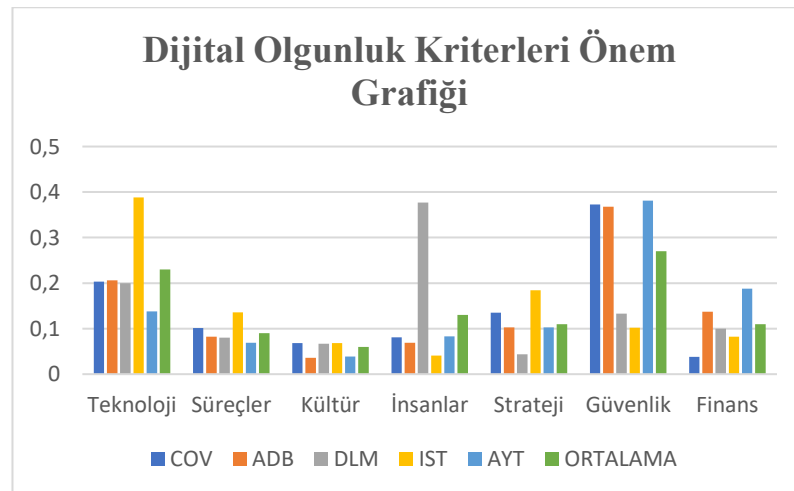
ağırlığıyla Süreçler olduğu ve yedinci derecede öneme sahip olan kriterin ise 0,03862069 kriter ağırlığıyla Kültür kriteri olduğu görülmektedir.

Adım 5'in tamamlanmasıyla birlikte yukarıda açıklandığı üzere optimum kriter ağırlıklarına ulaşılmıştır. Araştırmanın diğer sorularında kullanılmak üzere tüm kriterlerin uzman yanıtlarına göre farklılaşmaması ve tek kriter ağırlığı üzerinden hesaplanılabilmesi için ortalaması alınarak aşağıdaki tabloda verildiği üzere kriter önem ağırlıkları belirlenmiştir.

Tablo 5.5. Ana Kriterlerin Önem Ağırlıkları Tablosu

Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,203	0,101	0,068	0,081	0,135	0,373	0,038
ADB	0,206	0,082	0,036	0,069	0,103	0,368	0,137
DLM	0,200	0,080	0,067	0,377	0,044	0,133	0,100
IST	0,388	0,136	0,068	0,041	0,184	0,102	0,082
AYT	0,138	0,069	0,039	0,083	0,103	0,381	0,188
Ort.	0,23	0,09	0,06	0,13	0,11	0,27	0,11

Tablo 5.5.'te ana kriterlerin önem ağırlıkları verilmektedir. Tabloda teknoloji (K1), süreçler (K2), kültür (K3), insanlar (K4), strateji (K5), güvenlik (K6) ve finans (K7) olarak ifade edilmektedir. Bu bilgiye göre teknoloji kriterinin ağırlığı 0,23, süreçler kriterinin ağırlığı 0,09, kültür kriterinin ağırlığı 0,06, insanlar kriterinin ağırlığı 0,13, strateji kriterinin ağırlığı 0,11, güvenlik kriterinin ağırlığı 0,27 ve finans kriterinin ağırlığı ise 0,11 olarak belirlenmiştir. Kriterlerin önem ağırlıklarına ait bilgiler detaylı olarak aşağıda Şekil 5.1.'de verilmiştir.



Şekil 5.1. Dijital Olgunluk Kriterlerinin Önem Ağırlıkları Şekli

Bu bölümde son olarak adım 5'in son kısmında açıklandığı üzere tutarlılık oranları (Input-Based CR) elde edilmesi gerekmektedir. Tutarlılık oranının artması karşılaştırmaların daha az güvenilir olduğu anlamına gelirken, azalması (Associated Threshold değerinden daha düşük olması) tutarlılık oranının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Çakır ve Can, 2019).

Tablo 5.6. Ana Kriter Ağırlıkları Hesaplamasının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,08333333	0,3517
Uzman 2 (ADB)	0,09722222	0,3517
Uzman 3 (DLM)	0,07142857	0,3408
Uzman 4 (IST)	0,04166667	0,3517
Uzman 5 (AYT)	0,08333333	0,3517

Tabloda verildiği üzere uzmanların yanıtlarına göre hesaplanan Input–Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin yanıtların tutarlı olduğu görülmektedir.

5.1.2. Alt kriter ağırlıklarının hesaplanması

Bu bölümde ana kriterlere ayrı alt kriterlerin ağırlıklarının hesaplamasına yer verilmektedir. Hesaplamalar burada da BWM yani en iyi en kötü yöntemiyle gerçekleştirilmektedir. Bölüm içerisinde sırasıyla en iyi en kötü yönteminin adımlarına ve çalışmanın bulgularına yer verilmektedir.

Adım 1: Karar kriterlerinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Bu adımda karar verici, karar kriterini belirlenmesinde kullanılan n kriterini $\{C_1, C_2, \dots, C_n\}$ belirlemektedir (Çakır ve Can, 2019). Alt kriterlerin belirlenmesi ve ilgili adımlar çalışmanın 4.5.1. bölümünde detaylı bir biçimde aktarılmaktadır. Alt kriterlere ait bilgiler de Tablo 4.2.'de verilmektedir. Tablo 4.2.'de verildiği üzere her bir ana kriterin altında alt kriterler vardır ve çalışmanın toplamda 51 adet alt kriteri bulunmaktadır. Strateji kriterine ait 6 alt kriter, İnsanlar kriterine ait 6 alt kriter, Kültür kriterine ait 9 alt kriter, Süreçler kriterine ait 7 alt kriter, Teknoloji kriterine ait 9 alt kriter, Güvenlik kriterine ait 9 alt kriter ve Finans kriterine ait 5 alt kriter bulunmaktadır.

Bu kısımda ana ve alt kriterlerin kodlaması soruların dizilişine göre şekillendirilmektedir. Buna göre strateji ana kriterinin altında bulunan alt kriterler

sırasıyla K11, K12, K13, K14, K15, K16 şeklinde adlandırılmaktadır. İnsanlar ana kriterinin altında bulunan alt kriterler sırasıyla K21, K22, K23, K24, K25, K26 olarak adlandırılmaktadır. Kültür ana kriterine ait alt kriterler K31, K32, K33, K34, K35, K36, K37, K38, K39 olarak adlandırılmaktadır. Süreçler ana kriterine ait alt kriterler K41, K42, K43, K44, K45, K46, K47 olarak adlandırılmaktadır. Teknoloji ana kriterine ait alt kriterler K51, K52, K53, K54, K55, K56, K57, K58, K59 olarak adlandırılmaktadır. Güvenlik ana kriterine ait alt kriterler K61, K62, K63, K64, K65, K66, K67, K68, K69 olarak adlandırılmaktadır. Finans ana kriterine ait alt kriterler K71, K72, K73, K74 ve K75 olarak adlandırılmaktadır.

Adım 2: En iyi (örn. en arzu edilen, en önemli) ve en kötü (örn. en az arzu edilen, en önemsiz) kriterlerin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). İkinci adım kapsamında çalışmanın örnekleminde yer alan her havalimanında operasyon kontrol merkezlerinde görev alan yöneticilerle görüşülmüştür. Görüşmelerde uzmanlar havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirlemedeki alt kriterlerin en iyisini ve en kötüsünü görev yaptıkları pozisyona, sektör bilgisine ve çalıştıkları havalimanına göre değerlendirmiştir. Karar vericilerin verdikleri yanıtlar aşağıdaki tablolarda yer almaktadır.

Tablo 5.7. *Strateji Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler*

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman1 (COV)	K11	K13
Uzman2 (ADB)	K16	K14
Uzman3 (DLM)	K11	K13
Uzman 4 (IST)	K11	K12
Uzman 5 (AYT)	K12	K11

Strateji kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K11, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K16, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K11, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K11 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K12 olmuştur. Strateji kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K13, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K14, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K13, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman

için en kötü kriter K12 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K11 olmuştur.

Tablo 5.8. İnsanlar Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman1 (COV)	K21	K23
Uzman2 (ADB)	K22	K25
Uzman3 (DLM)	K25	K22
Uzman 4 (IST)	K26	K25
Uzman 5 (AYT)	K21	K22

İnsanlar kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K21, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K22, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K25, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K26 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K21 olmuştur. İnsanlar kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K23, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K25, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K22, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K25 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K22 olmuştur.

Tablo 5.9. Kültür Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1 (COV)	K31	K39
Uzman 2 (ADB)	K31	K39
Uzman 3 (DLM)	K39	K36
Uzman 4 (IST)	K37	K39
Uzman 5 (AYT)	K31	K38

Kültür kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K31, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K31, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K39, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K37

ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K31 olmuştur. Kültür kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K39, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K39, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K36, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K39 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K38 olmuştur.

Tablo 5.10. Süreçler Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1 (COV)	K41	K47
Uzman 2 (ADB)	K47	K45
Uzman 3 (DLM)	K47	K46
Uzman 4 (IST)	K41	K47
Uzman 5 (AYT)	K42	K41

Süreçler kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K41, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K47, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K47, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K41 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K42 olmuştur. Süreçler kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K47, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K45, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K46, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K47 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K41 olmuştur.

Tablo 5.11. Teknoloji Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1 (COV)	K51	K59
Uzman 2 (ADB)	K53	K59
Uzman 3 (DLM)	K52	K56
Uzman 4 (IST)	K53	K59
Uzman 5 (AYT)	K54	K57

Teknoloji kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K51, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K53, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K52, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K53 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K54 olmuştur. Teknoloji kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K59, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K59, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K56, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K59 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K57 olmuştur.

Tablo 5.12. *Güvenlik Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler*

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1 (COV)	K61	K65
Uzman 2 (ADB)	K61	K66
Uzman 3 (DLM)	K62	K69
Uzman 4 (IST)	K63	K68
Uzman 5 (AYT)	K64	K66

Güvenlik kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K61, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K61, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K62, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K63 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K64 olmuştur. Güvenlik kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K65, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K66, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K69, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K68 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K66 olmuştur.

Tablo 5.13. *Finans Alt Kriterlerine göre Uzmanların Seçtiği En İyi ve En Kötü Kriterler*

Uzmanlar	En İyi Kriter	En Kötü Kriter
Uzman 1 (COV)	K71	K75
Uzman 2 (ADB)	K71	K75
Uzman 3 (DLM)	K75	K71
Uzman 4 (IST)	K74	K73
Uzman 5 (AYT)	K71	K75

Finans kriterine ait 6 alt kriter arasından uzmanlar görev yaptıkları havalimanları ve uzmanlık bilgilerine göre en iyi seçenekleri belirlemişlerdir. Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en iyi kriter K71, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K71, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K75, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K74 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en iyi kriter K71 olmuştur. Finans kriterine ait alt kriterler arasından en kötü seçenek ise Çukurova Havalimanında görev yapmakta olan uzman için en kötü kriter K75, İzmir Adnan Menderes Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K75, Dalaman Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K71, İstanbul Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K73 ve son olarak Antalya Havalimanında görev yapan uzman için en kötü kriter K75 olmuştur.

Adım 3: 1 ve 9 arasında bir rakam kullanarak en iyi kriterin diğerlerine göre tercihinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Bu adımda uzman en iyi kriterin diğerlerine göre (Best to others- En iyiden diğerlerine göre- A_B vektörünün) numaralandırmasını (1 ile 9 arasındaki numaralandırmanın anlamlarına göre 1: eşit derecede önemli, 3: orta derecede daha önemli, 5: yüksek derecede önemli, 7: çok daha yüksek derece önemli, 9: son derece daha önemli) gerçekleştirmektedir. Bu vektörün aşağıdaki (5.11) formülü ile gösterilmesi gerekmektedir (Çakır ve Can, 2019).

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2} \dots \dots a_{Bn}) \quad (5.11)$$

Çalışma kapsamında uzmanların gerçekleştirdikleri en iyiden en kötüye doğru numaralandırma işlemine aşağıdaki tablolarda yer verilmektedir.

Tablo 5.14. Strateji Alt Kriterleri için En İyiye Göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiye Göre	K11	K12	K13	K14	K15	K16
Uzman1 (COV)	K11	1	5	9	6	4	2
Uzman2 (ADB)	K16	5	4	3	9	2	1
Uzman3 (DLM)	K11	1	2	9	3	4	5
Uzman 4 (IST)	K11	1	8	2	3	5	4
Uzman 5 (AYT)	K12	9	1	5	3	4	2

Tablo 5.14.'te uzmanların strateji alt kriterleri arasında en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K11'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K16'yı seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K11'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K11'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K12'yi seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.15. İnsanlar Alt Kriterleri için En İyiye Göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiye Göre	K21	K22	K23	K24	K25	K26
Uzman1 (COV)	K21	1	5	9	6	4	8
Uzman2 (ADB)	K22	5	1	4	2	9	3
Uzman3 (DLM)	K25	2	9	3	5	1	4
Uzman 4 (IST)	K26	3	5	2	4	8	1
Uzman 5 (AYT)	K21	1	9	3	5	4	2

Tablo 5.15.'te uzmanların insanlar alt kriterleri arasında en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K21'i seçmiş; uzman 2, en iyi seçenek olarak K22'yi seçmiş; uzman 3, en iyi seçenek olarak K25'i seçmiş; uzman 4, en iyi seçenek olarak K26'yı seçmiş; uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K21'i seçmiştir. Tüm uzmanlar en iyi seçeneği seçtikten sonra diğer kriterleri de buna göre puanlamışlardır.

Tablo 5.16. Kültür Alt Kriterleri için En İyiye Göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiye Göre	K31	K32	K33	K34	K35	K36	K37	K38	K39
Uzman1 (COV)	K31	1	7	2	3	4	8	5	6	9
Uzman2 (ADB)	K31	1	4	3	5	8	6	7	2	9
Uzman3 (DLM)	K39	2	4	3	5	7	9	8	6	1
Uzman 4 (IST)	K37	5	2	6	4	3	8	1	7	9
Uzman 5 (AYT)	K31	1	2	2	3	4	4	4	9	5

Tablo 5.16.'da uzmanların kültür alt kriterleri arasından en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K31'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K31'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K39'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K37'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K31'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.17. Süreçler Alt Kriterleri için En İyiye Göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiye Göre	K41	K42	K43	K44	K45	K46	K47
Uzman1 (COV)	K41	1	2	3	4	6	7	9
Uzman2 (ADB)	K47	4	3	6	5	9	2	1
Uzman3 (DLM)	K47	2	3	5	6	4	8	1
Uzman 4 (IST)	K41	1	4	3	2	6	5	9
Uzman 5 (AYT)	K42	9	1	3	5	4	5	2

Tablo 5.17.'de uzmanların süreçler alt kriterleri arasından en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K41'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K47'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K47'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K41'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K42'yi seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.18. Teknoloji Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiden Diğerlerine	K51	K52	K53	K54	K55	K56	K57	K58	K59
Uzman1 (COV)	K51	1	2	3	4	5	7	6	8	9
Uzman2 (ADB)	K53	2	3	1	4	5	6	8	7	9
Uzman3 (DLM)	K52	3	1	2	5	4	9	7	8	6
Uzman 4 (IST)	K53	4	3	1	5	2	6	7	8	9
Uzman 5 (AYT)	K54	6	3	2	1	5	5	9	4	6

Tablo 5.18.'de uzmanların teknoloji alt kriterleri arasından en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K51'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K53'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K52'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K53'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K54'ü seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.19. Güvenlik Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar	En İyiden Diğerlerine	K61	K62	K63	K64	K65	K66	K67	K68	K69
Uzman1 (COV)	K61	1	6	7	5	9	8	4	2	3
Uzman2 (ADB)	K61	1	3	2	7	5	9	4	8	6
Uzman3 (DLM)	K62	2	1	7	5	3	8	4	6	9
Uzman 4 (IST)	K63	7	4	1	6	2	8	3	9	5
Uzman 5 (AYT)	K64	7	3	4	1	2	9	2	6	5

Tablo 5.19.'da uzmanların güvenlik alt kriterleri arasından en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K61'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K61'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K62'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K63'ü seçmiş diğerlerini buna göre

puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K64'ü seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.20. *Finans Alt Kriterleri için En İyiden Diğerlerine göre Uzman Puanları*

Uzmanlar	En İyiden Diğerlerine	K71	K72	K73	K74	K75
Uzman1 (COV)	K71	1	4	3	2	7
Uzman2 (ADB)	K71	1	4	3	2	9
Uzman3 (DLM)	K75	9	2	4	3	1
Uzman 4 (IST)	K74	2	3	9	1	4
Uzman 5 (AYT)	K71	1	4	2	3	7

Tablo 5.20.'de uzmanların finans alt kriterleri arasından en iyi kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da diğer alt kriterlere en iyiye göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en iyi seçenek olarak K71'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en iyi seçenek olarak K71'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en iyi seçenek olarak K75'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en iyi seçenek olarak K74'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en iyi seçenek olarak K71'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Adım 4: 1 ve 9 arasında bir rakam kullanarak tüm kriterlerin en kötü kritere göre tercihinin belirlenmesidir (Rezaei, 2020). Adım 4 kapsamında uzmanlar, diğer tüm kriterlerin en kötüsüne göre numaralandırmasını gerçekleştirmektedir. En kötü seçimden diğer kriterlere doğru verilen puanlama ile ilgili (5.12) (Çakır ve Can, 2019) formülü kullanılmaktadır.

$$A_W = (a_{1W}, a_{2W} \dots \dots a_{nW})^T \quad (5.12)$$

Uzmanların (5.12) formülüne göre verdiği puanlamalara aşağıdaki tablolarda yer verilmektedir.

Tablo 5.21. *Strateji Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları*

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K13	K14	K13	K12	K11
K11	9	2	9	8	1
K12	2	3	5	1	9
K13	1	4	1	6	2
K14	2	1	4	4	3
K15	3	5	3	2	2
K16	5	9	2	3	5

Tablo 5.21.'de uzmanların strateji alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K13'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K14'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K13'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K12'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K11'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.22. *İnsanlar Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları*

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K23	K25	K22	K25	K22
K21	9	2	5	4	9
K22	2	9	1	2	1
K23	1	3	4	5	3
K24	2	5	2	3	2
K25	3	1	9	1	3
K26	2	4	3	8	5

Tablo 5.22.'de uzmanların insanlar alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K23'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K25'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K22'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K25'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K22'yi seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.23. Kültür Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K39	K39	K36	K39	K38
K31	9	9	4	2	6
K32	2	3	3	5	8
K33	5	3	3	2	8
K34	3	2	2	3	3
K35	3	2	2	3	2
K36	2	2	1	2	2
K37	3	2	2	9	2
K38	2	5	2	2	1
K39	1	1	9	1	2

Tablo 5.23.'te uzmanların kültür alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K39'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K39'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K36'yı seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K39'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K38'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.24. Süreçler Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K47	K45	K46	K47	K41
K41	9	4	4	9	1
K42	5	5	3	4	9
K43	3	2	2	5	3
K44	3	3	2	6	2
K45	2	1	2	2	2
K46	2	6	1	3	2
K47	1	9	8	1	4

Tablo 5.24.'te uzmanların süreçler alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K47'yi seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K45'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K46'yı seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K47'yi seçmiş diğerlerini buna göre

puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K41'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.25. Teknoloji Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K59	K59	K56	K59	K57
K51	9	5	3	3	2
K52	5	4	9	3	5
K53	3	9	4	9	3
K54	3	3	2	2	9
K55	2	2	3	4	2
K56	2	2	1	2	2
K57	2	2	2	2	1
K58	2	2	2	2	3
K59	1	1	2	1	2

Tablo 5.25.'te uzmanların teknoloji alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K59'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K59'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K56'yı seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K59'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K57'yi seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.26. Güvenlik Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K65	K66	K69	K68	K66
K61	9	9	5	2	2
K62	2	3	9	3	3
K63	2	5	2	9	2
K64	2	2	2	2	9
K65	1	2	3	5	4
K66	2	1	2	2	1
K67	3	2	3	3	4
K68	5	2	2	1	2
K69	3	2	1	2	2

Tablo 5.26.'da uzmanların güvenlik alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir.

Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K65'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K66'yı seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K69'u seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K68'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K66'yı seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Tablo 5.27. Finans Alt Kriterleri için En Kötüden Diğerlerine göre Uzman Puanları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)
	K75	K75	K71	K73	K75
K71	7	9	1	4	7
K72	2	2	4	3	2
K73	3	3	2	1	4
K74	4	4	3	9	2
K75	1	1	9	2	1

Tablo 5.27.'de uzmanların finans alt kriterleri arasından en kötü kriteri seçmeleri istenmiştir. Ardından da en kötü kriterden diğerlerine göre puanlama yapmaları istenmiştir. Buna göre Uzman 1, en kötü seçenek olarak K75'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 2, en kötü seçenek olarak K75'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 3, en kötü seçenek olarak K71'i seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 4, en kötü seçenek olarak K73'ü seçmiş diğerlerini buna göre puanlamıştır. Uzman 5 ise en kötü seçenek olarak K75'i seçmiş diğerlerini de buna göre puanlamıştır.

Adım 5: Kriterlerin optimum ağırlıklarının bulunmasıdır (Rezaei, 2020). Son adım olan beşinci adımda kriterlerin optimum ağırlıkları hesaplanırken her kriter için en uygun ağırlık belirlenmektedir $(w_1^*, w_2^*, \dots, w_n^*)$ (Çakır ve Can, 2019).

Adım 5'te amaç kriterlerin optimal ağırlıklarını maksimum mutlak farklar sağlayacak biçimde belirlemek olmalıdır. Bu farkın minimize olacağı bir j değeri bulunmakta ve sırasıyla aşağıdaki formüller uygulanmaktadır (Çakır ve Can, 2019).

$$\min \max_j \{ |w_B - a_{BJ}w_J|, |w_J - a_{Jw}w_w| \} \text{ kısıltıları altında} \quad (5.13)$$

$$\sum_j w_j \quad (5.14)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j\text{'ler için} \quad (5.15)$$

Problemin denklemi aşağıdaki gibi olacak şekilde doğrusal programlama problemine dönüştürülmelidir (Çakır ve Can, 2019):

$$\min \xi^L \quad (5.16)$$

$$\left| \frac{w_B}{w_J} - a_{BJ} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.17)$$

$$\left| \frac{w_J}{w_w} - a_{Jw} \right| \leq \xi, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.18)$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad (5.19)$$

$$w_j \geq 0, \text{ tüm } j' \text{ ler için} \quad (5.20)$$

Modelin tamamlanmasıyla birlikte optimum kriter ağırlıklarıyla ve analizlerin tutarlılık oranları (Input-Based CR) elde edilmektedir. Tutarlılık oranının artması karşılaştırmaların daha az güvenilir olduğu anlamına gelirken, azalması (Associated Threshold değerinden daha düşük olması) tutarlılık oranının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Çakır ve Can, 2019). Yukarıdaki formüller dikkate alınarak beşinci adım gerçekleştirilmektedir. Aşağıdaki tablolarda öncelikle çalışma kapsamında uzmanların numaralandırmasına göre kriterlerin ağırlıklarına, en son kısımda da tutarlılık oranlarına yer verilmektedir.

Tablo 5.28. Strateji Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K11	0,43846154	0,08611228	0,40523428	0,39416058	0,04480956	0,274
K12	0,09230769	0,10764035	0,21528071	0,04379562	0,41448842	0,175
K13	0,04615385	0,14352047	0,0422119	0,2189781	0,08513816	0,107
K14	0,07692308	0,0422119	0,14352047	0,1459854	0,14189694	0,110
K15	0,11538462	0,21528071	0,10764035	0,08759124	0,10082151	0,125
K16	0,23076923	0,40523428	0,08611228	0,10948905	0,21284541	0,209

Tablo 5.28’de uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan strateji alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K11’den K16’ya kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.28.'e göre K11'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,274, K12'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,175, K13'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,107, K14'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,110, K15'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,125 ve K16'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,209'dur.

Tablo 5.29. İnsanlar Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K21	0,52679218	0,08611228	0,21528071	0,14466546	0,40714286	0,276
K22	0,11296162	0,40523428	0,0422119	0,08679928	0,04285714	0,138
K23	0,05430847	0,10764035	0,14352047	0,21699819	0,14285714	0,133
K24	0,09413469	0,21528071	0,08611228	0,1084991	0,08571429	0,118
K25	0,14120203	0,0422119	0,40523428	0,04520796	0,10714286	0,148
K26	0,07060101	0,14352047	0,10764035	0,39783002	0,21428571	0,187

Tablo 5.29.'da uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan insanlar alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K21'den K26'ya kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.29.'a göre K21'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,276, K22'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,138, K23'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,133, K24'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,118, K25'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,148 ve K26'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,187'dir.

Tablo 5.30. Kültür Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K31	0,33684945	0,33956791	0,16746411	0,07281456	0,26680455	0,237
K32	0,05230581	0,0910182	0,09263972	0,18203641	0,15511892	0,115
K33	0,18307035	0,1213576	0,12351963	0,0606788	0,15511892	0,129
K34	0,1220469	0,07281456	0,07411178	0,0910182	0,10341262	0,093
K35	0,09153518	0,0455091	0,05293698	0,1213576	0,07755946	0,078
K36	0,04576759	0,0606788	0,03563066	0,0455091	0,07755946	0,053
K37	0,07322814	0,0520104	0,04631986	0,33956791	0,07755946	0,118
K38	0,06102345	0,18203641	0,06175982	0,0520104	0,02481903	0,076
K39	0,03417313	0,035007	0,34561743	0,035007	0,06204757	0,102

Tablo 5.30.'da uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan kültür alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K31'den K39'ya kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.30.'a göre K31'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,237, K32'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,115, K33'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,129, K34'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,093, K35'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,078, K36'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,053 olarak verilmektedir. K37'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,118 olarak verilmektedir. K38'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,1076 olarak verilmektedir. K39'un kriter ağırlığı ortalama olarak 0,102'dir.

Tablo 5.31. Süreçler Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K41	0,38782413	0,10277678	0,19955654	0,36783267	0,04376368	0,220
K42	0,20518602	0,1370357	0,13303769	0,10277678	0,38293217	0,192
K43	0,13679068	0,06851785	0,07982262	0,1370357	0,13129103	0,111
K44	0,10259301	0,08222142	0,06651885	0,20555355	0,07877462	0,107
K45	0,06839534	0,03606203	0,09977827	0,06851785	0,09846827	0,074
K46	0,05862458	0,20555355	0,0443459	0,08222142	0,07877462	0,094
K47	0,04058625	0,36783267	0,37694013	0,03606203	0,18599562	0,201

Tablo 5.31.'de uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan süreçler alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K41'den K47'ye kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.31.'e göre K41'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,220, K42'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,192, K43'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,111, K44'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,107, K45'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,074, K46'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,094, K47'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,201'dir.

Tablo 5.32. Teknoloji Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K51	0,33956791	0,18203641	0,12351963	0,09263972	0,06229037	0,160
K52	0,18203641	0,1213576	0,34561743	0,12351963	0,12458074	0,179
K53	0,1213576	0,33956791	0,16746411	0,34561743	0,14374701	0,224
K54	0,0910182	0,0910182	0,07411178	0,07411178	0,33061811	0,132
K55	0,07281456	0,07281456	0,09263972	0,16746411	0,07474844	0,096
K56	0,0520104	0,0606788	0,03563066	0,06175982	0,07474844	0,057
K57	0,0606788	0,0455091	0,05293698	0,05293698	0,03354097	0,049
K58	0,0455091	0,0520104	0,04631986	0,04631986	0,09343555	0,057
K59	0,035007	0,035007	0,06175982	0,03563066	0,06229037	0,046

Tablo 5.32.'de uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan teknoloji alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K51'den K59'a kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.32.'ye göre K51'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,160, K52'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,179, K53'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,224, K54'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,132, K55'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,096, K56'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,057, K57'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,049, K58'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,057, K59'un kriter ağırlığı ortalama olarak 0,046'dır.

Tablo 5.33. Güvenlik Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K61	0,33956791	0,33956791	0,18203641	0,0520104	0,04702478	0,192
K62	0,0606788	0,1213576	0,33956791	0,0910182	0,10972448	0,144
K63	0,0520104	0,18203641	0,0520104	0,33956791	0,08229336	0,142
K64	0,07281456	0,0520104	0,07281456	0,0606788	0,311087	0,114
K65	0,035007	0,07281456	0,1213576	0,18203641	0,14830892	0,112
K66	0,0455091	0,035007	0,0455091	0,0455091	0,03255562	0,041
K67	0,0910182	0,0910182	0,0910182	0,1213576	0,14830892	0,109
K68	0,18203641	0,0455091	0,0606788	0,035007	0,05486224	0,076
K69	0,1213576	0,0606788	0,035007	0,07281456	0,06583469	0,071

Tablo 5.33.'te uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan güvenlik alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir.

Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K61'den K69'a kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır.

Tablo 5.33.'ye göre K61'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,192, K62'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,144, K63'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,142, K64'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,114, K65'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,112, K66'nın kriter ağırlığı ortalama olarak 0,041, K67'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,109, K68'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,076, K69'un kriter ağırlığı ortalama olarak 0,071'dir.

Tablo 5.34. *Finans Alt Kriterlerinin Kriter Ağırlıkları*

Uzmanlar/ Kriterler	Uzman 1 (COV)	Uzman 2 (ADB)	Uzman 3 (DLM)	Uzman 4 (IST)	Uzman 5 (AYT)	Ortalama Kriter Ağırlığı
K71	0,43916914	0,45454545	0,05194805	0,22077922	0,44642857	0,323
K72	0,115727	0,11688312	0,22077922	0,15584416	0,11607143	0,145
K73	0,15430267	0,15584416	0,11688312	0,05194805	0,23214286	0,142
K74	0,23145401	0,22077922	0,15584416	0,45454545	0,14285714	0,241
K75	0,05934718	0,05194805	0,45454545	0,11688312	0,06250	0,149

Tablo 5.34.'te uzmanların verdikleri puanlamalar dikkate alınarak BWM- En iyi en kötü yöntemiyle hesaplanan finans alt kriterlerinin ağırlıklarına yer verilmektedir. Tablodaki sütunlar, her uzman için ayrı ayrı K71'den K75'e kadar kriter ağırlıklarını göstermektedir. En son sütunda kriterlerin ortalama ağırlıkları verilmektedir. Çalışmanın son adımı olan sıralama hesaplamalarında bu ortalamalar kullanılmaktadır. Tablo 5.32.'ye göre K71'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,323, K72'nin kriter ağırlığı ortalama olarak 0,145, K73'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,142, K74'ün kriter ağırlığı ortalama olarak 0,241, K75'in kriter ağırlığı ortalama olarak 0,149'dur.

Son olarak adım 5'in son kısmında açıklandığı üzere tutarlılık oranları (Input-Based CR) elde edilmiştir. Tutarlılık oranının artması karşılaştırmaların daha az güvenilir olduğu anlamına gelirken, azalması (Associated Threshold değerinden daha düşük olması) tutarlılık oranının daha yüksek olduğu anlamına gelmektedir (Çakır ve Can, 2019).

Tablo 5.35. *Strateji Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları*

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,04166667	0,3337
Uzman 2 (ADB)	0,04167	0,3337

Tablo 5.35. (Devam) Strateji Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzman 3 (DLM)	0,04166667	0,3337
Uzman 4 (IST)	0,07142857	0,3154
Uzman 5 (AYT)	0,01388889	0,3337

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre strateji kriterinin alt kriterleri için hesaplanan Input-Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.36. İnsanlar Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,09722222	0,3337
Uzman 2 (ADB)	0,04166667	0,3337
Uzman 3 (DLM)	0,04166667	0,3337
Uzman 4 (IST)	0,07142857	0,3154
Uzman 5 (AYT)	0,04166667	0,3337

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre insanlar kriteri için hesaplanan Input-Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.37. Kültür Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,09722222	0,3662
Uzman 2 (ADB)	0,09722222	0,3662
Uzman 3 (DLM)	0,09722222	0,3662
Uzman 4 (IST)	0,09722222	0,3662
Uzman 5 (AYT)	0,09722222	0,3662

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre kültür kriteri için hesaplanan Input-Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.38. Süreçler Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,06944444	0,3517
Uzman 2 (ADB)	0,09722222	0,3517
Uzman 3 (DLM)	0,07142857	0,3408
Uzman 4 (IST)	0,09722222	0,3517
Uzman 5 (AYT)	0,01388889	0,3517

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre süreçler kriteri için hesaplanan Input–Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.39. Teknoloji Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,09722222	0,3662
Uzman 2 (ADB)	0,09722222	0,3662
Uzman 3 (DLM)	0,09722222	0,3662
Uzman 4 (IST)	0,09722222	0,3662
Uzman 5 (AYT)	0,08333333	0,3662

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre teknoloji kriteri için hesaplanan Input–Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.40. Güvenlik Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,09722222	0,3662
Uzman 2 (ADB)	0,09722222	0,3662
Uzman 3 (DLM)	0,09722222	0,3662
Uzman 4 (IST)	0,09722222	0,3662
Uzman 5 (AYT)	0,06944444	0,3662

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre güvenlik kriteri için hesaplanan Input–Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

Tablo 5.41. *Finans Alt Kriter Puanlamalarının Tutarlılık Oranları*

Uzmanlar	Input- Based CR	Associated Threshold
Uzman 1 (COV)	0,047619	0,28190
Uzman 2 (ADB)	0,01388889	0,3062
Uzman 3 (DLM)	0,01388889	0,3062
Uzman 4 (IST)	0,01388889	0,3062
Uzman 5 (AYT)	0,02380952	0,2819

Yukarıdaki tabloda uzmanların yanıtlarına göre finans kriteri için hesaplanan Input–Based CR değerlerinin tamamı Associated değerinden daha düşük olduğu için verilerin tutarlı olduğu görülmektedir.

5.2. Havalimanı Seviyelerinin Değerlendirilmesiyle İlgili Analizler

Çalışmada havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerinin değerlendirilmesi ve sıralanması amacıyla ÇKKV karar verme yöntemleri tercih edilmektedir. Bu bölümde kullanılan yöntemlere ait bulgulara ayrı başlıklar halinde yer verilmektedir.

5.2.1. GİA yöntemiyle gerçekleştirilen analizler

Gri İlişkisel Analiz yöntemi yani GİA ile gerçekleştirilen analizlerin işlem basamakları altı adımdan oluşmaktadır (Çakır, 2017, s. 84; Özbek, 2021). Bölümde adımların her birine ve bulgularına yer verilmektedir.

