

**T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ
HAVACILIK YÖNETİMİ ANA BİLİM DALI**

**TÜRKİYE’DE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI (İHA) İLE
HAVA KARGO TAŞIMACILIĞINA ETKİ EDEN
FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

**Hazırlayan
Gülhan DOĞANAY**

**Danışman
Doç. Dr. Gökhan TANRIVERDİ**

HAZİRAN 2025, ERZİNCAN

BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK

“Türkiye’de İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Hava Kargo Taşımacılığına Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi” isimli “**Yüksek Lisans**” tezim tarafımda incelenmiştir. Buna göre tezimde bilimsel etik ihlali ve intihal olarak nitelendirilebilecek herhangi bir durum olmadığını taahhüt ederim. Bu çalışmadaki tüm bilgilerin, akademik ve etik kurallara uygun bir biçimde elde edildiğini; aynı zamanda bu kural ve davranışların gerektirdiği gibi, bu çalışmanın özünde olmayan tüm materyal ve sonuçları tam olarak aktardığımı ve referans gösterdiğimi beyan ederim.

Gülhan DOĞANAY

T.C.
ERZİNCAN BİNALİ YILDIRIM ÜNİVERSİTESİ

Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürlüğü

Ana Bilim Dalı : Havacılık Yönetimi Ana Bilim Dalı
Program Adı : Tezli Yüksek Lisans
Tez Başlığı : Türkiye’de İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Hava Kargo
Taşımacılığına Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi

Yukarıda bilgileri verilen tez çalışmasının a) Giriş b) Ana bölümler ve c) Sonuç kısımlarından oluşan (Kapak, Ön söz, Özet, İçindekiler ve Kaynakça hariç) toplam 109 sayfalık kısmına ilişkin 27/06/2025 tarihinde *Turnitin* intihal programından aşağıda belirtilen filtreleme uygulanarak alınmış olan özgünlük raporuna göre tezin benzerlik oranı %3’tür.

Filtrelemeye tırnak içerisindeki alıntılar dâhil edilmiştir. Filtrelemede yedi (7) kelimeden daha az örtüşme içeren metin kısımları hariç tutulmuştur.

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Tez İntihal Raporu Uygulama Esaslarını inceledim ve bu uygulama esaslarında belirtilen azami benzerlik oranlarına göre tez çalışmasının herhangi bir intihal içermediğini, aksinin tespit edilmesi durumunda doğabilecek her türlü hukuki sorumluluğu kabul ettiğimi ve yukarıda vermiş olduğum bilgilerin doğru olduğunu beyan ederim.

Gereğini bilgilerinize arz ederim. 27/06/2025

Danışman: Doç.Dr. Gökhan TANRIVERDİ

Öğrenci: Gülhan DOĞANAY

KILAVUZA UYGUNLUK

“Türkiye’de İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Hava Kargo Taşımacılığına Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi” başlıklı Yüksek Lisans Tezi Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzuna uygun olarak hazırlanmıştır.

Hazırlayan

Gülhan DOĞANAY

Danışman

Doç.Dr. Gökhan TANRIVERDİ

KABUL VE ONAY TUTANAĞI

Doç. Dr. Gökhan TANRIVERDİ danışmanlığında **Gülhan DOĞANAY** tarafından hazırlanan “**Türkiye’de İnsansız Hava Araçları (İHA) ile Hava Kargo Taşımacılığına Etki Eden Faktörlerin Değerlendirilmesi**” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü Havacılık Yönetimi Ana Bilim Dalı’nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak oy birliği ile kabul edilmiştir.

27/06/2025

JÜRİ:

Danışman : **Doç. Dr. Gökhan TANRIVERDİ** (İmza)

Üye : **Dr. Öğr. Üyesi Ümit DOĞAN** (İmza)

Üye : **Dr. Öğr. Üyesi Hüseyin KORKMAZ** (İmza)

ONAY:

Bu tezin kabulü Enstitü Yönetim Kurulu'nun /.... /2025 tarih vesayılı kararı ile onaylanmıştır.

..... /..... /2025

Prof. Dr. Necdet TOZLU

Enstitü Müdürü

ÖN SÖZ

Bu çalışmanın konusunun belirlemesinden hazırlanmasına kadar olan tüm süreçlerde bilgi ve deneyimleriyle katkı sağlayan, değerli zamanını esirgmeden her fırsatta bana yol gösteren ve kişisel gelişimime rehberlik eden değerli danışmanım Doç.Dr. Gökhan TANRIVERDİ'ye en içten teşekkürlerimi sunuyorum

Araştırmamın anket ve veri toplama süreçlerinde destek olan katılımcılara, sektörde çalışan ve bilgi birikimleriyle bana destek olan sevgili arkadaşlarıma teşekkür ediyorum.

Yoğun çalışmalarım sırasında ihmal ettiğim ama bunu anlayışla karşılayan küçük yüreğiyle bana destek olan kızım Nisan Su'ya, araştırma sürecimde gösterdiği sabır ve desteğinden ötürü sevgili eşime, beni her zaman daha iyisini yapmam için motive eden ve bu yolda bana her zaman inanan sevgili aileme sonsuz teşekkürlerimi sunuyorum.

Gülhan DOĞANAY, Erzincan, 2025

TÜRKİYE’DE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI (İHA) İLE HAVA KARGO TAŞIMACILIĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Gülhan DOĞANAY

Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi

Sosyal Bilimler Enstitüsü

Yüksek Lisans Tezi, Haziran, 2025

Danışman: Doç. Dr. Gökhan TANRIVERDİ

ÖZET

Son yıllarda e-ticaret hacminin artması, tüketici beklentilerindeki değişimler ve hızlı teslimat beklentileri gibi nedenler insansız hava araçlarını (İHA) hava kargo taşımacılığı sektöründe son adım teslimatta alternatif bir taşıma modu olarak ön plana çıkarmaktadır. Ancak bu teknolojinin etkin ve verimli şekilde kullanılabilmesi çeşitli yapısal, teknik ve yönetsel faktörlerin analiz edilmesini gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörleri belirlemek ve bu faktörlerin göreceli önem düzeylerini saptamaktır. Araştırmada hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları ve İHA konusunda uzman şirket çalışanları ile akademisyenlerin görüşlerini almak için Google form aracılığı ile çok kriterli karar verme (ÇKKV) anketi uygulanmıştır. Anket sonucunda elde edilen veriler, çok kriterli subjektif ağırlıklandırma yöntemlerinden Best Worst Method (BWM) ile analiz edilmiştir. Analiz sonuçlarına göre Türkiye’de teknolojik faktörler, altyapı ve fiziksel gereksinimler, mevzuat ve regülasyonlar en önemli ana kriterler olarak belirlenmiştir. Analiz sonuçları, Türk hava kargo taşımacılığı sektöründe İHA teknolojisinin yerleşmesi ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi için karar vericiler tarafından altyapı ve teknolojik gereksinimlerin karşılanmasına yönelik politika ve stratejiler belirlenmesi ve uygulanması gerektiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: İnsansız Hava Araçları (İHA), Hava Kargo, Son Adım Teslimat, Best Worst Method (BWM), Çok Kriterli Karar Verme (ÇKKV)

EVALUATION OF FACTORS AFFECTING AIR CARGO TRANSPORTATION WITH UNMANNED AERIAL VEHICLES (UAV) IN TÜRKİYE

Gülhan DOĞANAY

Erzincan Binali Yıldırım University

Graduate School of Social Sciences

Master's Thesis, June, 2025

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Gökhan TANRIVERDİ

ABSTRACT

In recent years, the increasing volume of e-commerce, shifts in consumer expectations, and growing demand for fast delivery have brought Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) to the forefront as an alternative mode of last-mile delivery in the air cargo transportation sector. However, the effective and efficient utilization of this technology requires a comprehensive analysis of various structural, technical, and managerial factors. The aim of this study is to identify the factors influencing UAV-based air cargo transportation in Türkiye and to determine the relative importance of these factors. To collect data, a multi-criteria decision-making (MCDM) survey was administered via Google Forms to sector experts working in the air cargo industry, employees of companies specialized in UAV technologies, and academics. The data obtained from the survey were analyzed using the Best Worst Method (BWM), one of the subjective weighting techniques within MCDM approaches. According to the analysis results, technological factors, infrastructure and physical requirements, and legislation and regulations were identified as the most critical main criteria in the context of UAV-based air cargo transportation in Türkiye. These findings indicate that for UAV technology to be successfully integrated and effectively utilized in the Turkish air cargo sector, policymakers need to develop and implement strategies and policies aimed at meeting technological and infrastructural requirements.