Adım 1: Veri setinin hazırlanması ve karar matrisinin oluşturulmasıdır. Adım 1 için öncelikli olarak veri setinin hazırlanması gerekmektedir. Bu kapsamda önceki başlıkta BWM yöntemiyle ağırlıkları belirlenen her bir kriter için tüm uzmanların görüşlerinin ortalaması alınmakta ve böylelikle GİA analizi için tek adımda hesaplama yapılmaktadır. Araştırmada ilk olarak GİA analizine konu olan karar problemiyle ilgili karşılaştırma yapılan m adet faktör serisi ve referans serisi belirlenmektedir. Faktör serisi aşağıda tanımlanan (5.21) formülüne göre belirlenmektedir (Özbek, 2021). Bu noktada ilk yapılması gereken bir kriter için öncelikle kriter ağırlıklarının ortalamalarının hesaplanmasıdır ve bu adımlar Tablo 5.28., 5.29., 5.30, 5.31., 5.32, 5.33. ile Tablo 5.34.’te hesaplanmıştır. İkinci yapılması gereken ise uzmanların görev yaptıkları havalimanlarına göre vermiş oldukları puanlarla önceden hesaplanan kriter ağırlıklarının çarpılmasıdır. Bu işlemin ardından karar matrisi oluşturulmaktadır.

Karar matrisi oluşturulurken dikkate alınan formül de (5.22) de belirtilmiştir (Özbek, 2021).

$$x_i = (x_i(j), \dots, x_i(n)), \quad i = 1, 2, \dots, m \quad \text{ve} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.21)$$

$$x = \begin{bmatrix} x_1(1) & x_1(2) & \dots & x_1(n) \\ x_2(1) & x_2(2) & \dots & x_2(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m(1) & x_m(2) & \dots & x_m(n) \end{bmatrix} \quad (5.22)$$

Tablo 5.42. *GLA Karar Matrisi*

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriter Yönü/ Havalimanları	maks	maks	maks	maks	maks	maks	maks
COV	4,51	4,19	4,19	4,09	4,66	4,66	4,24
ADB	4,62	4,34	4,65	4,61	4,76	4,73	4,39
DLM	4,23	4,13	4,15	4,00	4,39	4,37	3,62
IST	5,00	4,58	4,65	4,93	5,00	4,92	4,85
AYT	4,83	4,46	4,58	4,72	4,78	4,73	4,53

Tablo 5.42.'de strateji kriteri K1, insanlar kriteri K2, kültür kriteri K3, süreçler kriteri K4, teknoloji kriteri K5, güvenlik kriteri K6 ve finans kriteri K7 olarak adlandırılmıştır. Kriterlerin yönü maksimum olarak belirlenen karar matrisinde yukarıda anlatıldığı üzere uzmanların kendi havalimanlarına verdikleri puanlar ile kriter ağırlıkları çarpılarak yukarıdaki tablo elde edilmiştir.

Adım 2: Referans serisinin ve karşılaştırma matrisinin oluşturulmasıdır. Adım 2 için öncelikli yapılması gereken referans serisinin oluşturulmasıdır. Referans serisinin oluşturulması, faktörleri kıyaslama imkânı sağlamaktadır ve (5.23)'e göre yapılmalıdır (Özbek, 2021). Referans serisi aşağıda verilen (5.23)'te belirtildiği şekilde oluşturulmuştur ve referans serisinin eklendiği karar matrisi aşağıdaki tabloda verilmiştir.

$$x_0 = (x_0(j)), \quad \text{ve} \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.23)$$

Tablo 5.43. GİA Referans Serinin Eklendiği Karar Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Havalimanları/ Kriter Yönü	maks	maks	maks	maks	maks	maks	maks
Referans seri	5,00	4,58	4,65	4,93	5,00	4,92	4,85
COV	4,51	4,19	4,19	4,09	4,66	4,66	4,24
ADB	4,62	4,34	4,65	4,61	4,76	4,73	4,39
DLM	4,23	4,13	4,15	4,00	4,39	4,37	3,62
IST	5,00	4,58	4,65	4,93	5,00	4,92	4,85
AYT	4,83	4,46	4,58	4,72	4,78	4,73	4,53

Tablo 5.43.'te adım 2 kapsamında referans seri eklenmektedir. Referans serisi her sütundaki en yüksek değeri ifade etmektedir.

Adım 3: Karar matrisinin normalize edilmesi ve normalizasyon matrisinin oluşturulmasıdır. GİA analizinde gri ilişki katsayılarının hesaplanması adına farklı kriterler kullanılmakta olduğu için göstergelerin karşılaştırılması yapılırken karar matrisinin normalize edilmesi ve akabinde normalizasyon matrisinin oluşturulması gerekmektedir. Normalizasyon esnasında dikkate alınması gereken şey ise kriterlerin yönü olacaktır. Kriterlerin fayda yönlü olması durumunda seri değerleri arasındaki en büyük olan seçilerek (5.24) formülü kullanılmaktadır. Kriterlerin maliyet yönlü olması durumunda seri değerleri arasındaki en küçük olan seçilerek (5.25) formülü kullanılmaktadır. Kriterlerin optimum olması durumunda ise (5.26) formülü kullanılmaktadır. Araştırmada kriterlerin her birinin yönünün maksimum olması gerektiğinden (5.24) kullanılmaktadır. Sonrasında karar matrisi, (5.27)'de verilen formül ile normalize edilerek matrise dönüştürülmektedir (Özbek, 2021). Elde edilen normalize karar matrisine aşağıda tablo 5.44.'te yer verilmektedir.

$$x_i^* = \frac{x_i(j) - \min_j x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (5.24)$$

$$x_i^* = \frac{\max_j x_i(j) - x_i(j)}{\max_j x_i(j) - \min_j x_i(j)} \quad (5.25)$$

$$x_i^* = \frac{|x_i(j) - x_{ob}(j)|}{\max_j x_i(j) - x_{ob}(j)} \quad (5.26)$$

$$x_i^* = \begin{bmatrix} x_1^*(1) & x_1^*(2) & \cdots & x_1^*(n) \\ x_2^*(1) & x_2^*(2) & \cdots & x_2^*(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_m^*(1) & x_m^*(2) & \cdots & x_m^*(n) \end{bmatrix} \quad (5.27)$$

Tablo 5.44. *GİA Normalize Karar Matrisi*

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Havalimanları/ Kriter Yönü	maks	maks	maks	maks	maks	maks	maks
Referans seri	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
COV	0,3636	0,1333	0,0800	0,0968	0,4426	0,5273	0,5041
ADB	0,5065	0,4667	1,0000	0,6559	0,6066	0,6545	0,6260
DLM	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
IST	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
AYT	0,7792	0,7333	0,8600	0,7742	0,6393	0,6545	0,7398

Tablo 5.44.'te GİA analizinin üçüncü adımı kapsamında normalize karar matrisine yer verilmektedir.

Adım 4: Mutlak değer tablosunun oluşturulmasıdır. Dördüncü adımda x_0^* ile x_i^* arasındaki mutlak değer farkının elde edilmesi gerekmektedir. Bu fark $\Delta_{0i}(j)$ (5.28) kullanılarak elde edilmektedir. (5.28) formülünün kullanılması sonrası (5.29) ile gösterildiği gibi mutlak değer matrisi oluşturulmalıdır (Özbek, 2021). GIA Mutlak değer matrisi aşağıdaki tabloda gösterilmiştir.

$$\Delta_{0i}(j) = |x_0^*(j) - x_i^*(j)|,$$

$$i = 1, 2, \dots, m \text{ ve } j = 1, 2, \dots, n \quad (5.28)$$

$$\Delta_{0i}(j) = \begin{bmatrix} \Delta_{01}(1) & \Delta_{01}(2) & \cdots & \Delta_{01}(n) \\ \Delta_{02}(1) & \Delta_{02}(2) & \cdots & \Delta_{02}(n) \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Delta_{0m}(1) & \Delta_{0m}(2) & \cdots & \Delta_{0m}(n) \end{bmatrix} \quad (5.29)$$

Tablo 5.45. *GİA Mutlak Değer Matrisi*

Kriterler/ Havalimanları	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,636364	0,866667	0,92	0,903226	0,557377	0,472727	0,495935
ADB	0,493506	0,533333	0	0,344086	0,393443	0,345455	0,373984
DLM	1	1	1	1	1	1	1
IST	0	0	0	0	0	0	0
AYT	0,220779	0,266667	0,14	0,225806	0,360656	0,345455	0,260163

Tablo 5.45.'te adım 4'te verilen formüller esas alınarak oluşturulan mutlak değer matrisine yer verilmektedir.

Adım 5: Gri ilişki katsayılarının hesaplanması ve gri ilişki katsayı matrisinin oluşturulmasıdır. Mutlak değer matrisinin oluşturulmasından sonra atılacak adım gri ilişki katsayı matrisinin oluşturulmasıdır. Beşinci adım kapsamında aşağıda verilen formüller kullanılarak gri ilişki katsayılarının hesaplanması gerçekleştirilmektedir. Hesapların kolaylıkla gerçekleştirilebilmesi için öncelikle mutlak değer tablosunda yer alan minimum ve maksimum değerler belirlenerek sonrasında gri ilişki katsayı matrisi oluşturulmaktadır. Ayırıcı katsayının (ζ) değeri de 0.5 olarak kabul edilmektedir (Özbek, 2021).

$$\gamma_{oi}(j) = \frac{\Delta_{min} + \zeta \Delta_{max}}{\Delta_{oi}(j) + \zeta \Delta_{max}} \quad (5.30)$$

$$\Delta_{max} = \max_i \max_j \Delta_{oi}(j) \text{ ve } \Delta_{min} = \min_i \min_j \Delta_{oi}(j) \quad (5.31)$$

Tablo 5.46. Min, Max ve ζ Değerleri

Min, Max ve ζ Değerleri	
Δ_{max}	1,0000
Δ_{min}	0,0000
ζ	0,5

Yukarıdaki Tablo 5.46'da min, max ve ayırıcı katsayı değerlerine yer verilmektedir.

Tablo 5.47. Gri İlişki Katsayı Matrisi

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,4400	0,3659	0,3521	0,3563	0,4729	0,5140	0,5020
ADB	0,5033	0,4839	1,0000	0,5924	0,5596	0,5914	0,5721
DLM	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333
IST	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000
AYT	0,6937	0,6522	0,7812	0,6889	0,5810	0,5914	0,6578

Tablo 5.47.'de GİA yönteminin beşinci adımı kapsamında hesaplanan gri ilişki katsayı matrisine yer verilmektedir.

Adım 6: Gri ilişki derecelerinin belirlenmesidir. Altıncı adım olarak yapılması gereken gri ilişki derecelerinin belirlenmesi ve tablolaştırılmasıdır. Gri belirlemesi durumunu kriterlerin önem derecelerine göre farklılık göstermektedir. Bu durumda kriter önem ağırlıklarının eşit alınması durumunda yapılacak sıralama (5.32)'e göre, kriter

önem ağırlıklarının farklı alınması durumunda yapılacak sıralama ise (5.33)'e göre gerçekleştirilmektedir (Özbek, 2021).

$$\Gamma_{0i} = \frac{1}{n} \sum_{j=1}^n \gamma_{0i}(j), \quad i = 1, \dots, m \quad (5.32)$$

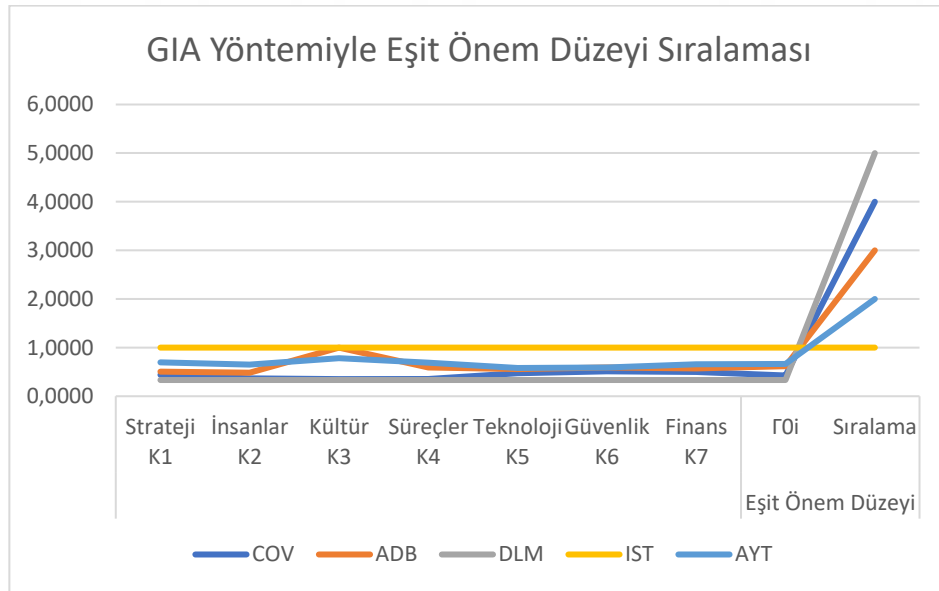
$$\Gamma_{0i} = \sum_{j=1}^n [w_i(j) \gamma_{0i}(j)], \quad i = 1, \dots, m \quad (5.33)$$

a) Kriter önem derecelerinin eşit olduğu durum:

Tablo 5.48. Eşit Önem Düzeyine Göre GİA Katsayı Matrisi

Gri İlişkisel Katsayı Matrisi								Eşit Önem Düzeyi	
Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	Γ_{0i}	Sıralama
COV	0,4400	0,3659	0,3521	0,3563	0,4729	0,5140	0,5020	0,4290	4
ADB	0,5033	0,4839	1,0000	0,5924	0,5596	0,5914	0,5721	0,6147	3
DLM	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	0,3333	5
IST	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1,0000	1
AYT	0,6937	0,6522	0,7812	0,6889	0,5810	0,5914	0,6578	0,6637	2

Tablo 5.48.' de (5.32) formülüne göre hesaplamalar gerçekleştirilmiş olup eşit önem düzeyine göre havalimanı sıralamasına yer verilmektedir.



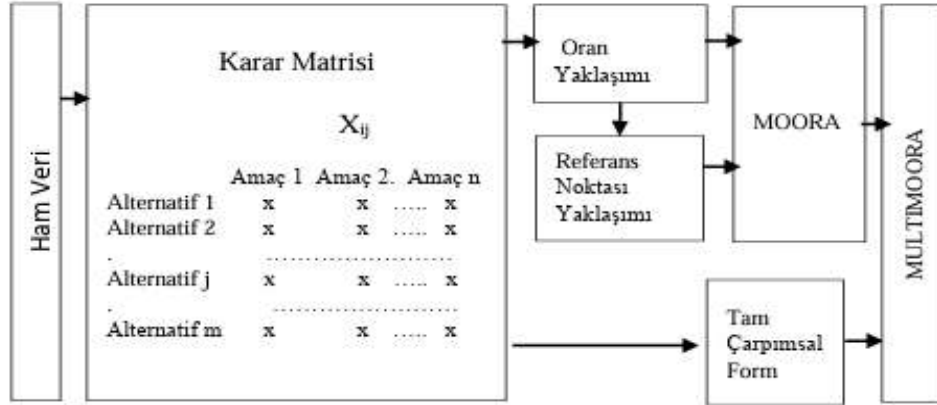
Şekil 5.2. GİA Eşit Önem Düzeyi Sıralaması

Şekil 5.2.'de Gri İlişkisel Analiz kapsamında eşit önem düzeyine göre havalimanlarının sıralaması grafiğine yer verilmektedir.

Şekil 5.3.'te Gri İlişkisel Analiz kapsamında farklı önem düzeyine göre havalimanlarının sıralaması grafiğine yer verilmektedir.

5.2.2. MULTIMOORA yöntemiyle gerçekleştirilen analizler

MULTIMOORA yöntemiyle gerçekleştirilen analizler toplamda altı adımdan oluşmaktadır (Brauers ve Zavadskas, 2011, s. 176).



Şekil 5.4. MULTIMOORA Yöntemi Akış Şeması

Şekil 5.4.'te MULTIMOORA analizleri kapsamında gerçekleştirilen adımlar görselleştirilmektedir. Şekle göre yöntemin işlem adımlarından önce ilk yapılması gerekenler arasında karar seçeneklerinin formüle edilmesi yer almaktadır ve bu seçenekler (5.34)'e göre elde edilmektedir. Kriterler, (5.35)'te gösterildiği şekilde formüle edilmektedir. Burada her iki formülde ayrı ayrı yer almakta olan m karar seçenekleri sayısını göstermekte, n ise kriter sayısını göstermektedir (Özbek, 2021).

Araştırma kapsamında (5.34)'e göre oluşturulmuş karar seçeneklerinin sayısı 5 adet olup uzmanların kendi havalimanları özelinde verdiği cevaplara göre oluşturulmuştur ve tablolarda yerini almıştır. Bu karar seçenekleri sırasıyla Çukurova Havalimanı (COV), İzmir Adnan Menderes Havalimanı (ADB), Dalaman Havalimanı (DLM), İstanbul Havalimanı (IST) ve son olarak Antalya Havalimanı (AYT) seçeneklerinden oluşmaktadır.

$$A = a_1, a_2, a_3, \dots, a_m \quad (5.34)$$

Araştırmada (5.35)'e göre oluşturulan kısım ise kriter sayılarının yer aldığı kısımdır. Tezde ana kriter olarak toplamda 7 adet kriter yer almaktadır. Bu kriterler de

tablolarda Strateji K1, İnsanlar K2, Kültür K3, Süreçler K4, Teknoloji K5, Güvenlik K6 ve son olarak Finans K7 şeklinde gösterilmektedir.

$$K = k_1, k_2, k_3, \dots, k_n \quad (5.35)$$

Adım 1: Başlangıç matrisinin oluşturulmasıdır. Birinci adım kapsamında başlangıç matrisi oluşturulurken, satırlar karar seçeneklerini, sütunlar kriterleri göstermektedir. x_{ij} ifadesi i. seçeneğin j. kriterine göre performans değerini göstermekte, m karar seçenekleri sayısını göstermekte, n ise kriter sayısını göstermektedir. Başlangıç matrisi (5.36)'da gösterildiği gibi elde edilmelidir (Özbek, 2021). Buna göre oluşturulan başlangıç matrisine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir. Yöntem içerisinde ilerideki adımlarda kriterlerin minimum yönlü olanlarına da ihtiyaç olacağı için kriter ağırlığı en az olan kültür ve insanlar kriterleri 1'e bölünerek minimize edilmektedir. Yöntemin ilerleyen adımlarında bu iki kriterin yönü elde edilen yeni halleriyle minimum olarak alınmaktadır. Aşağıdaki tabloda birinci adıma göre oluşturulan karar matrisine yer verilmektedir.

$$X = \begin{bmatrix} x_{11} & x_{12} & \cdots & x_{1n} \\ x_{21} & x_{22} & \cdots & x_{2n} \\ \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & x_{m2} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.36)$$

Tablo 5.51. MULTIMOORA Başlangıç Karar Matrisi

Kriter ağırlıkları		0,23	0,09	0,06	0,13	0,11	0,27	0,11
Kriterler		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriter Yönleri		maks	min	min	maks	maks	maks	maks
Havaimanları	COV	4,51	0,24	0,24	4,09	4,66	4,66	4,24
	ADB	4,62	0,23	0,22	4,61	4,76	4,73	4,39
	DLM	4,23	0,24	0,24	4,00	4,39	4,37	3,62
	IST	5,00	0,22	0,22	4,93	5,00	4,92	4,85
	AYT	4,83	0,22	0,22	4,72	4,78	4,73	4,53

Tablo 5.51.'de MULTIMOORA yöntemi birinci adımının işlem basamaklarına göre oluşturulan başlangıç karar matrisine yer verilmektedir.

Adım 2: Matrisin normalize edilmesidir. Bu kısımda normalize karar matrisi oluşturulacaktır. Dikkat edilmesi gereken normalizasyon esnasında kriterlerin maksimum ya da minimum yönlü olup olmamasına bakılmadan (5.37)'nin kullanılarak işlemlerin gerçekleştirilmesidir (Özbek, 2021).

$$x_{ij}^* = \frac{x_{ij}}{\sqrt{\sum_{i=1}^m x_{ij}^2}} \quad (5.37)$$

Araştırmada (5.37) dikkate alınarak oluşturulan normalize edilmiş karar matrisine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir.

Tablo 5.52. MULTIMOORA Normalize Karar Matrisi

Kriterler		K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriter Yönleri		maks	min	min	maks	maks	maks	maks
Havaimanları	COV	0,4342	0,4622	0,4724	0,4079	0,4413	0,4448	0,4364
	ADB	0,4448	0,4462	0,4257	0,4597	0,4508	0,4515	0,4518
	DLM	0,4072	0,4689	0,4770	0,3989	0,4158	0,4171	0,3726
	IST	0,4813	0,4228	0,4257	0,4916	0,4735	0,4696	0,4992
	AYT	0,4650	0,4342	0,4322	0,4707	0,4527	0,4515	0,4662

Tablo 5.52’de MULTIMOORA yöntemi ikinci adımının işlem basamaklarına göre oluşturulan normalize edilmiş karar matrisine yer verilmektedir.

Adım 3: Karar seçeneklerinin performansının hesaplanmasıdır. Bu adımda MOORA-Oran yaklaşımına göre hesaplamalar gerçekleştirilmektedir. Yukarıda Adım 2’deki tabloda verilmiş olan normalize edilmiş maksimum yönlü değerler toplamından minimum yönlü değerlerin çıkarılması işlemi, (5.38)’deki formülde gösterildiği şekilde gerçekleştirilmelidir (Özbek, 2021).

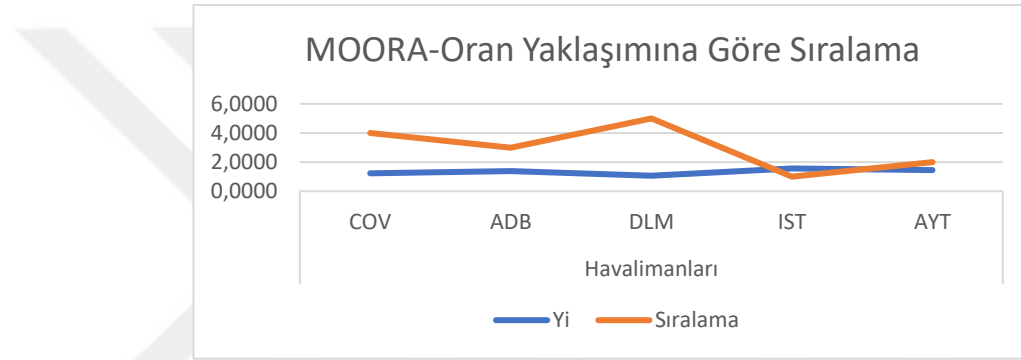
$$y_i^* = \sum_{j=1}^g x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n x_{ij}^* \quad (5.38)$$

Yukarıdaki (5.38) formülünde verilen g değeri maksimize edilecek, $(n - g)$ minimize edilecek kriterlerin sayısını ifade etmektedir. y_i^* İfadesi ise i . seçeneğin tüm kriterlere göre normalize edilmiş şeklini belirtmektedir. Sıralama esnasında y_i^* ifadesi en büyük olan değer birinci sırada kabul edilirken diğer seçenekler büyüktten küçüğe göre sıralandırılmaktadır (Özbek, 2021). Araştırma kapsamında (5.38) formülüne göre elde edilen tablo aşağıda verilmektedir.

Tablo 5.53. MOORA-Oran Yaklaşımına göre Sıralama

MOORA-Oran Yaklaşımına Göre Sıralama			
		y_i	Sıralama
Havalimanları	COV	1,2299	4
	ADB	1,3866	3
	DLM	1,0656	5
	IST	1,5667	1
	AYT	1,4396	2

Tablo 5.53.'te üçüncü adımın basamaklarına göre oluşturulmuş olan MOORA-Oran yaklaşımına göre havalimanlarının sıralamasına yer verilmektedir.



Şekil 5.5. MOORA-Oran Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği

Şekil 5.5.'te ise MOORA-Oran yaklaşımına göre oluşturulan sıralama grafiği verilmektedir.

Adım 4: MOORA-Önem katsayısı yaklaşımı ile hesaplamaların yapılmasıdır. Bu adımda MOORA-Oran yaklaşımıyla elde edilen normalize hale getirilmiş veriler, önem katsayısı denilen bir oranla (w_j) çarpılmaktadır. Hesaplamalar (5.39)'a göre gerçekleştirilmektedir (Özbek, 2021).

$$y_i^* = \sum_{j=1}^g w_j x_{ij}^* - \sum_{j=g+1}^n w_j x_{ij}^* \quad (5.39)$$

Önem katsayısı (w_j) olarak verilen değerler, çalışma kapsamında önceden hesaplanan kriter ağırlıkları hesaplamasıyla aynı olacak şekilde alınıp aşağıdaki tabloda verilmektedir. MOORA- Önem Katsayısı yaklaşımına göre adım 4 kapsamında (5.39) formülüne göre hesaplamalar gerçekleştirilmekte olup önem katsayısı ile hazırlanan tabloya aşağıda yer verilmektedir.

Tablo 5.54. MOORA-Önem Katsayısı ile Ağırlıklandırılmış Matris

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriter Yönleri	maks	min	min	maks	maks	maks	maks
Önem Katsayısı (w_j)	0,23	0,09	0,06	0,13	0,11	0,27	0,11
Havalimanları	COV	0,0999	0,0416	0,0283	0,0530	0,0485	0,1201
	ADB	0,1023	0,0402	0,0255	0,0598	0,0496	0,1219
	DLM	0,0937	0,0422	0,0286	0,0519	0,0457	0,1126
	IST	0,1107	0,0381	0,0255	0,0639	0,0521	0,1268
	AYT	0,1069	0,0391	0,0259	0,0612	0,0498	0,1219

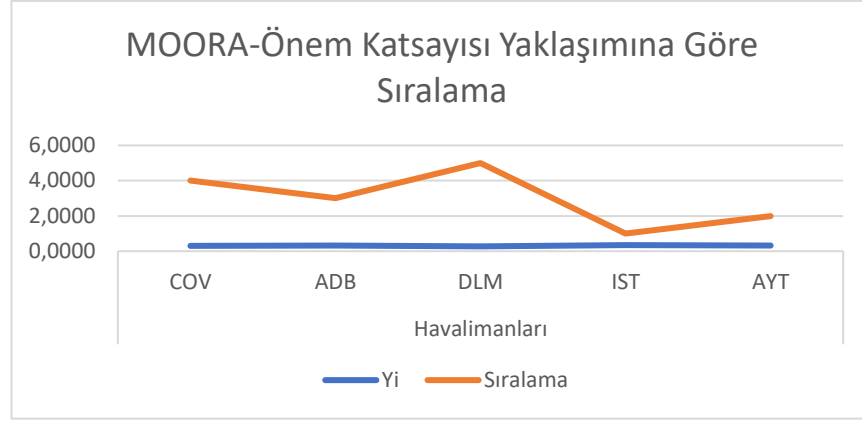
Tablo 5.54.'te önem katsayısı ile ağırlıklandırılmış matrise yer verilmektedir. Tablo 5.54.'ün hesaplanmasının ardından, (5.39) içerisinde yer alan y_i değerleri büyükten küçüğe doğru sıralanmaktadır.

Tablo 5.55.'te dördüncü adımın basamaklarına göre oluşturulmuş olan MOORA-Önem katsayısı yaklaşımına göre havalimanlarının sıralamasına yer verilmektedir.

Tablo 5.55. MOORA-Önem Katsayısı Yaklaşımına göre Sıralama

MOORA-Önem Katsayısı Yaklaşımına Göre Sıralama			
		y_i	Sıralama
Havalimanları	COV	0,2996	4
	ADB	0,3175	3
	DLM	0,2740	5
	IST	0,3448	1
	AYT	0,3261	2

Tablo 5.55.'te önem katsayısı yaklaşımına göre sıralama işlemi yeniden yapılmakta ve benzer bir sıralamanın olduğu doğrulanmaktadır.



Şekil 5.6. MOORA-Önem Katsayısı Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği

Şekil 5.6.'da MOORA-Önem katsayısı yaklaşımına göre oluşturulan sıralama grafiği verilmektedir.

Adım 5: MOORA-Referans noktası yaklaşımına göre sıralama yapılmasıdır. Bu adımda öncelikle yapılacak olan (5.40) formülü yardımıyla seçeneklerin her bir kritere göre referans noktasına olan uzaklıkların hesaplanmasıdır (Özbek, 2021).

$$d_{ij} = |r_j - x_{ij}^*| \quad (5.40)$$

Formül (5.40)'a göre gerçekleştirilen hesaplamalar sonucu aşağıdaki referans noktalara olan uzaklıkların gösterildiği tablo elde edilmektedir.

Tablo 5.56. MOORA-Referans Noktalara Olan Uzaklıklar

Kriterler	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
Kriter Yönleri	maks	min	min	maks	maks	maks	maks
r_j Değerleri	0,4813	0,4228	0,4257	0,4916	0,4735	0,4696	0,4992
Havalimanları	COV	0,0472	0,0394	0,0467	0,0838	0,0322	0,0248
	ADB	0,0366	0,0234	0,0000	0,0319	0,0227	0,0181
	DLM	0,0741	0,0461	0,0513	0,0927	0,0578	0,0525
	IST	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000	0,0000
	AYT	0,0164	0,0114	0,0065	0,0209	0,0208	0,0181

Tablo 5.56.'da beşinci adım kapsamında hesaplamalar yapıldıktan sonra elde edilen referans noktalara olan uzaklıkların verilerine yer verilmektedir. Beşinci adımın bir sonraki işlemi ise (5.41) formülü kullanılarak karar seçeneklerinin sıralamasının elde edilmesi olmalıdır (Özbek, 2021).

$$P_i = \min(\max_j d_{ij}) \quad (5.41)$$

(5.41) formülünde verilen P_i değeri her seçeneğin en yüksek değerinin hesaplanmasıyla elde edilecektir. Seçenekler küçükten büyüğe olacak şekilde sıralanıp birinci sırada bulunan seçenek en iyi olarak belirlenmektedir. Ayrıca (5.42) formülü ile her kriterin önem katsayısı hesaba katılarak referans noktası yaklaşımında uygulanabilmektedir (Özbek, 2021).

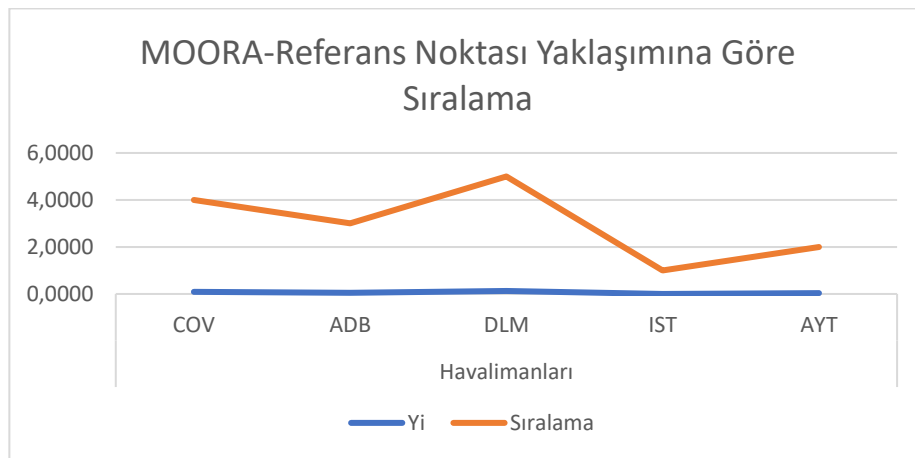
$$d_{ij} = |w_j r_j - w_j x_{ij}^*| \quad (5.42)$$

Çalışma kapsamında öncelikle (5.40) formülü kullanılarak referans noktalara olan uzaklıklar hesaplanmakta, (5.41) formülü kullanılarak da MOORA- Referans noktası yaklaşımına göre elde edilen sıralama yapılmaktadır (Özbek, 2021). Aşağıdaki tabloda bu sıralamaya yer verilmektedir.

Tablo 5.57. MOORA-Referans Noktası Yaklaşımına göre Sıralama

MOORA-Referans Noktası Yaklaşımına Göre Sıralama			
		y_i	Sıralama
Havalimanları	COV	0,0838	4
	ADB	0,0473	3
	DLM	0,1266	5
	IST	0,0000	1
	AYT	0,0329	2

Tablo 5.57.'de MOORA-Referans noktası yaklaşımına göre sıralama işlemi yeniden yapılmakta ve benzer bir sıralamanın olduğu doğrulanmaktadır.



Şekil 5.7. MOORA-Referans Noktasına göre Sıralama Grafiği

Şekil 5.7.'de MOORA-Referans noktası yaklaşımına göre oluşturulan sıralama grafiği verilmektedir.

Adım 6: MOORA-Tam çarpım formu ile hesaplamaların yapılmasıdır. Bu adımda her seçeneğin ayrı ayrı skorlarını hesaplayabilmek için başlangıç matrisinde verilen maksimizasyon yönlü veriler çarpılarak (A_i) minimizasyon yönlü verilerin çarpımına (B_i) bölünmektedir ve elde edilen değer U_i olarak sonuçlandırılmaktadır. Bu hesaplama (5.43)'te formüle edilmektedir. (5.44)'te A_i değerinin hesaplanması, (5.45)'te de B_i değerinin hesaplanması formüle edilmiştir (Özbek, 2021).

$$U_i = \frac{A_i}{B_i} \quad (5.43)$$

$$A_i = \prod_{g=1}^j x_{gj} , \quad i = 1, 2, \dots, m \quad (5.44)$$

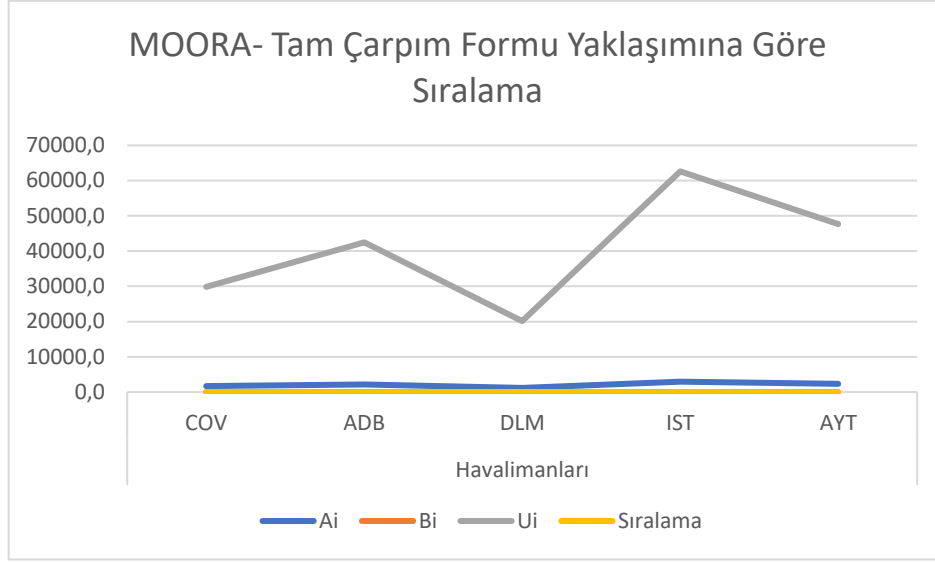
$$B_i = \prod_{k=j+1}^n x_{ki} \quad (5.45)$$

Adım 6 kapsamında yukarıdaki formülleri kullanılarak gerçekleştirilen hesaplamalar MOORA-Tam çarpım formu yaklaşımıyla elde edilmiştir. Elde edilen sıralama tablosu ise aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 5.58. MOORA-Tam Çarpım Formu Yaklaşımına göre Sıralama

MOORA-Tam Çarpım Formu Yaklaşımına Göre Sıralama					
		Ai	Bi	Ui	Sıralama
Havalimanları	COV	1698,4	0,06	29817,11	4
	ADB	2105,1	0,05	42483,30	3
	DLM	1175,0	0,06	20139,70	5
	IST	2941,0	0,05	62634,30	1
	AYT	2334,9	0,05	47695,42	2

Tablo 5.58.'de MOORA-Tam çarpım formu yaklaşımına göre sıralama işlemi yeniden yapılmakta ve benzer bir sıralamanın olduğu doğrulanmaktadır. Nihai olarak IST sıralaması 1, AYT sıralaması 2, ADB sıralaması 3, COV sıralaması 4 ve son olarak DLM sıralaması 5 olarak tabloda gösterilmektedir.