Keywords: Unmanned Aerial Vehicles (UAV), Air Cargo, Last Mile Delivery, Best Worst Method (BWM), Multi-Criteria Decision Making (MCDM)

İÇİNDEKİLER

TÜRKİYE’DE İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI (İHA) İLE HAVA KARGO TAŞIMACILIĞINA ETKİ EDEN FAKTÖRLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ	
BİLİMSEL ETİĞE UYGUNLUK	i
TEZ ÖZGÜNLÜK SAYFASI	ii
KILAVUZA UYGUNLUK.....	iii
KABUL VE ONAY TUTANAĞI.....	iv
ÖN SÖZ.....	v
ÖZET.....	vi
ABSTRACT	vii
İÇİNDEKİLER	viii
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xi
TABLolar LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiv
GİRİŞ	1

BİRİNCİ BÖLÜM

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

1.1. İnsansız Hava Araçlarının Tanımı	5
1.2. İHA’ların Tarihsel Gelişimi	6
1.3. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması	9
1.4. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları	15
1.5. İHA Kullanımı Etkileyen Faktörler	16
1.5.1. Altyapı	16
1.5.2. Çevresel Faktörler	17
1.5.3. Yasal Faktörler.....	17

1.5.4. Teknoloji.....	18
1.5.5. Gizlilik ve Güvenlik.....	18
1.5.6. Toplumsal Algı	18
1.5.7. Ekonomik Etki.....	19
1.6. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları	19

İKİNCİ BÖLÜM

HAVA KARGO TAŞIMACILIĞINDA İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIMI

2.1. Hava Kargo Taşımacılığı Kavramı	22
2.2. Hava Kargo Taşımacılığının Özellikleri	23
2.3. Hava Kargo Taşımacılığı Temel Bileşenleri	24
2.3.1. Gönderici.....	24
2.3.2. Freight Forwarder.....	24
2.3.3. Havayolu İşletmeleri	25
2.3.4. Yer Hizmetleri	25
2.3.5. Havaalanları	26
2.3.6. Alıcı	26
2.3.7. Piyasa Talepçileri	27
2.4. Hava Kargonun Sınıflandırılması	27
2.5. Hava Kargo Pazarının Gelişimini Etkileyen Faktörler	29
2.6. Hava Kargo Taşımacılığının Dünya'daki Gelişimi ve Mevcut Durumu	32
2.7. Hava Kargo Taşımacılığının Türkiye'deki Gelişimi ve Mevcut Durumu	35
2.8. Türkiye'de Hava Kargo Taşımacılığı Yapan İşletmeler	37
2.9. Hava Kargo Taşımacılığında Son Adım Teslimat.....	38
2.10. İHA'ların Son Adım Teslimatta Kullanımı.....	40
2.11. Dünya'da İHA ile Son Adım Teslimat Uygulamaları	44

2.12. Türkiye’de İHA İle Son Adım Teslimat Uygulamaları.....	49
2.13. Kargo İHA’ları ve Çeşitleri	50
2.13.1. Kargo İHA’larının Tanımı	50
2.13.2. Kargo İHA’larının Çeşitleri	50
2.14. İHA İle Kargo Teslimatlarının Avantajları ve Dezavantajları	50
2.15. Konuyla İlgili Önceki Çalışmalara İlişkin Literatür	52

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

3.1. Çok Kriterli Karar Verme	69
3.2 Best-Worst Metot (BWM)	70
3.3. Veri Toplama Aşaması	72
3.4. BWM Yönteminin Uygulanması	80

DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Bulgular.....	90
TARTIŞMA.....	102
SONUÇ VE ÖNERİLER.....	107
KAYNAKÇA.....	111
EKLER.....	122
ÖZGEÇMİŞ.....	123

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

ACI	: Airports Council International: Uluslararası Havalimanları Konseyi
ACMI	: Aircraft, Crew, Maintenance and Insurance: Uçak, Mürettebat, Bakım ve Sigorta
DGR	: Dangerous Goods Regulation: Tehlikeli Maddeler Yönetmeliği
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
EASA	: European Aviation Safety Agency: Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı
FAA	: Federal Aviation Administration: Federal Havacılık İdaresi
GSMH	: Gayrisafi Millî Hasıla
IATA	: International Air Transport Association: Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
ICAO	: International Civil Aviation Organization: Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü
İHA	: İnsansız Hava Araçları
İHAS	: İnsansız Hava Aracı Sistemleri
LAR	: Live Animals Regulation: Canlı Hayvanlar Yönetmeliği
NAFTA	: North American Free Trade Agreement: Kuzey Amerika Ülkeleri Serbest Ticaret Anlaşması
NOTOC	: Special Load Notification To Captain: Kaptana Özel Yük Bildirimi
SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SHT	: Sivil Havacılık Talimatı
SSM	: Savunma Sanayi Müsteşarlığı
TACT	: The Air Cargo Tariff and Rules: Hava Kargo Tarifeleri ve Kuralları
THY	: Türk Hava Yolları
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel ve Teknolojik Araştırma Kurumu
VIC	: Very Important Cargo: Çok Önemli Kargo

VTOL : Dikey Kalkış ve İniş
WTO : World Trade Organization: Dünya Ticaret Örgütü



TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 1.1: Avrupa İHA Sınıflandırması	10
Tablo 1.2: ABD İHA Sınıflandırması	10
Tablo 1.3: Farklı İHA Kategorilerinin Temel Özellikleri	14
Tablo 2.1: Dünya'nın En Yoğun Hava Kargo Havalimanları	35
Tablo 3.1: Tutarlılık Endeks Değerleri	72
Tablo 3.2: Literatürden Elde Edilen Ana Kriterler ve Alt Kriterler	73
Tablo 3.3: Kriter Havuzunun Oluşumuna Katkı Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler.....	76
Tablo 3.4: Kriter Havuzunun Oluşumuna Katkı Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler.....	77
Tablo 3.5: Araştırmanın Anket Aşamasına Katkı Sunan Uzmanlara Ait Bilgiler.....	79
Tablo 4.1: Ana kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri	91
Tablo 4.2: (F1) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	92
Tablo 4.3: (F2) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	93
Tablo 4.4: (F3) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık.....	94
Tablo 4.5: (F4) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	95
Tablo 4.6: (F5) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	96
Tablo 4.7: (F6) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	96
Tablo 4.8: (F7) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri.....	97
Tablo 4.9: Analiz Sonuçlarına Göre Ana Kriterlere Ait En İyi ve En Kötü Alt Kriterler	98
Tablo 4.10: Tüm Ana Kriterler ve Alt Kriterlere Ait Ağırlıklar ve Sıralamalar.....	99

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 1.1: İHA-0	11
Şekil 1.2: İHA-1	11
Şekil 1.3: İHA-2	12
Şekil 1.4: İHA-3	12
Şekil 2.1: İHA Lojistik ve Taşımacılığı Pazar Boyutu (2023-2034)	43
Şekil 2.2: Amazon Prime Air	44
Şekil 2.3: Rakuten Tarafından Kullanılan İHA	46
Şekil 2.4: Nuuva V300 Model Kargo Amaçlı İHA	46
Şekil 2.5: Wing Tarafından Üretilen Kargo İHA'ları	47

GİRİŞ

İHA'lar içinde pilot olmadan, yerde bulunan kullanıcı tarafından yönlendirilen ve önceden uçuş planı yüklenerek otonom olarak uçurulan hava araçlarıdır (Kahveci ve Can, 2017, s. 512). İHA'lar kendisine tanımlanan görevleri yerine getiren üzerinde kamera, mühimmat vb. faydalı yükler barındıran, kontrolü uzaktan veya otonom olarak sağlanan, hazırlık sürecinden inişine kadar insan müdalesinde olan hava araçları olarak da tanımlanmaktadır (Sever, 2021, s.1184). İHA'lar son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte önemli pazar potansiyeline sahip bir teknoloji haline gelmiştir (Otto vd., 2018, s. 2). İHA'ların gelişim sürecine bakıldığında askeri amaçlarda kullanılmak için ortaya çıksa da son yıllarda askeri kullanımının yanı sıra sivil uygulamalar için kullanımının giderek arttığı görülmektedir. Örneğin havacılık, tarım, arama kurtarma, sağlık ve ilkyardım, haritacılık, ulaşılması zor altyapıların izlenmesi, afet yönetimi ve daha bir çok alanda kullanıldığı ve gelecekte de öneminin giderek daha da artacağı öngörülmektedir (Turgut ve Şeker, 2022, s. 175). İHA'lar geniş kullanım alanlarıyla çeşitli sektörlerde kendini kanıtlamış olsa da özellikle hava kargo taşımacılığı operasyonlarında dikkat çekici konuma gelmiştir (Kanat, 2023, s. 198).