Şekil 5.8. MOORA-Tam Çarpım Formu Yaklaşımına göre Sıralama Grafiği

Çalışmanın bu kısmında, elde edilen tüm bu hesaplamaların özetlenmesi niteliğinde kullanılan yaklaşım MULTIMOORA yaklaşımıdır. MULTIMOORA yaklaşımı; MOORA-Oran, Referans Noktası ve MOORA-Tam Çarpım Formu yaklaşımlarının bir arada ele alınmasıyla meydana gelmektedir. Bu yaklaşımda temel olarak alınan üç yöntemde karar vericiler karar seçeneklerinin skorunu da belirlemektedirler. Her üç yaklaşımda karar seçeneklerinin aynı sırayı almasıyla elde edilen durum Mutlak Baskınlık durumu olarak adlandırılmakta olup (1-1-1) olarak ifade edilmektedir (Özbek, 2021).

Çalışmada MOORA-Oran yaklaşımına göre sıralama, MOORA-Referans noktası yaklaşımına göre sıralama ve son olarak MOORA-Tam çarpım formu yaklaşımına göre sıralama sonuçlarına bakıldığında birbiriyle aynı sonuçlar vermektedir. Bu da çalışmanın Mutlak Baskınlık skoruna sahip olduğunu göstermektedir.

5.2.3. MABAC yöntemiyle gerçekleştirilen analizler

MABAC Yönteminin yedi adımı bulunmaktadır. Bu adımlar aşağıda sırasıyla ve formülleriyle açıklanacaktır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021, s. 165).

Adım 1: Karar matrisinin oluşturulmasıdır. Bu adım (5.46)'da formüle edildiği şekilde gerçekleştirilmektedir. Formüldeki m alternatif adedini, n ise kriterleri göstermektedir. x_{ij} Terimi ise i . alternatifin j . kriterdeki performansını göstermektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$X = [x_{ij}]_{m \times n} = \begin{bmatrix} x_{11} & \cdots & x_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ x_{m1} & \cdots & x_{mn} \end{bmatrix} \quad i = 1, 2, \dots, m \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (5.46)$$

Aşağıdaki tabloda çalışmanın (5.46)'daki formüle göre hazırlanmış karar matrisi verilmiştir.

Tablo 5.59. MABAC-Karar Matrisi

Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	4,51	4,19	4,19	4,09	4,66	4,66	4,24
ADB	4,62	4,34	4,65	4,61	4,76	4,73	4,39
DLM	4,23	4,13	4,15	4,00	4,39	4,37	3,62
IST	5,00	4,58	4,65	4,93	5,00	4,92	4,85
AYT	4,83	4,46	4,58	4,72	4,78	4,73	4,53

Tablo 5.59.'da MABAC yöntemine göre oluşturulmakta olan karar matrisine yer verilmektedir.

Adım 2: Normalize karar matrisinin elde edilmesidir. Bu adımda farklı kriterlerin karşılaştırılmaya uygun hale getirilmesi için (5.47)'de verilen formüle göre normalize karar matrisi elde edilecektir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$N = \begin{bmatrix} n_{11} & \cdots & n_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ n_{m1} & \cdots & n_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.47)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^-}{x_i^+ - x_i^-} \quad (5.48)$$

$$n_{ij} = \frac{x_{ij} - x_i^+}{x_i^- - x_i^+} \quad (5.49)$$

Normalize karar matrisi elde edilirken x_i^+ ve x_i^- değerlerinden de faydalanılmaktadır. Bu değerlerden x_i^+ sütunda yer alan maksimum değeri sembolize ederken, x_i^- ise sütunda yer alan minimum değeri sembolize etmektedir. Kriterin yönüne göre de (5.48) ve (5.49)'da yer alan formüller kullanılmaktadır. Kriterin yönü maksimizasyon şeklinde ise (5.48), minimizasyon şeklinde ise (5.49) formülü kullanılmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021). Çalışmaya ait x_i^+ ve x_i^- değerleri de aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 5.60. MABAC Yöntemi x_i^+ ve x_i^- Değerleri

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
x_i^+	5,00	4,58	4,65	4,93	5,00	4,92	4,85
x_i^-	4,23	4,13	4,15	4,00	4,39	4,37	3,62

Tablo 5.60.'ta MABAC Yönteminde kullanılmakta olan x_i^+ ve x_i^- değerlerine yer verilmektedir. Yukarıda verilen formüllere uyularak elde edilen normalize karar matrisi aşağıdaki tabloda verilmektedir.

Tablo 5.61. MABAC-Normalize Karar Matrisi

Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,364	0,133	0,080	0,097	0,443	0,527	0,504
ADB	0,506	0,467	1,000	0,656	0,607	0,655	0,626
DLM	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
IST	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000
AYT	0,779	0,733	0,860	0,774	0,639	0,655	0,740

Adım 3: Karar matrisinin ağırlıklandırılması işlemidir. Bu işlem adımı için aşağıda verilen (5.50) formülü kullanılmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$v_{ij} = w_i \cdot (n_{ij} + 1) \quad (5.50)$$

Formül (5.50) kullanılarak elde edilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisine aşağıdaki tabloda yer verilmektedir. Bu tabloda farklı kriter ağırlıklarına göre hesaplanmış karar matrisi yer almaktadır.

Tablo 5.62. MABAC-Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Farklı Kriter Ağırlıkları	0,23	0,09	0,06	0,13	0,11	0,27	0,11
Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,314	0,102	0,065	0,143	0,159	0,412	0,165
ADB	0,346	0,132	0,120	0,215	0,177	0,447	0,179
DLM	0,230	0,090	0,060	0,130	0,110	0,270	0,110
IST	0,460	0,180	0,120	0,260	0,220	0,540	0,220
AYT	0,409	0,156	0,112	0,231	0,180	0,447	0,191

Tablo 5.62.'de MABAC yöntemine göre ağırlıklandırılmış normalize karar matrisi değerlerine yer verilmektedir.

Adım 4: Sınır yakınlık alanı matrisinin elde edilmesi işlemidir. Sınır yakınlık alan değeri olarak hesaplanan g_i değeri formülizasyonu aşağıda (5.51)'de verilmektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m}$$

m: alternatif sayısı (5.51)

$$G = (g_1 \ g_2 \ \dots \ g_n)$$

Adım 4 kapsamında hesaplanan g_i değeri ile elde edilen matrise aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

Tablo 5.63. MABAC-Sınır Yakınlık Alanı Matrisi

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
g_i	0,3424	0,1278	0,0910	0,1887	0,1650	0,4129	0,1688

Tablo 5.63.'te dördüncü adıma göre hesaplanan sınır yakınlık alan matrisi değerlerine yer verilmektedir.

Adım 5: Sınır yakınlık alanlarına uzaklıkların hesaplanması işlemidir. Sınır yakınlık alanına olan uzaklık (Q) aşağıdaki (5.52)'ye göre hesaplanmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & \dots & v_{1n} - g_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} - g_1 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & \dots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m1} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.52)$$

Adım 6: Karar alternatiflerinin sınır yakınlık alanına göre durumlarının saptanması işlemidir. Bu adımda her karar alternatifi yani A_i sınır yakınlık alanında (G) üst yakınlıkta ya da alt yakınlıkta bulunabilmektedir. Aşağıda (5.53) formülünde verildiği üzere $q_{ij} > 0$ ifadesi verilmişse bu A_i alternatifinin ideal alternatife yakınlığını belirtmekten $q_{ij} < 0$ ifadesi ise alternatifin negatif alternatife yakınlığını göstermektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$A_i \in \begin{cases} G^+ \text{ eğer } q_{ij} > 0 \\ G \text{ eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- \text{ eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (5.53)$$

Yukarıdaki (5.52) ve (5.53) formüllerinde gösterildiği şekilde sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar hesaplanmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021). Aşağıdaki tabloda çalışmaya ait sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar matrisi verilmektedir.

Tablo 5.64. MABAC-Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi

Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	-0,0287	-0,0258	-0,0262	-0,0461	-0,0063	-0,0005	-0,0034
ADB	0,0041	0,0042	0,0290	0,0266	0,0117	0,0338	0,0101
DLM	-0,1124	-0,0378	-0,0310	-0,0587	-0,0550	-0,1429	-0,0588
IST	0,1176	0,0522	0,0290	0,0713	0,0550	0,1271	0,0512
AYT	0,0668	0,0282	0,0206	0,0419	0,0153	0,0338	0,0226

Tablo 5.64.'te MABAC yönteminin beşinci adımına göre hesaplanan sınır yakınlık alanına uzaklıklar matrisine yer verilmektedir.

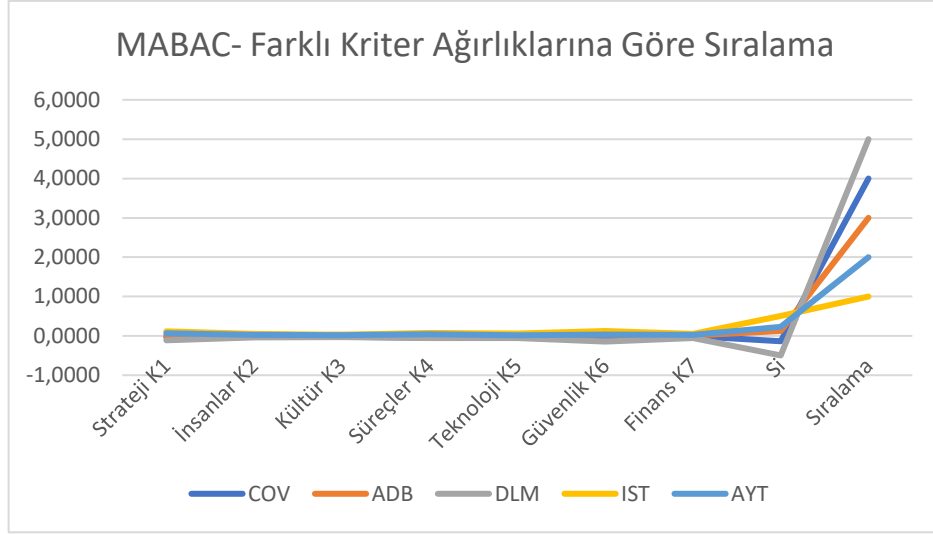
Adım 7: Karar alternatiflerinin sıralanması işlemidir. Bu işlem için aşağıda verilen (5.54) formülü kullanılmaktadır. Yedinci adım kapsamında önce S_i değeri hesaplanmakta daha sonra da sıralaması gerçekleştirilmektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021). Formüle göre hazırlanan sıralama tablosuna aşağıda yer verilmektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ ve } i = 1, 2, \dots, m \quad (5.54)$$

Tablo 5.65. MABAC-Farklı Kriter Ağırlıklarına göre Sıralama

Farklı Kriter Ağırlığına göre Sıralama		
Havalimanı	S_i	Sıralama
COV	-0,1370	4
ADB	0,1195	3
DLM	-0,4966	5
IST	0,5034	1
AYT	0,2293	2

Tablo 5.65.'te MABAC yöntemi farklı kriter ağırlıklarına göre havalimanı sıralamalarına yer verilmektedir.



Şekil 5.9. MABAC-Farklı Kriter Ağırlıklarına göre Sıralama Grafiği

Şekil 5.9.'da MABAC- Farklı kriter ağırlıklarına göre hesaplanan sıralama grafiğine yer verilmektedir. Yukarıdaki süreçlerde adım 3'ten itibaren **farklı kriter** ağırlıklarına göre MABAC yöntemiyle havalimanı sıralanması işlemlerine yer verilmektedir. Aşağıdaki süreçlerde ise adım 3'ten itibaren **eşit kriter** ağırlıklarına göre MABAC yöntemiyle havalimanı sıralanması işlemlerine yer verilmektedir.

Adım 3: Karar matrisinin ağırlıklandırılması işlemidir. Bu işlem adımı için aşağıda verilen (5.55) formülü kullanılmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$v_{ij} = w_i \cdot (n_{ij} + 1) \quad (5.55)$$

Formül (5.55) kullanılarak elde edilen ağırlıklandırılmış normalize karar matrisine aşağıdaki tabloda yer verilmiştir. Bu tabloda **eşit kriter** ağırlıklarına göre hesaplanmış karar matrisi yer almaktadır. Eşit kriter ağırlıkları 1/7 formülü ile her bir kriterin eşit değer alması sağlanarak elde edilmiştir.

Tablo 5.66. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Ağırlıklandırılmış Normalize Karar Matrisi

Eşit Kriter Ağırlıkları	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857	0,142857
Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	0,195	0,162	0,154	0,157	0,206	0,218	0,215
ADB	0,215	0,210	0,286	0,237	0,230	0,236	0,232
DLM	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143	0,143
IST	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286	0,286
AYT	0,254	0,248	0,266	0,253	0,234	0,236	0,249

Tablo 5.66.'da MABAC yönteminde eşit kriter ağırlıklarına göre hesaplanan ağırlıklandırılmış normalize karar matrisine yer verilmektedir.

Adım 4: Sınır yakınlık alanı matrisinin elde edilmesi işlemidir. Sınır yakınlık alan değeri olarak hesaplanan g_i değeri formülizasyonu aşağıda (5.56)'da verilmektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$g_i = \left(\prod_{j=1}^m v_{ij} \right)^{1/m}$$

m: alternatif sayısı (5.56)

$$G = (g_1 \ g_2 \ \dots \ g_n)$$

Adım 4 kapsamında hesaplanan g_i değeri ile elde edilen matrise aşağıdaki tabloda yer verilmektedir.

Tablo 5.67. Eşit Kriter Ağırlıklarına göre Hesaplanan Sınır Yakınlık Alanı Matrisi

Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
g_i	0,2127	0,2028	0,2167	0,2074	0,2143	0,2185	0,2192

Tablo 5.67.'de dördüncü adıma göre eşit kriter ağırlıklarıyla hesaplanan sınır yakınlık alan matrisi değerlerine yer verilmektedir.

Adım 5: Sınır yakınlık alanlarına uzaklıkların hesaplanması işlemidir. Sınır yakınlık alanına olan uzaklık (Q) aşağıdaki (5.57)'ye göre hesaplanmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$Q = V - G = \begin{bmatrix} v_{11} - g_1 & \dots & v_{1n} - g_n \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ v_{m1} - g_1 & \dots & v_{mn} - g_n \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} q_{11} & \dots & q_{1n} \\ \vdots & \ddots & \vdots \\ q_{m1} & \dots & q_{mn} \end{bmatrix} \quad (5.57)$$

Adım 6: Karar alternatiflerinin sınır yakınlık alanına göre durumlarının saptanması işlemidir. Bu adımda her karar alternatifi yani A_i , sınır yakınlık alanında (G) üst yakınlıkta ya da alt yakınlıkta bulunabilmektedir. Aşağıda (5.58) formülünde verildiği üzere $q_{ij} > 0$ ifadesi verilmişse bu A_i alternatifinin ideal alternatife yakınlığını belirtmektenken $q_{ij} < 0$ ifadesi ise alternatifin negatif alternatife yakınlığını göstermektedir (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021).

$$A_i \in \begin{cases} G^+ & \text{eğer } q_{ij} > 0 \\ G & \text{eğer } q_{ij} = 0 \\ G^- & \text{eğer } q_{ij} < 0 \end{cases} \quad (5.58)$$

Yukarıda verilen formüllerde gösterildiği şekilde sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar hesaplanmaktadır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021). Aşağıdaki tabloda çalışmaya ait sınır yakınlık alanına olan uzaklıklar matrisi verilmektedir.

Tablo 5.68. MABAC- Eşit Kriter Ağırlıklarına göre Hesaplanan Sınır Yakınlık Alanına Uzaklıklar Matrisi

Havalimanı/ Kriter	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7
COV	-0,0179	-0,0409	-0,0624	-0,0507	-0,0082	-0,0003	-0,0044
ADB	0,0026	0,0067	0,0690	0,0292	0,0152	0,0179	0,0131
DLM	-0,0698	-0,0599	-0,0739	-0,0645	-0,0715	-0,0756	-0,0764
IST	0,0731	0,0829	0,0690	0,0783	0,0714	0,0673	0,0665
AYT	0,0415	0,0448	0,0490	0,0461	0,0199	0,0179	0,0293

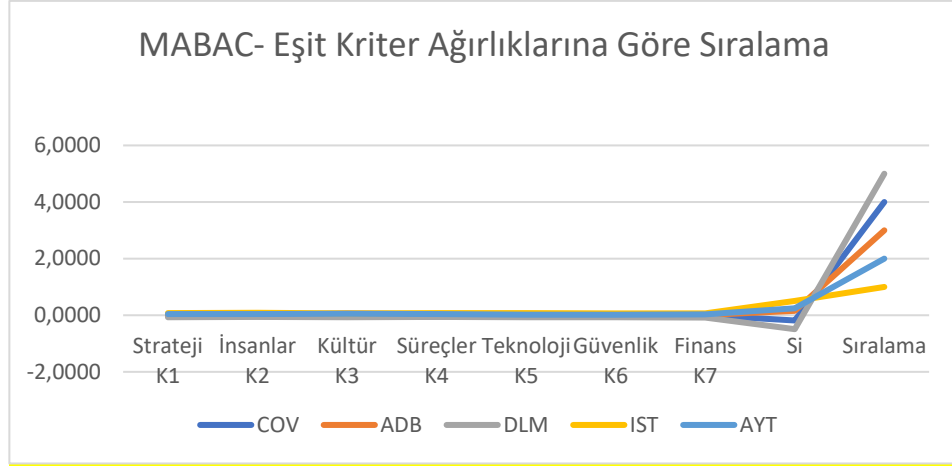
Adım 7: Karar alternatiflerinin sıralanması işlemidir. Bu işlem için aşağıda verilen (5.59) formülü kullanılmaktadır. Yedinci adım kapsamında önce S_i değeri hesaplanmakta daha sonra da sıralaması gerçekleştirilmektedir. Hesaplamalar için (5.59) kullanılmalıdır (Demir, Özyalçın ve Bircan, 2021). Formül (5.59)'a göre hazırlanan sıralama tablosuna aşağıda yer verilmektedir.

$$S_i = \sum_{j=1}^n q_{ij} \quad j = 1, 2, \dots, n \text{ ve } i = 1, 2, \dots, m \quad (5.59)$$

Tablo 5.69. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Hesaplanan Sıralama

Eşit Kriter Ağırlığına göre Sıralama		
Havalimanı	S_i	Sıralama
COV	-0,1847	4
ADB	0,1536	3
DLM	-0,4915	5
IST	0,5085	1
AYT	0,2485	2

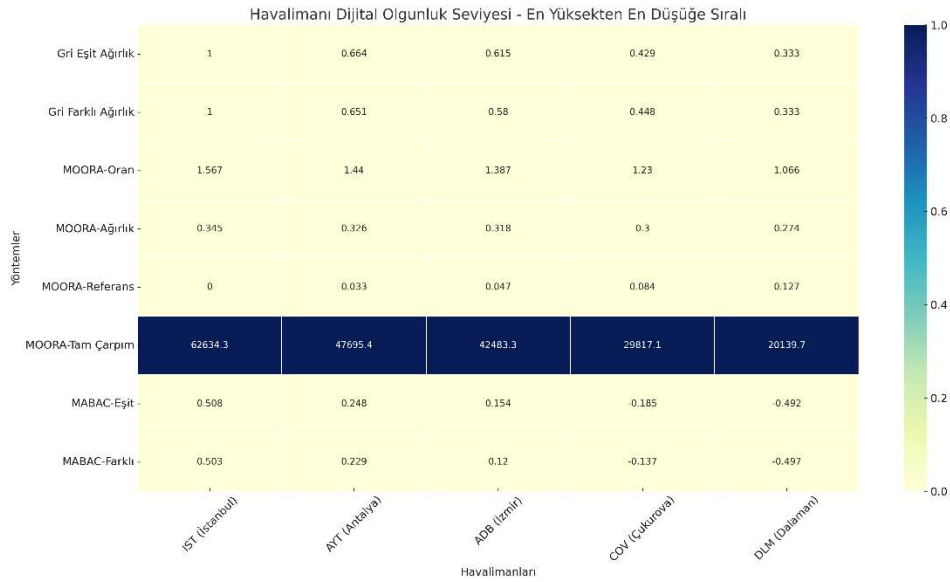
Tablo 5.69.'da MABAC-Eşit kriter ağırlığına göre hesaplanan sıralamaya yer verilmektedir.



Şekil 5.10. MABAC-Eşit Kriter Ağırlığına göre Sıralama Grafiği

Şekil 5.10.'da da görüldüğü üzere MABAC yöntemine göre gerçekleştirilen sıralamaların eşit kriter ağırlığında da farklı kriter ağırlığında da aynı olduğu doğrulanmaktadır.

Yukarıdaki verilen tüm bulgulara göre farklı yöntemlerin (GIA-MULTIMOOARA- MABAC) karşılaştırılmasından oluşan havalimanı dijital olgunluk seviyelerinin gösterildiği ısı haritası grafiğine ise aşağıda yer verilmektedir.



Şekil 5.11. Isı Haritası Grafiği

Şekil 5.11.'de yukarıda gerçekleştiren tüm yöntemlere göre sıralamaların bulunduğu ısı haritası verilmektedir. Bu haritaya yer verilmesinin nedeni duyarlılık analizi (sensitivity analysis) adımını ortaya koymaktır.

5.3. Bulguların Yorumlanması

Bu bölümde analizleri tamamlanan ve yukarıda adım adım aktarılan bulguların literatürle ilişkilendirilerek yorumlanmasına yer verilmektedir. Bölüm içinde sırasıyla ana kriterler, alt kriterler, en sonda da havalimanı sıralamalarının yorumlarına yer verilmektedir.

5.3.1. Ana kriterlere ait bulguların yorumlanması

En iyi en kötü yöntemi (BWM) kapsamında ilk adım, karar kriterlerini belirleyebilmek için kullanılacak olan n sayıda kriterden oluşan kriter setinin belirlenmesidir. Buradaki karar kriterleri, havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi belirleme kriterleri olarak adlandırılmıştır. Havalimanında dijital olgunluk seviyesi ölçüm kriterleri için belirlenmiş ana kriterler: strateji, insanlar, kültür, süreçler, teknoloji, güvenlik ve finans kriterleridir. Bulguların değerlendirilmesi konusu adım adım ele alınıp bu serinin en sonunda Çukurova, İzmir Adnan Menderes, Dalaman, İstanbul ve Antalya Havalimanlarının AOCC birimlerinde yönetici olarak görev yapmakta olan uzmanların cevaplarına göre yorumlara yer verilmiştir. İkinci adım kapsamında çalışmanın örnekleminde yer alan her havalimanında operasyon kontrol merkezlerinde görev alan yöneticilerle görüşülmüş; ana kriterlerin en iyisini ve en kötüsünü görev yaptıkları pozisyona, sektör bilgisine ve çalıştıkları havalimanına göre değerlendirmeleri istenmiştir.

Çukurova Havalimanında, İzmir Adnan Menderes Havalimanında ve Antalya Havalimanında görev yapan uzmanlar ortak görüşle en iyi kriter olarak *Güvenlik* kriterini belirlemiştir. Burada bahsi geçen güvenlik kavramı dijital güvenlik kavramını oluşturmakla birlikte literatürde siber güvenlik olarak da anılmaktadır. Literatürde benzer önceliklere dikkat çeken çalışmaların taraması yapıldığında, siber güvenlik kavramının ulaştırma alanında ve özellikle havacılık sektöründeki önemine dikkat çeken iki uluslararası örgütün alanda çalışmalar yaptığı gözlenmiştir. Bu örgütlerden biri ICAO'dur. ICAO (International Civil Aviation Organization- Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı), uluslararası bağlamda sivil havacılık faaliyetlerinin hem emniyetten hem de güvenlikten taviz verilmeden yürütülerek sürdürülebilir şekilde havacılık faaliyetlerinin gelişmesini desteklemekten sorumlu olan birleşmiş milletler ajansı olarak görev yapmaktadır ([http-50](http://50)). ICAO'nun kendi sitesinde siber güvenlikle ilgili olarak, tüm havacılık sektöründe havacılık siber güvenliğini ele almak adına çabaların arttırılması

gereklilikleri ve bu konuda sektör paydaşlarıyla da iş birliği içerisinde olunması gerekliliği özellikle vurgulanmaktadır. Uluslararası sivil hava taşımacılığı hususunda aynı zamanda çok önemli bir otorite olan ICAO, havacılık alanında siber güvenlik alanında çalışmalarına 2000'li yılların başında başlamış ve o günlerden günümüze tüm hava taşımacılığı sektörünü kapsayacak şekilde gelişerek devam etmektedir. Siber güvenlik konusunda standart ve uygulamalar geliştirerek Annex 17 bünyesinde konuya ayrıca yer verilmektedir. Annex 17, Chicago sözleşmesinin (Uluslararası Sivil Havacılık Sözleşmesi) eklerinden olup havacılık güvenliğindeki standardı ve uygulamaları içermektedir. ICAO ayrıca şu alanlarda da siber güvenlikle ilgili çalışmalar yürütmektedir:

- Siber güvenlik alanında prosedürlerin ve rehberlik materyalinin geliştirilmesi,
- Uluslararası hava hukuku çerçevesinin, sivil havacılığa yönelik siber saldırılara karşı yeterli olmasının sağlanması,
- Sivil havacılıkta siber güvenliğin ele alınmasının önemi konusunda farklı forumlarda farkındalık yaratılması,
- -Ulusal, bölgesel ve küresel düzeylerde havacılık siber güvenliği tartışmalarının desteklenmesi,
- Devletler ve daha geniş havacılık toplulukları için havacılık siber güvenliği kapasite oluşturma ve uygulama destek girişimlerinin geliştirilmesidir ([http-16](http://16)).

Siber güvenlik alanında çalışmalar yapan bir diğer uluslararası örgüt ise ENISA'dır. ENISA (European Union Agency for Cybersecurity-Avrupa Birliği Siber Güvenlik Ajansı), Avrupa sahası genelinde ortak ve yüksek seviyede siber güvenliğin sağlanmasının amaçlandığı bir Avrupa Birliği kuruluşudur. 2004 yılından beri hizmet vermekte olan kuruluş; havacılık, deniz, demir yolu ve karayolu taşımacılığındaki kritik altyapıları korumak için ulaştırma sektöründe siber güvenliğin güçlendirilmesinin önemini vurgulamaktadır. ENISA ayrıca, 2010'dan beri havacılık siber güvenliği üzerinde çalışmakta olup tüm ilgili kilit paydaşlar ve sektörel ajanslarla (örn. EASA, EUROCONTROL) birlikte Avrupa'daki hava taşımacılığının güvenliğini ve dayanıklılığını artırmayı hedeflemektedir. Taşımacılık alanında siber güvenliğin artırılmasına yönelik NIS2 adını verdikleri bir direktif yayınlamakta olan kuruluş havacılık özelinde direktif kapsamına hava taşıyıcılarını, havalimanı işletmelerini, çekirdek havalimanlarını, havalimanları içinde bulunan yardımcı tesisleri işleten

kuruluşları ve hava trafik kontrolü (ATC) hizmetleri sağlayan trafik yönetimi kontrol operatörlerini paydaşlar olarak dahil etmektedir. Bu bağlamda ENISA, havacılık sektörünün siber güvenliğini ve genel siber dayanıklılığını artırmak için aktif olarak şu konularda çalışmaktadır:

- EASA ve diğer sektörel paydaşlarla yapılandırılmış iş birliğine girmek,
- Avrupa Stratejik İş birliği Platformuna katılım sağlamak,
- Düzenleyici konularda teknik tavsiyelerde bulunmak,
- Ulusal yetkili makamlara durumsal farkındalığın artırılmasına katkı sağlamak (http-9).

Özetle, dijital güvenlik kriteri yani literatürde geçtiği şekliyle siber güvenlik kavramı havacılık sektöründe 2000’li yılların başından beri önemine dikkat çekilen bir kriterdir. Yıllar geçtikçe hava taşımacılığına olan talebin sürekli büyümesiyle uyumlu olarak sivil havacılık sektörü, sektörün verimliliğini ve kapasitesini artırmak için teknolojinin gücünden yararlanmayı amaçlayan çeşitli dijital dönüşümlerden geçmiştir. Dijital dönüşümler ve teknolojiler, havacılık sektörünün güvenli ve emniyetli kalırken hızlı büyüme oranlarını sürdürmesini sağlamıştır. Diğer bir yandan da havacılık sektörü tüm paydaşlarıyla siber güvenlik tehditlerine maruz kalan bir sektör haline gelmiştir. Başarılı bir siber saldırı havacılık işletmelerinde finansal, işletme itibarı gibi hususları olumsuz etkilemesinin yanında hizmetlerin sürekliliğinin sağlanamaması gibi sonuçlara da neden olmaktadır. Tüm bu nedenlerle siber güvenlik konusu havacılık sektöründe giderek önemi artan ve havalimanı işletmelerinde de üzerine özellikle eğilinmesi gereken bir konu olmuştur.

Araştırma kapsamında Dalaman Havalimanında çalışan uzman, yedi kriter arasında en iyi olan kriterin *insanlar* olduğunu belirtmiştir. World Economy Forum (WEF) tarafından 2021 yılında yayınlanan İçgörü (Insight) Raporunda, teknolojik ilerlemelerle birlikte uluslararası bağlamda ekonomiye katkı sağlamak için devletlerin, işletmelerin ve çeşitli örgütlerin çalışanlarının bilgi, beceri, yeteneklerini geliştirmeleri hususuna dikkat çekilmektedir. Raporda küresel ekonominin gelecekteki başarısı için insan kaynağının faydalı olacağı vurgulanarak belirli insan becerilerinin geliştirilmesine de dikkat çekilmektedir. Bu noktada insanlara verilen eğitimlerin, geliştirilen beşerî yeteneklerin ve bilginin çok büyük önem arz ettiği de rapor da vurgulanmaktadır (http-61). Kane vd. (2016) tarafından yapılan bir araştırmada da kuruluşların dijital gelecekleri ile uyumlaştırılması süreçlerinde beşerî yeteneklerin, yani insan faktörünün önemine dikkat

çekilmektedir. Yayınlanan inceleme raporunda birçok şirketin giderek daha dijital hale gelen pazar ortamına, mevcut çalışanlarına dijital odaklı roller ekleyerek veya geleneksel rolleri dijital yönelime sahip olacak şekilde değiştirerek yanıt verdiği ortaya koyulmuştur. Ayrıca Dalaman Havalimanının web sitesi incelendiğinde havalimanı misyonunun ilk cümlesinde havalimanının uluslararası standartlarda işleyişini, teknoloji alanında uzman personelin yeteneklerini ve yaratıcılıklarını ortaya koyması yönünün vurgulandığı görülmektedir. Havalimanının temel değerleri kısmında ise iç müşteri odaklılık, takım bilinci, araştırmacı değer katan çalışanlar olmak için gerekli beşerî yeteneklere sahip olmak, iyi iletişim ve hizmet kalitesinde insani sorumluluklar gibi değerlere önem verildiği havalimanı bağlamında da ortaya koyulmuştur (http-63).

İstanbul Havalimanında çalışan uzman ise kendi tecrübelerine ve İstanbul Havalimanı verilerine dayanarak, en önemli (en iyi) kriterin *teknoloji* kriteri olduğunu belirtmiştir. Literatürde yer alan benzer çalışmalar ele alındığında genel olarak tüm sektörlerde dijital olgunluk seviyesi ile ilgili yapılan çalışmalarda teknoloji kriterinin önemine dikkat çekilmektedir. Çünkü dijital dönüşümün temelinde dijital teknolojilerin bir işletmenin tüm alanlarına entegre edilmesi yer almaktadır. Sektörlerin neredeyse tamamında artan teknolojik gelişmelerle karşı karşıya kalan şirketler verimliliği artırmak, yeniliği teşvik etmek ve gelişen müşteri beklentilerini karşılamak için dijital teknolojileri benimsemek zorunda kalmışlardır (Almohamad, 2024, s. 230). Teknoloji ve mevcut dijital teknolojiye işletmelerin sahip olması, işletmelere birçok avantajı da beraberinde getirmektedir. Bu avantajlar; maliyet düşürme, artan verimlilik ve optimize edilmiş kaynak tahsisi gibi unsurlardır. Şirketler dijital dönüşümü benimseyerek müşteri gereksinimlerini daha iyi karşılayabilir, genel müşteri deneyimini iyileştirebilir ve böylece rekabet avantajlarını da artırabilirler (Feng ve Abbas Ali, 2024). Bharadwaj vd. tarafından (2013) yılında yapılan çalışmaya göre, dijital dönüşüm için ilk kritik gereklilik sağlam teknolojik altyapıdır. Şirketler dijital girişimleri desteklemek için gerekli donanım, yazılım ve ağ yeteneklerine sahip olmak durumundadır. Buna bulut bilişim, büyük veri analitiği, yapay zekâ, makine öğrenimi ve siber güvenlik sistemleri dahildir. Güvenilir bir altyapı olmadan şirketlerin yeni dijital araçlardan yararlanması veya operasyonlarını etkili bir şekilde ölçeklemesi mümkün olamamaktadır. Bu nedenle teknoloji ve dijital teknolojik altyapıya sahip olmak tüm sektördeki işletmeler açısından önceliklendirilmelidir. Havacılık sektöründe ise havalimanları hava taşımacılığı değer zincirinin temel bir parçasıdır. Havalimanları, geliştirilen yeni teknolojilere sürekli uyum

sağlamak ve kendi bünyelerine modern teknolojiyi uyarlamak zorunda olan işletmelerdir. Yolcu transferlerini iyileştirmek, havalimanı kullanıcılarına yüksek kaliteli deneyimler sunmak ve artan memnuniyeti tahsis için havaalanlarını modernize etmek esastır. Havalimanlarının kullandığı teknoloji, yolcu deneyimini artırarak hizmet algısını iyileştirmektedir (Rubio-Andrada vd., 2023). Tüm bu avantajlar düşünüldüğünde birçok hizmet alanında ödül ve sertifikalar alan İstanbul Havalimanında teknolojinin neden ilk sıralarda yer aldığı anlaşılmaktadır.