Son yıllarda dijital teknolojilerde ve otomasyonda yaşanan hızlı ilerlemelerle birlikte lojistik ve ulaştırma endüstrisi hızla büyüyerek önemli dönüşümler yaşamaktadır. Küresel anlamda internet kullanımının yaygınlaşmasıyla birlikte e-ticarete olan talep artmıştır. Böylelikle değişen müşteri taleplerini karşılamada yeni teslimat yöntemleriyle ilgili artan inovasyonlar dikkat çekmektedir. Özellikle İHA'lar hava kargo taşımacılığı sektörü için yenilikçi bir çözüm olarak ortaya çıkmaktadır (Benarbia ve Kyamakya, 2021, s. 2). İHA ile kargo taşımacılığının hızlı, güvenilir ve izlenebilir olması, ulaşılması zor yerlere teslimat yapılabilmesi ve şehir trafiğini azaltması gibi etkenleri nedeniyle İHA kullanımı oldukça yaygınlaşacağı öngörülmektedir (Uslu ve Tekin, 2021). Özellikle son adım teslimatta geleneksel teslimat yöntemlerine göre esnek, hızlı ve düşük maliyetli teslimat hizmeti sağlayarak kısa mesafeli teslimatlarda umut verici bir alternatif olarak görülmektedir (Benarbia ve Kyamakya, 2021, s. 2). Son adım teslimat perakendeciden son müşteriye olan taşımayı içeren maliyetli ve müşteri memnuniyetinde doğrudan etkili olan süreçtir. Özellikle online alışverişin arttığı günümüzde son adım teslimat daha da önem kazanmıştır. Tüketiciler satın aldıkları ürünleri kendi istedikleri yer ve zamanda teslim almak

istemeleri müşteri memnuniyetini artırıcı faktörlerdir. Müşteri memnuniyeti, hızlı ve esnek teslimatlar için İHA'lar hava kargo taşımacılığında giderek yaygınlaşmaktadır (Nakıboğlu, 2020 s. 285). Dünya'da Amazon, UPS, ve DHL gibi lojistik işletmeleri bu alanda ciddi yatırımlar yapmaktadırlar (Turgut ve Sancı, 2023 s. 17). Türkiye'de İHA teknolojisinin hava kargo faaliyetlerine entegrasyonu henüz istenilen seviyede olmamakla birlikte Türkiye, gelişen lojistik ve teknolojik altyapısı ve büyüyen e-ticaret pazarıyla, İHA'ların hava kargo taşımacılığında kullanılabilmesi bakımından önemli bir potansiyele sahiptir.

Bu tez çalışması Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığını etkileyen faktörleri kapsamlı şekilde analiz etmeyi ve böylelikle akademik alanda literatüre katkı sunmayı, uygulayıcılar ve karar vericilere ise yol göstermeyi amaçlamaktadır. Bu çalışmanın birinci bölümde İHA'lar ile ilgili kuramsal çerçeve, ikinci bölümde hava kargo taşımacılığı ve hava kargo taşımacılığında İHA'ların kullanımı ile ilgili kuramsal çerçeve anlatılmaktadır. Üçüncü bölümde araştırmada kullanılan yöntemlere ayrıntılı şekilde yer verilmektedir. Dördüncü bölümde araştırmadan elde edilen bulgular yer almaktadır. Son bölümde ise araştırmanın sonuçları özetlenerek gelecekte yapılacak olan araştırmalar için birtakım önerilerde bulunularak çalışma sonlandırılmıştır.

Amaç

Bu çalışmanın amacı Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörleri ortaya koyarak, Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığının mevcut durumunu analiz etmek ve Türk hava kargo sektörü bağlamında uygulanabilirliğini araştırmaktır. Son yıllarda teknolojinin gelişmesiyle birlikte tüketicilerin beklentileri artmıştır ve en kısa sürede en düşük maliyetle satın aldıkları ürünleri teslim almak istemektedirler. Yine aynı şekilde ulaştırma ve lojistik sektörü de yenilikçi çözümlere odaklanarak kargo teslimatlarında özellikle kısa mesafelerde hızlı ve verimli taşıma yöntemi olan İHA'lar ile kargo teslimatını alternatif bir yöntem olarak ele almaktadırlar. Son adım teslimatta kullanılan bu teslimat yönteminin Türkiye'de etkin ve yaygın bir şekilde uygulanabilmesi, teknik ve altyapı yeterliliği, mevzuat, güvenlik, maliyet, toplumsal algı gibi birçok faktöre bağlıdır. Çalışma kapsamında bu faktörler belirlenerek Türkiye'de bu yöntemin uygulanabilirliğini ve kritik başarı faktörlerini ortaya çıkarmak çalışmanın öncelikli amacını oluşturmaktadır. Çalışmanın diğer amacı

ise Türkiye’de İHA’lar ile hava kargo taşımacılığı ile ilgili geleceğe yönelik bu teslimat yönteminin Türkiye’ de yaygın olarak kullanılabilmesi için çeşitli öneriler geliştirmektedir. Bu bağlamda bu tez çalışmasında yanıt aranan araştırma soruları şunlardır:

- Türkiye’de İHA ile kargo taşımacılığına etki eden faktörler nelerdir?
- İlgili faktörlerin göreceli önem düzeyleri nelerdir?

Önem

Literatür incelendiğinde İHA’ların savunma sanayi, tarım, gözetleme haritalama, insani yardım operasyonları gibi pek çok sektörde kullanımına ilişkin birçok çalışma yer almaktadır (Turgut ve Şeker, 2022). Fakat İHA’ların lojistik, kargo taşımacılığı ve özellikle son adım kargo teslimatlarda kullanımına ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Alanyazında mevcut çalışmalar genellikle teknik yeterlilikler ve mevzuatlar gibi küresel örnekler ön plana alınmıştır. Türkiye’de bu konuyla ilgili yapılan çalışmalarda ise genellikle İHA’ların kargo taşımacılığında kullanımının toplum tarafından benimsenmesi, bu teknolojinin kullanılabilirliği, altyapı ve mevzuat tarafına odaklanılmış ve çok boyutlu bakış açısıyla kapsamlı analizlerin sınırlı olduğu görülmektedir. Bu çalışmanın literatürdeki benzerlerinden farkı Türkiye bağlamını dikkate alarak İHA ile hava kargo taşımacılığı uygulamalarını etkileyen kritik başarı faktörlerini ortaya koymaktır. Bu kapsamda, hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanlarından ve İHA konusunda uzman şirket çalışanları ile akademisyenlerden elde edilen görüşler ve kapsamlı literatür taramasından elde edilen ana faktörler ve ilgili ana faktörlerin alt kriterlerinin analiz edilmesi amacıyla ÇKKV ağırlıklandırma yöntemlerinden BWM’den faydalanılmıştır. Faktörler ayrı ayrı ve birlikte ele alınarak detaylı analizler yapılmıştır.

Sorunsal

Gelişen teknoloji, ticaretin dijitalleşmesi ve artan lojistik ihtiyaçlarla birlikte geleneksel taşıma yöntemlerine alternatif bir çözüm olarak hava kargo taşımacılığında İHA’lar ön plana çıkmaktadır. Zaman hassasiyetinin yüksek olduğu kısa mesafeli özellikle son adım teslimatlarda operasyonel verimliliği artırma potansiyeline sahiptir. İHA’lar hava kargo taşımacılığı sektörüne yenilikçi ve hızlı çözümler sunmaktadır. Bununla birlikte Türkiye’de hava kargo taşımacılığında İHA’ların kullanımı henüz

yaygınlaşamamıştır ve örnekleri sınırlıdır. Bu durum İHA teknolojisinin Türk hava kargo taşımacılığı uygulamalarına entegre edilmesinin önünde bazı teknik, ekonomik, yasal ve sosyal faktörlerin etkili olduğunu göstermektedir. Bu durum Türkiye bağlamında İHA ile hava kargo taşımacılığının gelişmesi adına sürece etki eden faktörlerin sistematik olarak belirlenip analiz edilmesini gerektirmektedir.

Buradan hareketle Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörlerin henüz sistematik olarak belirlenerek ortaya koyulmamış olması, bu teknolojinin Türk hava kargo sektöründe uygulanmasına etki eden faktörlerin süreç üzerinde ne derece etkili olduğunun ortaya çıkarılmamış olması ve dolayısıyla sektöre operasyonel maliyet faydası ve son adım teslimatta doğaya salınan emisyonların azaltımı gibi potansiyel faydalar nedeniyle ilgili teknolojinin Türk hava kargo sektöründe benimsenmesinde etkili faktörlerin neler olduğu ve ne derece etkili oldukları merak konusudur.