“En kötü kriter hangisidir?” sorusunun cevabı aranırken İzmir Adnan Menderes Havalimanında ve Antalya Havalimanında görev yapan uzmanlar, en kötü kriterin kültür olduğunu belirtmişlerdir. Bu konuda yapılan çalışmalara bakıldığında dijital dönüşümün zorluklarını inceleyen çalışmalarla karşılaşmış ve kültür kavramının dijital dönüşümün örgütsel zorlukları altında değinilen kriterlerden olduğu gözlenmiştir. İşletmelerin kültürü, organizasyonel hazır olma durumu, havalimanı dijital dönüşümü konusunda olmazsa olmazlardandır. Dijital dönüşüm süreçlerinde örgütün stratejik netliği, teknolojileri çalışanların öğrenmesi, teknolojilerin ne kadar kullanıldığı/ uygulandığı dijital olgunluk kavramında önemli olmakla birlikte çeşitli uygulama zorlukları ya da risklerini de bünyesinde barındırmaktadır. Halpern vd. tarafından (2021), yapılan çalışmada bahsi geçen kavramlar dijital dönüşümün örgütsel zorluklarından olsa da aşılamayacak engeller olmadığı da vurgulanmaktadır. Havalimanları bünyesinde yerine getirilecek örgütsel hazırlıklar ile dijital dönüşüm konusunda karşılaşılan zorlukları avantaja çevirmek mümkün olabilmektedir.

Çalışma kapsamında Çukurova Havalimanındaki uzman en kötü kriter olarak finans kriterini seçmiştir. Uzman en kötü kriter olarak finansı tercih etmesinin nedenini şu şekilde açıklamıştır: Havalimanı işletmelerinin finansal olarak güçlü işletmeler olduğu, zaten mevcut finansal kaynağı olan işletmelerin havalimanı yönetimine gönüllü olduğu, tüm bu nedenlere dayanarak dijital olgunluk seviyesi belirlenirken en az önemli kriterin finans kriteri olduğudur. Literatüre bakıldığında ise finans kavramı, işletmelerin dijital dönüşüm konusunda karşılaştıkları risklerin neredeyse başında gelmektedir. Özellikle havacılık sektöründe yapılacak dijital dönüşüm süreçleri, işletmelerin yüksek bütçelere sahip olmasını gerektirmektedir (Yüksel, 2022). Dijital dönüşüm projeleri uzun vadede kâr getirici olmalarına karşın genellikle yüksek maliyetli altyapı yatırımları, ileri teknoloji uygulamaları ve sürekli bakım-güncelleme finansmanı gerektiren sistemleri içermektedir (Bughin, LaBerge ve Mellbye, 2017). Ancak birçok havalimanı işletmesi World Bank

Grup (WBG) kaynaklarına göre özellikle gelişmekte olan ÷lkelerde yer alanlar olmak ÷zere sınırlı bütçeleri ve kamu finansmanına bağımlılıkları nedeniyle bu tür yatırımları gerçekteştirmekte zorlanmaktadır (WBG, 2019).

Dalaman Havalimanında görev yapan uzman en kötü kriter olarak strateji kriterini tercih etmiştir. Dijital dönüşüm kurumsal düzeyde stratejik bir vizyon ve liderlikle yönlendirilmelidir. Ancak birçok havalimanı işletmesi, dijitalleşmeyi operasyonel iyileştirme aracı olarak görmekte ve stratejik bir dönüşüm perspektifinden bakmamaktadır. MIT Sloan Management Review tarafından yapılan bir araştırmaya göre, işletmelerin büyük çoğunluğu dijitalleşmenin önemini kabul etmekte ancak sadece küçük bir bölümü bu süreci stratejik öncelik haline getirmektedir (Kane vd., 2016). Bu da neden stratejinin en kötü kriter olarak seçildiğini açıklamaktadır. İstanbul Havalimanında görev yapmakta olan uzman ise kendi havalimanları özelinde dijital olgunluk seviyesi ölçümünde en az önemli kriterin insanlar kriteri olduğunu belirtmiştir. Bu durumun sebebi olarak İstanbul Havalimanında birçok önemli işin teknolojik altyapı tarafından üstlenmiş olması durumu izah etse de literatür kaynaklarına bakıldığında havalimanlarında dijital dönüşümle ilgili riskler dikkat çekmektedir. Yüksel tarafından 2022 yılında yapılan çalışmada havalimanlarında dijital dönüşümle ilgili riskler arasında örgütlenme fonksiyonundaki riskler, sosyal ve kültürel riskler, insan kaynaklarındaki riskler ve iletişim riskleri de dikkat çeken risklerden olmuştur. Çalışmada bahsi geçen risklerin neredeyse tamamı beşerî faktörlerle ilgili olduğundan insan faktörünün neden en kötü kriter olarak tercih edildiği anlaşılmaktadır.

Bulgular değerlendirilirken dikkate alınacak diğer adımlar sırasıyla adım 3, adım 4 ve adım 5 kısımları olacaktır. Adım 3 kapsamında uzmanlar kriterleri en iyiden en kötüye, Adım 4 kapsamında ise uzmanlar kriterleri en kötüden en iyiye doğru sıralamasını yapıp BWM yöntemiyle 1-9 arasında puanlar vermişlerdir. Verilen bu puanlar kapsamında yöntem, adım 5'te kriterlerin önem ağırlıklarını ve uzmanın verdiği yanıtların tutarlı olup olmadığı hesaplamıştır. Çalışmada elde edilen bulgulara göre en önemli kriter olarak 0.27 kriter ağırlığıyla güvenlik kriteri olurken, ikinci önemli kriter olarak 0.23 kriter ağırlığıyla teknoloji kriteri dikkat çekmektedir. Üçüncü önemli kriter olarak İnsanlar kriteri 0.13 kriter ağırlığındadır. Yukarıdaki kısımda güvenlik, teknoloji ve insanlar kriterlerinin konuyla ilgili literatür kaynaklarında da önemli kriterlerden olduğu ortaya koyulmuştur. Dördüncü seviyede önemli kriterlerden olan 0.11 kriter ağırlığına sahip iki kriter bulunmaktadır. Bu kriterler finans ve strateji kriterleridir. Her iki kriter de aslında benzer

çalışmalarda dijital dönüşüm konusundaki riskler arasında sayılmaktadır. Kriter ağırlığı olarak dördüncü sırada çıkmalarının sebebi ise dijital dönüşüm konusunda uygun stratejilerin geliştirilmesinin de dijital dönüşüm için yeterli finansman kaynağının ayrılmasının da havalimanları açısından oldukça önemli olmasından kaynaklanmaktadır. 0,09 kriter ağırlığına sahip olan Süreçler kavramı, uzmanlar açısında beşinci derecede öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir. Havalimanları gibi yüksek operasyonel karmaşıklığa sahip kurumlarda süreçlerin dijitalleşmesi hem hizmet kalitesini artırmakta hem de operasyonel verimliliğı doğrudan etkilemektedir. SITA (2023) tarafından hazırlanan içgörü raporunda dijitalleşmiş süreçlere sahip havalimanlarının yolcu memnuniyetinde ve operasyonel s rekliликte belirgin şekilde daha başarılı oldukları belirtilmektedir. Bu bağlamda süreçlerin standardize edilmesi ve dijital araçlarla desteklenmesi, dijital dönüşümün sürdürülebilirliğini ve başarısını belirleyen faktörlerden biri olarak değerlendirilmektedir (http-52). Son olarak en az önem derecesine sahip kriter olarak yani havalimanlarında dijital olgunluk seviyesinin belirlenmesinde en kötü kriter olarak belirlenmiş kriter 0.06 kriter ağırlığıyla kültür olmuştur. Bu durumun nedenleri de benzer literatür kaynaklarıyla birlikte yukarıda açıklanmıştır.

5.3.2. Alt kriterlere ait bulguların yorumlanması

Strateji ana kriterine ait alt kriterlerinin bulgularına bakıldığında, uzman görüşlerinin ortalamasına göre en iyi kriterin 0,274 kriter ağırlığıyla Kriter 11 olduğu görülmektedir. Bu da “İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir.” kriteridir. Literatürdeki çalışmalara bakıldığında işletmelerdeki dijital dönüşüm süreçlerinde geliştirilen stratejilerin kurumsal hedeflere uyumlu olması ve organize bir biçimde yani çalışanlarla birlikte yürütülmesi dijital dönüşümün başarılı olabilmesi adına önemli bir adımdır. Stratejik bilince sahip olan işletmelerin, yönetim kadrolarının ve çalışanların dijital dönüşüm süreçlerine daha açık olmaları söz konusudur. Bu sayede içsel direncin azalıp liderlik g  lerinin artarak dijital dönüşüm ile kurumsal kültürlerinin bütünleştiği söylenebilmektedir (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014). Dijital strateji bilincine sahip olmak işletmelere misyon ve vizyonlarının dijital dönüşüm ile uyumlu hale gelmesi anlamında fayda sağlamaktadır. Bu sayede işletmelerin dijitalleşme anlamında yaptıkları yatırımların uzun vadeli dönüşlerinin olduğu görülmektedir (Kane vd., 2015). Stratejik bilinç sayesinde işletmeler, kaynaklarının rastgele dağılımını değil; kurumsal önceliklere

göre dağılımını gerçekleştirebilmektedir. Bu durum kıt kaynakların daha verimli kullanılması yönünde de fayda sağlamaktadır (Hess vd, 2016). Literatür taraması sonucu ulaşılan verilere göre K11 yani “İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir.” alt kriterinin kriter ağırlığının yüksek olmasının sebebi stratejik bilince sahip olmanın dijital dönüşüm süreçlerinde işletmelere üstünlük sağlamasıdır. Görüşme yapılan havalimanlarında da konunun öneminin farkında olduğu görülmektedir.

Strateji ana kriterine ait en kötü alt kriterin 0,107 kriter ağırlığıyla Kriter 13 olduğu görülmektedir. Bu kriter ise “Son yıllarda yürüttüğümüz stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına değinmekteyiz.” maddesine karşılık gelmektedir. K13 alt kriterinin en kötü kriter çıkmasının birden çok nedeni olabilir. Bu nedenlerden ilki gerçekleştirilen stratejik planlamalar ile sahadaki uygulama arasında kopukluk olması durumudur. Bu kopukluğun olması durumu, dijital dönüşümün etkisini azaltan sonuçlara neden olabilmektedir (Chanias, Myers ve Hess, 2019). Diğer bir neden ise dijitalleşmenin kısa vadeli çözümlerle idare edilmeye çalışılmasıdır. Bu durum da yatırımların rastgele ya da kısa vadeli yapılmasına neden olarak dijitalleşmenin uzun vadeli ama her yönden faydalı sonuçlarını elde edememeye sebep olabilmektedir. Dolayısıyla stratejik plana sahip olmadan yapılan yatırımlar, dijital dönüşüm bağlamında sürdürülebilir başarıyı sağlayamamaktadır (Hess vd., 2016). Son neden olarak da kurum içinde farklı birimlerde farklı uygulamaların yapılmakta olması olabilir. Stratejik planlama kapsamında farklılıkların olması durumu ise kurum içinde birbirinden bağımsız ve uyumsuz sonuçların ortaya çıkmasına yol açabileceğinden istenmeyen sonuçlar doğurabilmektedir (Fitzgerald vd., 2013).

İnsanlar ana kriterine ait alt kriterlerinin bulgularına bakıldığında uzman görüşlerinin ortalamasına göre en iyi kriterin 0,276 kriter ağırlığıyla K21, “Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personele sahibiz.” kriteri olduğu görülmektedir. Dijital işlevleri destekleyen personeller, dijital dönüşüm stratejilerinin doğru bir şekilde hayata geçirilmesinde kilit rol oynamaktadır. Aynı zamanda bu kişiler diğer çalışanların rehberliği konusunda da rol üstlenmektedir (Kane vd., 2015). Havalimanları da bünyesinde çalıştırdığı personelleri dijital işlevlerini destekleyen kişilerden seçmekte ve ilerleyen süreçlerde de bu kişilerle çalışmaya devam etmektedir. Kriter 21’in en iyi kriter olarak seçilmesi bu durumu ortaya koymaktadır.

İnsanlar ana kriteri altındaki alt kriterler arasından seçilen en kötü kriterin ise 0,118 kriter ağırlığıyla K24 yani “Çalışanlarımız dijital stratejimizin farkında ve dijital

stratejimiz doğrultusunda işlerini yapmaktadır.” kriteri olduğu görülmektedir. En kötü kriterin K24 seçilmesinin nedeni olarak birden çok neden olabilir. Bu nedenlerden ilki yukarıda strateji kriterlerinde de ortaya koyulan dijital stratejinin planlaması ya da çalışanlara aktarılması hususundaki eksiklikler olabilir. Diğer bir neden olarak dijital stratejilerin yalnızca üst yönetim kademesinde kalması, organizasyonel olarak uygulanması aşamasında eksiklikler olabilir. Bu durum da beraberinde çalışanların operasyonel uygulamalara uyumluluk konusunda sorunlar yaşamalarına neden olabilmektedir. Sonuç olarak süreç aksamaları ya da çalışan hatalarının artması da mümkün olabilmektedir (Vial, 2019). Son neden olarak da çalışanların kurumun dijital stratejilerinin farkında olmaması ya da dijital stratejiler doğrultusunda işlerini yapmamlarının nedeni kurumsal dijital kültür konusundaki eksiklikler olabilmektedir. Çalışma içerisinde ana kriterlerin ağırlıklarına bakıldığında kültür ana kriterinin kriter ağırlığı olarak en düşük seviyede çıkması da bu savı desteklemektedir. Bu durum beraberinde dijitalleşmenin var olsa bile yüzeysel kalmasına sebep olmaktadır. Dijital kültür, ancak tüm çalışanların stratejiye dahil edilmesiyle oluşturulabilmektedir (Li, 2020).

Kültür ana kriterine ait alt kriterlerinin bulgularına bakıldığında uzman görüşlerinin ortalamasına göre en iyi kriterin 0,237 kriter ağırlığıyla K31, “İşletmemizde iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verilmektedir.” olduğu görülmektedir. Havalimanı işletmelerinin iş süreçlerinde dijital dönüşüme tam olarak destek vermesi havalimanlarına hem organizasyonel hem de operasyonel verimliliği artırma yönünde fayda sağlamaktadır. Sektörel özellik olarak emniyetin, güvenliğin ve verimliliğin ön plana çıktığı havalimanı işletmelerinde ise bu durum dijital olgunluğun temellerinden birini oluşturmaktadır. Kültür ana kriteri altında iş süreçlerinde dijital dönüşüme tam destek veren işletmelerde, sürdürülebilir bir dönüşümden bahsedilebilmektedir (Hess vd., 2016). Dijital dönüşüm yalnızca teknolojiyle değil kültürle de ilgili bir kavramdır. Dolayısıyla bu yönde dijitalleşmeyi benimseyen ve destekleyen kuruluşlar değişen pazar koşullarına ve hatta kriz ortamlarına daha dayanıklı olabilmektedir (Bharadwaj vd., 2013). Kültürel olarak dijitalleşmenin desteklendiği bir ortamda çalışanlar yenilikçi fikirler üretmeye, iyileştirmeye ve katılımcı olmaya daha istekli olarak çalışırlar. Teknolojik değişiklikleri sahiplenilen ve öğrenmeye açık çalışanlar dijital dönüşüme direnç göstermek yerine gelişime ve değişime açık hale gelirler. Bu durum da beraberinde

iyileşmeleri, iş süreçlerinin verimliliğin ve hızının artmasını getirir (Kane vd., 2015; Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014).

Kültür ana kriterine ait alt kriterlerinin bulgularına bakıldığında uzman görüşlerinin ortalamasına göre en kötü kriterin ise 0,053 kriter ağırlığıyla K36 olduğu yani “İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılmaktadır.” alt kriteri olduğu görülmektedir. Bu durum havalimanı işletmelerinde dijital olgunluk seviyeleriyle ilgili ileriye dönük olarak birkaç olumsuzlukla karşılaşılmasına sebep olabilir. Sektörel izolasyon, kurumsal öğrenmedeki eksiklikler ve inovasyon yetersizliği gibi çok kritik sayılabilecek olumsuzluklar sektörün kabul etmek istemeyeceği türden olumsuzluklardır. Görüşme gerçekleştirilen havalimanlarında K36’nın en kötü kriter seçilmesinin birkaç nedeni olabilir. Bu nedenlerden ilki seminer ve konferansların dijital dönüşüm açısından öneminin yönetsel olarak çok iyi anlaşılmamış olması olabilir. Oysa dijital dönüşüm anlamında dijital farkındalığı kültürel olarak arttıracak olan seminer ve konferanslar, çalışanların güncel teknolojilerden haberdar olarak bilgi edinmesi anlamında kilit öneme sahiptir (Kane vd., 2016). Kurumsal öğrenmenin bir parçası olan seminer ve konferanslara katılımın düşük olması ya da hiç olmaması demek, kurumsal bilgi birikiminin yavaşlaması ve güncellenmesinin sağlanamaması gibi olumsuz sonuçları beraberinde getirmektedir. Organizasyonel öğrenmenin yavaşlaması değişime uyum sağlamayı da yavaşlatmaktadır (Schein, 2010). Dolayısıyla dijitalleşme yolunda sürekli öğrenmeyi destekleyen bir kurum olmak demek yalnızca finansal ya da yönetsel destekleri değil kurum kültürünü de desteklemeyi gerektirmektedir. Havalimanları bağlamında değerlendirilecek olduğunda seminer ve konferanslara katılımın artırılması bu yönde destekleyici ilk adımlardan biri olmalıdır.

Süreçler kriterinin alt kriterlerine uzmanların verdikleri puan ortalamasına göre en iyi kriter 0,220 kriter ağırlığıyla K41 olmuştur. K41, “İşletmemiz süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.” alt kriteridir. Havalimanı dijital olgunluğu söz konusu olduğunda, süreçlerde dijital içerik ve araçlar kullanmanın bazı süreçlerde zorunluluk olması gerçeğinin yanında, havalimanı işletmelerine birden çok alanda fayda sağlandığı bilinmektedir. Dijital araçların kullanımıyla birlikte süreçler manüelden dijital ortamlara aktarılarak otomatikleştirilir. Süreçleri hızlandıran dijital araçlar sayesinde zaman faydası ve uzun vadede maliyet faydası sağlanmış olur. Tüm bunlar da işletmelerin verimliliğini arttırmak yönünde fayda sağlamaktadır (Wu ve Wang, 2025). IATA, dijital araç ve teknolojilerin yolcu deneyimini iyileştirme ve hizmet kalitesini artırma hususunda

önemli bir rol oynadığını belirtmektedir (IATA, 2020). Dijital araçların kullanımı, iş süreçlerini otomatikleştirme ve kolaylaştırma açısından işletmelere fayda sağlamasının yanında şeffaf bir şekilde süreçlerin izlenmesine, operasyonların düzenli, verimli ve hatasız şekilde yönetilmesine de imkân tanımaktadır (Gomez, 2025). Dijital araçlarla birlikte işletme süreçleri de yeniden organize edilmiştir, böylece işletmelerde yeni uzmanlıklara ve bilgiye gereksinim olmaya başlamıştır. Ancak artık işletme süreçleri, dijital araçlar sayesinde daha izlenebilir ve kontrol edilebilir hale gelmiştir (Porter ve Heppelmann, 2015).

Süreçler başlığı altındaki en kötü seçilen kriter ise 0,074 kriter ağırlığı ile K45 olmuştur. K45, “İşletmemizde örgütsel süreçler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.” alt kriteridir. Bu kriterin en kötü seçilmesinin çeşitli nedenleri olabilir. Bu nedenlerden ilki havalimanı işletmesi bünyesindeki tüm süreçler ve aralarındaki ilişkilerden birim yöneticilerinin haberdar olmaması olabilir. Diğer bir neden olarak ise işletmenin tüm birimlerinin birbirleriyle ilişkili bir şekilde süreçleri yürütmüyor olması da olabilir. Ancak neden her ne olursa olsun süreçler arasındaki ilişkilerin açıkça tanımlanmadığı durumlarda çeşitli sıkıntılar ortaya çıkmaktadır. İlişkilerin net bir biçimde belirlenmediği işletmelerde bazı işlerin ya da görevlerin tekrar edecek şekilde yeniden yapılması sorunuyla karşılaşılabilir. Bu da zaman ve kaynak kaybı gibi sorunlara neden olacaktır (Hammer ve Stanton, 1999). Süreçler arasındaki ilişkilerin yeterince tanımlanmadığı işletmelerde yetkiler ve sorumluluklar net bir biçimde belirlenmemektedir bu da işletme içinde karar alma süreçlerinin yavaşlamasına da neden olmaktadır. Ayrıca olası bir kriz anında ya da hızlı karar alınması gereken durumlarda gecikmelere neden olmaktadır (Schein, 2010). Süreçlerin tam olarak ilişkilendirilmemesi çıktıların da tam olarak ölçülememesi gibi sorunlara yol açabilmektedir. Bu da dijital dönüşüm performansının takip edilememesi ya da iyileştirme alanlarının tespit edilememesi gibi sonuçları da beraberinde getirebilir (Vial, 2019).

Teknoloji ana kriterine ait alt kriterler içerisinde uzman puanlarına göre en iyi olarak seçilen seçenek, 0,224 kriter ağırlığıyla K53 alt kriteridir. K53, “İşletmemizin bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir.” alt kriteridir. Bu sonucun çıkması çalışma açısından oldukça anlamlıdır çünkü sürekli yenilenen ve gelişen teknoloji ortamında havalimanlarında dijital olgunluk seviyesinin de değişim göstermesi beklenmektedir. Havalimanlarının bu duruma ayak uydurarak bilgi ve iletişim olanaklarını sürekli geliştiriyor olması hizmet sunumlarının kalitesini,

operasyonel başarılarını ve dijital olgunluk seviyelerini de doğrudan etkileyecektir. Sürekli gelişimin olması durumu, işletmelerin yapay zekâ, IoT, 5G gibi yeni teknolojilere hızlı bir biçimde uyum sağlamasını kolaylaştıracaktır (Vial, 2019). Geliştirilen bilgi ve iletişim olanakları sayesinde işletmeler siber tehditlere karşı da daha güvenli hale gelmektedir. Güvenlik açıklarını önlemenin yolu da bilişim teknoloji altyapısının güncel tutulmasından geçmektedir (ENISA, 2021). K53 alt kriterinin en iyi çıkması ayrıca havalimanı işletmelerinin dijital olgunlukta hızlı ilerlemesi ve gelişim göstermesiyle de ilgilidir. Bilgi ve iletişim olanaklarını sürekli geliştiren işletmeler, dijital olgunluk seviyesi ölçümüyle ilgili diğer ana kriterlerde de başarılarını destekleyeceklerdir (örn: güvenlik, süreçler vb.). Çünkü dijital hizmet altyapısı tüm dijital süreçlerin temelini oluşturmaktadır (Kane vd., 2016).

Teknoloji başlığı altındaki en kötü seçilen kriter ise 0,046 kriter ağırlığı ile K59 olmuştur. K59, “İşletmemizde büyük veri (veri madenciliği) teknolojileri kullanılmaktadır.” alt kriteridir. Bu durumun nedeninin havacılık alanında veri madenciliği teknolojilerinin kullanımının dağılımıyla ilgili olduğu düşünülmektedir. Kahvecioğlu tarafından 2018 yılında yapılan çalışma incelendiğinde havacılık alanında veri madenciliği kullanımının %34 ile uçak sistemleri ve bakım alanında yoğunlaştığı görülmektedir. Bu durumu %30 ile havayolu ve havalimanında yapılan çalışmalar izlemektedir. İncelenen bu çalışmada operasyonel konularla ilgili veri madenciliğinin daha çok yolculara sunulan hizmet analizleri açısından kullanıldığı, emniyet ve güvenlik açısından kaza/ olay incelemesi alanında kullanıldığı, uçak sistemleri ve bakım alanında ise arıza tespiti ve ayırıştırma konularında kullanıldığı görülmüştür. Veri madenciliğinin bu alanlarda kullanımının yanı sıra havacılık sektöründe IoT, bulut bilişimi gibi teknolojilerin kullanımının giderek arttığı ortaya koyulmuştur. Uzmanların verdiği yanıtla göre havalimanında en az kullanılan teknoloji veri madenciliği iken, IoT, yapay zekâ, sayısal modelleme, gömülü sistemler, sosyal ağlar, mobil iletişim ve bulut teknolojilerinin havalimanlarında daha yoğun kullanıldığı gözlemlenmektedir. Ancak yine de veri madenciliği kullanım oranı daha da artmasının havalimanlarının rekabeti yönünde fayda sağlayıcı olacağı düşünülmektedir. Veriye dayalı yönetilen akıllı havalimanı operasyonlarında yolcu akışı optimize edilmekte, kaynaklar verimli kullanılmakta ve genel operasyonları iyileştirmek için veri toplamadan faydalanılmaktadır (http-1). Havacılık sektörünün önemli oyuncularından biri olan havalimanlarında da basit altyapının ötesine geçilerek rekabetçi ortam ve kârlılık

dinamikleri göz önünde bulundurulduğunda akıllı havalimanı çözümlerinin değerlendirilerek iyileştirilmelerin yapılması gerekmektedir (Erdil, 2025).

Güvenlik ana kriteri altındaki alt kriterler arasından en iyi seçilen, 0,192 kriter ağırlığıyla K61 yani “İşletmemizde, Bilgi Güvenliği ve KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) süreçlerinde dijital platformlar kullanılmaktadır.” alt kriteri olmuştur. Havalimanlarında görev yapan uzmanların ortak görüşüyle bazen ıslak imza ile verilerin korunmasının garanti altına alınması gerekmekte ve bu şart da yerine getirilmektedir. Ancak operasyonu bütüncül bir açıdan değerlendirdiğimizde bu süreçlerde dijital platformların kullanıldığı ortaya koyulmaktadır. Bu durum, havalimanı işletmelerinin hukuki olarak uyumluluklarına dikkat edildiğini ve ceza risklerini azaltmak hususunda işleyişlerini devam ettirdiklerini ortaya koymaktadır. Çünkü Kişisel Verilerin Korunması Kanunu gibi yasalara uyumlu bir şekilde çalışmak, işletmelerin olası cezai yaptırımlarla karşılaşmasının önüne geçmektedir ve işletmeleri itibar kaybından da korumaktadır (KVKK, 2024). Bilgi güvenliği ve KVKK süreçlerinde dijital platformların kullanımı havalimanı işletmelerinin daha güvenli ilerlemelerine, veri sızıntılarının önüne geçilmesine ve olası risklerin önlenebilir olmasına yaramaktadır (ENISA, 2021). Dijital sistemler, kaydedilen verilere kim ne zaman erişiyor gibi bilgileri de sağladıklarından işletmelerin denetimine ve verileri izleyebilmesine de olanak sağlamaktadır (http-34). Dolayısıyla KVKK süreçlerin dijital olarak takibi havalimanı işletmelerine bilgi yönetimi konusunda manuele nazaran daha etkin bir yönetim imkânı sunmaktadır.

Güvenlik başlığı altındaki en kötü alt kriter ise tüm uzmanların ortak görüşüyle ve 0,041 kriter ağırlığıyla K66 olmuştur. K66, “Verilerimizin güvenliği için siber sigortaya sahibiz.” alt kriteridir. Bu durum Türkiye’deki bu beş havalimanında da siber sigortanın olmadığını ortaya koymaktadır. Havalimanı işletmelerinin siber sigorta yaptırmamasının çeşitli nedenleri olabilir. Bu nedenlerden ilki siber sigorta yatırımı yapmak yerine önleyici güvenlik yatırımlarına öncelik veriliyor olabilir. Çünkü siber sigorta bir zarar ya da saldırı oluştuktan sonra devreye girmektedir. Havalimanı işletmeleri zarar ortaya çıktıktan sonrası için yatırım yapmak yerine veri güvenliğine öncelik verecek şekilde yatırım yapıyor olabilirler. Tüm uzmanların en iyi ikinci kriter olarak seçtiği, 0,144 kriter ağırlığına sahip K62 ise bu savı onaylayacak niteliktedir. K62’de işletmelerinde verilerin güvenliğini sağlayacak dijital güvenlik platformlarını kullandıklarını söyleyen uzmanlar, siber sigorta yerine verilerin güvenliğini tahsis etmeye ve sorun oluşmadan önce güvenliğini sağlamaya yöneldiklerini vurgulamaktadırlar. Ayrıca güncel maliyetlere

bakıldığında siber sigorta poliçelerinin farklı başlıklar altında maliyetlendirildiği ve ek maliyetler doğurduğu gözlemlenmiştir. Çalışmada araştırma yapılan havalimanı işletmelerinde ise maliyet kaynaklarının siber sigorta yerine veri güvenliği sağlama ve koruma kanallarına aktarıldığı veriler ışığında ortaya koyulmuştur (Allianz, 2022).

Finans ana kriteri altındaki alt kriterler arasından en iyi seçilen, 0,323 kriter ağırlığıyla K71 yani “İşletmemizin teknoloji bütçesi, değişen önceliklere izin verecek şekilde tasarlanmıştır.” alt kriteri olmuştur. K71 alt kriterinin ortalama uzman görüşlerine göre en iyi seçenek olarak seçilmesi, havalimanı işletmelerinin güncel ve değişen teknolojiye uyumlanmak adına yatırımlara öncelik verdiğini göstermektedir. Bu durum havalimanları için geliştirilen teknolojilerin dinamik olduğu, sürekli yenilendiği bir ortamda ani gelişen teknolojik ihtiyaçlara ve yapılması gereken zorunlu değişimlere hızlı yanıt verebilmek adına faydalı olacaktır. İşletmelerin finansal yapılarını esnek olacak şekilde tasarlaması, sektörde geleceğe yatırım olarak planlanan bir unsurdur. Bu unsura sahip işletmeler, verimliliklerini ve ileriye dönük olarak da kârlılıklarını arttırmaktadır (Sharma, 2021). İşletmelerin dijital dönüşüm seviyesi anlamında başarılı olabilmeleri için finansal kaynağa sahip olmaları gerektiği gibi bütçelerini stratejik bir biçimde planlamaları da gerekmektedir (Kane vd., 2015). İşletmelerin dijital olgunluk düzeyi yalnızca teknoloji kullanımlarıyla değil, teknolojilere yapılan sistematik yatırımlarla da doğrudan bağlantılıdır (MIT ve Capgemini, 2011). Dolayısıyla havalimanı işletmelerinin finans ana kriteri altında, teknoloji yatırımlarını değişen önceliklere göre şekillendirerek dinamik bir bütçe yapısı oluşturması işletmelerin dijital olgunları açısından mantıklı bir adım olacaktır.

Finans başlığı altındaki en kötü alt kriter ise 0,142 kriter ağırlığıyla K73 olmuştur. K73, “Dijital Dönüşüm yatırımları için ayrı bir bütçe tahsis etmekteyiz.” alt kriteridir. Havalimanlarındaki uzmanlarla gerçekleştirilen yüz yüze görüşmelerde işletmelerin değişen teknoloji ihtiyaçları için satın alımların yapıldığı ama talepler doğrultusunda bu bütçelerin ayrıldığı sonucuna varılmıştır. Buradan yapılan çıkarım ile havalimanı bütçesi itibariyle düşünüldüğünde dijital dönüşüme ayrı bir bütçe ayrılmadığı ancak gerekli durumlarda bu yatırımların havalimanı lehine olacak şekilde muhakkak gerçekleştirildiğidir. Ancak dijital dönüşüm yatırımları için ayrı bir kaynak ayrılmaması çeşitli olumsuz sonuçlara neden olabilmektedir. Kültürel açıdan motivasyonu düşürerek yöneticilerde ve çalışanlarda dijital dönüşüme yeterli önem verilmediği algısının oluşmasına neden olabilir. Çünkü dijital dönüşüm yalnızca teknolojik ya da finansal

açından değil, kültürel açıdan da son derece önemlidir (Kane vd., 2015). Nitekim çalışma içerisinde ana kriterleri önem düzeyine göre sıralayan uzmanlar, kültür başlığını en kötü kriter olarak değerlendirerek bunu ispatlamış durumdadır. Ayrıca dijital dönüşüm tek seferlik bir proje değildir, genellikle gerçekleştirilen projeler uzun vadeli ve ileriye dönük projelerdir. Bu nedenle de bütçenin net bir biçimde tamamlanması projenin devamlılığın açısından da önem arz etmektedir (McKinsey, 2024).

Tablo 5.70. *En İyi ve En Kötü Alt Kriterler ve Kriter Ağırlıkları*

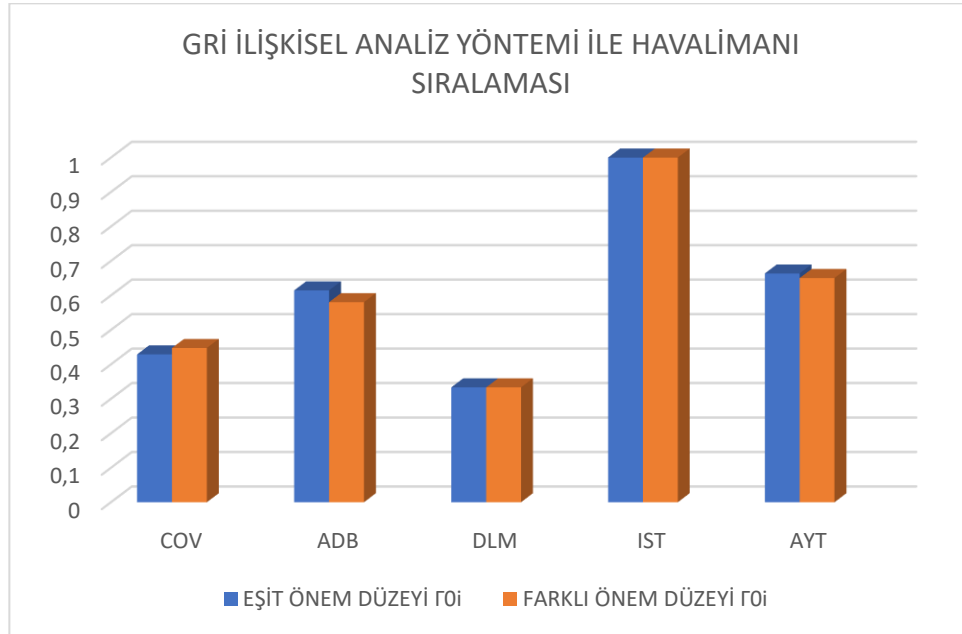
	En İyi Alt Kriter	Kriter Ağırlığı	En Kötü Alt Kriter	Kriter Ağırlığı
Strateji	K11: İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir.	0,274	K13: Son yıllarda yürüttüğümüz stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına değinmekteyiz.	0,107
İnsanlar	K21: Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personele sahibiz.	0,276	K24: Çalışanlarımız dijital stratejimizin farkında ve dijital stratejimiz doğrultusunda işlerini yapmaktadır.	0,118
Kültür	K31: İşletmemizde iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verilmektedir.	0,237	K36: İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılmaktadır.	0,053
Süreçler	K41: İşletmemiz süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır.	0,220	K45: İşletmemizde örgütsel süreçler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir.	0,074
Teknoloji	K53: İşletmemizin bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir.	0,224	K59: İşletmemizde büyük veri (veri madenciliği) teknolojileri kullanılmaktadır.	0,046
Güvenlik	K61: İşletmemizde, Bilgi Güvenliği ve KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) süreçlerinde dijital platformlar kullanılmaktadır.	0,192	K66: Verilerimizin güvenliği için siber sigortaya sahibiz.	0,041
Finans	K71: İşletmemizin teknoloji bütçesi, değişen önceliklere izin verecek şekilde tasarlanmıştır	0,323	K73: Dijital Dönüşüm yatırımları için ayrı bir bütçe tahsis etmekteyiz.	0,142

Tablo 5.70.'te alt kriter ağırlıklandırması hesabına göre en iyi ve en kötü alt kriterler, kriter ağırlıklarıyla birlikte verilmektedir.