Sınırlılıklar

Bu çalışmanın birtakım sınırlılıkları bulunmaktadır. Çalışmanın verileri hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları, İHA konusunda uzman şirket çalışanları ve akademisyenler tarafından Google form aracılığı ile toplanmıştır. Anketler katılımcıların subjektif değerlendirmelerine dayalı olduğundan anlık ve bireysel görüşlerle sınırlıdır. Ek olarak katılımcıların hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları, İHA konusunda uzman şirket çalışanları ve akademisyenlerden oluşan belirli sayıda uzman ile sınırlıdır. Bu durum tüm sektör paydaşlarının konuyla ilgili fikirlerini temsil etmede yetersiz olabilir. Teknolojinin hızlı gelişmesi ve mevzuatlarda gerçekleşebilecek değişikliklerden ötürü çalışmada kullanılan teknolojik veriler ve elde edilen sonuçlar zamanla güncelliğini kaybedebilir. Bu anlamda elde edilen bulguların zamansal bir sınırlılığa sahip olacağı ifade edilebilir. Çalışmada Türkiye özelinde İHA ile hava kargo taşımacılığını etkileyen faktörler incelendiği için çalışmanın yürütülmesinde sadece Türkiye’deki mevcut durum dikkate alınmıştır ve elde edilen sonuçlar da Türk hava kargo sektörü ile sınırlıdır.

BİRİNCİ BÖLÜM

İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

1.1. İnsansız Hava Araçlarının Tanımı

İHA'lar uçuş programının önceden yüklenerek otonom olarak uçuşunu gerçekleştiren veya uzaktan kumanda ile yönlendirilebilen, içinde pilotu ve mürettebatı olmayan boyutu ve ağırlığı küçük hava araçlarına denir (Yeşilay ve Macit, 2020). Türkiye Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tarafından oluşturulan İnsansız Hava Aracı Sistemleri Mevzuatı'na (SHT-İHA) göre *“İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin (İHAS) bir bileşeni olarak işletilen, aerodinamik kuvvetler aracılığıyla sürekli uçuş yapma yeteneğinde olan, üzerinde pilot bulunmaksızın uzaktan İHA pilotu tarafından kontrol edilerek veya otonom operasyonu İHA pilotu tarafından planlanarak uçuşurulan ya da havada kalabilen hava aracı ”* olarak tanımlamaktadır (SHT-İHA, 2020). Bir başka tanımda Mohsan vd. (2022) İHA'lar için pilota ihtiyaç duymadan uçuş ve havada kalma yeteneğine sahip, insanlı sistemlerden daha az maliyetli ve hayatı riske atmadan kritik görevleri yerine getiren pilotsuz uçak tanımını kullanmıştır.

Uluslararası literatürde drone veya insansız hava aracı sistemleri (Unmanned Aerial Systems UAS) olarak ifade edilen İHA'lar (Kahveci ve Can, 2017). Savunma Sanayi Müsteşarlığı'nın (SSM, 2011) yayınladığı "Türkiye İnsansız Hava Aracı Sistemleri Yol Haritası (2011-2030)" isimli raporda ise şu şekilde tanımlanmıştır: İHA'lar, klasik insanlı hava araçlarından farklı olarak, kullanıcıyı üzerinde taşımayan, yerden havalanmak için aerodinamik prensiplerinden faydalanan, genellikle yerden kontrol edilerek uçabilen ancak aynı zamanda kendi kendine de uçabilen yararlı yükleri taşıyabilen motorlu hava araçlarıdır (SSM, 2011).

Bugünün teknolojisiyle, İHA'lar genellikle bir operatör tarafından uzaktan kumanda edilerek görevlendirilebileceği gibi önceden belirlenmiş uçuş programlarına

göre otomatik olarak da uçurulabilmektedir. İHA'lar, genellikle teknik özelliklerine (ağırlık, yakıt/enerji kaynağı, kanat yapıları, otomatik veya uzaktan kumandalı olma durumu vb.) ve kullanım amaçlarına (askeri amaçlar için keşif, gözetleme, silahlı operasyonlar vb. veya sivil amaçlar için hobi, bilimsel araştırmalar, ticari kullanım vb.) göre sınıflandırılabilir (Kahveci ve Can, 2017). Bu sınıflandırma, İHA'ların çeşitli özelliklerini ve kullanım alanlarını daha iyi anlamamıza yardımcı olmaktadır.

Dünya çapında İHA'ların yeteneklerini geliştirmek için gereken teknolojileri araştırma ve geliştirme faaliyetleri devam etmektedirler (Gupta vd., 2013). İHA'larda teknik anlamda ortak 3 temel unsur bulunmaktadır. Bunlar uçak, uçaktaki faydalı yük ve yerdeki kontrol istasyonudur. Uçak, uçağın gövdesi, motoru, navigasyon, uçuş planlama, kontrol ve güvenlik sistemlerini içermektedir. Faydalı yük ise fotoğraf makinası, kamera, lazer tarayıcı, radarlar, meteorolojik sensör, görüntüleme sistemi ve silah sisteminden oluşmaktadır (Kahveci ve Can, 2017).

VTOL (dikey kalkış ve iniş) İHA'ların temel özelliğidir. Bu yeteneğe sahip İHA'larda havada dikey asılı kalma, yüksek verimlilik ve hız gibi özellikler vardır (Mohsan vd., 2022). İHA'ların mekanik ve elektronik olmak üzere iki temel bileşenleri vardır. Mekanik bileşenler: Ana gövde, motor, pervaneler, iniş dayanakları, ön gösterge, kamera dengeleme halkası. Elektronik bileşenler: Hız ve uçuş kontrolörü, video kamera, pil ve iletişim modülü. Herbiri ayrı amaca hizmet eden bu bileşenler İHA'ların ekonomik verimli ve daha hızlı çalışmasında önemli rol oynamaktadır (Özgüven vd., 2022). İHA'ların üretiminde ağırlığı azaltıp manevra kabiliyetini yükseltmek ve yüksek irtifada seyretmek için hafif kompozit malzeme kullanılmaktadır (Kabadayı ve Uysal, 2019).

1.2. İHA'ların Tarihsel Gelişimi

İHA'ların kullanımı oldukça eskiye dayanmaktadır. Örneğin, 1782 yılında Montgolfier Kardeşler tarafından ilk insansız uçuş gerçekleştirilmiştir. 1849'da ise Avusturya Venedik'e patlayıcılarla donatılmış insansız balonlarla saldırmıştır (Garg, 2021). Birinci Dünya Savaşı döneminde, İHA'ların erken örneklerine tanık olunmuştur. Bu dönemde, bu teknolojinin gelişimi için bazı adımlar atılmıştır. Bu adımlardan biri, 1914 yılında Archibald Montgomery Low'un çalışmalarına başladığı Aerial Target veya

diğer bir ifadeyle Uçan Hedef füzesidir. Ancak, 1917'deki test uçuşu başarısızlıkla sonuçlanmış ve araç, iniş sırasında kaza yapmıştır (Demirkıran, 2010).

1916 yılına gelindiğinde, Elmer Sperry ve Dr. Peter Cooper Hewitt tarafından "Hewitt-Sperry Otomatik Uçağı" tasarlanmıştır. Bu tasarımda, Sperry'nin jiroskopik cihazlarının kullanımıyla uçuş stabilitesi sağlanmış ve ilk otomatik pilot sistemi geliştirilmiştir (Keane ve Carr, 2013). Aerial Torpedo, ABD Donanması tarafından geliştirilen uçan torpedo projesidir. ABD Hava Kuvvetleri, Charles Kettering'e ait "Liberty Eagle Aerial Torpedo (Ketterin Bug)" projesine destek vermiştir (Dalamagkidis vd., 2015). Bu projeler kapsamında geliştirilen araçlar, hedefleri her zaman ideal bir şekilde vurmak için uygun olmamıştır. Bu nedenle, deniz eğitim uçağı N-9'a eklenen ekipmanlarla birlikte radyo frekanslı kontrol sistemi geliştirilmiş ve N-9'un pilot olmaksızın uçuş yapabilmesi sağlanmıştır (Demirkıran, 2010). Ancak, iniş sırasında yaşanan başarısızlık sonucunda, uçan torpedo çalışmaları geri plana atılmış ve tamamen uzaktan kontrol edilebilen hedef uçakları üzerinde çalışmalar yapılmaya başlanmıştır (Demirkıran, 2010). 15 Eylül 1924'te radyo kontrol ve otomatik dengeleme sistemlerinin sorunsuz bir şekilde kullanıldığı iki test uçuşu gerçekleştirilmiştir (Keane ve Carr, 2013).

1935'te 'De Havilland Dh82b Queen Bee' adında çift kanatlı uçağın yeniden tasarımı olarak ilk İHA tasarımı ortaya çıkmıştır. 1940 yılında Reginald Denny tarafından ABD 'de ilk büyük ölçekli İHA üretilmiştir (Garg, 2021).

İkinci Dünya Savaşı'nın sona ermesiyle birlikte, günümüzde Northrop Grumman şirketi tarafından Falconer adı altında bilinen hedef uçaklarının geliştirilmesi ve üretimi uzun yıllar devam etmiştir. Bu süreç, 1950'lerde radarların yanıltılması amacıyla sahte hedef sistemlerinin kullanılmaya başlanması gibi önemli gelişmelerle birlikte ilerlemiştir. Sonraki dönemlerde ise, hedef uçaklarının uçuş menzillerinin artırılmasına yönelik çalışmalar yoğunlaşmıştır (Demirkıran, 2010).