5.3.3. Havalimanı seviye değerlendirme bulgularının yorumlanması

Gri ilişkisel analiz yöntemi (GİA) ile gerçekleştirilen havalimanı sıralaması sonucunda kriterlerin eşit ağırlıklı olarak alındığı eşit önem düzeyi sıralamasında COV (Çukurova Havalimanı) sıralama değeri yani Γ_{0i} değeri 0,4290'dır, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,6147'dir, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,3333'tür, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 1,000'dir, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,6637'dir. Gri ilişkisel analiz yöntemi (GİA) ile gerçekleştirilen havalimanı sıralaması sonucunda kriterlerin farklı ağırlıklı olarak alındığı farklı önem düzeyi sıralamasında COV (Çukurova Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,4476'dır, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,5805'tir, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,3333'tür, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 1,000'dir AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri Γ_{0i} değeri 0,6506'dır.

Sonuç olarak GİA yöntemine göre eşit önem düzeyi sıralamasında da farklı önem düzeyi sıralamasında da birinci sırada İstanbul Havalimanı, ikinci sırada Antalya Havalimanı, üçüncü sırada İzmir Adnan Menderes Havalimanı, dördüncü sırada Çukurova Havalimanı ve son olarak beşinci sırada da Dalaman Havalimanının yer aldığı görülmüştür.

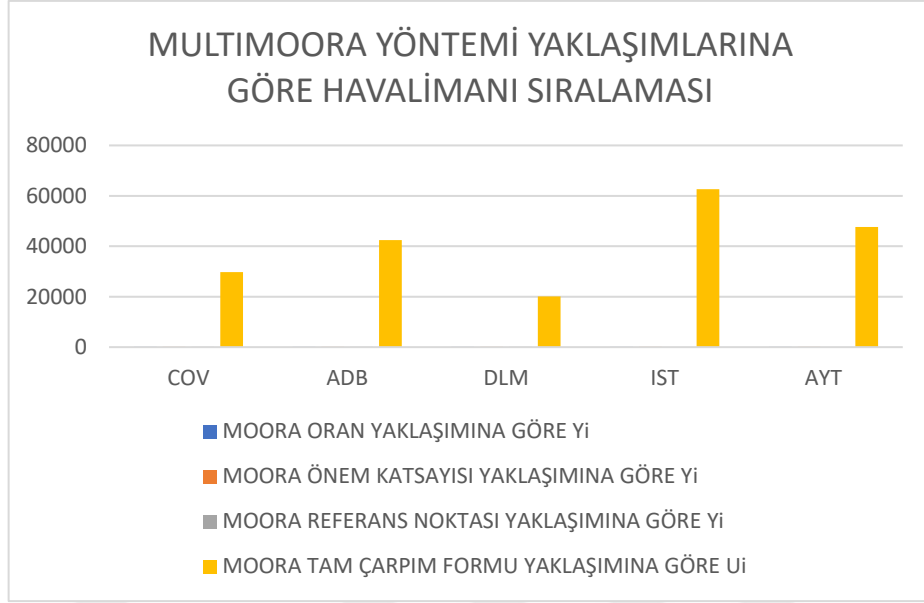


Şekil 5.12. GİA Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği

Şekil 5.12.'de GİA yönteminin eşit ve farklı önem düzeylerine göre gerçekleştirilen sıralama grafiğine yer verilmektedir.

MULTIMOORA yöntemi, kendi içerisinde dört farklı yaklaşıma göre hesaplamaları gerçekleştirilen karma bir yöntem olarak bilinmektedir. Bu yöntem içerisinde yer alan MOORA-Oran yaklaşımı, MOORA-Önem katsayısı yaklaşımı, MOORA-Referans noktası yaklaşımı ve son olarak da MOORA-Tam çarpım formu yaklaşımlarına göre olan sıralamalar ayrı ayrı hesaplanmıştır.

MULTIMOORA yönteminde MOORA-Oran yaklaşımına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (yi) değeri 1,2299'dur, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 1,3866'dır, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri 1,0656'dır, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 1,5667'dir, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 1,4396'dır. MULTIMOORA yönteminde MOORA-Önem katsayısı yaklaşımına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (yi) değeri 0,2996'dır, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 0,3175'tir, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri 0,2740'tır, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 0,3448'dir, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 0,3261'dir. MULTIMOORA yönteminde referans noktası yaklaşımına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (yi) değeri 0,0838'dir, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 0,0473'tür, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri 0,1266'dır, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 0,0000'dir, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 0,0329'dur. MULTIMOORA yönteminde tam çarpım formu yaklaşımına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (Ui) değeri 29817,11'dir, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 42483,30'dur, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri 20139,70'tir, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 62634,30'dur, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 47695,42'dir. MULTIMOORA ile gerçekleştirilen tüm hesaplamalar sonucunda ortak sonuç olarak İstanbul Havalimanı birinci sırada, Antalya Havalimanı ikinci sırada, İzmir Adnan Menderes Havalimanı üçüncü sırada, Çukurova Havalimanı dördüncü sırada ve Dalaman Havalimanı da beşinci sırada çıkmıştır.

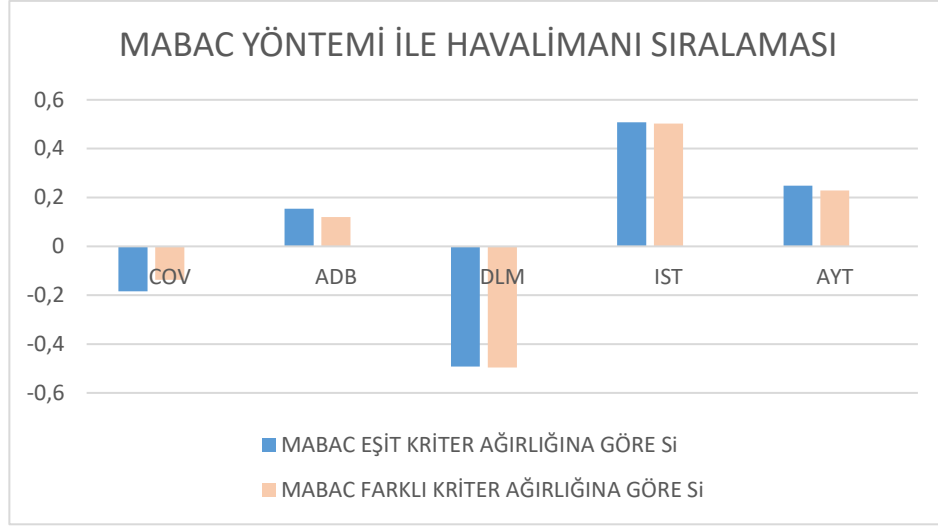


Şekil 5.13. *MULTIMOORA Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği*

Şekil 5.13.'te MULTIMOORA yönteminin farklı yaklaşımlarına göre gerçekleştirilen sıralama grafiğine yer verilmektedir.

MABAC eşit kriter ağırlıklarına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (Si) değeri -0,1847'dir, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 0,1536'dır, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri -0,4915'tir, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 0,5085'tir, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 0,2485'tir. MABAC farklı kriter ağırlıklarına göre sıralamada COV (Çukurova Havalimanı) sıralama (Si) değeri -0,1370'tir, ADB (İzmir Adnan Menderes Havalimanı) sıralama değeri 0,1195'tir, DLM (Dalaman Havalimanı) sıralama değeri -0,4966'dır, IST (İstanbul Havalimanı) sıralama değeri 0,5034'tür, AYT (Antalya Havalimanı) sıralama değeri 0,2293'tür.

MABAC yöntemiyle gerçekleştirilen havalimanı sıralaması sonucunda eşit önem düzeyi sıralamasında da farklı önem düzeyi sıralamasında da İstanbul Havalimanı birinci sırada, Antalya Havalimanı ikinci sırada, İzmir Adnan Menderes Havalimanı üçüncü sırada, Çukurova Havalimanı dördüncü sırada ve Dalaman Havalimanı da beşinci sırada çıkmıştır.



Şekil 5.14. MABAC Yöntemiyle Havalimanı Sıralama Grafiği

Şekil 5.14.'te MABAC yönteminin eşit ve farklı önem düzeylerine göre gerçekleştirilen sıralama grafiğine yer verilmektedir.

Nihai olarak ÇKKV yöntemlerinden olan üç farklı yöntem ile (GIA-MULTIMOORA-MABAC) çalışmanın örnekleminde yer alan beş farklı havalimanının dijital olgunluk seviyeleri karşılaştırılmış ve tüm yöntemler de ortak sonuçları vermiştir. Yöntemlerin neticesine göre çalışmada dijital olgunluk seviyesi bakımından İstanbul Havalimanı birinci sırada, Antalya Havalimanı ikinci sırada, İzmir Adnan Menderes Havalimanı üçüncü sırada, Çukurova Havalimanı dördüncü sırada ve Dalaman Havalimanı da beşinci sırada çıkmıştır.

Çalışma örnekleminde dijital olgunluk seviyesi olarak en iyi seviyede olan havalimanının **İstanbul Havalimanı** olduğu görülmüştür. İstanbul Havalimanının dijital olgunlukta birinci sırada yer almasının birçok nedeni vardır. Bu nedenlerden ilki olarak, İstanbul Havalimanının 29 Ekim 2018 tarihinde açılışını gerçekleştirerek faaliyete yakın tarihte başlaması gösterilebilir. İstanbul Havalimanı, yeni nesil altyapı ile sıfırdan tasarlanarak inşa edilmiş olması sebebiyle güncel dijital teknolojilerle donatılmıştır. Dijitalleşmenin hem mimari hem de operasyonel olarak en baştan tasarlanarak hayata geçirildiği bir yapıda dijital dönüşümün başarısını artırdığı da Westerman vd. tarafından (2014) literatürde de vurgulanmaktadır. İkinci neden olarak Avrupa'daki en yoğun havalimanı olarak yoğun bir yolcu trafiğine hizmet veriyor olması gösterilebilir. Resmi verilere göre 2024 yılında İstanbul Havalimanı'nın günlük 1401 uçuş yoğunluğuna ev sahipliği yaptığı bilinmektedir ([http-66](http://66)). İletişim Başkanlığı tarafından yayınlanan verilere göre ise İstanbul Havalimanı, 2024 yılında 79,98 milyon yolcuya hizmet vererek

Türkiye'nin en yoğun yolcu trafiğine sahip havalimanı olmuştur (http-62). Bu veriler ışığında havalimanında görüşülen uzmanın da söylediği üzere İstanbul Havalimanı gibi büyük meydanlarda teknoloji kullanımı bir gereklilik değil, zorunluluk haline gelmiştir. ACI tarafından yayınlanan havalimanı dijital dönüşüm el kitabında belirtildiği üzere yolcunun yoğun olduğu ve operasyonel olarak karmaşık yapıda olan havalimanlarında dijital dönüşüm tetiklenmektedir (ACI, 2021). Diğer bir neden ise havalimanında hali hazırda kullanılan teknolojilerdir. İstanbul Havalimanında yoğun olarak kullanılan bulut veri, yapay zekâ ve veri analitiği gibi dijital yetenekler dijital olgunluk seviyesinin de yüksek çıkmasına neden olmaktadır. Bu durum geleceğe hazır iş operasyonlarının yönetilmesine işaretir (Sharma, 2021).

İstanbul Havalimanının vizyonuna bakıldığında “Geleceğin havalimanı deneyimini bugünden sunmak” olduğu görülmektedir (http-28) İşletmenin vizyonu da dijital dönüşüme, hizmetlere ve yolcu memnuniyetine olan vurguyu ortaya koymaktadır. Dünyadaki çeşitli havalimanları incelendiğinde biyometrik geçiş sistemleri, IoT teknolojileri (nesnelerin interneti), robot rehberler, dijital kiosklar gibi akıllı havalimanı teknolojilerinin kullanıldığı gözlenmektedir. Kullanılan bu ileri teknolojiler; operasyonel verimliliği, yolcu memnuniyetini ve elbette dijital olgunluk düzeyini doğrudan etkilemektedir (Rajapaksha ve Jayasuriya, 2020). İstanbul havalimanında da yukarıda sayılan akıllı havalimanı teknolojilerinin kullanılmasının yanında, çalışma kapsamında görüşülen İstanbul Havalimanında çalışan uzman da en önemli (en iyi) kriterin teknoloji kriteri olduğunu belirtmiştir. İstanbul Havalimanında dijitalleşme kurumsal düzeyde stratejik bir öncelik halindedir. Havalimanı bünyesindeki dijital dönüşüm ofisi, operasyonel ve yönetsel süreçlerdeki dijitalleşmeyi iyileştirmek ve geliştirmek üzerine çalışmalar yapmaktadır. Çalışma kapsamında görüşülen uzmanın strateji başlığı altında seçmiş olduğu en iyi alt kriter ise K11 olmuştur. Strateji ana kriteri altındaki K11 ise “İşletmemiz Dijital Strateji Bilincine Sahiptir.” alt kriterine aittir. İstanbul Havalimanında APOC Biriminin başındaki uzmanın 0,39416058 kriter ağırlığıyla en iyi kriter olarak seçmesi, işletmenin dijitalleşme stratejisine yüksek önem düzeyinde önem verdiğini göstermektedir. Literatürde benzer konular araştırıldığında kurumsal dijitalleşme bilincine ve vizyonuna sahip olmak dijital olgunluk seviyesinin belirleyici yönlerindendir (Fitzgerald vd., 2014). Dijitalleşme standartlarında uluslararası bir bakışa sahip olan İstanbul Havalimanı, dijital dönüşüm standartları olarak ACI, ICAO ve IATA gibi kuruluşların standartlarını baz almaktadır. Uluslararasılaşma kapsamında, çalışmada

görüşmelerin gerçekleştirildiği ve her havalimanında AOCC (Airport Operation Control Center- Havalimanı Operasyon Kontrol Merkezi) olarak adlandırılan birimin ismi APOC olarak güncellenmiştir. ACI (Airports Council International) verilerine göre, 40 milyonun üstünde yolcuya hizmet verilen havalimanları içinden İstanbul Havalimanı 2024 yılında boyut ve bölgeye göre en iyi havaalanı olarak ASQ Ödülü almaya hak kazanmıştır (http-4).

İstanbul Havalimanı, Avrupa Uluslararası Havalimanları Konseyi (ACI Europe) tarafından verilen ödüllerde Dijital Dönüşüm ödülü olarak bu alanda Avrupa'nın en iyi havalimanı olarak seçilmiştir (http-19). Bu durum çalışmanın sonuçlarını destekler niteliktedir. Tüm bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda İstanbul Havalimanının çalışmanın örneklemini içerisinde birinci sırada yer almasının kaçınılmaz olduğu düşünülmektedir.

Çalışma neticesinde dijital olgunluk seviyesi olarak ikinci seviyedeki havalimanının **Antalya Havalimanı** olduğu görülmüştür. Bunun en önemli nedeninin turizm odaklı bir bölge olması itibariyle yüksek yolcu hacmine sahip olması ve dijitalleşmenin Antalya Havalimanı için bir gereklilik değil, zorunluluk olmasıdır. IFC (International Finance Corporation- Uluslararası Finans Kurumu) (2025) verilerine göre Antalya Havalimanı, yolcu trafiği açısından Türkiye'nin en büyük ikinci havalimanıdır (http-18). DHMİ verilerine bakıldığında ise 2024 yılında 234 bin 99 uçak trafiği ile 39 milyon 230 bin 733 yolcu trafiğine Antalya Havalimanı bünyesinde hizmet verilmiştir. Artan yolcu trafiğine cevap verebilmek amacıyla, 2025 yılında tamamlanan Antalya Havalimanı terminal genişletme projesiyle yolcuya hizmet verilen alanlar çoğaltılmış ve bu proje sayesinde tüm terminal teknolojik yatırımlarla zenginleştirilmiştir (http-41).

Antalya Havalimanı bünyesinde check-in ve boarding süreçlerinde yolcu hizmetlerini iyileştirmek anlamında bilgi teknolojilerine önem vermekte olan havalimanı yetkilileri, Inhouse KAIRA Local DCS sistemlerini havalimanına adapte etmişlerdir. Havalimanında temassız geçiş sistemleri, mobil uygulama destekli hizmetler, dijital yönlendirme panoları ve anlık yolcu bilgilendirme sistemleri gibi uygulamalarla dijital yolcu deneyimine önem verilmektedir. Ayrıca Talya AI adını verdikleri yapay zekâ sanal asistan kullanımı ile yolcuya anlık bilgi verme, danışma hizmetleri de sunmakta olan Antalya Havalimanında dijital teknolojilerin kullanımına önem verilmektedir (http-10). A-CDM (Airport Collaborative Decision Making- Havalimanı İşbirliğine Dayalı Karar Verme) uygulamaları ile havalimanı işletmelerinin paydaşlarından olan yer hizmeti

işletmeleri, havayolu işletmeleri ve hava trafik kontrol birimleriyle birlikte yürütülen havalimanı operasyonel süreçlerinin daha etkili ve verimli gerçekleştirilmesi de sağlanmaktadır (Tuna ve Yılmaz, 2025). Bu teknolojik altyapı, dijital olgunluk seviyesinin yüksek olmasına katkı sunmaktadır. Fiziksel altyapı, dijital sistemlerle bütünleşmiş hale getirildiğinde işletmelerin işlevselliği ve performansı bu durumdan olumlu olarak etkilenmektedir. Bu nedenle işletmeler rekabette ne geçebilmek ve değer yaratmak adına teknolojik yatırımlara öncelik vermektedir (Gretzel vd., 2015). Ayrıca Antalya Havalimanı, kamu-özel iş birliğiyle işletilen bir havalimanıdır. Kamu-zel iş birliği, özel sektörün adaptasyon hızını kamu altyapısına taşıma konusunda elverişli bir iş modeli olarak ifade edilebilir (Yescombe, 2013, s. 1-2). Bu iş birliği sayesinde Antalya Havalimanı, altyapı olarak önemli kaynakların ayrıldığı bir havalimanı haline gelmiştir. Görüşme gerçekleştirilen uzmanın da belirttiği üzere Antalya Havalimanında güvenlik süreçlerine, operasyonel süreçlere ve teknolojinin geliştirilmesi yatırımlarına öncelik verilmektedir. Uzmanın vermiş olduğu yanıtlarda görüldüğü üzere Antalya Havalimanı için dijital olgunluk kriterlerinden 0,381 kriter ağırlığıyla güvenlik birinci sırada yer almakta, 0,188 kriter ağırlığıyla finans ikinci ve 0,138 kriter ağırlığıyla teknoloji kriteri üçüncü sırada yer almaktadır. Bu da havalimanının en önem verdiği alanların güvenlik ve teknoloji yatırımları olduğunu bir kez daha ortaya koymaktadır. Tüm bu nedenler göz önünde bulundurulduğunda Antalya Havalimanının araştırma yapılan havalimanları içinde neden ikinci sırada olduğu anlaşılmaktadır.

Dijital olgunluk seviyesi olarak çalışmanın rneklemi içinde üçüncü seviye olan havalimanının **İzmir Adnan Menderes Havalimanı** olduğu görülmüştür. İzmir Adnan Menderes Havalimanı, 2024 yılında 11.512.096 yolcu trafiğiyle bir önceki yıla göre toplam %9 oranında bir artış ile hizmet vermiştir. Bir nceki yıla göre Ege bölgesindeki havalimanları arasında en yüksek artışı gösteren havalimanı olduğu için gelişim potansiyeli göstermekte olan İzmir Adnan Menderes Havalimanı hem iç hatlarda hem de dış hatlarda yoğun olarak kullanılmaktadır (http-78). Bu yoğunluk sebebiyle havalimanı bünyesinde dijitalleşme çabaları da artırılmaktadır. Havalimanını işleten özel işletmenin merkezi altyapısı bulunmaktadır. Dünya genelinde hizmet veren bu özel işletme, havalimanları için dijital çözümler üretmektedir. İzmir Adnan Menderes Havalimanında ise entegre otomasyon sistemleri, uzaktan izleme olanağı, veri analitiği gibi uygulamalarla kurumsal çözümler kullanılmaktadır. Havalimanında yolculara mobil check-in, e-kiosk sistemleri, dinamik yolcu bilgilendirme ekranları, dijital yönlendirme

sistemleri ve ücretsiz yüksek hızlı internet altyapısı gibi hizmetler sunulmaktadır. Sunulan bu hizmetler nedeniyle 2024 yılında ACI tarafından verilen Avrupa'nın en kolay havalimanı yolculuğu ASQ Ödülüne (yılda 5-15 milyon yolcu trafiğine sahip olan havalimanları içinde) layık görülmüştür (http-59).

Sürdürülebilirlik hususunda önemli çalışmalar gerçekleştirilen İzmir Adnan Menderes Havalimanında enerji verimliliği izleme sistemleri, atık yönetimi izleme platformları ve karbon ayak izi hesaplama yazılımları hayata geçirilmiştir. Dijitalleşme hususunda önemli projelerden olan bu yazılımlar hem havalimanının daha sürdürülebilir bir alan haline gelmesine katkıda bulunmakta hem de dijital dönüşümdeki gelişimini ortaya koymaktadır. Saputra vd. (2025) tarafından yapılan çalışmada kuruluşların uzun vadede sürdürülebilirliği sağlamak adına dijital dönüşümü benimsemesi gerektiği vurgulanmaktadır. Yapılan bu çalışmanın bulguları dijital dönüşüm sayesinde işletmelerin kaynak kullanımlarını ve operasyonel verimliliklerini optimize ederek sürdürülebilirliklerini de arttırdıklarını ortaya koymaktadır. İzmir Adnan Menderes Havalimanının sayılan tüm özellikleri ile bu çalışmanın örneklemini içerisinde neden dijital olgunluk seviyesi açısından üçüncü olduğu açıklanmaya çalışılmıştır.

Çukurova Havalimanı, çalışma örneklemini içerisinde dijital olgunluk seviyesi açısından dördüncü sırada yer alan havalimanı olmuştur. Çukurova Havalimanı 2024 yılının ağustos ayında hizmet vermeye başlamış yeni bir havalimanıdır. Bu yönüyle greenfield (sıfırdan inşa edilen) bir proje sayılmaktadır. Greenfield projelerde, altyapı, işletim ve diğer maliyet kaynakları işletici firmanın finans kaynaklarıyla karşılanmaktadır ve bu projeler gelişmekte olan ülkelerde sıklıkla kullanılmaktadır (Alıcı, 2020). Greenfield projelerde, dijital teknolojiler tasarım aşamasından planlanarak işletmenin birçok seviyesine entegre edildiği için bu tür yapılarda dijital olgunluk seviyesi üst düzeylerde olabilmektedir (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014). Çukurova Havalimanının yeni bir havalimanı olmasına rağmen örneklem içerisinde dördüncü sırada yer almasının en önemli sebeplerinden biri bu durumdur. 2024 yılı boyunca, Çukurova Havalimanında iç ve dış hat olmak üzere toplam 1.917.538 yolcuya hizmet verilmiştir (http-78). Bu durum elbette havalimanının yeni hizmete girmiş olmasıyla ilişkilendirilmektedir. Her ne kadar çalışma içerisindeki diğer havalimanlarına nazaran hizmet verilen yolcu sayısı düşük olsa da hizmet verilen bölge düşünüldüğünde kapasite ve olanaklar anlamında öne çıkan bir havalimanıyla karşılaşılmaktadır. Havalimanının kurulumu aşamasında sürdürülebilirlik ilkeleri çerçevesinde enerji verimliliği, çevresel

izleme sistemleri ve dijital kontrollü kaynak yönetimi gibi uygulamalar hayata geçirilmiş olup hem çevresel sürdürülebilirlik önemsenmiş hem de dijital dönüşüm anlamında önemli yatırımlar gerçekleştirilmiştir (http-37).

Havalimanı bünyesinde yolcuya hizmet anlamında ise otomatik check-in kioskları, sensör destekli bagaj takip sistemleri, dinamik yolcu bilgilendirme ekranları ve IoT tabanlı enerji yönetim sistemleri gibi akıllı havalimanı teknolojileri bulunmaktadır (http-38). Bu sistemler sayesinde Çukurova Havalimanında, dijital altyapı sağlam temellerle oluşturulmuştur ve operasyonel süreçlerde iyileştirmelere devam edilmektedir. Dijital yapı sadece bilgi işlem düzeyinde kalmadığında ve operasyonel olarak görünür olduğunda dijital olgunluğa katkı sunmaktadır. Çukurova Havalimanının dijital olgunluk seviyesinde de bu durum net bir biçimde görünmektedir.

Dalaman Havalimanı, çalışma örneklemini içerisinde dijital olgunluk seviyesi açısından beşinci sırada yer alan havalimanı olmuştur. Bu durumun en önemli nedeni olarak Dalaman Havalimanının çoğunlukla yaz dönemi boyunca turizm amaçlı olarak kullanılması gösterilebilir. Yolcuların çoğunluğu Dalaman ve çevresine tatil amaçlı gelen yabancı turistlerdir. 2024 yılında toplam 5.662.465 yolcu trafiğine hizmet verilen Dalaman Havalimanında bu trafiğin 3.757.615'ini dış hat trafiği oluşturmaktayken 1.904.850'sini iç hat trafiği oluşturmaktadır (http-78). Yılın geri kalan dönemlerinde yaz sezonu kadar yoğun olmayan havalimanında stratejik olarak sürekli bir dijitalleşme baskısı bulunmamaktadır. Dalaman Havalimanında görev yapan uzman ile gerçekleştirilen görüşmelerde de bu durum doğrulanmış; uzman, dijital olgunluk alanında en önemli ana kriter olarak 0,37694013 kriter ağırlığıyla insanlar kriteri seçmiştir. En önemli ikinci ana kriter olarak 0,19955654 kriter ağırlığıyla teknoloji kriterini, en az önemli ana kriter olarak ise strateji kriterini seçmiş ve bu kritere 0,0443459 kriter ağırlığını vermiştir. Bu ağırlıklardan çıkarılacak sonuç ise işletme yönetimi, dijital olgunluk anlamında yoğunluğu öncelikli olarak insan kaynaklarına sonra teknoloji yatırımlarına vermektedir. İşletme yönetimi dijital dönüşüm stratejilerinde ise dijital olgunluk kavramı bakından zayıf kalmaktadır. Oysa Fitzgerald vd. tarafından yapılan çalışmada belirtildiği üzere dijital olgunluk, kurumsal dijital vizyon ve stratejik planlama süreçleriyle de şekillenmektedir.

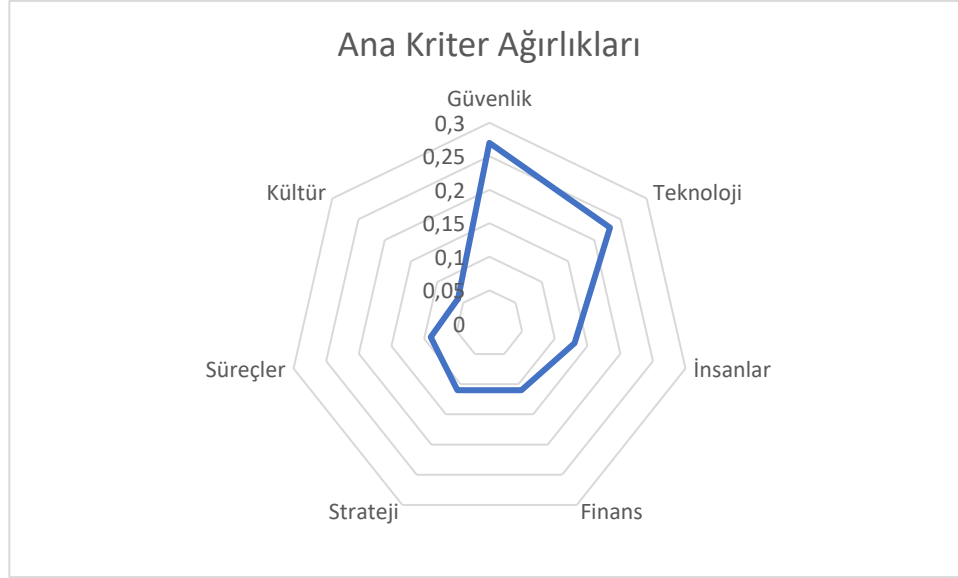
Dalaman Havalimanı bünyesindeki dijital altyapı sistemleri, çalışma örneklemindeki diğer havalimanlarıyla kıyaslandığında daha sınırlı seviyede kalmaktadır. Örneğin yapay zekâ destekli süreç otomasyonları, gömülü sistemler, sayısal

modelleme teknolojileri, IoT teknolojileri, veri madenciliği gibi ileri dijital uygulamaların bu havalimanında sınırlı olduğu gözlenmektedir. Uzmanın vermiş olduğu cevaplarla da bu durum doğrulanmaktadır. Uluslararası standartlara uyum itibariyle bakıldığında ise Dalaman Havalimanının ACI (Airports Council International) ve IATA gibi uluslararası havalimanı dijitalleşme standartlarına yönelik uygulamalarında sınırlı bir görünürlüğü bulunmaktadır. Bu durum da havalimanının dijital olgunluğunu etkilemektedir. Çünkü ACI tarafından yayınlanan havalimanı dijital dönüşüm el kitabında belirtildiği üzere uluslararası standartlara dijital olarak uygun olmak, havalimanlarının dijital olgunluk endekslerinde belirleyici bir rol oynamaktadır (ACI, 2021). Yukarıda sıralanan gerekçeler sebebiyle havalimanlarının dijital olgunluk sıralamasında, Dalaman Havalimanı çalışmanın örnekleminde yer alan havalimanları arasında beşinci sırada yer almaktadır.

6. SONUÇ VE TARTIŞMA

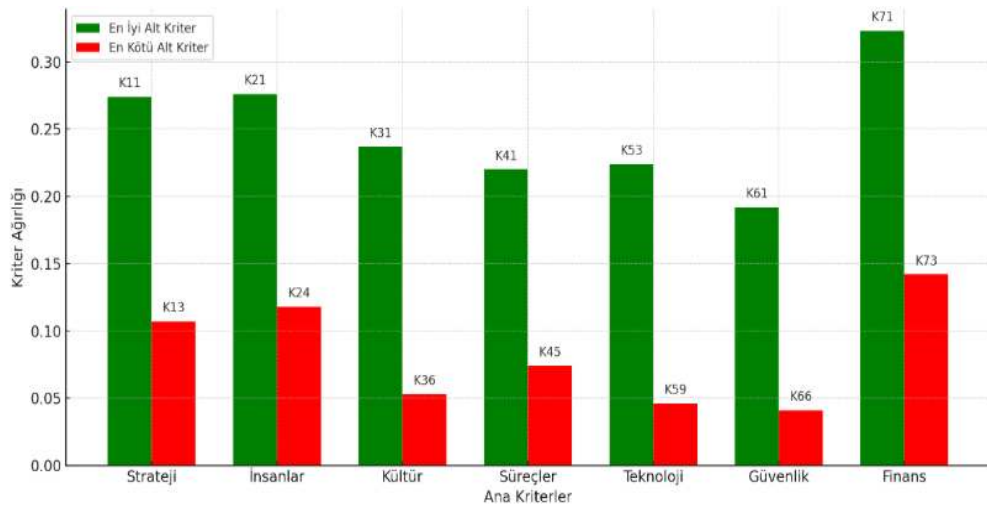
Dijital dönüşüm günümüz dünyasında teknolojik, stratejik, kültürel boyutları olan ve finansal yönetimi de içeren işletmelerin neredeyse tüm süreçlerine etki eden bütüncül bir değişimdir (Hanelt vd., 2022). Dijital olgunluk, işletmelerin dijital teknolojileri benimseme, uygulama ve dijital teknolojilerle iç ve dış müşterileri için değer yaratabilmesidir. Dijital olgunluk kavramı sadece teknoloji kullanımıyla sınırlı değildir; aynı zamanda strateji, süreçler, organizasyon kültürü gibi çok boyutlu bir dönüşüm evresini kapsar. Dijital olgunluk seviyesi ise işletmelerin dijital teknolojileri etkin, stratejik ve tüm işletme süreçlerine entegre edecek şekilde kullanıp kullanmadığıyla ilgilidir. İşletmelerin dijital dönüşüm sürecinde hangi aşamada olduğunu gösteren, belli boyutlara göre dijitalleşme aşamasını ölçüp sınıflandıran kavram dijital olgunluk seviyesidir (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014; Kane vd., 2017). Havalimanı işletmelerinin dijital olgunluk seviyelerini ölçen ve sıralamasını yapan bu çalışma; hangi ana ve alt kriterlerin havalimanları için önemli olduğu, havalimanlarının ne ölçüde dijitalleştiği gibi sorulara sektör uzmanları aracılığıyla cevap aramaktadır. Bu bağlamda tez kapsamında dijital olgunluk seviyesini belirlemede kullanılacak yedi ana kriter (teknoloji, strateji, kültür, insanlar, süreçler, finans ve güvenlik) ve bunlara bağlı alt kriterler uzman görüşleri doğrultusunda yapılandırılmıştır. Havalimanı işletmelerinin dijital olgunluk seviyeleri ise çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleriyle değerlendirilip bu doğrultuda sıralanmıştır. Tüm bu süreçlerde ÇKKV yöntemlerinden olan BWM kriter ağırlıklandırma amacıyla; GİA, MABAC ve MULTIMOORA yöntemleri ise havalimanı dijital olgunluklarının sıralanması amacıyla kullanılmıştır. Sıralama sonuçları karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiş ve farklı yöntemlerin sonuçları arasındaki tutarlılıklar grafiksel olarak ortaya konmuştur.