1960'lı yıllara gelindiğinde, hedef uçakları casus faaliyetlerinde kullanılmaya başlamıştır. Kamera donanımlarıyla donatılan bu uçaklar, kontrol genellikle insanlı bir başka uçaktan ya da yer istasyonundan sağlanmıştır. Bu uçakların en büyük avantajlarından biri, tespitlerinin zor olması ve yakalanmaları durumunda, bir pilotun

yakalanmasına kıyasla daha az diplomatik sorunun ortaya çıkmasıdır (Demirkıran, 2010).

1970’li yıllarda Soğuk Savaş döneminin etkisiyle İHA’lar daha önemli görevler üstlenmeye başlamıştır ve bu da bu teknolojinin daha karmaşık bir yapıya dönüşmesine yol açmıştır. Kısa menzilli görevler için tasarlanan Lockheed Aquilla gibi yeni örnekler bu dönemde ortaya çıkmıştır. Uçuşlar otomatik pilot tarafından gerçekleştirilmiştir. Bu araçların en büyük dezavantajı, üzerlerinde bulunması gereken sistemlerin aşırı ağırlıkta ve büyüklükte olmasıdır (Demirkıran, 2010).

İHA olarak günümüzde tanımlanan ilk insansız uçak, LightningBug olarak bilinen Ryan Model 147’dir. ABD Donanması, Gyrodine Company’den QH-50 DASH adını verdiği bir helikopter dronunu edinmiştir. Bu tasarımın tercih edilmesinin nedeni, küçük gemilerden fırlatılmaya uygun olmasıdır. Temel fonksiyonu deniz üstünden torpido fırlatması olmasına rağmen, donanma bu İHA’yı gözlem, kargo taşımacılığı ve diğer farklı uygulamalar için de kullanmıştır (Zaloga, 2008, akt. Fidancı, 2019)

1980’li yıllarda kullanılan Pioneer veya Fransızlara ait SPERWER gibi keşif uçaklarının özelliklerinin kolayca belirlenebilen bir nitelikte olduğu ifade edilmektedir. Ancak, RQ-4 Global Hawk gibi daha fazla yetenek, büyüklük ve dayanıklılık gerektiren sistemlerin kullanımına yönelik bir eğilim ortaya çıkmıştır. MQ-9 Reaper gibi çoklu rollerde kullanılabilen sistemler, keşif görevlerinin yanı sıra deniz operasyonları için de uygun olan Neptune gibi sistemlerde bulunmaktadır (Dalamagkidis vd., 2015). İHA’lar ile ilgili çalışmalar bir asırdır kademeli olarak gelişim göstermesinin ardından özellikle 1990 yılından itibaren hızlı bir gelişim göstermiştir (Yiğit vd., 2018, s. 11).

1990’lı yıllara gelindiğinde İHA’lar askeri amaçla kullanımı dışında sivil amaçla kullanılması için bir takım çalışmalar yapılmıştır. NASA (Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi) ve Aerovironment Corporation güneş enerjisini kullanarak Pathfinder ve Helios adında İHA ‘lar geliştirmişlerdir (DeGarmo, 2004, s. 2).

2000’li yıllarda Amerika ve birçok Avrupa ülkesi İHA ilgili birçok girişimlerde bulunmuşlardır. Asya Pasifik bölgesinde ise Japonya Güney Kore ve Çin bu teknolojinin gelişimine öncülük eden ülkeler arasındadırlar (Gizmodo, 2017, s. 8). Özellikle Çin’de DJI şirketi, Phantom serisi İHA’ların daha çok tüketiciye erişebilmesinde büyük bir role sahip olmuştur (Kanat, 2023). Teknolojinin gelişmesiyle

İHA teknolojisi, kolay ulaşılabilen bir ticari ürün haline gelmiştir (Toraman ve Öz, 2023).

2005 yılında ilk ticari multikopter Almanya’da geliştirildi. 2010 yılında akıllı telefonla kontrol edilebilen quadcopter Parrot AR İHA Las Vegasta tanıtılmıştır. 2013 yılında ticari İHA’ların telimat hizmetleri için kullanılması planlanmıştır. Amazon 2016 yılında ilk prime air paketini Cambridge’de teslim etmiştir (Garg, 2021; Turgut ve Şeker, 2022).

Son dönemlerde, özellikle birkaç gün uçabilen dayanıklı İHA'lar üzerinde artan bir ilgi gözlemlenmektedir. Örneğin, NASA, Altair, Helios ve İrkhana gibi İHA'ları başlangıçta yer bilimleri misyonları için tercih etmektedir. Küçük ölçekli İHA'lar sivil pazarlarda giderek daha fazla ilgi görmektedir. Çünkü taşınabilirlikleri, kolay bakım imkanları ve düşük maliyetleri sayesinde büyük İHA'lara kıyasla daha uygun maliyetle kullanılabilirler. Bu durum, İHA teknolojisinin sivil alanlara daha geniş bir şekilde yayılmasını sağlamaktadır (Dalmazkızı vd., 2015). Kullanım alanları daha da genişleyerek tarım, güvenlik, kargo taşımacılığı gibi birçok alana yayılmıştır. İlerleyen yıllarda İHA’lar ile yolcu taşımacılığına yönelik çalışmalar devam etmektedir (Toraman ve Öz, 2023).

1.3. İnsansız Hava Araçlarının Sınıflandırılması

İHA'ların çeşitli sistemleri, yetenekleri, boyutları ve çalışma özellikleri arasındaki farklılıklar nedeniyle, halihazırda yaygın olarak kabul edilen bir standart sınıflandırma bulunmamaktadır. İHA'ların sınıflandırılması konusunda ülkeler ve çeşitli otoriteler arasında farklılıklar görülmektedir. MALE (Orta İrtifa Uzun Süreli Havacılık), HALE (Yüksek İrtifa Uzun Süreli Havacılık), VTOL (Dikey Kalkış ve İniş) gibi terimler farklı niteliklere sahip hava araçlarını tanımlamaktadır. Genel olarak, birçok İHA, maksimum brüt kalkış ağırlığı, dayanıklılık ve irtifa, operasyonel donanımları, kullanım amacı, gerçekleştirilen görev ve operasyon gereksinimlerine göre sınıflandırılmaktadır. Avrupa ve Amerika Birleşik Devletleri tarafından kullanılan İHA sınıflandırmaları Tablo 1.1 ve Tablo 1.2’de gösterilmektedir (Karaağaç, 2016).

Tablo 1.1: Avrupa İHA Sınıflandırması

	Kalkış Ağırlığı (kg)	Uçuş İrtifası (ft)
Mikro	< 7	< 400
Mini	8 - 400	300 - 4000
Döner Kanat	400 - 4000	15000 - 45000
MALE		> 45000
HALE		

Kaynak: Savunma Sanayi Müsteşarlığı (2011)**Tablo 1.2: ABD İHA Sınıflandırması**

Sınıf	Max.Kalkış Ağırlığı (lb)	Uçuş İrtifası (ft)	Seyir Hızı (kts)	Örnek Platform
Grup 1	< 20	< 1200 AGL	< 100	WASP III, BATCAM, Pointer, Aqua/Terra Puma
Grup 2	21 - 55	< 3500 AGL	< 250	ScanEagle, Silver Fox, Aerosonde
Grup 3	< 1320	< 18000 MSL	< 250	RQ-7B, RQ-15
Grup 4	> 1320	< 18000 MSL	Sınırsız	MQ-5B, MQ-8B, MQ-1A/B/C
Grup 5	> 1320	> 18000 MSL	Sınırsız	MQ-9A, RQ-4, RQ-4N, Global Observer

Kaynak: Savunma Sanayi Müsteşarlığı (2011)

Türkiye'de ise İHA'ların sınıflandırılması, azami kalkış ağırlıklarına dayandırılarak dört ayrı sınıfa ayrılmaktadır (SHT-İHA, 2020):

a) İHA-0: Azami kalkış ağırlığı 500 gram (dahil) ile 4 kilogram arasında olan İHA'lar,

Şekil 1.1: İHA-0



Kaynak: Dronetr.net (2020)

b) İHA-1: Azami kalkış ağırlığı 4 kilogram (dahil) ile 25 kilogram arasında olan İHA'lar,

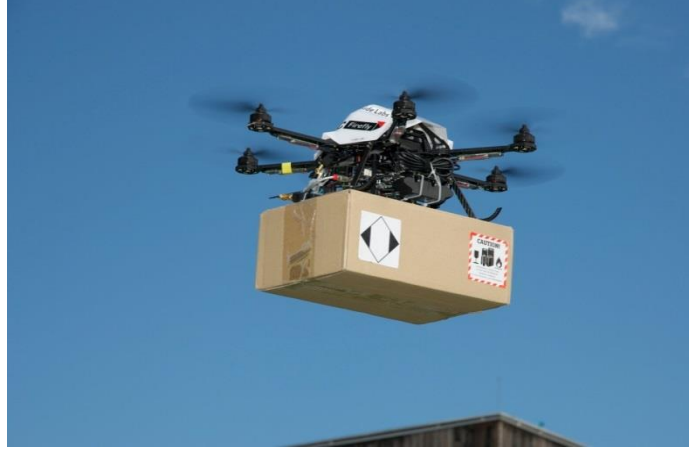
Şekil 1.2: İHA-1



Kaynak: Dronetr.net (2020)

c) İHA-2: Azami kalkış ağırlığı 25 kilogram (dahil) ile 150 kilogram arasında olan İHA'lar,

Şekil 1.3: İHA-2



Kaynak: Dronetr.net (2020)

c) İHA-3: Azami kalkış ağırlığı 150 kilogram (dahil) ve daha fazla olan İHA'lar.