Sonuç olarak ilk ortaya konan, havalimanı dijital olgunluk seviyesi için en önemli kriterlerin belirlenmesi ve akabinde kriter ağırlıklarının belirlenmesi olmuştur. Görüşülen tüm uzmanların verdiği puanların ortalamasına göre Güvenlik 0.27, Teknoloji 0.23, İnsanlar 0.13, Finans 0.11, Strateji 0.11, Süreçler 0.09 ve Kültür 0.06 kriter ağırlığına sahiptir. Bu sonuca ait grafiğe aşağıdaki şekilde yer verilmektedir.



Şekil 6.1. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Belirleme Ana Kriterlerine ait Ağırlıklar

Şekil 6.1.'e göre havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirleme kriterleri toplam yedi adet olup kriter ağırlığı en yüksek olandan en düşük olana doğru sıralandığında güvenlik, teknoloji, insanlar, finans, strateji, süreçler ve kültür kriterleri şeklinde bir sıralama olacaktır. Bu da havalimanı dijital olgunluğu denildiğinde en güçlü tarafın güvenlik olduğunu ortaya koyarken kültür kavramına yeterince önem verilmediğini göstermektedir. Oysaki dijital olgunluk seviyelerini geliştirmek isteyen işletmelerin kültürlerini de bu yönde geliştirmeleri gerektiği düşünülmektedir. İşletmeler bu yönlerini geliştirmelidirler.



Şekil 6.2. Havalimanı Dijital Olgunluk Seviyesi Belirleme Alt Kriterlerine ait Ağırlıklar

Çalışmanın ikinci olarak ortaya konan sonucu havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirleme alt kriterleri ve önem ağırlıklarıdır. Şekil 6.2.'de alt kriterlerin önem ağırlıkları verilmektedir. Alt kriterlerin en iyi ve en kötü seçilenleri, kriter ağırlıklarıyla birlikte grafikte verilmektedir. Şekil 6.2.'ye göre havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi belirleme alt kriterlerine ve bu kriterlerin ağırlıklarına yer verilmektedir. Bu grafiğe göre Strateji alt kriterlerinden en iyisi K11 olarak belirlenmiştir, en kötüsü ise K13 olarak belirlenmiştir. Burada işletmelerin dijital strateji bilincine sahip olması güçlü yönleri olarak değerlendirilebilmektedir. Ancak son yıllarda yürüttükleri stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına daha çok değinmelerinin dijital olgunluk seviyelerini arttıracığı düşünülmektedir.

İnsanlar alt kriterlerinden en iyisi K21 olarak belirlenirken, en kötüsü K24 olarak belirlenmiştir. Örneklemdaki havalimanlarının genel olarak kritik dijital işlevleri destekleyen personele sahip oldukları görülmektedir. Bu dijital olgunluk anlamında oldukça pozitif bir durumdur. Ancak en kötü seçilen kritere bakıldığında çalışanların işletmelerin dijital stratejilerinin farkında olmadığı sonucuna ulaşılmaktadır. Bu durumu güçlendirmek adına çalışanlara dijital stratejilerle ilgili bilgilendirme toplantıları yapılması ve çalışanların dijital stratejiler doğrultusunda işlerini yapmaya yönlendirilmeleri dijital olgunluk seviyelerini arttırma konusunda havalimanı yöneticilerine yardımcı olacaktır.

Kültür alt kriterlerinden en iyisi K31 iken en kötüsü K36 olarak belirlenmiştir. Havalimanlarında kültür alt kriterlerinden en iyisi olan K31, işletmelerin iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verdiğini göstermektedir. En kötü alt kriter olarak seçilen K36 ise işletmelerin dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılımının zayıf kaldığını göstermektedir. Bu üzerinde durulması, kaynak ve zaman ayrılması gereken bir konudur. Gerek üst düzey yöneticileriyle gerek çalışanlarıyla dijital dönüşüm konusuna kurum kültürü ile destek vermek isteyen işletmelerin dijital olgunluk seviyelerini arttıracak, bilgilendirecek ve gerekirse yönlendirecek seminer ve konferanslara katılması bilgiyi takip etme ve işletme bünyesine uyarlama hususunda oldukça önem taşımaktadır.

Uzmanlar tarafından süreçler alt kriterlerinden en iyisi K41 seçilirken, en kötü kriter olarak K45 seçilmiştir. K41, havalimanı işletmelerinin işletme süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmakta olduğunu gösteren güçlü yönü gösteren bir kriterdir. En kötü kriter ise işletmelerdeki örgütsel süreçlerin ve aralarındaki ilişkilerin tam olarak

belirlenememesi olarak görülmektedir. Süreçleri yalnızca dijitalleştirmek ya da bu hususta dijital araçlar kullanmak tek başına dijital olgunluk seviyesini artırmak için yeterli olmamaktadır. Bu hususta öncelikle örgütsel süreçlerin belirlenerek sonrasında da örgütlerin aralarındaki -dijitalleşme anlamındaki- ilişkilerin belirlenmesi havalimanı işletmelerinin yararına olacaktır.

Teknoloji alt kriterlerinden en iyi K53, en kötüsü de K59 olarak belirlenmiştir. Teknoloji konusunda işletmelerin güçlü yönü, sürekli gelişimi benimsemiş olmalarıdır ki bu sürekli yenilenen ve dönüşen havalimanı teknolojileri için oldukça gerekli ve önemli bir husustur. En kötü kriter ise büyük veri teknolojilerine gereken önemin verilmemesidir. Dünya standartlarında dijital olgunluk seviyesi olarak iyi bir konumda olan havalimanı işletmelerine bakıldığında teknolojik altyapılarında büyük veri teknolojilerinin fazlasıyla kullanıldığı gözlenmektedir. Örneklem içerisindeki havalimanlarının bu konuyu önemsemeleri ve kendilerini bu hususta geliştirmeleri önerilmektedir.

Güvenlik kriterinin havalimanı işletmelerinin tamamı için önemli olduğu kaçınılmaz bir gerçekliktir. Güvenlik alt kriterleri arasında en iyi kriter olarak bilgi güvenliği ve KVKK süreçlerinde dijital platformların kullanılıyor olmasıdır. En kötü kriter olarak ise siber güvenlik sigortası hususu dikkat çekmektedir ve belki de çalışmanın en önemli çıktılarından birisi olarak görülmektedir. Çalışmanın örnekleminde yer alan havalimanlarının hepsi de uluslararası uçuşlara açık ve önemli sayıda uçuşun, yolcu giriş çıkışının olduğu havalimanlarıdır. Bu noktada güvenlik konusunda her hususun dikkatli bir biçimde ele alınmasıyla birlikte buradaki her verinin, bilginin sigortalanması da muhakkak yerine getirilmesi gereken bir unsur olarak görülmektedir.

Finans başlığı altındaki alt kriterlerden en iyisi K71 olarak seçilmiştir yani tüm havalimanı işletmeleri bütçelerini değişen önceliklerine göre planlamaktadırlar. En kötü kritere bakıldığında ise dijital dönüşüm yatırımlarına ayrı bir bütçenin genel olarak tahsis edilmediği görülmektedir. Finansal olarak dijital dönüşüme ayrılan bütçeleri belli olan işletmelerin kaynak ayırma, tahsis etme ve kendilerini bu yönde geliştirme anlamında daha güçlü olacağı düşünülmektedir. İşletmelerin bu hususta planlama ve yatırım yapmaları önerilmektedir.

Çalışmanın son ve en önemli sonuçlarından bir tanesi de çalışma örnekleminde yer alan havalimanlarının dijital olgunluk seviyesine göre sıralamasının gerçekleştirilmiş olmasıdır. Yapılan analizlere ve elde edilen bulgulara göre çalışmada birinci sırada İstanbul Havalimanı, ikinci sırada Antalya Havalimanı, üçüncü sırada İzmir Adnan

Menderes Havalimanı, dördüncü sırada Çukurova Havalimanı ve son olarak beşinci sırada da Dalaman Havalimanı yer almaktadır.



Şekil 6.3. Havalimanları Dijital Olgunluk Seviyeleri

Şekil 6.3.'te havalimanları soldan sağa doğru, birinci seviyeden beşinci seviyeye doğru sıralanmaktadır. Görselde havalimanlarının üstün yanları ve dijital olgunluk seviyeleriyle ilgili kısa bilgilere yer verilmektedir. İstanbul Havalimanı, dijital olgunluk açısından örneklem içinde birinci sırada yer almaktadır. Havalimanının 29 Ekim 2018'de açılması ve sıfırdan tasarlanarak modern dijital teknolojilerle donatılması hem mimari hem de operasyonel anlamda teknolojinin baştan planlanarak entegre edilmesini sağlamaktadır (Westerman, Bonnet ve McAfee, 2014). İstanbul Havalimanının Türkiye'nin en yoğun yolcu trafiğine sahip olan havalimanı olması da dijitalleşmeyi bu havalimanı açısından bir zorunluluk haline getirmektedir. Havalimanı bünyesindeki bulut veri, yapay zekâ ve veri analitiği gibi ileri teknolojiler olgunluk seviyesinin yükselmesine katkıda bulunmaktadır. "Geleceğin Havalimanı" vizyonuna sahip olması ve güçlü kurumsal dijital stratejiye sahip olduklarını da ayrıca beyan etmeleri dijitalleşme anlamında stratejiye önem verdiklerinin göstergesi olmaktadır. Ayrıca ACI ASQ 2024 Ödülü ve ACI Europe Dijital Dönüşüm Ödülü gibi uluslararası başarılar, elde edilen dijital kapasitenin sektördeki karşılığını da ayrıca ortaya koyarak çalışma sonuçlarıyla örtüşmektedir.

Antalya Havalimanı dijital olgunluk seviyesi itibarıyla çalışmanın ikinci sırasında yer almaktadır. Havalimanının turizm odaklı bir bölgede yer alması ve yıllık 39 milyon yolcuya hizmet vermesi sebepleriyle Antalya Havalimanı dijitalleşme için gerekli altyapıyla donatılmaktadır. 2025 yılında tamamlanan terminal genişlemesi sayesinde,

mobil uygulamalar, temassız geçiş sistemleri, dijital yönlendirme ve Talya AI sanal asistan gibi yenilikçi teknolojilerle da altyapı yenilenerek güncellenmektedir. Ayrıca A-CDM uygulamaları ile yer hizmeti, hava trafiği ve havayolu paydaşları arasında etkin iş birliği sağlanmaktadır. Kamu- zel ortaklığı modeli sayesinde güvenlik, finans ve teknoloji kriterlerine dijital olgunluk alanında öncelik tanınmaktadır. Bu durum da dijital olgunluk seviyesinin yüksek olmasında belirleyici olmaktadır.

 zmir Adnan Menderes Havalimanı, alışma örneklemini içerisinde dijital olgunluk seviyesi olarak üçüncü sırada yer almaktadır. Havalimanı, 2024 yılında 11,5 milyon yolcuya hizmet vermiştir. Bir  nceki yılın verilerine oranla %9'luk bir yolcu trafiği artışı gösteren havalimanı, Ege bölgesinde en hızlı büyüyen havalimanı olmuştur. Bu durum da büyümeye yanıt vermeyi gerektirerek teknolojilerin havalimanı altyapılarına entegre edilmesi zorunluluğunu getirmiştir. Havalimanında mobil check-in, e-kiosk sistemleri, veri analitiği, uzaktan izleme ve yüksek hızlı internet gibi teknolojiler kullanılmaktadır. Aynı zamanda enerji verimliliği, atık yönetimi ve karbon ayak izi sistemleri gibi sürdürülebilir teknoloji projeleri havalimanına uzun vadede dijital olgunluk alanında başarı getirecek projelerdendir.

ukurova Havalimanı, alışma örneklemini içerisinde dijital olgunluk seviyesi olarak dördüncü sırada yer almaktadır. 2024 yılının ağustos ayında hizmete başlamış olan yeni bir havalimanıdır. Hizmet vermeye yeni başlayan Çukurova Havalimanında 2024 yılından 2025 yılı başlangıcına kadar resmi verilere göre 2 milyon 8 bin 448 yolcu trafiğine hizmet verilmiştir (http-65). Yolcu trafiği başlangıç seviyesinde olsa da sürdürülebilirlik odaklı enerji ve evre sistemleri ile operasyonel dijital yetkinlik geliştirme sürecine Çukurova Havalimanında geçilmiştir. Havalimanında otomatik check-in kioskları, sensör destekli bagaj takip sistemleri, IoT tabanlı enerji yönetim sistemleri ve dinamik yolcu bilgilendirme ekranları gibi sistemlerle dijital altyapının temellerini oluşturmaktadır.

Dalaman Havalimanı ise çalışma örneklemini içerisinde dijital olgunluk seviyesi olarak beşinci sırada yer almaktadır. Havalimanı özellikle yaz turizmi sezonuna yönelik 2024 verilerine göre 5,66 milyon yolcuya hizmet vermiştir, ancak dijital olgunluk seviyesi anlamında sınırlı kalmıştır. Havalimanı dijital olgunluk seviyesi belirleme kriterleriyle ilgili öncelikleri insan ve teknoloji olan havalimanında stratejinin son sırada olduğu görülmektedir. Otomasyon, IoT ve yapay zekâ gibi ileri dijital sistemlerin sınırlı kullanımda kalması uluslararası dijital standartlara düşük entegrasyon seviyeleri ile

birleştğinde Dalaman Havalimanının diğerlerine göre neden daha düşük dijital olgunluk düzeyine sahip olduğunu ortaya koymaktadır.

Çalışmada havalimanlarında dijital olgunluk seviyesini ölçen çok kriterli bir karar verme çerçevesi ile mevcut literatüre özgün bir teorik katkı sunulmaktadır. Literatürde incelenen benzer çalışmalarda sanayi, sağlık veya eğitim gibi farklı sektörlerde dijital olgunluk değerlendirmeleri yapılmaktadır. Ancak havacılık sektöründe özellikle havalimanı işletmelerinde yapılmış çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu bağlamda çalışma havalimanları özelinde dijital olgunluğun çok boyutlu olarak kavramsallaştırılmasına imkân sağlayarak literatüre özgün bir teorik katkı daha sunmaktadır. Çalışmanın pratik katkısı ise geliştirilen model ve uygulama çıktıları sayesinde havalimanı yöneticilerine ve paydaşlara süreçlerde alınacak stratejik kararlar açısından destek olmaktır. Dijital olgunluk düzeyinin ölçülmesi sayesinde, havalimanlarının hangi alanlarda güçlü veya zayıf olduğu ortaya koyularak kaynakların etkin ve verimli şekilde tahsisi sağlanabilmektedir. Çalışma sonuçlarına göre güvenlik ve teknoloji kriterlerinin ön planda olması, bu alanlarda mevcut uygulamaların görece olarak daha gelişmiş olduğunu göstermektedir. Bunun yanında kültür, süreç ve strateji kriterlerinin ağırlıkları düşük olarak çıkmıştır. Havalimanı yöneticileri düşük çıkan bu boyutların geliştirilmesi için çalışmalar yapmalıdır. Dijital olgunluk seviyesinin yüksek olması sadece teknoloji yatırımlarıyla değil; aynı zamanda dijital kültür, stratejik vizyon ve süreç yönetimi gibi daha soyut ancak stratejik öneme sahip alanlara da odaklanmakla mümkün olmaktadır.

Çalışmanın sonuçları baz alınarak Türkiye'deki havalimanlarının dijital olgunluk seviyelerini artırmaya yönelik bazı öneriler geliştirilmektedir. Bu önerilere aşağıda maddeler halinde yer verilmektedir:

- Dijital olgunluk seviyesinde üst seviyelerde yer alan havalimanlarında teknolojik altyapıya sahip olmasının önemli olduğu bilinen bir gerçektir. Özellikle İstanbul ve Antalya Havalimanlarında olduğu gibi dijital olgunluk seviyesinin yüksek olması stratejik planlamalarda da dijitalleşmeye önem vermekten geçmektedir. Her havalimanı uzun vadeli stratejilerinde dijitalleşmeye yer vermesinin yanında bunu kurumsal düzeyde de benimsemelidir. Çünkü dijitalleşme yalnızca teknolojiye yatırım yapmaktan ibaret değildir.
- Havalimanlarında dijital olgunluk seviyesi denildiğinde önem sırasına göre güvenlik, teknoloji, insanlar, finans, strateji, süreçler ve kültür kriterleri ağırlıklandırılmıştır. Literatürde de benzer sonuçlar olsa da kültür kriteri burada

ayrıştırılmalıdır. Kurum kültüründe dijitalleşmeye yer vermenin havalimanlarını bulundukları noktadan daha ileriye taşıyacağı düşünülmektedir. Özellikle dijital dönüşümle ilgili düzenlenen seminer ve konferanslara katılım hususuna havalimanı işletmelerinin daha fazla önem vermesi gerekmektedir. Bu katılımın uluslararası standartlara uyumda, bulunulan noktadan daha ileriye gitme hususunda, mevcut personelin ise dijital yetkinliklerini artırma gibi konularda havalimanı işletmelerine fayda sağlayacağı düşünülmektedir.

- Yüksek dijital olgunluğa sahip havalimanlarında yapay zekâ, bulut bilişim ve nesnelerin interneti gibi ileri teknolojilerin etkin biçimde kullanıldığı görülmektedir. Orta ve düşük olgunluk seviyesindeki havalimanlarında da veri yönetim sistemlerinin kurulması, operasyonel verilerin toplanması, analiz edilmesi ve karar alma süreçlerine entegre edilmesi gerekmektedir. Bu sayede süreçlerin öngörülebilirliğinin ve etkinliğin artarak dijital olgunluk seviyesinin yükseleceği öngörülmektedir.
- Çalışma örneklemindeki ve aynı zamanda Türkiye’de hizmet veren tüm havalimanlarının ACI, IATA ve ICAO gibi kuruluşların dijitalleşme standartlarına uyum sağlamaları önerilmektedir. Bu durumun havalimanlarının hem uluslararası görünürlüğünü hem operasyonel kalitelerini hem de dijital olgunluk seviyelerini artıracığı düşünülmektedir.
- Örneklemdaki bazı havalimanlarında görüldüğü üzere çevresel sürdürülebilirlik ile entegre dijital uygulamaların geliştirilmesi tüm havalimanlarına önerilmektedir. Bu durum hem enerji verimliliği sağlamakta hem atık yönetiminin yapılabilmesini kolaylaştırmakta hem de karbon ayak izinin azaltılmasını sağlayarak dijitalleşmenin faydalarından havalimanlarının yararlanmasına olanak sağlamaktadır. Dolayısıyla tüm havalimanlarında sürdürülebilir dijital teknolojilerin kullanımının yaygınlaştırılması önerilmektedir.
- Gelecek çalışmalara olan öneriler ise dijital olgunluk seviyesi, dijital dönüşüm ve dijitalleşme kavramları teknolojilerin giderek geliştiği ve çeşitlendiği günümüz dünyasında dinamik ve sürekli gelişime açık kavramlardır. Bu nedenle havalimanlarının dijital dönüşüm süreçlerini zaman içinde izleyebilmek amacıyla uzun dönemli takip çalışmaları yapılabilir. Böylece dijital olgunluk seviyelerindeki değişim trendleri incelenerek neden-sonuç ilişkileri kurulabilecek ve literatüre önemli katkılar sunulabilecektir. Ayrıca bu çalışmada önerilen yedi

ana kriterin, farklı havalimanı türleri (bölgesel, kargo vb.) için yeniden ağırlıklandırması gerçekleştirilebilir. Bu sayede farklı işlevdeki havalimanları için de özelleştirilmiş dijital olgunluk modelleri geliştirilebilecektir. Bu çalışmada en düşük ağırlığa sahip olan kültür kriteri, dijital dönüşümün sürdürülebilirliği açısından oldukça kritik bir faktördür. Gelecek çalışmalarda kültür boyutu daha derinlemesine analiz edilerek kültürün alt temaları üzerinde duran araştırmalar yapılırsa literatüre hem teorik hem de pratik anlamda katkı sağlayacağı düşünülmektedir. Son olarak bu çalışmanın Türkiye bağlamında gerçekleştirilmiş olması dikkate alındığında, farklı ülkelerdeki havalimanlarında aynı modelin uygulanması ile kültürel, ekonomik ve yönetsel farklılıkların dijital olgunluk seviyesine etkisinin karşılaştırmalı olarak analiz edilebilmesine katkı sağlayacağı düşünülmektedir.

KAYNAKÇA

- Acar, M. C. (2023). Havalimanlarında dijital pazarlama uygulamaları ve sosyal medya yönetimi üzerine bir araştırma: İstanbul Havalimanı örneği. *Journal of Awareness* , 8 (1), 49-56.
- ACI. (2021). *Airport Digital Transformation Handbook*. ACI World.
- ACI. (2021). *Airport Digital Transformation Handbook*. ACI (Airports Council International).
- ACI. (2022). *Sustainable Airport Infrastructure Report*. Airports Council International.
- Akdil, K., Üstündağ, A. and E., Ç. (2018). Maturity and Readiness Model for Industry 4.0 Strategy. A. Üstündağ ve Ç. E. içinde, *Industry 4.0: Managing The Digital Transformation* (s. 61-94). Berlin: Springer.
- Akmeşe, S. (2020). Kamuda Dijital Dönüşümün Siber Güvenlik ve Dijital Güvence Boyutları ve İç Denetimin Rolü . *Denetim Dergisi*, 10 (20), 108-119.
- Alıcı, A. (2017). Havalimanı Gelir Türleri ve Havacılık Dışı Ticari Gelirlerin Önemi. *Hukuk ve İktisat Araştırmaları Dergisi* , 9 (2), 1-16.
- Alıcı, A. (2020). Türkiye'de Şehir Hastaneleri Proje Finansman Yapısı. *Selçuk Sağlık Dergisi* , 1 (2), 133-150.
- Allianz. (2022). *Cyber: The changing threat landscape*. Allianz Global.
- Almohamad, O. (2024). Digital Transformation in Companies: A Path to Innovation and Efficiency. *Quantrade Journal of Complex Systems in Social Sciences*, 6 (2), 229-238.
- Altan, M. ve Candoğan, M. A. (2014). Bankaların Finansal Performanslarının Değerlendirilmesinde Geleneksel ve Gri İlişki Analizi: Katılım Bankalarında Karşılaştırmalı Bir Uygulama. *Selçuk Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Sosyal ve Ekonomik Araştırmalar Dergisi* , 14 (27), 374-396.
- Aras, A. and Büyüközkan, G. (2023). Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems*, 11 (213), 1-31.
- Aras, A. and Büyüközkan, G. (2023). Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems Journal*, 11, 213, 1-31.
- Aras, A. and Büyüközkan, G. (2023). Digital Transformation Journey Guidance: A Holistic Digital Maturity Model Based on a Systematic Literature Review. *Systems*, 11 (4), 1-31.
- Arslan, E. (2022). Nitel Araştırmalarda Geçerlilik ve Güvenilirlik. *Pamukkale Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 51 (Özel sayı 1), 395-407.
- Asdecker, B. and Felch, V. (2018). Development of an Industry 4.0 Maturity Model for the Delivery Process in Supply Chains. *Journal of Modelling in Management*, 13 (4), 840-883.

- Asiltürk, A. (2021). İşletmelerde Dijital Dönüşüm Yönetiminde Nihai Hedef: Dijital Olgunluk. *Alanya Akademik Bakış Dergisi*, 5 (2), 647-669.
- Aslanova, I. and Kulichkina, A. (2020). Digital Maturity: Definition and Model. *2nd International Scientific and Practical Conference* (s. 443-449). Novosibirsk, Russia: Atlantis Press.
- Aslanova, I. and Kulichkina, A. (2020). Digital Maturity: Definition and Model. *Advances in Economics, Business and Management Research*, DOI: 10.2991/aebmr.k.200502.073.
- Ataş, H. ve Gündüz, S. (2022). Türkiye’de Lisansüstü Mezuniyet Kriterlerinin Değerlendirilmesi: E-Delphi Tekniği Uygulaması. F. (Editör: Gündüz içinde, *İstatistiksel Tekniklerle Güncel Analizler* (s. 137-198). Ankara: Gazi Kitabevi.
- Ater, I. and Orlov, E. (2015). The Effect Of The Internet On Performance And Quality: Evidence From The Airline Industry. *The Review of Economics and Statistics*, 97 (1), 180-19.
- Ayyıldız, M. ve Demir, A. (2022). Dijital Dönüşüm Olgunluk Seviyesinin Ölçülmesine Yönelik Modellerin İncelenmesi. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Girişimcilik Dergisi*, 6 (12), 61-80.
- Azhari, P., Faraby, N., Rossmann, A., Steimel, B. and Wichmann, K. (2014). *Digital Transformation Report*. WirtschaftsWoche & Neuland GmbH.
- Baki, B. ve Serdar, D. (2020). Sanayi 4.0 Olgunluk Düzeyinin Değerlendirilmesine Yönelik Çok Kriterli Bir Yaklaşım: Lojistik Sektörü Uygulaması. *Hacettepe Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 38 (4), 655 - 693.
- Berghaus, S. (2016). The Fuzzy Front-end of Digital Transformation: Three Perspectives on the Formulation of Organizational Change Strategies. *In Proceedings of the 29th Bled eConference: Digital Economy*, (s. 129–144). Bled, Slovenia.
- Bharadwaj, A., El Sawy, O., Pavlou, P. and Venkatraman, N. (2013). Digital business strategy: toward a next generation of insights. *MIS Quarterly*, 37 (2), 471 - 482.
- Bibby, L. and Dehe, B. (2018). Defining and assessing industry 4.0 maturity levels – case of the defence sector. *Production Planning & Control*, 29 (1), 1-14.
- Brauers, W. K. and Zavadskas, E. K. (2011). Multimoora Optimization Used to Decide on a Bank Loan to Buy Property. *Technological and Economic Development of Economy*, 17(1), 174–188.
- Brown, C., Hicks, J., Rinaudo, C. and Burch, R. (2021). The Use of Augmented Reality and Virtual Reality in Ergonomic Applications for Education, Aviation, and Maintenance. *Ergonomics in Design The Quarterly of Human Factors Applications*, 31(6), DOI: 106480462110034.
- Bughin, J., LaBerge, L. and Mellbye, A. (2017). *The case for digital reinvention*. McKinsey.
- Büyüközkan, G. and Güler, M. (2020). Analysis Of Companies’ Digital Maturity By Hesitant Fuzzy Linguistic Mcdm Methods. *Journal of Intelligent & Fuzzy Systems*, 38 (1), 1119 - 1132.

- Büyüközkan, G., Havle, C. A. and Feyzioğlu, O. (2021). Digital competency evaluation of low-cost airlines using an integrated IVIF AHP and IVIF VIKOR methodology. *Journal of Air Transport Management*, 91, 101998.
- Büyüközkan, G., Havle, C. and Feyzioğlu, O. (2020). A New Digital Service Quality Model And its Strategic Analysis in Aviation Industry Using Interval-Valued Intuitionistic Fuzzy AHP. *Journal of Air Transport Management*, 86, 101817.
- Büyüközkan, G., Havle, C. and Feyzioğlu, O. (2021). An integrated SWOT based fuzzy AHP and fuzzy MARCOS methodology for digital transformation strategy analysis in airline industry. *Journal of Air Transport Management*, 97, 102142.
- Caiado, R., Scavarda, L., Gavião, L., Ivson, P., Nascimento, D. and Garza-Reyes, J. (2021). A fuzzy rule-based industry 4.0 maturity model for operations and supply chain management. *International Journal of Production Economics*, 231, 107883.
- Cam, A. ve Durmaz, V. (2018). Dijital Havacılık: Güncel Uygulamalarla Gelecekteki Yolcu Deneyimleri. *Journal of Turkish Studies* , 13 (26), 251-266.
- Chanias, S., Myers, M. D. and Hess, T. (2019). Digital transformation strategy making in pre-digital organizations: The case of a financial services provider. *Journal of Strategic Information Systems*, 28 (1), 17-33.
- Cheglatonyev, S. (2025). *Maximizing Non-Aeronautical Revenues: Key to Airport Financial Sustainability*. ACI World Insights.
- Cognet, B., Pernot, J., Rivest, L. and Danjou, C. (2023). Systematic comparison of digital maturity assessment models. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 40 (7), 1-19.
- Colli, M., Berger, U., Madsen, O. and Möller, C. (2018). Contextualizing the outcome of a maturity assessment for Industry 4.0. *IFAC-Papers OnLine* , 51 (11), 1347-1352.
- Copeland, D. G. (1988). Airline Reservations Systems: Lessons from History. *MIS Quarterly*, 12 (3), 353–370.
- Çakır, E. (2017). Kentsel Dönüşüm Kapsamında Müteahhit Firmanın SWARA – Gri İlişkisel Analiz Yöntemiyle Seçilmesi. *The Journal of International Scientific Researches*, 2 (6), 79-95.
- Çakır, E. ve Can, M. (2019). Best-Worst Yöntemine Dayalı ARAS Yöntemi ile Dış Kaynak Kullanım Tercihinin Belirlenmesi: Turizm Sektöründe Bir Uygulama. *Atatürk Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 23 (3), 1273-1300.
- Çakır, E. and Ulukan, H. (2022). Intelligent and Fuzzy Techniques in Aviation 4.0. K. C. and A. S. (Editör) içinde, *Digitalization on Aviation 4.0: Desingning a Scikit-Fuzzy Control System for In-Flight Catering Customer Satisfaction* (s. 123-146). London: Springer, London/Berlin .
- Çelebi. (2021). *Digitalization Report: Innovation in Ground Handling*. Çelebi Aviation.
- Çelen, A. (2024). Dijital Ekonomide İşgücü Piyasası: İşgücü Talebinin Vasıf Boyutunda Yine, Yeni ve Yeni Baştan Dönüşümü. *Biga İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 5 (2), 130-145.
- Çopur, T., Yıldırım, Ü. ve Durmaz, V. (2023). Şehir Havalimanı Modeli İle Değişen Gelir Yapılarının İçerik Analizi Yöntemiyle İncelenmesi. *Kent Akademisi Dergisi*, 16 (1), 612-631.

- Çukur, F. (2020). *Sivil havacılıkta büyük veri teknolojisi ve uygulamaları*. STM Teknolojik Düşünce Merkezi.
- Dağlı, D. ve Rodoplu, H. (2021). Havalimanlarında Sürdürülebilir Enerji Yönetimi Kapsamında Güneş Enerjisinin Kullanımı. *International Marmara Social Sciences Congress* (s. 336-341). IMAS Congress.
- Daş, G., Gzara, F. and Stützle, T. (2020). A review on airport gate assignment problems: Single versus multi objective approach. *Omega*, 92, 102146.
- De Carolis, A., Acerbi, F., Sassanelli, C., Macchi, M., Terzi, S. and Taisch, M. (2025). The Digital REadiness Assessment MaturitY (DREAMY) framework to guide manufacturing companies towards a digitalisation roadmap. *International Journal of Production Research*, 1-27.
- Demir, G., Özyalçın, A. T. ve Bircan, H. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve ÇKKV Yazılımı ile Problem Çözümü*. Ankara: Nobel Akademik Yayıncılık.
- Demirbilek, İ. (2023). Dijital Ekonomik Platformlarda Dışsal Emek Kullanımı, İstihdam Ve Sosyal Koruma İlişkisi. *Sosyal Bilimler Araştırmaları Dergisi* , 6 (CEEİK 2023 Özel Sayısı), 9-44 .
- Dermenci, M. ve Sağbaş, A. (2023). Dijital Dönüşüm Ekseninde Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ile Endüstri 4.0 Olgunluk Modelinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 6 (2), 74 - 85.
- DHMI. (2020). *Afet ve Acil Durum Yönetim Merkezi Yönergesi* . Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi.
- DHMI. (2022). *Yeşil Havalimanı Projeleri ve Enerji İzleme Uygulamaları*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi.
- DHMI. (2023). - *Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü Havacılık Elektrik Sistemleri Kontrol, Bakım Ve Onarım Yönergesi*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü.
- DHMI. (2023). *Faaliyet Raporu*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü.
- DHMI. (2025). *2025 Havalimanı Ücret Tarifeleri*. Ankara: Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü.
- Dölen, İ. ve Sarıkaya Tunalp, B. F. (2025). Algoritmaların Kullanıcılar Üzerinde Yarattığı Etkiler: Dijital Stres. B. Arıkan içinde, *Dijital Dünyada Kültürel Çalışmalar* (s. 187-214). AILabsPublishing.
- Durak, İ. (2024). Bölüm 1: Çok Kriterli Karar Verme: Temel Yöntemler, Süreçler ve Hibrit Yaklaşımı. H. M. Arslan içinde, *Bütünleşik Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Güncel Uygulamaları* (s. 1-23). Özgür Yayınları.
- Düzcan, A. ve Fidan, Y. (2023). İşletmelerde Dijital Olgunluk Düzeyinin Yenilik Performansı Üzerindeki Etkisinde Büyük Veri Analitik Yeteneğinin Aracı Ve Veri Odaklı Kültürün Düzenleyici Rolü. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 22 (46), 356 - 389.
- ENISA. (2021). *Cybersecurity in the Digital Age*. European Union Agency for Cybersecurity.

- ENISA. (2021). *Security and privacy in digital systems*. European Union Agency for Cybersecurity.
- Erdil, A. (2025). The Influence of Emerging Technologies on the Transformation of Airport Operations and the Enhancement of Passenger Experience: An Overview of Smart Airport Solution. *International Journal of Advanced Natural Sciences and Engineering Researches*, 9 (5), 108-118.
- Eren, O. (2024). *Türkiye Dijital Olgunluk Raporu*. Digitopia Raporu, TÜSİAD.
- Ersoy, N. (2022). Kriter Ağırlıklandırma Yöntemlerinin ÇKKV Sonuçları Üzerindeki Etkisine Yönelik Gerçek Bir Hayat Uygulaması. *MANAS Sosyal Araştırmalar Dergisi*, 11 (4), 1449-1463.
- EU. (2020). *The European Green Deal*. European Commission.
- EUROCONTROL. (2018). *Airport Operations Center (APOC)*. EUROCONTROL.
- Facchini, F., Oleskow-Szlapka, J., Ranieri, L. and Urbinati, A. (2020). A Maturity Model for Logistics 4.0: An Empirical Analysis and a Roadmap for Future Research. *Sustainability*, 12 (1), 86.
- Feng, C. and Abbas Ali, D. (2024). Study the Impact of Digital Transformation on Enterprise Resource Planning . *Accounting and Corporate Management* , 10-15.
- Feng, C. and Wang, R. (2000). Performance evaluation for airlines including the consideration of financial ratios. *Journal of Air Transport Management*, 6 (3), 133-142.
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. and Welch, M. (2013). *Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative*. Massachusetts: MIT Sloan Management Review.
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. and Welch, M. (2014). Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55, 1-12.
- Fitzgerald, M., Kruschwitz, N., Bonnet, D. and Welch, M. (2014). Embracing Digital Technology: A New Strategic Imperative. *MIT Sloan Management Review*, 55 (2), 1-12.
- Gajšek, B., Sternad, M. and Lerher, T. (2018). Maturity Levels for Logistics 4.0 Based on Nrww's Industry 4.0 Maturity Model. *18th international scientific conference Business Logistics in Modern Management*, (s. 695-708). Osijek.
- Ganzarain, J. and Errasti, N. (2016). Three stage maturity model in SME's toward industry 4.0. *Journal of Industrial Engineering and Management*, 9 (5), 1119.
- Garcia, M. (2017). *Airport and airline technology chiefs look to AI to enhance customer service*. SITA airline technology trends.
- Gardy, A. and Canada, R. (2016). Digital trends & opportunities for Airports. *ACI-NA World Annual Conference*.
- Gill, M. and VanBoskirk, S. (2016). *The Digital Maturity Model 4.0*. Forrester Research.
- GM. (2016). Havaalanlarına 'Yüz Tanıma Sistemleri' Geliyor. *GM Turizm & Yönetim Dergisi*.