Şekil 1.4: İHA-3



Kaynak: Dronetr.net (2020)

İHA'ların dayanıklılığını ve taşıyabileceği ağırlığı artırmak için önemli çalışmalar devam etmektedir. Bunun sonucunda da İHA'lar dayanıklılığına, boyutlarına, yeteneklerine, aerodinamik yapılarına, havalanma ve uçuş dinamiklerine göre farklı sınıflandırmalar ortaya çıkmıştır (Ariante & Core, 2025, s.11; Gupta vd., 2013; Mohsan vd., 2022; Nonami vd., 2010).

Sabit Kanatlı İHA'lar: Uzun menzilli yüksek seyir hızında uçabilen ve uzun süre havada kalma yeteneğine sahip, iniş ve kalkış için piste ihtiyaç duyan araçlardır.

Bunlar geriye doğru hareket edemez ve dönemezler. Bu İHA'ların çalıştırılması için kapsamlı eğitime gerek vardır. Sabit kanatlı İHA' lar enerji açısından verimli ve döner kanatlı İHA'lara göre daha büyük, dayanıklı ve üstün yük kapasitesine sahiptir. Bu tür İHA'lar genellikle elektrik hattı denetimi ve haritalama için kullanılmaktadır.

Hibrit İHA'lar: Döner kanatlı ve sabit kanatlı İHA'ların işlevleri birleştirilerek, döner kanatlıların VTOL yeteneğini, sabit kanatlıların enerji yönünden verimli süzülme yeteneklerinin bütünleştirilmesi amaçlanmıştır. Geliştirilme aşamasındaki hibrit İHA' lar operasyonlarda çok yönlülüğü artırmayı amaçlayarak umut veren yeniliğin temsilcisi olarak görülmektedir.

Döner Kanatlı İHA'lar: Dikey olarak iniş kalkış yapabilen (VTOL), havada asılı kalma ve yüksek manevra yeteneğine sahip, çevik ve kullanımı kolay araçlardır. VTOL kabiliyeti sayesinde piste gereksinimi olmadan dar alanlarda kullanılabilirler. Bu yetenekler özellikle sivil kullanımlarda birçok robotik görev için fayda sağlamaktadırlar.

Tek Rotorlu İHA'lar: Titreşim gibi zorluklara karşı hassas olan bu İHA'ların karmaşık bir mekanik yapısı vardır. Tasarımı ve yapısı gerçek helikopterlere benzemektedir. Yön ve denge için kuyrukta rotor bulunmaktadır. İstihbarat, gözetleme ve keşif amacıyla kullanılabilmektedirler. Bu İHA'ların çalıştırılması için eğitim alması gerekmektedir.

Çok Rotorlu İHA'lar: Bunlar üretimi en kolay ve en uygun fiyatlı İHA'lardır. Genellikle fotoğrafçılık, film çekimi, eğlence, tarım, güvenlik amacıyla kullanılmaktadır. Gövdelerinde birkaç rotor bulunmaktadır ve rotor sayılarına göre, 3 pervaneli, 4 pervaneli, 6 pervaneli, 8 pervaneli olabilmektedirler. Bunlardan en yaygın kullanılanı 4 pervaneli (Quadcopter) olanlardır. Dikey iniş yapabilen, hızlı manevra kabiliyeti ve kalkış yetenekleri ile en çok tercih edilen İHA'lar arasındadır. Yapıları basit, boyutu küçük ve düşük maliyetlidirler.

Keşif Balonları: Havadan daha hafif, dayanıklı düşük hızlarda uçabilen, uzun süre havada kalabilen büyük boyutlu zeplinler ve balonlar gibi araçlardır.

Cırpan Kanatlı İHA'lar: Kuşlardan ve uçan böceklerden esinlenerek tasarlanan, esnek küçük kanatlara sahip İHA'lardır. Dikey kalkış yapabilen, gövdesini eğip uçaklar gibi uçabilen, dönüştürülebilen konfigürasyonları da vardır. Yukarıda ifade edilen bazı İHA türlerine ait temel özellikler aşağıda yer alan Tablo 1.3'te özetlenmiştir.

Tablo 1.3: Farklı İHA Kategorilerinin Temel Özellikleri

İHA Çeşitleri	Temel Özellikleri
Sabit Kanatlı	Yüksek hız, uzun dayanıklılık, enerji verimliliği, uzun uçuş süresi, üstün yük kapasitesi
Sabit Kanatlı Hibrit	Uzun dayanıklılık, VTOL, yüksek maliyet
Döner Kanat	VTOL yeteneği, yüksek manevra kabiliyeti, çeviklik, kompakt yapı, maliyet etkinliği
Tek Rotor	Uzun dayanıklılık, havada asılı kalma, VTOL
Çok rotorlu	Kısa dayanıklılık, havada asılı kalma, VTOL

Kaynak: Ariante & Core (2025), Mohsan vd. (2022)

Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA), İHA'lar için üç operasyon kategorisi ve bunlarla ilişkili düzenleyici rejimin oluşturulmasını önermektedir (Ariante & Core, 2025; Çorbacı vd., 2023; EASA, 2015; Kharchenko, 2020)

Açık (Open): Açık (Open) operasyon kategorisi, belirli koşullar ve sınırlamalar içinde uçuş için bir Havacılık Otoritesi tarafından yetkilendirme gerektirmeyen operasyonları kapsamaktadır. Bu tür operasyonlar genellikle düşük riskli sivil operasyonları kapsamaktadır. Bu tür operasyonlar genellikle hobi amaçlı uçuşlar veya eğitim uçuşları gibi düşük riskli ve genel olarak emniyetli kabul edilen durumları içermektedir. Ancak, belirli bir ülkede bu kategorinin tanımı ve gereksinimleri o ülkenin Havacılık Otoritesi tarafından belirlenir ve ulusal düzenlemelere tabidir.

Özel (Specific): Özel (Specific) operasyon kategorisi, belirli sınırlamalara sahip olan ve operasyona uyarlanmış bir operasyon izni gerektiren uçuşları içermektedir. Bu kategoriye giren İHA operasyonları, İHA'nın belirli bir uçuş amacı veya ortamı için uygunluğunu doğrulamak için gereken özel izinler ve onaylarla gerçekleştirilir. Bu izinler, belirli bir uçuşun güvenliği ve verimliliği için gerekli önlemleri içerir. Bu kategori, riskli sivil operasyonları kapsar. Operatörlerin belirli bir uçuş amacını gerçekleştirmek için gerekli olan izinleri ve prosedürleri takip etmelerini sağlar.

Sertifikalı (Certified): Sertifikalı (Certified) operasyonlar, daha yüksek risk içeren operasyonlardır ve genellikle klasik havacılık standartlarına uygun olarak ele alınır. Hem İHA'nın hemde operatörün sertifikalandırılması ya da pilot lisansı alması zorunludur. Sertifikalı İHA'lar, havacılık otoriteleri tarafından belirlenen sıkı denetimlerden geçerek belirli bir uçuşa uygunluk sertifikası alırlar. Bu tür operasyonlar

genellikle hava trafik kontrolü ve havaalanı ile yakın işbirliği içinde gerçekleştirilir ve daha karmaşık uçuş planlaması ve izin gerektirebilir. Bu kategoriler ve düzenlemeler, İHA operasyonlarının çeşitli risk seviyelerine ve karmaşıklıklarına uygun bir şekilde yönetilmesini sağlamak için tasarlanmıştır. İHA'ların hava sahasında güvenli ve etkili bir şekilde işletilmesini sağlamak için bu tür düzenlemelerin oluşturulması, havacılık endüstrisinde ve toplumda kabul edilebilirlik ve güvenilirlik sağlamak açısından önemlidir.

1.4. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları

Teknolojinin gelişmesine paralel olarak İHA'ların kullanım alanı her geçen gün artmaktadır. İlk olarak askeri amaçla kullanılan İHA'ların sivil amaçla kullanımı 1950'li yıllara dayanmaktadır (Akkamış ve Çalışkan, 2020). İnsanlı uçaklarda personelin karşılaştığı risklerden ötürü askeri amaçla kullanım için tasarlanmış olsa da son yıllarda sivil kullanım alanı oldukça genişlemiştir (Luppigini ve So, 2016). İnsansız hava araçlarının sivil alanda kullanımı ilk olarak film çekimi için olmak üzere daha sonra İHA'lar haritalama, ölçme ve inceleme çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır (Macit, 2021).

İlk zamanlarda İHA'lar genellikle tek başlarına görev alırken, günümüzde yapay zekâ ve sensörlerin gelişmesiyle birlikte hem askeri hem de sivil alanlarda görev yapabilmektedirler. Ayrıca, İHA'ların uçuş sırasında birbirleriyle iletişim kurabilme yeteneklerine odaklı çalışmalar devam etmektedir. Bu bağlamda, teknolojik ilerlemelerin yardımıyla uygulama ve iletişim teknolojisinin daha iyi bir denge sağlanarak, uzun uçuş süreleri ve minimum iletişim gecikmesi ile daha güvenilir ve güçlü İHA'ların üretilebileceği öngörülmektedir (Sharma vd., 2020). Bu gelişmeler, İHA'ların hem askeri hem de sivil alandaki kullanım potansiyelini daha da artırmaktadır. İnsansız hava araçları özellikle tehlikeli risk teşkil eden alanlarda, uzun zaman gerektiren ve insanların görev almasının uygun olmadığı durumlarda kullanımı uygun olmaktadır (Yang vd., 2015).

İHA'ların kullanım alanları oldukça geniştir; havacılık, askeri operasyonlar, çeşitli ölçüm işlemleri, güvenlik operasyonları, arama kurtarma faaliyetleri, madencilik, doğal kaynakların izlenmesi ve çıkarılması, afet müdahalesi, arkeoloji çalışmaları, kargo faaliyetleri, tarım ve hassas tarım uygulamaları, inşaat projeleri, haritalama, kirlilik

tespiti, meteoroloji, boru hatları, barajlar gibi altyapı faaliyetlerinin izlenmesi, kentsel dönüşüm planlaması ve hatta yolcu taşımacılığı gibi birçok alanda kullanılmaktadır. Bu araçlar aynı zamanda suç ve terör faaliyetlerinin izlenmesinden, sinema filmi çekimlerine, hobi ve eğlence amaçlı kullanımlara, gazetecilik faaliyetlerine ve ışık gösterilerine kadar çeşitli alanlarda da önemli rol oynamaktadır (Ayrancı, 2016; Kahveci ve Can, 2017; Uslu ve Tekin, 2021, s. 166). Ayrıca sınır gözetimi, narkotik operasyonlar, spor faaliyetleri ve grev olaylarını izleme öte yandan sağlık hizmetlerinde acil tıbbi malzemelerin taşınması gibi alanlarda da kullanılmaktadır (Macit, 2021; Li vd., 2023). Özellikle afet lojistiği ve insani yardım operasyonlarında İHA taşımacılığı en hızlı ve etkili yöntem olmuştur. İHA'ların bu geniş uygulama yelpazesi, günümüzde teknolojinin ve insansız sistemlerin giderek artan önemini vurgulamaktadır. Belirtilen alanlarda başarı sağlayan İHA'lar, yakın zamanlarda lojistik alanında da kullanılmaya başlanmıştır. Günümüzde bilişim teknolojilerinde yaşanan gelişmelerle beraber akıllı lojistik uygulamaları hız kazanmıştır. Bu bağlamda özellikle e-ticaret faaliyeti gösteren işletmeler ve kargo firmaları da İHA ile teslimata yönelik projeler geliştirmektedirler (Dağlı vd., 2020, ss. 80-82).

Bu başlıkta İHA'ların çeşitli alanlarda kullanımlarına genel olarak değinilmiştir. İHA'ların hava kargo sektöründe son adım teslimatta kullanımına yönelik bilgiler ikinci bölümde detaylı olarak verilmiştir.

1.5. İHA Kullanımı Etkileyen Faktörler

1.5.1. Altyapı

Kentsel planlama ve çevresel faktörler, İHA teslimatlarının başarısını doğrudan etkileyen temel unsurlar arasında yer almaktadır. Bu bağlamda, planlama ve altyapıdan kaynaklanabilecek olası sorunların önceden tespit edilmesi ve çözüm stratejilerinin geliştirilmesi, teslimat süreçlerinin etkinliğini artırmak açısından kritik öneme sahiptir (Balac vd., 2017).

İHA teknolojisinin emniyetli ve etkin bir şekilde kullanılabilmesi mevcut altyapı koşullarına bağlıdır. Nakliye hizmetlerini ve teslimatı desteklemek amacıyla işletmelerin, hükümetlerin ve operatörlerin oluşturması gereken altyapı hizmetleri şunlardır: Kargo taşıyan İHA'ların iniş kalkışları için kullanabilecekleri vertiportlar (dikey liman), İHA'ların ve diğer ulaşım araçlarının muayene ve onarımı için gereken

servis merkezleri, İHA'larla taşınacak yükleri yüklemek için dağıtım merkezleri, teslim edilen yükleri almak için dolap kutu gibi seçenekleri içeren alıcı istasyonlar, İHA'ları şarj etmek için şarj istasyonları olarak sıralanmaktadır (Cohn vd., 2017).

1.5.2. Çevresel Faktörler

İHA ile teslimatı etkileyen önemli faktörlerden biri de çevresel endişelerdir. İHA'ların görevlerini yerine getirmelerini engelleyen ve daha fazla enerji kullanmayı gerektiren en önemli çevresel faktör rüzgarın hızı ve yönüdür. Ayrıca sıcaklık pil performansını etkilerken, olumsuz hava şartları enerji tüketimini artırmaya neden olmaktadır (ICAO, 2023). Bununla birlikte, İHA'ların diğer kara ulaşım araçlarına göre daha düşük CO₂ emisyonu üretmesi, onları çevre dostu bir teslimat alternatifi haline getirmektedir (Min, 2023). İHA'lar görüntü ve gürültü kirliliğine neden olmaktadır. İHA'ların uçuş sırasında çıkardıkları sesler yakınındaki insan ve hayvanları rahatsız edebilmektedir (Tadiç vd., 2024). Bu sesler vahşi hayatta strese sebep olup, canlıları psikolojik olarak olumsuz etkileyebilmektedir. Artan İHA kullanımıyla beraber kuşlara ve diğer canlılara çarpma tehlikesi bulunmaktadır (Nakıboğlu, 2020)

1.5.3. Yasal Faktörler

İHA kullanımını etkileyen yasal faktörler; bürokratik süreçler, hukuki engeller, (Dorling vd., 2016), havacılık düzenlemelerinin eksikliği, sigorta yükümlülükleri, belirli hava sahalarında İHA kullanımına getirilen kısıtlamalar, alınması gereken özel izinler, sertifika ve lisanslar, eğitimler, araç sahiplerinin sorumlulukları ve İHA rotaları olarak sıralanmaktadır (Sah vd., 2021).

Hükümetlerin sistemin çevreye etkisini, düzenli olarak ölçmeleri ve doğru değerlendirmeler yaparak meydana gelebilecek sorunları belirlemeleri gerekmektedir. Etkili çevre yönetimi ve çevre düzenlemesi için hükümetlerin bu konuda hedefli politikalar ve gerekli standartlar oluşturmaları gerekmektedir (Bao vd., 2025). Yasalar oluşturup düzenleyici kurallar koymak kamu çıkarlarını korumada önemli bir etkidir. Düzenleyici çerçeve, şeffaf ve güven verici, maliyeti düşürme, kötü amaçlar için kullanımı engelleme, çevreyi koruma, uluslararası işbirliği, ilgili kurumlarla işbirliği şeklinde gizliliğin korunmasına ve toplumun güvenliğine odaklanmalıdır (Tadiç vd., 2024).

1.5.4. Teknoloji

İnsansız hava araçları birtakım spesifik teknolojilere dayanmaktadır. Fakat bu teknolojilerin çoğu hala üzerinde çalışıp geliştirilme aşamasındadır (Cohn vd., 2017). Otonom uçuş, navigasyon, algılama sensörleri, uçuş süresi, pil performansı, taşıma kapasitesi, yapay zeka uygulamaları, yazılım sistemleri gibi performans özelliklerini geliştirip ilerletmek; teknik sınırlamaların üstesinden gelmeye ve verimli bir teslimat gerçekleştirmeye yardımcı olacaktır. Bunun için araştırma ve geliştirme faaliyetlerine yatırım yapılıp, stratejiler belirlenmelidir. Bu stratejiler; İHA teknolojisinin araştırılıp geliştirilmesini sağlamak, yazılım sistemlerinin geliştirilmesi, teknoloji transferi, değerlendirme ve iyileştirme çalışmaları olarak sıralanmaktadır (Tadiç vd., 2024).