- Gollnick, V. (2020). *Digital Transformation in Aviation*. Berlin Heidelberg: Springer.
- Gomez, J. (2025). *Proven Benefits of Using Digital Business Tools*. National Association of Sales Professionals.
- Gökalp, E. and Martinez, V. (2021). Digital transformation capability maturity model enabling the assessment of industrial manufacturers. *Computers in Industry*, 132, 103522.
- Gökalp, E., Şener, U. and Eren, P. E. (2017). Development of an Assessment Model for Industry 4.0: Industry 4.0-MM. *Communications in Computer and Information Science* (s. 1-14). International Conference on Software Process Improvement and Capability Determination.
- Gretzel, U., Sigala, M., Xiang, Z. and Koo, C. (2015). Smart tourism: foundations and developments. *Electron Markets*, 25, 179–188.
- Guiu, A. G. (2016). *Feasibility study of introducing smart technologies in Barcelona airport*. Universitat Politècnica de Catalunya Barcelona Tech.
- Güneş, E., Arslan, Y., Velioğlu, H. ve Karahan, Ç. (2025). Dijital Olgunluk Modelleri Üzerine Bibliyometrik Bir İnceleme . *Bilişim Teknolojileri Dergisi*, 18 (2), 99-113.
- Gürder, F. (2022). Türkiye’deki işletmelerin dijital olgunluğu. *İzmir International Conference on Technology and Social Sciences* (s. 40-41). İzmir: IICTSS 2022.
- Hägg, J. and Sandhu, S. (2017). Do or Die: How Large Organizations Can Reach a Higher Level of Digital Maturity. *Master’s Thesis*. Luleå, Sweden: Luleå University of Technology.
- Halpern, N., Budd, T. S.-S., Brathen, S. and Mwesiumo, D. (2021). Conceptualising airport digital maturity and dimensions of technological and organisational transformation. *Journal of Airport Management*, 15 (2), 182-203 (22).
- Halpern, N., Budd, T., Suau-Sanchez, S., Brathen, S. and Mwesiumo, D. (2021). Conceptualising Airport Digital Maturity and Dimensions of Technological and Organisational Transformation . *Journal of Airport Management*, 15 (2), 182-203.
- Halpern, N., Graham, A. and Dennis, N. (2021). Digital transformation in airports: A business model perspective. *Journal of Air Transport Management*, 94, 102070.
- Halpern, N., Mwesiumo, D., Suau-Sanchez, P., Budd, T. and Bråthen, S. (2021). Ready for digital transformation? The effect of organisational readiness, innovation, airport size and ownership on digital change at airports. *Journal of Air Transport Management*, 90, 101949.
- Halpern, N., Mwesiumo, D., Suau-Sanchez, P., Budd, T. and Bråthen, S. (2021). Ready for digital transformation? The effect of organisational readiness, innovation, airport size and ownership on digital change at airports. *Journal of Air Transport Management* , 90, 101949, 1-11.
- Hammer, M. and Stanton, S. (1999). How Process Enterprises Really Work. Harvard Business Review. *Harvard Business Review*, 1-10.
- Hanelt, A., Bohnsack, R., Marz, D. and Antunes Marante, C. (2022). A Systematic Review of the Literature on Digital Transformation: Insights and Implications for

- Strategy and Organizational Change. *Journal of Management Studies*, 59 (2), 1159–1197.
- Haryanti, T., Rakhmawati, N. A. and Subriadi, A. P. (2024). Assessing the Digital Transformation Landscapes of Organization: The Digital Transformation Self-Assessment Maturity Model (DX-SAMM). *Procedia Computer Science*, 234 (1), 1561-1569.
- Haryanti, T., Rakhmawati, N. and Subriadi, A. (2023). The Extended Digital Maturity Model. *Big Data and Cognitive Computing (BDCC)*, 7 (17), 1-24.
- Heiets, I., La, J., Zhou, W., Xu, S., Wang, X. and Xu, Y. (2022). Digital transformation of airline industry. *Research in Transportation Economics*, 92, 101186.
- Hemerling, J., Kilmann, J., Danoesastro, M., Liza Stutts, L. and Ahern, C. (2018). It's not a digital transformation without a digital culture. BCG Publications.
- Hess, T., Matt, C., Benlian, A. and Wiesböck, F. (2016). Options for formulating a digital transformation strategy. *MIS Quarterly Executive*, 15 (2), 123–139.
- Holoda, S., Kandra, B., Jancik, M. and Zacik, N. (2019). Digital transformation of ATM – improving EUROCONTROL Network Manager B2B. *2019 New Trends in Aviation Development (NTAD)* (s. 68-72). Chlumec nad Cidlinou, Czech Republic: IEEE Xplore.
- Hubek. (2024). *Yeni Nesil Hava Trafik Kontrol Sistemleri: Havacılıkta Dijital Dönüşüm*. HUBEK.
- IATA. (2013). *Simplifying the Business (StB) Program Report*. International Air Transport Association.
- IATA. (2020). *Future of the Airline Industry 2035*. IATA.
- IATA. (2022). *Airport Environmental Sustainability*. IATA.
- IATA. (2022). *Future of the Airline Industry 2035*. International Air Transport Association.
- IATA. (2023). *Airports of the Future Report*. International Air Transport Association.
- İAU. (2018). *Dijital Dönüşüm ve Toplumsal Etkileri*. İstanbul: İstanbul Aydın Üniversitesi ISBN 2 978-605-4303-87-8.
- ICAO. (2021). *Digital Transformation in Ground Handling*. International Civil Aviation Organisation.
- ICAO. (2021). *Innovation in Aviation Training: Virtual and Augmented Reality Applications*. International Civil Aviation Organisation.
- IGA. (2020). *Sürdürülebilirlik Raporu*. İstanbul: İstanbul Airport.
- Kahvecioğlu, S. (2018). Veri Madenciliği ve Havacılıktaki Uygulamaları: Bugüne ve Geleceğe Kısa Bir Bakış. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, C3-S1, 1-9.
- Kalyoncu, M. (2023). *Havaalanlarında Sürdürülebilir Atık Yönetimi Uygulamaları: İstanbul Havalimanı*. Yüksek Lisans Tezi. Gaziantep: Hasan Kalyoncu Üniversitesi.

- Kane. (2017). Digital Maturity Not Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*.
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N. and Kiron, D. (2016). Aligning the organization for its digital future. *MIT Sloan Management Review*.
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D. and Buckley, N. (2015). *Strategy, Not Technology, Drives Digital Transformation*. Massachusetts: MIT Sloan Management Review & Deloitte University Press.
- Kane, G. C., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D. and Buckley, N. (2017). *Achieving Digital Maturity*. MIT Sloan Management Review and Deloitte Insights.
- Kane, G., Palmer, D., Phillips, A. N., Kiron, D. and Buckley, N. (2016). *Aligning the Organization for Its Digital Future*. MIT Sloan Management Review.
- Kane, G., Palmer, D., Phillips, A., Kiron, D. and Buckley, N. (2016). *Aligning the Organization for its Digital Future: Deloitte University Press*. Deloitte University Press, MIT Sloan Management Review.
- Kane, G., Palmer, D., Phillips, N., Kiron, D. and Buckley, N. (2016). *Aligning the Organization for Its Digital Future*. Massachusetts: MIT Sloan Management Review.
- Karakuş, G., Yılmaztekin, F., Hamamcı, S., Bulut, B. and Ünver, R. (2022). Havacılık 4.0 Kapsamında Havalimanlarında Dijital Dönüşüm: Ankara Esenboğa Havalimanında Bir Araştırma. *16. Uluslararası Güncel Araştırmalarla Sosyal Bilimler Kongresi*, (s. 796-813). Antalya.
- Karakuş, G., Yılmaztekin, F., Hamamcı, S., Bulut, B. ve Ünver, R. (2022). Havacılık 4.0 Kapsamında Havalimanlarında Dijital Dönüşüm: Ankara Esenboğa Havalimanında Bir Araştırma. *16th International Congress on Social Studies with Recent Researches*, (s. 796-813). Antalya.
- Kargas, A., Gialeris, E., Komisopoulos, F., Lymperiou, A. and Salmon, I. (2023). Digital Maturity and Digital Transformation Strategy among Greek Small and Medium Enterprises. *Administrative Sciences*, 13 (11), 1-36.
- Kayabaşı, H. ve Kasımoğlu, M. (2023). Örgütlerin Dijital Olgunluk Düzeyinin Ölçülmesi –Bir Ölçek Geliştirme Çalışması. *Sağlık ve Sosyal Refah Araştırmaları Dergisi*, 5 (1), 1-21.
- Kıyılık, A., Kuşakcı, A. and Mbowe, B. (2022). A digital transformation maturity model for the airline industry with a self-assessment tool. *Decision Analytics Journal*, 3, 100055.
- Kovacikova, M., Janoskova, P. and Kovacikova, K. (2021). The comparison of digitalization of Slovak Airports within the digital transformation of European Union countries. *Transportation Research Procedia*, 55, 1281–1288.
- Kovynyov, I. and Mikut, R. (2019). Digital technologies in airport ground operations. *NETNOMICS: Economic Research and Electronic Networking*, 20, 1–30.
- Kumru, S. ve Kasımoğlu, M. (2022). İşletmelerde Dijital Dönüşümün Stratejik Yönetimi: Bir Alan Araştırması. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 17 (2), 139 - 159.
- Kurt, A. (2020). Dijital Dönüşümün Ekonomiye Etkileri: Türkiye Ekonomisi'ne Yansımaları. *Uluslararası Toplum Araştırmaları Dergisi*, 16 (30), 3083-3109.

- KVKK. (2024). *Veri Sorumluları İçin Bağlayıcı Şirket Kurallarında Bulunması Gereken Temel Hususlar*. Ankara: T.C. Kişisel Verileri Koruma Kurumu.
- Leather, A. (2018). *Big Data applications in digital transformation of airports*. Smiths Detection.
- Leopold, E. (2019). *The Roadmap To The Digital Airline*. CIO Review: The International Air Transport Association (IATA).
- Leyh, C., Schäffer, T., Bay, L. and Bley, K. (2017). The Application of the Maturity Model SIMMI 4.0 in Selected Enterprises. *23rd Americas Conference on Information Systems* (s. 1-10). Boston: AMCIS.
- Li, F. (2020). Leading digital transformation: Three emerging approaches for managing the transition. *International Journal of Operations & Production Management*, 40 (6), 809-817.
- Lichtblau, K., Stich, V., Bertenrath, R., Blum, M., Bleider, M., Millack, A., Schröter, M. (2015). *Impuls-Industrie 4.0-Readiness*. Impuls-Stiftung des VDMA, Aachen-Köln.
- Lin, J., Wang, K. and Sheng, M. (2020). To assess smart manufacturing readiness by maturity model: a case study on Taiwan enterprises. *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 33, 112-115.
- Lin, T.-Y., Tong, C.-C. and Wen, K.-L. (2007). Applying Grey Relational Method to Determine The Carbon Black Ranking of Rubber Samples. *Grey Systems and Intelligent Services* (s. DOI:10.1109/GSIS.2007.4443239). Nanjing, China: IEEE International.
- Little, A. (2015). Airports 4.0: Impact of Digital Transformation on Airport Economics. *Travel and transportation*, 3-19.
- Liu, S., Yang, Y., Xie, N. and Forrest, J. (2016). New progress of Grey System Theory in the new millennium. *Journal of Nanjing University of Aeronautics and Astronautics* , 47 (1), 1-18.
- Mapingire, k., Smuts, H. and Merwe, A. V. (2021). Components of a Digital Transformation Strategy: A South African Perspective. *Proceedings of Sixth International Congress on Information and Communication Technology* (s. Sayı 2, 437–447). Londra: ICICT.
- Mardani, A., Jusoh, A., Md. Nor, K. and Khalifah, Z. (2015). Multiple Criteria Decision Making Techniques and Its Applications– A Review of the Literature from 2000 to 2014. *Economic Research-Ekonomska Istraživanja* , 28 (1), 516-571.
- McKenna, A. (2016). *International Airport Review top 10 stories of 2015*. International Airport Review.
- McKinsey. (2024). *What is digital transformation*. McKinsey.
- Merdin, D., Ersöz, F. and Taşkın, H. (2023). Digital Transformation: Digital Maturity Model for Turkish Businesses. *Gazi University Journal of Science*, 36 (1), 263 - 282.
- Mergel, I., Edelmann, N. and Haug, N. (2010). Defining digital transformation: Results from expert interviews. *Gov. Inf. Q*, 36, 101385.

- Mert, G. (2020). Kurumların Stratejik Yönetim Süreçlerinde Dijitalleşmenin Rolü. *Sosyal Beşeri Bilimler ve İdari Bilimler Dergisi*, 6 (22), 41-58.
- Meydan, C. (2023). Havayolu İşletmelerinde Dijital Dönüşüm Uygulamaları Üzerine Bir İnceleme. *Journal of Aviation Research*, 5 (1), 65-82.
- MIT, C. f. and Capgemini, C. T. (2011). *Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations*. Capgemini Consulting.
- Mittal, S., Romero, D. and Wuest, T. (2018). Towards a Smart Manufacturing Maturity Model for SMEs (SM3E). *APMS - Production Management for Data-driven, Intelligent, Collaborative, and Sustainable Manufacturing* (s. 155-163). Sepoul: Springer.
- Mızrak, F. (2023). Analyzing Criteria Affecting Decision-Making Processes of Human Resource Management in the Aviation Sector - A Fuzzy Logic Approach. *Journal of Aviation*, 7 (3), 376-387.
- Mosehlane, T. (2020). *The Digital Maturity levels of African airports: A departure point for the Digital Transformation journey*. Johannesburg: Witz University.
- Mueller, M., Baer, T. and Weber, C. (2006). The Digital Maturity Map – Motivation for an EDM- Based Digital Validation Method. *International Design Conference* (s. 1359-1366). Dubrovnik: Design 2006.
- Nerse, S. (2023). Dijital Çağda Kültürel Dönüşüm: Yeni Sosyokültürel Kimlikleriyle Genç Kuşağın Eleştirisi, İlgi ve Beğenileri. *Medya ve Kültür Kültürel Çalışmalar ve Medya Dergisi*, 3 (1), 24-41.
- O’Hea, K. (2011). *Digital Capability – How to Understand, Measure, Improve and Get Value from it*. Innovation Value Institute.
- Önen, C., Çiftçi, Y. ve Kayar, S. (2021). Havalimanı Çalışanlarının Acil Durumlara Yönelik Hazırlığı ve Kriz Yönetimi . *EÜ Fen Bilimleri Dergisi* , B10 (4), 1486-1491.
- Över Özçelik, T., Erkollar, A. ve Cebeci, H. İ. (2018). Bir İmalat İşletmesi İçin Endüstri 4.0 (Dijital) Olgunluk Seviyesi Belirleme Uygulaması. *5th International Management Information Systems Conference* (s. 1-11). Ankara: IMISC 2018 Conference Proceedings.
- Özbek, A. (2021). *Çok Kriterli Karar Verme Yöntemleri ve Excel ile Problem Çözümü*. Ankara: Seçkin Yayıncılık.
- Özdamar, K. (1997). *Paket Programlar le istatistiksel Veri Analizi I*. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Fen Fakültesi Yayınları.
- Özdemir, A. and Tan, F. Z. (2023). *The impact of digital transformation on organizational agility*. Ankara: Nobel Yayın Dağıtım.
- Pacchini, A., Lucato, W., Facchini, F. and Mummolo, G. (2019). The degree of readiness for the implementation of Industry 4.0. *Computers in Industry*, 113, 103125.
- Pakdemirli, B. (2019). Dijital Dönüşüm ve Ekonomik Büyüme. *Adıyaman Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, 12 (32), 665-694.

- Pamučar, D. and Ćirović, G. (2015). The selection of transport and handling resources in logistics centers using Multi-Attributive Border Approximation area Comparison (MABAC). *Expert Systems with Applications*, 42 (6), 3016-3028.
- Pirola, F., Cimini, C. and Pinto, R. (2019). Digital readiness assessment of Italian SMEs: a case-study research. *Journal of Manufacturing Technology Management*, 31 (5), 1045-1083.
- Plško, L. and Remencová, T. (2022). Digital Transformation Of Regional Airports. *Práce a štúdie* (s. 77-86). Žilina: University of Žilina.
- Porter, M. and Heppelmann, J. (2015). How Smart, Connected Products Are Transforming Companies. *Harvard Business Review*, 93 (10), 97–114.
- Rafael, L., Jaione, G., Vargas, C. and Laso, I. (2020). An Industry 4.0 maturity model for machine tool companies. *Technological Forecasting and Social Change*, 159, 120203.
- Rajapaksha, A. and Jayasuriya, N. (2020). Smart Airport: A Review on Future of the Airport Operation. *Global Journal of Management and Business Research* , 20 (3), 24-34.
- Rauch, E., Unterhofer, M., Rojas, R. and Gualtieri, L. (2020). A Maturity Level-Based Assessment Tool to Enhance the Implementation of Industry 4.0 in Small and Medium-Sized Enterprises. *Sustainability*, 12 (9), 1-18.
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49–57.
- Rezaei, J. (2020). A Concentration Ratio for Nonlinear Best Worst Method. *International Journal of Information Technology & Decision Making* , 19 (3), 891-907.
- Rocha, Á. A. (2018). In Trends and Advances in Information Systems and Technologies. J. Reis, M. Amorim, N. Melão and P. Matos içinde, *Digital transformation: A literature review and guidelines for future research*. (s. 411–421). Cham, Switzerland: Springer International Publishing.
- Rosich Bertran, C. and Calvet Liñan, L. (2024). *Flying towards the future: Understanding the Smart Airport concept, focusing on Changi Singapore Airport and a proposal implementation for Barcelona's Airport*. Bitirme Tezi . Barselona, İspanya: Universitat Autònoma de Barcelona.
- Rubio-Andrada, L., Celemín-Pedroche, M., Escat-Cortes, M. and Jimenez-Crisostomo, A. (2023). Passengers satisfaction with the technologies used in smart airports: An empirical study from a gender perspective. *Journal of Air Transport Management*, 107, 102347, 1-11.
- Sağbaş, A. ve Gülseren, A. (2019). Endüstri 4.0 Perspektifinde Sanayide Dijital Dönüşüm ve Dijital Olgunluk Seviyesinin Değerlendirilmesi. *European Journal of Engineering and Applied Sciences*, 2 (2), 1-5.
- Sağlam, M. (2021). İşletmelerde Geleceğin Vizyonu Olarak Dijital Dönüşümün Gerçekleştirilmesi ve Dijital Dönüşüm Ölçeğinin Türkçe Uyarlaması. *İstanbul Ticaret Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20 (40), 395-420.
- Sandor, A. and Guban, A. (2022). A multi-dimensional model to the digital maturity life-cycle for SMEs. *International Journal of Information Systems and Project Management*, 10 (3), 58-81.

- Santos, R. and Martinho, J. (2019). An Industry 4.0 maturity model proposal. *Journal of Manufacturing Technology Management* , 31 (5), 1023-1043.
- Saputra, W., Kurniawati, F., Novitasari, D. and Riyanto, A. (2025). The Role of Digital Transformation, Innovation Management, and Change Readiness in Organizational Sustainability. *Indo-Fintech Intellectuals Journal of Economics and Business*, 5 (2), 4779-4792.
- Sarı, T. (2020). Endüstri 4.0 Teknolojik Olgunluk Düzeyinin Analitik Hiyerarşi Prosesi ile Modellenmesi: Gıda ve İçecek İmalat Sektörü Örneği. *Business & Management Studies: An International Journal*, 8 (3), 3526-3549.
- Schein, E. H. (2010). *Organizational Culture and Leadership*. San Francisco: Jossey-Bass.
- Schuh, G., Anderl, R., Gausemeier, J. and Wahlster, W. (2017). *acatech Industrie 4.0 Maturity Index - Managing the Digital Transformation of Companies (2017)*. ISBN: 2192-6174: Herbert Utz Verlag .
- Schumacher, A., Erol, S. and Sihni, W. (2016). A maturity model for assessing industry 4.0 readiness and maturity of manufacturing enterprises. *Procedia CIRP* , 52 (4), 161-166.
- Schwab, K. (2017). *The Fourth Industrial Revolution*. Crown Publishing Group.
- Schwertner, K. (2017). Digital transformation of business. *Trakia Journal of Sciences* , 15(1), 388-393.
- Scott, J. (2007). An e-Transformation Study Using the Technology–Organization–Environment Framework. *20th Bled EConference - EMergence: Merging and Emerging Technologies, Processes, and Institutions - Conference Proceedings* (s. 50-61). Bled, Slovenia: Bled eConference.
- Semeraro, C., Alyousuf, N., Kadir, N. and Lail, E. (2023). A maturity model for evaluating the impact of Industry 4.0 technologies. *Manufacturing Letters*, 37, 61-65.
- SGIA. (2023). *Enerji Yönetimi Raporu*. İstanbul: Sabiha Gökçen International Airport.
- Sharma, M. (2021). “Future-Ready” Organizations Leveraging Digital to Operate Faster and Smarter Could Help Unlock \$5 Trillion in Economic Growth, Says Accenture Study. Newsroom Accenture.
- SHGM. (2018). *Havaalanları Çevresel Kriterler Talimatı (SHT-ÇEVRESEL)*. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü.
- SHGM. (2022). *2022 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Faaliyet Raporu*. Ankara : Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü.
- Siebel, T. (2019). *Digital Transformation: Survive and Thrive in an Era of Mass Extinction*. ISBN 978-1948122481: Sponené štáty americké: Rosetta Books.
- Singh, A., Meshram, S., Gujar, T. and Wankhede, P. R. (2016). Baggage tracing and handling system using RFID and IoT for airports. *International Conference on Computing, Analytics and Security Trends* (s. 466-470). Pune, India: CAST.
- SITA. (2024). *Air Transport IT Insights report*. Cenevre: SITA.

- Sjödin, D., Parida, V., Leksell, M. and Petrovic, A. (2018). Smart Factory Implementation and Process Innovation: A Preliminary Maturity Model for Leveraging Digitalization in Manufacturing. *Research-Technology Management*, 61 (5), 22-31.
- Süzen, A. ve Taşdelen, K. (2018). Havalimanları için Bagaj Teslimat Sistemi. *SDU International Journal of Technological Sciences* , 10 (2), 14-21 .
- Systems, I. (2024). *Yönetilen Servis Sağlayıcıları İçin Siber Güvenlik Çözümleri*. IST Aero.
- Şahin, A. (2001). Eğitim Araştırmalarında Delphi Tekniği ve Kullanımı. *Hacettepe Üniversitesi Eğitim Fakültesi Dergisi*, 20, 215-220.
- Şener, U., Gökalp, E. ve Eren, P. (2021). Dijital Olgunluk İndeksi: Organizasyonların Dijital Dönüşüm Yolculuğunda Verimliliği Artırmak İçin Bir Kantitatif Yöntem. *Verimlilik Dergisi* , Özel Sayı, 17-29.
- Tamer, H. ve Övgün, B. (2023). Dijitalleşme süreci çerçevesinde kamuda. *ODTÜ Gelişme Dergisi*, 50 (Aralık), 509-538.
- Tao, F., Zhang, H., Liu, A. and Nee, A. Y. (2019). Digital twin in industry: State-of-the-art. *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, 15 (4), 2405–2415.
- Tech, I. (2025). *IATA Launches Global Directory to Accelerate Airport Biometric Adoption*. ID Techwire.
- Teichert, R. (2019). Digital transformation maturity: A systematic review of literature. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis* , 67 (6),1673-1687.
- Tuna, B. ve Yılmaz, H. (2025). Mevcut Operasyonel Süreçlerin Paydaş Katılımı Modeli ile İyileştirilmesi: Antalya Havalimanı Örneği. *Al Farabi Uluslararası Sosyal Bilimler Dergisi*, 10(1), s. 1-34.
- Tutak, M. and Brodny, J. (2022). Business Digital Maturity in Europe and its Implication for Open Innovation. *Journal of Open Innovation: Technology, Market, and Complexity*, 8(1), 27.
- Tutar, H. ve Erdem, A. (2024). Kurumsal Dijital Olgunluk Ölçeği (KUDOM): Geçerlilik ve Güvenirlik Çalışması. *İşletme Araştırmaları Dergisi* , 16 (2), 1145-1165 .
- TÜBİTAK. (2020). *Türkiye’de Dijital Dönüşüm Değerlendirme Aracı (D3A) 2019 - 2020 Sonuç Raporu*. İstanbul: Boğaziçi Üniversitesi Endüstri 4.0 Platformu .
- Türe, H., Koçak, D. ve Doğan, S. (2016). Multimoora Yöntemi ile Ülke Riski Değerlendirmesi. *Gazi Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 18 (3), 824-844 .
- Türkay, U. and Artar, O. (2021). Havacılık Sektöründe Havalimanlarının Dijital Dönüşümü. *Working Paper Series*, 2 (1), 86-97 .
- Uğur, A. ve Ataseven, B. (2022). Dijital Dönüşümün İş Modelleri Üzerindeki Etkisi. *Journal of Research in Business*, 7 (2), 354-375.
- Verhoef, P., Broekhuizen, T., Bart, Y., Bhattacharya, A., Qi Dong, J., Fabian, N. and Haenlein, M. (2021). Digital transformation: A multidisciplinary reflection and research agenda. *Journal of Business Research*, 122, 889–901.

- Verina, N. and Titko, J. (2019). Digital Transformation: Conceptual Framework. *International Scientific Conference* (s. 719-727). Vilnius: Vilnius Gediminas Technik Üniversitesi .
- Verma, P., Kumar, V., Daim, T., Sharma, N. and Mittal, A. (2022). Identifying and prioritizing impediments of industry 4.0 to sustainable digital manufacturing: A mixed method approach. *Journal of Cleaner Production*, 356, 131639.
- Verma, V. and Rastoji, R. (2024). How Do Stakeholders Perceive Transit Service Quality Attributes? – A study through Fuzzy-AHP. *Expert Systems with Applications*, 238 (Part F), 122043.
- Vial, G. (2019). Understanding digital transformation: A review and a research agenda. . *The Journal of Strategic Information Systems*, 28 (2), 118–144.
- Vinogradova, M. V., Ivlev, I. A., Demin, S. L. and Tarasova, I. V. (2018). Decision making based on hybrid multi-criteria approach: A case of sustainable development planning. *Sustainability*, 10 (11), 1–20.
- Wagire, A., Joshi, R., Rathore, A. and Jain, R. (2020). Development of maturity model for assessing the implementation of Industry 4.0: learning from theory and practice. *Production Planning & Control*, 32 (8), 1-20.
- WBG. (2019). *Digital Infrastructure in Transport: A World Bank Report*. World Bank Group.
- Westerman, G., Bonnet, D. and McAfee, A. (2011). *Digital Transformation: A Roadmap for Billion-Dollar Organizations*. Massachusetts: MIT Sloan Management.
- Westerman, G., Bonnet, D. and McAfee, A. (2014). *Leading Digital: Turning Technology into Business Transformation*. Harvard: Harvard Business Review Press.
- Westerman, G., Bonnet, D. and McAfee, A. (2014). The Nine Elements of Digital Transformation. *MIT Sloan Management Review*, 1-20.
- WMG. (2017). *An Industry 4 readiness assessment tool*. Warwick: International Institute for Product and Service Innovation University of Warwick.
- Wu, J. and Wang, X. (2025). Can digital transformation enhance total factor productivity? Evidence from chinese listed manufacturing firms. *Journal of Productivity Analysis*, doi.org/10.1007/s11123-025-00759-1.
- Yankın, F. (2019). Dijital Dönüşüm Sürecinde Çalışma Yaşamı. *Trakya Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi E-Dergi* , 7(2), 1-38.
- Yavaş, V. (2021). Havacılıkta Dijitalleşme ve Verimlilik İlişkisi Üzerine Bir İçerik Analizi. *Verimlilik Dergisi*, Özel Sayı, 225-237.
- Yescombe, E. R. (2013). What are Public- Private Partnerships? E. R. Yescombe içinde, *Public-Private Partnerships: Principles of Policy and Finance*. Elsevier.
- Yeşiltaş, C. ve Artar, O. (2021). Ekonomideki Dijital Dönüşüm ve İstihdam Üzerindeki Etkisi. *Working Paper Series*, 2 (1), 43-52 .
- Yıldız, K. ve Ünlü, A. (2022). *Türkiye'de Dijitalleşmenin İş Gücü Piyasaları Üzerine Etkisi*. ISBN: 978-625-8121-86-5: Efe Akademi.

- Yılmaz Yalçiner, A. and Çaylak, İ. (2020). Türkiye’de Dijital Dönüşüme Başlangıç İçin AHP ve TOPSIS Yöntemleri ile Sektörel Sıralama. *Academic Platform Journal of Engineering and Science*, 8 (2), 258-265.
- Yılmaz, D. ve Özen, E. (2021). Dijital Dönüşümün Makro Ekonomik Faktörler Üzerindeki Etkileri: Türkiye Ekonomisi Örneği. *Ekonomi Maliye İşletme Dergisi*, 4 (2), 183-192.
- Yumuşak, İ. G. ve Özgür, A. (2007). Yeni Ekonominin İktisadi Etkileri ve İktisat Politikası Üzerine Yansımaları. *Bilgi Ekonomisi ve Yönetimi Dergisi*, 2 (2).
- Yurgiden, H. (2023). Türkiye’de Gig Ekonomisinin İşgücü Piyasasına Etkisi: İşin Olsun Örneği. *Research Studies Anatolia Journal*, 6 (4), 452-472.
- Yurtseven, H. R. ve Oktay, E. (2018). Delphi Tekniği ve Eğitimde Kullanımı. *Eğitim ve Öğretim Araştırmaları Dergisi (Journal of Research in Education and Teaching)*, 7 (1), 260–270.
- Yüksel, F. K. (2022). Havaalanlarında Dijital Dönüşüm Risklerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37 (3), 781-791.
- Yüksel, F., Kalan, O. ve Işık, M. (2022). Havaalanlarında Dijital Dönüşüm Risklerinin Değerlendirilmesi. *Çukurova Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi*, 37 (3), 781-791.
- Yürekli, A. (2019). Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Tez Yazım Kılavuzu. *Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü*, 1-12.
- Zaharia, S. and Pietreanu, C. (2018). Challenges in airport digital transformation. *Transportation Research Procedia*, 35, 90–99.
- Zaouia, F. and Souissi, N. (2020). Roadmap for digital transformation: A literature review. *The 7th International Conference on Emerging Inter-networks, Communication and Mobility* (s. 621-628). Leuven: EICM.
- http-1: <https://www.3ds.com/industries/aerospace-defense/how-smart-airports-are-transforming-future-passenger-experiences> (Erişim tarihi 14.04.2025).
- http-2: <https://aci.aero/2024/11/05/aci-world-unveils-best-practices-for-airport-commercial-digital-transformation> (Erişim tarihi 05.05.2025).
- http-3: <https://aci.aero/programs-and-services/global-training/airport-operations-and-technical-training/airport-collaborative-decision-making> (Erişim tarihi 07.06.2025).
- http-4: <https://aci.aero/programs-and-services/asq/asq-awards-and-recognition> (Erişim tarihi 09.06.2025).
- http-5: [https://atsep.org.tr/sayfa-a-smgcs-87.html#:~:text=A%2DSMGCS%20\(Geli%C5%9Fmi%C5%9F%20Yer%20Hareketleri,ve%20k%C4%B1lavuzluk%20sa%C4%9Flayan%20bir%20sistemdir](https://atsep.org.tr/sayfa-a-smgcs-87.html#:~:text=A%2DSMGCS%20(Geli%C5%9Fmi%C5%9F%20Yer%20Hareketleri,ve%20k%C4%B1lavuzluk%20sa%C4%9Flayan%20bir%20sistemdir) (Erişim tarihi 28.06.2025).
- http-6: [https://www.avcit.com/the-role-and-functions-of-an-airport-operations-control-center.html#:~:text=Havaalan%C4%B1%20Operasyon%20Kontrol%20Merkezi%20\(AOCC,denetlemek%20ve%20koordine%20etmekten%20sorumludur](https://www.avcit.com/the-role-and-functions-of-an-airport-operations-control-center.html#:~:text=Havaalan%C4%B1%20Operasyon%20Kontrol%20Merkezi%20(AOCC,denetlemek%20ve%20koordine%20etmekten%20sorumludur) (Erişim tarihi 27.02.2025).

- http-7: <https://www.cisco.com/c/en/us/about/csr/research-resources/digital-readiness.html> (Erişim tarihi 12.05.2025).
- http-8: <https://online.fliphtml5.com/yytvd/gthn/#p=1> (Erişim tarihi 11.06.2025).
- http-9: <https://www.enisa.europa.eu/topics/cybersecurity-of-critical-sectors/transport> (Erişim tarihi 27.04.2025).
- http-10: <https://www.fraport.com/en/business-areas/international-activities/antalya-airport.html?utm> (Erişim tarihi 29.05.2025).
- http-11: <https://www.gartner.com/en/information-technology/glossary/digital-maturity> (Erişim tarihi 16.04.2024).
- http-12: <https://www.iata.org>: International Air Transport Association (Erişim tarihi 20.06.2025).
- http-13: <https://www.iata.org/en/publications/manuals/aviation-cybersecurity-library> (Erişim tarihi 09.05.2025).
- http-14: <https://www.iata.org/en/publications/manuals/security> (Erişim tarihi 11.06.2025).
- http-15: <https://www.icao.int/aviationcybersecurity/Pages/default.aspx> (Erişim tarihi 25.06.2025).
- http-16: <https://www.icao.int>: International Civil Aviation Organisation (Erişim tarihi 08.07.2025).
- http-17: <https://www.icao.int/about-icao/Pages/Transformation.aspx> (Erişim tarihi 08.10.2024).
- http-18: <https://www.ifc.org/tr>: <https://www.ifc.org/tr/pressroom/2025/ifc-t-rkiye-nin-turizm-sekt-r-n-g-lendirmek-in-antalya-havaliman-geni-lemesini-des?utm> (Erişim tarihi 30.04.2025).
- http-19: <https://www.igairport.aero/iga-dunyasi/hakkimizda/biz-kimiz> (Erişim tarihi 23.05.2025).
- http-20: <https://www.istairport.com/baggage-handling-system> (Erişim tarihi 23.05.2025).
- http-21: <https://www.istairport.com/hizmetler/kesfet/havalimani-olanaklari/hizli-pasaport-gecis> (Erişim tarihi 25.05.2025).
- http-22: <https://akademi.igairport.aero/egitim-detay/occ-egitimi.html> (Erişim tarihi 25.05.2025).
- http-23: <https://www.istairport.com/iga-mobile> (Erişim tarihi 25.05.2025).
- http-24: <https://www.istairport.com/ucuslar/havalimani-rehberleri/giden-yolcu-rehberi/hizmetler/ucretsiz-hizmetler/self-check-in-kiosk-noktaları> (Erişim tarihi 27.05.2025).
- http-25: <https://www.istairport.com/hizmetler/kesfet/havalimani-olanaklari/istanbul-airport-mobil-uygulamasi> (Erişim tarihi 27.05.2025).
- http-26: <https://www.istairport.com/hizmetler/kesfet/havalimani-olanaklari/istanbul-airport-yolcu-mobil-uygulamasi> (Erişim tarihi 27.05.2025).

- http-27: <https://www.unifree-shop.com/en/ist/>: <https://www.unifree.com/#anasayfa> (Erişim tarihi 27.05.2025).
- http-28: <https://www.igairport.aero/iga-dunyasi/hakkimizda/biz-kimiz/vizyon> (Erişim tarihi 27.05.2025).
- http-29: www.industrie40-readiness.de (Erişim tarihi 04.09.2024).
- http-30: <https://blog.infraspeak.com/building-management-system-bms> (Erişim tarihi 04.12.2024).
- http-31: <https://www.internationalairportreview.com/it-security> (Erişim tarihi 01.11.2023).
- http-32: <https://www.sabihagokcen.aero> (Erişim tarihi 13.06.2025).
- http-33: <https://www.sabihagokcen.aero/kisisellestirilmis-giris-sayfasi/gidis/havalimanimizdan/check-in-self-bag-drop-tr> (Erişim tarihi 13.06.2025).
- http-34: <https://www.iso.org/obp/ui/en/#iso:std:iso-iec:27001:ed-3:v1:en> (Erişim tarihi 27.01.2025).
- http-35: <https://dijitalogunluk.izka.org.tr/>: İzmir Kalkınma Ajansı (Erişim tarihi 05.01.2024).
- http-36: <https://kpmg.com/au/en/home/services/advisory/management-consulting/technology/digital-maturity-assessment.html>: kpmg.com/governance (Erişim tarihi 22.05.2024).
- http-37: <https://cukurovaairport.aero/kurumsal-bilgiler/surdurulebilirlik/politikalar> (Erişim tarihi 19.05.2025).
- http-38: <https://cukurovaairport.aero/yolcular-ve-ziyaretciler/terminal-servisleri> (Erişim tarihi 19.05.2025).
- http-39: <https://www.square-group.com/tr/reklam-alanlari/media-port-reklamcilik/istanbul-havaalani> (Erişim tarihi 06.05.2025).
- http-40: <https://www.metaotomasyon.com/havalimani-teknolojilerinde-otomasyon> (Erişim tarihi 10.06.2025).
- http-41: https://www.ntv.com.tr/turkiye/antalya-havalimaninda-2024-trafigi-yolcu-sayisi-39-milyonu-asti%2CWNFEN6AnmkijaBwlmxHzuQ?utm_ (Erişim tarihi 09.01.2025).
- http-42: <https://www.oecd.org/en/topics/digital-transformation.html> (Erişim tarihi 17.12.2024).
- http-43: <https://pbtpo.com.tr/havalimanlarina-ozel-bakimi-yonetimi-yazilimi> (Erişim tarihi 19.06.2025).
- http-44: <https://www.phoenixcontact.com/tr-tr/endustriler/uygulamalar/havaalanlarinda-guvenlik-kamera-sistemi> (Erişim tarihi 26.06.2025).
- http-45: <https://www.platinonline.com/seyahat/sabiha-gokcen-havalimaninda-yeni-nesil-eds-cihazlari-kullanilacak-1088442> (Erişim tarihi 23.06.2025).
- http-46: <https://pozitifikir.com/services/antalya-havalimani-dijital-ekran> (Erişim tarihi 18.05.2025).

- http-47: www.pwc.com/gx/en/industries/industry-4.0.html: Global Manufacturing & Industrialisation Summit (GMIS) (Erişim tarihi 06.06.2025).
- http-48: <http://www.rockwellautomation.com> (Erişim tarihi 25.06.2025).
- http-49: <https://www.section.com.tr/havalimani-guvenlik-sistemleri> (Erişim tarihi 20.05.2025).
- http-50: <https://web.shgm.gov.tr/tr/uluslararası-iliskiler/2188-uluslararası-iliskiler> (Erişim tarihi 11.05.2025).
- http-51: <https://www.sita.aero/baggage-report> (Erişim tarihi 24.05.2025).
- http-52: <https://www.sita.aero/insights/air-transport-it-insights> (Erişim tarihi 24.05.2025).
- http-53: <https://www.antalya-airport.aero/surdurulebilirlik-ve-yonetim-sistemleri/yonetim-sistemleri-2/iso-yonetim-sistemleri/cevre-yonetim-sistemi> (Erişim tarihi 28.05.2025).
- http-54: <https://www.antalya-airport.aero> (Erişim tarihi 28.05.2025).
- http-55: <https://www.antalya-airport.aero/yolcu-ve-ziyaretci/hizmetler/faydali-uygulamalar/terminal-yonlendirme> (Erişim tarihi 28.05.2025).
- http-56: <https://www.tavhavalimanlari.com.tr/izmir-antalya-yonetim-sistemleri> (Erişim tarihi 13.05.2025).
- http-57: <https://www.tavhavalimanlari.com.tr/mobil-uygulamalar> (Erişim tarihi 06.06.2025).
- http-58: <https://tavtechnologies.aero/en-EN/products> (Erişim tarihi 03.01.2024).
- http-59: <https://izmirairport.com/tr-TR/ticari-faaliyetler/tav-hakkinda/page/oduller> (Erişim tarihi 19.05.2025).
- http-60: <http://www.ict-21.ch/l4d/pg/file/read/899003/world-economic-forumwhite> (Erişim tarihi 12.04.2025).
- http-61: <https://www.weforum.org/publications/upskilling-for-shared-prosperity/>: World Economic Forum (Erişim tarihi 07.05.2025).
- http-62: https://www.iletisim.gov.tr/turkce/dis_basinda_turkiye/detay/turkiyede-havayolu-tasimaciligi-ekonominin-yeni-buyume-noktasina-donustu (Erişim tarihi 10.01.2025).
- http-63: <https://www.dalamanairport.aero/tr/custom-page/d88249bb-8153-4dbf-b6c1-a41bf6f4e99d> (Erişim tarihi 18.04.2025).
- http-64: <https://www.dhmi.gov.tr/Documents/HavacilikTerimleriSozlugu/DHMi-Havacilik-Terimleri-Sozlugu> (Erişim tarihi 01.12.2024).
- http-65: <https://dhmi.gov.tr/Sayfalar/Haber/cukurova-havalimaninin-yolcu-sayisi-2-milyonu-asti.aspx> (Erişim tarihi 08.01.2025).
- http-66: <https://dhmi.gov.tr/Sayfalar/Haber/-istanbul-havalimani-3-yildir-avrupanin-zirvesinde.aspx> (Erişim tarihi 26.01.2025).
- http-67: <https://aci.aero> (Erişim tarihi 03.06.2025).

- http-68: <https://s3-us-west2.amazonaws.com/itworldcanada/archive/Themes/Hubs/Brainstorm/digitaltransformation> (Erişim tarihi 17.05.2024).
- http-69: <https://www.dhmi.gov.tr/dijital-planlama-sistemleri-raporu> (Erişim tarihi 14.05.2025).
- http-70: <https://www.hexagonstudio.com.tr/proje/havalimani-boarding-gate-yonlendirme-sistemi> (18.06.2025).
- http-71: <https://idtechwire.com/sita-report-airports-and-airlines-accelerate-biometric-adoption> (Erişim tarihi 05.06.2025).
- http-72: <https://www.forbes.com/>: <https://www.forbes.com/sites/jasonbloomberg/2018/04/29/digitization-digitalization-and-digital-transformation-confuse-them-at-your-peril/#2dd1ce842f2c> (Erişim tarihi 29.04.2023).
- http-73: <https://budunoglu.com/>: <https://budunoglu.com/biyometrik-gecis-sistemi-nedir> (Erişim tarihi 23.06.2025).
- http-74: www.aa.com.tr: <https://www.aa.com.tr/tr/ekonomi/havalimanlarinda-enerji-verimlilik-icin-gesler-yayginlastirilacak/3108028> (Erişim tarihi 13.02.2024).
- http-75: <https://ehorus.com/digital-maturity> (Erişim tarihi 25.12.2023).
- http-76: <https://flyista.com>: <https://flyista.com/en/blog/airport-future-smart-technology-details-istanbul-airport> (Erişim tarihi 20.04.2025).
- http-77: <https://www.havayolu101.com/2025/05/13/havalimanlari-havacilik-disi-gelirlere-odaklaniyor> (Erişim tarihi 13.05.2025).
- http-78: <https://www.havayolu101.com/wp-content/uploads/2025/01/Turkiyenin-En-Buyuk-Ilk-20-Havalimani-2024-1.jpg> (Erişim tarihi 06.01.2025).
- http-79: <https://www.gulaysavas.com.tr/dijital-donusum-olgunluk-analizi-nedir-nasil-yapilir> (Erişim tarihi 25.12.2023).

EKLER

EK 1-

HAVALİMANI İŞLETMELERİNDE DİJİTAL OLGUNLUK SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ KONULU ARAŞTIRMADA KULLANILACAK SORU SETLERİ

Bu çalışmaya katılmak tamamen **gönüllülük** esasına dayanmaktadır. Çalışmanın amacına ulaşması için sizden beklenen, bütün soruları eksiksiz, kimsenin baskısı veya telkini altında olmadan, size en uygun gelen cevapları içtenlikle verecek şekilde cevaplamanızdır. Bu formu okuyup onaylamanız, araştırmaya katılmayı kabul ettiğiniz anlamına gelecektir. Ancak, çalışmaya katılmama veya katıldıktan sonra herhangi bir anda çalışmayı bırakma hakkına da sahiptir. Bu çalışmadan elde edilecek bilgiler tamamen araştırma amacı ile kullanılacak olup şirket bilgileri ve kişisel bilgiler **gizli tutulacaktır**; ancak verileriniz akademik yayın amacı ile kullanılabilir.

Havalimanı Adı:

Katılımcının Görev Yaptığı Pozisyon:

Deneyim Süresi:

Eğitim Durumu:

Yaşı:

Cinsiyeti:

Araştırma Sorusu 1: Havacılık işletmelerinde dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan en önemli kriterler hangileridir?

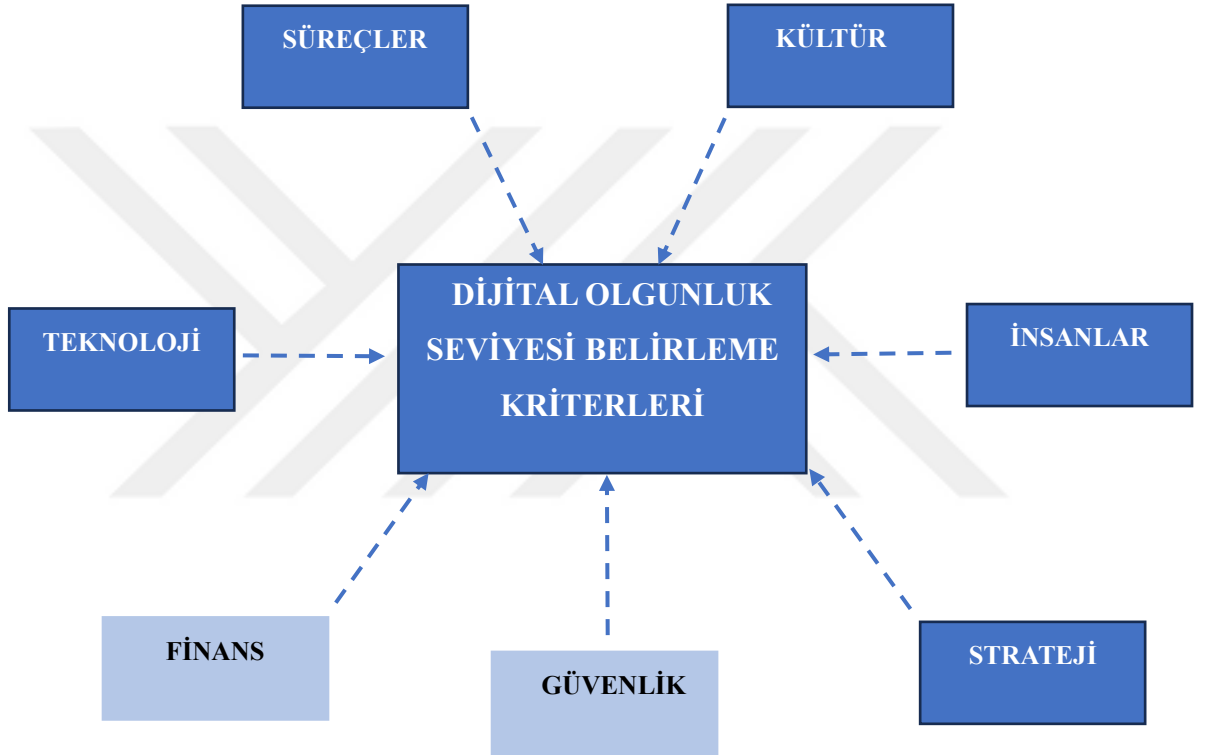
Araştırma Sorusu 2: Dijital olgunluk seviyesi ölçülürken kriterlerin önem sıralaması nasıl yapılmalıdır? (Ana kriterlerin en önemlisi ve en az önemlisi hangisidir?)

Araştırma Sorusu 3: Dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan ana kriterlerin altındaki alt kriterlerin en önemlisi ve en az önemlisi hangisidir?

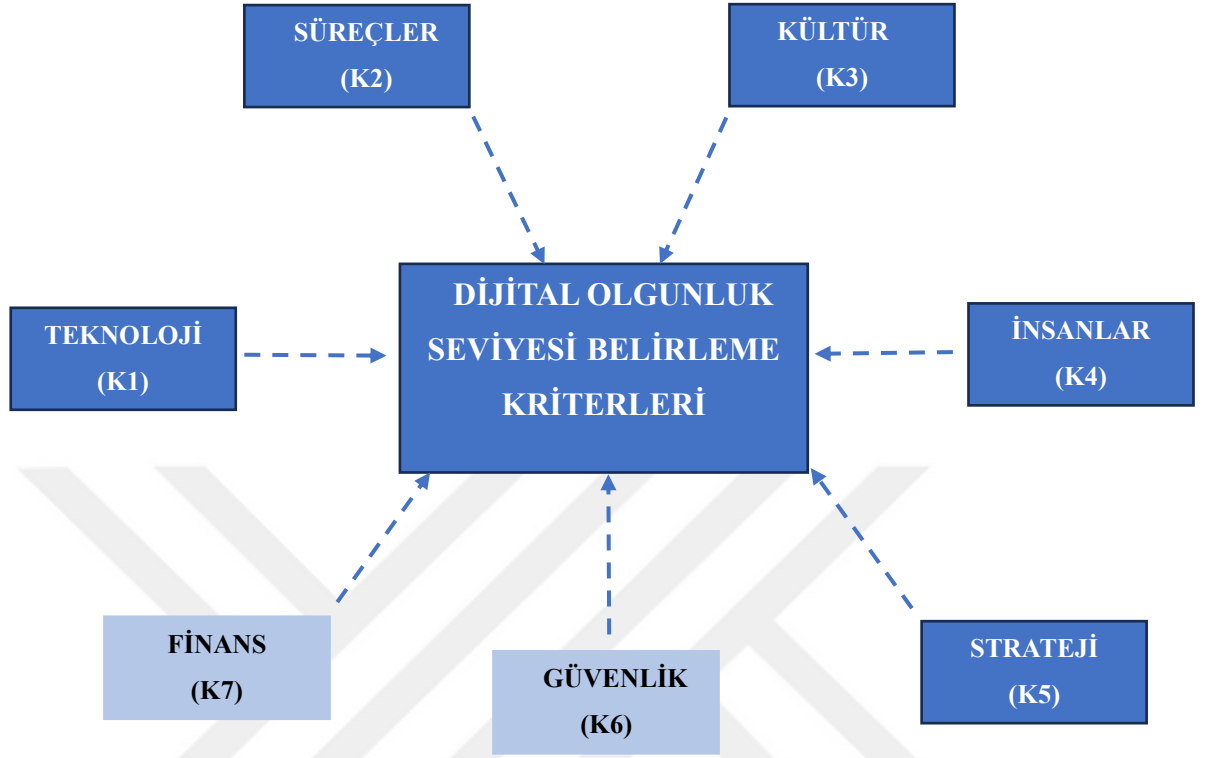
Araştırma Sorusu 4: Havacılık İşletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin sıralaması nasıldır?

Araştırma Sorusu 1: Havacılık işletmelerinde dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan en önemli kriterler hangileridir?

**HAVALİMANI İŞLETMELERİNDE DİJİTAL OLGUNLUK
SEVİYELERİNİN BELİRLENMESİ KONUSUNDA ARAŞTIRMADA
KULLANILACAK KRİTERLER**



Araştırma Sorusu 2: Dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan ana kriterlerin en önemlisi ve en az önemlisi hangisidir?



Dijital Olgunluk Seviyesi Belirleme ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	

Araştırma Sorusu 3: Dijital olgunluk seviyesi ölçümünde kullanılan ana kriterlerin altındaki alt kriterlerin en önemlisi ve en az önemlisi hangisidir?

STRATEJİ BOYUTU;

K1-İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir

K2- İşletmemizde düzenli olarak stratejik planlama çalışmaları yapmaktayız

K3-Son yıllarda yürüttüğümüz stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına değinmekteyiz

K4- Dijital dönüşüm ile ilgili amaç ve hedeflerimizi oluşturduk

K5- Dijital stratejimiz performans göstergeleri ile üst yönetim tarafından izlenmektedir

K6- Dijital dönüşüm stratejimiz performans hedeflerimize göre şekillendirilmektedir

Strateji Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	

İNSANLAR BOYUTU,

K1-Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personele sahibiz

K2-Her çalışan, performanslarının kurumsal dijital hedeflerle nasıl bağlantılı olduğunu anlar

K3-İşletmemizin farklı departmanlarında dijital dönüşümle ilgili çalışmalar yapan çalışanlarımız vardır

K4-Çalışanlarımız dijital stratejimizin farkında ve dijital stratejimiz doğrultusunda işlerini yapmaktadır

K5-İşe alım aşamasında adayların dijital yetkinliklerini de göz önünde bulunduruyoruz

K6-Çalışanlarımıza dijital stratejimizle uyumlu olarak kendilerini geliştirebilecekleri dijital eğitim ve geliştirme faaliyetleri yapıyoruz

İnsanlar Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	

KÜLTÜR BOYUTU,

- 1-İşletmemizde iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verilmektedir
- 2-Dijital faaliyetlerimizde müşteriler ile kurulan ilişkileri ölçüt olarak kullanmaktayız
- 3-İşletmemiz iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli geliştirmektedir
- 4-İşletmemizin kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır
- 5-İşletmemiz dijital teknolojiler ve dijital dönüşüm konusunda rehberlik veya danışmanlık hizmeti almaktadır
- 6-İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılmaktadır
- 7-İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili ulusal ve uluslararası gelişmeleri takip etmektedir
- 8-Organizasyon modelimiz departmanlar arası işbirliğini teşvik edecek şekildedir
- 9-Organizasyon yapımızı dijital dönüşümün yeniliklerine göre revize etmekteyiz

Kültür Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	
K8	
K9	

SÜREÇLER BOYUTU,

- 1-İşletmemiz süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır
- 2-İşletmemizin iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleri ile uyumlu hale getirilmiştir
- 3-İşletmemiz dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır
- 4-İşletmemizin yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir
- 5-İşletmemizde örgütsel süreçler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir
- 6-İşletmemizin iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir
- 7-İşletmemiz dijital teknolojilerin örgütsel etkilerini düşünmekte ve operasyonel bir perspektiften bunları nasıl uygulayabileceğini bilmektedir

Süreçler Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	

TEKNOLOJİ BOYUTU,

- 1-Dijital veri toplama teknolojilerini kullanılmaktadır
- 2-Dijital iş uygulamalarımız içerisinde sosyal ağlar, mobil iletişim ve bulut teknolojileri yer almaktadır
- 3-İşletmemizin bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir
- 4-İşletmemizin teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir
- 5-İşletmemizde gömülü sistemler kullanılmaktadır
- 6-İşletmemizde sayısal modelleme teknolojileri kullanılmaktadır
- 7-İşletmemizde Internet Of Things (Nesnelerin İnterneti) teknolojileri kullanılmaktadır
- 8-İşletmemizde yapay zeka teknolojileri kullanılmaktadır
- 9-İşletmemizde büyük veri (veri madenciliği) teknolojileri kullanılmaktadır

Teknoloji Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

[illegible]

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	
K8	
K9	

GÜVENLİK BOYUTU.

- 1-İşletmemizde, Bilgi Güvenliği ve KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) süreçlerinde dijital platformlar kullanılmaktadır
- 2-İşletmemizde, verilerin güvenliğini sağlayacak dijital güvenlik platformları kullanılmaktadır
- 3-İşletmemiz güçlü veri koruma yöntemlerini kullanabilmektedir
- 4-Dijital riskleri yönetebilecek bilgi birikimine sahibiz
- 5-İşletmemizin karşı karşıya kaldığı dijital riskleri yönetebilmek için veri güvenliği stratejisine sahibiz
- 6-Verilerimizin güvenliği için siber sigortaya sahibiz
- 7-Saldırılara maruz kalma riskini minimuma indirmek için doğru bir veri yönetim stratejisine sahibiz
- 8-Veri güvenliği konusunda gerek kamu gerekse de özel sektördeki ilgili kuruluşlarla işbirliği yapıyoruz
- 9-Test edilmiş bir veri güvenliği kriz müdahale planımız vardır

Güvenlik Boyutu ile İlgili	
En iyi kriter (best criteria)	
En kötü kriter (worst criteria)	

Best to others	K1	K2	K3	K4	K5	K6	K7	K8	K9

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	
K6	
K7	
K8	
K9	

FİNANS BOYUTU SORU SETİ:

- 1-İşletmemizin teknoloji bütçesi, değişen önceliklere izin verecek şekilde tasarlanmıştır
- 2-Çalışanlarımızın dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktayız
- 3- Dijital Dönüşüm yatırımları için ayrı bir bütçe tahsis etmekteyiz
- 4- Dijital Dönüşüm yatırımlarına öncelik verdiğimiz bölümlere/departmanlara sahibiz
- 5-İşletmemizin tüm seviyelerinde hedeflenen dijital eğitim ve öğretime yatırım yapıyoruz

Finans Boyutu ile İlgili					
En iyi kriter (best criteria)					
En kötü kriter (worst criteria)					
Best to others	K1	K2	K3	K4	K5

Others to the worst	
K1	
K2	
K3	
K4	
K5	

Araştırma Sorusu 4: Havacılık İşletmelerin dijital olgunluk seviyelerinin sıralaması nasıldır?

DİJİTAL DÖNÜŞÜM OLGUNLUK MODELİ (DDOM)						
Aşağıda yer alan sorulara her bir boyut için likert ölçek tipinde (1 ile 5 arasında) puan verilecektir.						
Soru No.	Strateji Boyutu Soruları	Kesinlikle Katılmıyorum (1)	Katılmıyorum (2)	Kararsızım (3)	Katılıyorum (4)	Kesinlikle Katılıyorum (5)
1	İşletmemiz dijital strateji bilincine sahiptir					
2	İşletmemizde düzenli olarak stratejik planlama çalışmaları yapmaktayız					
3	Son yıllarda yürüttüğümüz stratejik planlama çalışmalarında dijitalleşme kavramına değinmekteyiz					
4	Dijital dönüşüm ile ilgili amaç ve hedeflerimizi oluşturduk					
5	Dijital stratejimiz performans göstergeleri ile üst yönetim tarafından izlenmektedir					
6	Dijital dönüşüm stratejimiz performans hedeflerimize göre şekillendirilmektedir					

Soru No.	İnsanlar Boyutu Soruları					
1	Kritik dijital işlevlerimizi destekleyen personele sahibiz					
2	Her çalışan, performanslarının kurumsal dijital hedeflerle nasıl bağlantılı olduğunu anlar					
3	İşletmemizin farklı departmanlarında dijital dönüşümle ilgili çalışmalar yapan çalışanlarımız vardır					
4	Çalışanlarımız dijital stratejimizin farkında ve dijital stratejimiz doğrultusunda işlerini yapmaktadır					
5	İşe alım aşamasında adayların dijital yetkinliklerini de göz önünde bulunduruyoruz					
6	Çalışanlarımıza dijital stratejimizle uyumlu olarak kendilerini geliştirebilecekleri dijital eğitim ve geliştirme faaliyetleri yapıyoruz					
Soru No.	Kültür Boyutu Soruları					
1	İşletmemizde iş süreçlerinin dijital dönüşümüne tam destek verilmektedir					
2	Dijital faaliyetlerimizde müşteriler ile kurulan ilişkileri ölçüt olarak kullanmaktayız					
3	İşletmemiz iş yapma biçimini geliştirmek için dış paydaşlarla olan etkileşimini sürekli geliştirmektedir					
4	İşletmemizin kurumsal kimliği dijital iletişimde yer almaktadır					
5	İşletmemiz dijital teknolojiler ve dijital dönüşüm konusunda rehberlik veya danışmanlık hizmeti almaktadır					
6	İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili olarak düzenlenen seminer ve konferanslara katılmaktadır					
7	İşletmemiz dijital dönüşümle ilgili ulusal ve uluslararası gelişmeleri takip etmektedir					
8	Organizasyon modelimiz departmanlar arası iş birliğini teşvik edecek şekildedir					
9	Organizasyon yapımızı dijital dönüşümün yeniliklerine göre revize etmekteyiz					
Soru No.	Süreçler Boyutu Soruları					
1	İşletmemiz süreçlerinde dijital içerik ve araçları kullanmaktadır					
2	İşletmemizin iş süreçleri dijital dönüşüm hedefleri ile uyumlu hale getirilmiştir					
3	İşletmemiz dijital teknolojileri mevcut ve yeni oluşturulacak iş süreçlerini dönüştürmek için kullanır					
4	İşletmemizin yetkinlikleri dijital süreçlerle tanımlanabilir					
5	İşletmemizde örgütsel süreçler ve aralarındaki ilişkiler belirlenmiştir					
6	İşletmemizin iş süreç ve hizmetleri dijital araçlarla optimizasyona tabidir					
7	İşletmemiz dijital teknolojilerin örgütsel etkilerini düşünmekte ve operasyonel bir perspektiften bunları nasıl uygulayabileceğini bilmektedir					
Soru No.	Teknoloji Boyutu Soruları					
1	Dijital veri toplama teknolojilerini kullanmaktayız					
2	Dijital iş uygulamalarımız içerisinde sosyal ağlar, mobil iletişim ve bulut teknolojileri yer almaktadır					

3	İşletmemizin bilgi ve iletişim olanakları dijital hizmetlerin sunumu için sürekli geliştirilmektedir					
4	İşletmemizin teknoloji tasarımlarına dijital dönüşüm hedefleri yön vermektedir					
5	İşletmemizde gömülü sistemler kullanılmaktadır					
6	İşletmemizde sayısal modelleme teknolojileri kullanılmaktadır					
7	İşletmemizde Internet of Things (Nesnelerin İnterneti) teknolojileri kullanılmaktadır					
8	İşletmemizde yapay zekâ teknolojileri kullanılmaktadır					
9	İşletmemizde büyük veri (veri madenciliği) teknolojileri kullanılmaktadır					
Soru No.	Güvenlik Boyutu Soruları					
1	İşletmemizde, Bilgi Güvenliği ve KVKK (Kişisel Verilerin Korunması Kanunu) süreçlerinde dijital platformlar kullanılmaktadır					
2	İşletmemizde, verilerin güvenliğini sağlayacak dijital güvenlik platformları kullanılmaktadır					
3	İşletmemiz güçlü veri koruma yöntemlerini kullanabilmektedir					
4	Dijital riskleri yönetebilecek bilgi birikimine sahibiz					
5	İşletmemizin karşı karşıya kaldığı dijital riskleri yönetebilmek için veri güvenliği stratejisine sahibiz					
6	Verilerimizin güvenliği için siber sigortaya sahibiz					
7	Saldırılara maruz kalma riskini minimuma indirmek için doğru bir veri yönetim stratejisine sahibiz					
8	Veri güvenliği konusunda gerek kamu gerekse de özel sektördeki ilgili kuruluşlarla iş birliği yapıyoruz					
9	Test edilmiş bir veri güvenliği kriz müdahale planımız vardır					
Soru No.	Finans Boyutu Soruları					
1	İşletmemizin teknoloji bütçesi, değişen önceliklere izin verecek şekilde tasarlanmıştır					
2	Çalışanlarımızın dijital yeteneklerini arttırmak için sürekli yatırımlar yapmaktayız					
3	Dijital Dönüşüm yatırımları için ayrı bir bütçe tahsis etmekteyiz					
4	Dijital Dönüşüm yatırımlarına öncelik verdiğimiz bölümlere/departmanlara sahibiz					
5	İşletmemizin tüm seviyelerinde hedeflenen dijital eğitim ve öğretime yatırım yapıyoruz					

EK2-

Eskişehir Teknik Üni. Evrak Tarih ve Sayısı: 27.02.2025 - 70082



T.C.
ESKİŞEHİR TEKNİK ÜNİVERSİTESİ REKTÖRLÜĞÜ
Hukuk Müşavirliği

Sayı :E-87914409-050.04-70082
Konu :Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurul
Kararı (Prof. Dr. Vildan DURMAZ Hk.)

27.02.2025

Sayın Prof. Dr. Vildan DURMAZ

Prof. Dr. Vildan DURMAZ'ın danışmanlığını yaptığı ve yazarlığını Ümmühan Beste YILDIRIM'ın yaptığı "Havacılık İşletmelerinde Dijital Olgunluk Seviyelerinin Kurumsal Yönetim Açısından Değerlendirilmesi: Uygulama" başlıklı Doktora Tez çalışmasının etik kurul başvurusu Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel Araştırma ve Yayın Etiği kurulu tarafından incelenmiş olup etik açıdan uygun bulunmuştur.

Bilgilerinizi ve uygulama dosyasının hazırlanmasında, ilgili kurumun bulunması halinde Etik Kurulu yönergesinin dikkate alınması hususunda gereğini rica ederim.

Prof. Dr. Yunus ÖZDEMİR
Sosyal ve Beşeri Bilimler Bilimsel
Araştırma ve Yayın Etiği Kurulu Başkanı

Bu belge, güvenli elektronik imza ile imzalanmıştır.

Belge Doğrulama Kodu :BSLLV010NT

Belge Takip Adresi : <https://www.turkiye.gov.tr/eskisehir-teknik-universitesi-oby>

Adres: İki Eylül Kampüsü Topkapı/Eskişehir
Telefon: +90 222 213 77 77 Faks: +90 222 335 36 16
e-Posta: gensek@eskisehir.edu.tr Web: gensek.eskisehir.edu.tr
Kep Adresi: eskisehirsistemuniversitesi@hs01.ksp.tr

Bilgi için: Fatma DEMİR
Unvanı: Büro Personeli



Bu belge, Güvenli Elektronik İmza ile imzalanmıştır.

ÖZGEÇMİŞ

ORCID NO: 0000-0002-5334-2333

Ad Soyad : Ümmühan Beste YILDIRIM

Yabancı Dil : İngilizce

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 2018-2021, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İşletme Tezli Yüksek Lisans Eğitimi.
- 2009-2014, Eskişehir Anadolu Üniversitesi, Sivil Havacılık Yüksekokulu, Sivil Hava Ulaştırma İşletmeciliği Lisans Eğitimi.
- 31.03.2017- halen, Öğretim Görevlisi, Burdur Mehmet Akif Ersoy Üniversitesi, Bucak Hikmet Tolunay Meslek Yüksekokulu, Ulaştırma Hizmetleri Bölümü.

Yayınları ve/veya Bilimsel/Sanatsal Faaliyetleri:

- 2019, Makale, Yıldırım, Ü.B., Taş, M.A. ve Çiçek, H. Yetkinlik Algısı ve Çalışan Performansı İlişkisinde Özsaygının Aracılık Etkisi. *Bartın Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, Cilt 10, Sayı (20).
- 2019, Bildiri, Yıldırım, Ü.B., Filiz, T. ve Çiçek, H. Devlet Üniversiteleri Yerleştirmelerinde İşletme Bölüm Kontenjanlarının ve Yerleştirmelerinin İncelenmesi. 18. Uluslararası İşletmecilik Kongresi, Osmaniye Korkut Ata Üniversitesi, 1609-1631.
- 2021, Makale, Yıldırım, Ü.B., Taş, M.A. ve Çiçek, H. İşin Anlamlılığının İşten Ayrılma Niyetiyle İlişkisinde İş Stresinin Aracılık Rolü: Havaalanı Yer Hizmeti Çalışanları Üzerinde Bir Araştırma. *Yüzüncü Yıl Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Dergisi*, Sayı (51).
- 2023, Makale, Çopur, T., Yıldırım, Ü. B. ve Durmaz, V. Şehir Havalimanı Modeli ile Değişen Gelir Yapılarının İçerik Analizi Yöntemiyle İncelenmesi. *Kent Akademisi Dergisi*, 16(1):612-631.
- 2024, Bildiri, Yıldırım, Ü.B. ve Ateş, S.S. Yer Hizmetlerinde Kaynak Yönetimi Kullanımının Uçak Çevrim Süresi Verimliliğine Etkisi, 9. CEO International Congress, Astana, Kazakistan.
- 2025, Bildiri, Yıldırım, Ü.B. and Çopur, T. Content Analysis of Airport Revenue Structures in Terms of Green Marketing Activities, Safe and Green Tomorrow Congress 2025, Girne Üniversitesi.
- 2025, Makale, Yıldırım, Ü.B ve Ateş, S.S. Yer Hizmetlerinde Kaynak Yönetimi: Uçak Çevrim Süresi Verimliliğinin Dijital Simülasyonu. *Uluslararası Yönetim Akademisi Dergisi*, 8 (2), 421 – 429.