1.5.5. Gizlilik ve Güvenlik

İHA'ların, yükü tam konumuna teslim etmek için kullandığı kamera ve sensörler teslimat konumunu, mülkü ve kişileri izinsiz sürekli kayıt etmektedir. Bundan dolayı toplumun mahremiyetini ve kamu gizliliğini ihlal edebilmektedir (Min, 2023). Bu durum izinsiz kayıt ve çekim, özel bilgilerin çalınması, verilerin izinsiz kullanılarak şantaj ve benzeri tehditlere yol açması, siber saldırılar, engellemeler, hak ihlalleri, terörizm, dolandırıcılık gibi istenmeyen durumlara neden olabilmektedir. Yine müşterilerin adresleri, ürün ve ödeme kart bilgileri izinsiz kullanılabilir. Tüm bunlar gizliliği ve güvenliği tehlikeye atmaktadır (Tadiç vd., 2024). Gizlilik ihlali ve güvenlik riskleri insanların İHA'larla kargo teslimatına yönelik bakış açılarını olumsuz etkilemektedir (Li vd., 2023). Bu olumsuz bakış açısını değiştirmek için, İHA teknolojileri tasarımında güvenlik kaygılarını en aza indirmek amaçlanmalıdır (Yoo vd., 2018).

1.5.6. Toplumsal Algı

Toplumun İHA kullanımına bakış açısını değerlendirmek için Polonya'da yürütülen bir araştırma, nüfusun %43ü gibi önemli bir kısmının İHA uygulamalarına karşı şüphelerinin olduğunu ortaya koymuştur. Bu durum, İHA ile teslimat uygulamalarının toplumsal düzeyde henüz kabullenilmediğini ve bu doğrultuda bazı engellerin bulunduğunu göstermektedir (Buko vd., 2022). Yine Avustralya'da kentsel bölgelerde yapılan benzer araştırmada geleneksel teslimat hizmetlerinin İHA teslimatına tercih edildiği sonucuna varılmıştır (Merkert ve Bushell, 2020). İnsansız hava

araçlarında pilot olmadığı ve kararlar bilgisayarlar tarafından alındığı için otomasyon konusunda toplumsal kaygıya ve şüpheciliğe neden olmaktadır (Sah vd., 2021, s. 5). Ayrıca insanlarda İHA teslimatıyla birlikte geleneksel perakendeciliğin ortadan kalkacağı, işsizlik sorunları ve stresin artacağı ve sosyal etkileşimlerin azalacağına dair endişelerin oluşacağı tespit edilmiştir (Kellermann vd., 2020).

Toplumsal bağlamda İHA'lara ilişkin bir diğer kaygı ise emniyet ve güvenlikle ilgilidir. İHA'ların taşıdığı yükün veya aracın teknik bir arıza sonucu düşmesi ihtimali, kullanıcılar tarafından potansiyel bir tehlike ve risk olarak değerlendirilmektedir. Ayrıca ticari amaçla kullanılan İHA'ların yasadışı faaliyetlerde kullanılanlarla karıştırılabileceği ve bu durumun güvenlik açısından bir tehdit unsuru olabileceği değerlendirilmektedir. Dolayısıyla sözü edilen kaygılar, toplumun İHA teknolojisine karşı mesafeli yaklaşmasına ve bazı bireylerin bu teknolojiyi reddetmesine sebep olmaktadır (Sah vd., 2021).

1.5.7. Ekonomik Etki

İHA'larla teslimat, diğer teslimat yöntemlerine göre verimli olup maliyeti düşürse de ekonomik zorlukların İHA'ların kullanımı konusunda gözardı edilmemelidir. İnsansız hava araçlarının verimli ve güvenli çalışması için kullanılan yazılım, sensörler, kameralar ve diğer teknolojiler maliyeti artırmaktadır. Aynı zamanda sertifikasyon ve operatör eğitimleri de ek maliyet demektir (Tadiç vd., 2024). İHA'ların içinde kullanıcı olmadığından ve otomatik olarak yönlendirildiğinden dolayı yükleme ve boşaltma ile taşıma için işçilik maliyeti olmamaktadır (Min, 2023). Son adım teslimatta verimli ve ekonomik süreç elde etmek için teslimat süresinin azaltılması, maliyetlerin optimize edilmesi, İHA filosunun optimizasyonu gerekmektedir. Bu da etkin rotalama planlaması, İHA filo yönetimi diğer ulaşım sistemleriyle entegre edilmesi stok yönetimi gibi unsurları kapsamaktadır. İHA ile teslimat uygulamalarında ekonomik engeller, başlangıç maliyetlerinin yüksek olması, mevcut ekonomik durum, istihdam sorunları, taşımacılık sektöründeki aksaklıklar, gelir dağılımındaki eşitsizlikler olarak sıralanmaktadır (Tadiç vd., 2024).

1.6. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları

Birçok alanda İHA'ların kullanımı günden güne hızla artmakta ve günlük yaşamda farklı alanlarda yaygın bir biçimde kullanımı artmaktadır. Ancak her

teknolojik sistem gibi, İHA'ların da çeşitli avantajları ve birtakım dezavantajları bulunmaktadır. Bu avantaj ve dezavantajlar şu şekilde ifade edilebilir (Akyürek vd., 2012; Kabadayı ve Uysal, 2019, s. 10; Karaağaç, 2016, s. 8; Korkmaz vd., 2016; Uzuntaş ve Yılmaz, 2023, s. 370).

Avantajları:

İHA kullanımının,

- Pilotlu uçaklara kıyasla üretim ve satın alımlardaki maliyeti ile yakıt ve uçuş maliyetlerinin düşük olması,
- Uçuş ekibi olmamasından dolayı görev anında muhtemel kaza durumunda düşmesi halinde düştüğü yerde bulunabilecek insanlar için oluşturduğu can kaybı riski dışında bir can kaybı riskinin olmaması,
- Tehlikeli ve ulaşılması zor alanlarda kullanılabilmesi,
- Uçuş süresinin pilotlu araçlara göre daha uzun olması ve uçuş süresi limiti olmaması,
- Gece gündüz ayrımı olmadan hizmet verebilmesi,
- Pilotlara ihtiyaç duyulmaması (Sadece uzaktan kontrolü sağlayacak bir teknikerin yeterli olması sebebiyle pilot yetiştirmek için maliyetli yatırımları ortadan kaldırarak mali açıdan avantaj sağlamasıdır) gibi avantajları bulunmaktadır.

Dezavantajları:

- Şiddetli rüzgar ve yağış gibi olumsuz hava şartlarından etkilenmesi,
- Tehlikeyi algılama yeteneklerinin canlı bir pilota kıyasla daha zayıf olması (İnsansız hava araçlarının kontrolü, uzaktan bilgisayarlardan gelen veriler ve görüntüler üzerinden sağlandığı için bazı veri aksaklıkları ve görüş açısı kısıtlamaları meydana gelebilmektedir.),
- Yük kapasitesinin az olması,
- Hava saldırılarına karşı savunmasız olmaları ve kontrol ve savunma sistemlerinin ele geçirilebilinmesi,
- Yer kontrolü ile bağlantısının kesilmesi durumunda tehlike arzemesi,

- Fazla yüksekte uçamamaları ve doğadaki olumsuzluklara karşı savunmasız olmaları,
- Kamera ve sensörlerle donatıldığı için gizlilik ihlalinin olabilmesi ve
- Mevzuat belirsizliği gibi dezavantajları bulunmaktadır.



İKİNCİ BÖLÜM

HAVA KARGO TAŞIMACILIĞINDA İNSANSIZ HAVA ARACI KULLANIMI

2.1. Hava Kargo Taşımacılığı Kavramı

Taşımacılıkta önemli bir yeri olan hava kargo kavramının çeşitli tanımları bulunmaktadır. Hava kargo, ticari uçakların kargo bölümünde ya da sadece kargo taşımak amacıyla ayrılmış uçaklarla yük ve paketlerin taşınmasıdır (Transmetro, 2024). SHGM (2015) hava kargoyu, “*Uluslararası posta konvansiyonuna göre, posta veya doküman ile kayıtlı bagaj haricinde, gümrüğe tabi ve konşimet kayıtlı olarak uçakla taşınan her türlü gönderiye hava kargo denir*” şeklinde tanımlamaktadır. Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü (ICAO, 2023) ise, “*Hava kargo veya yük, bir uçakta taşınan posta, depolar ve yolcu bagajı dışındaki her türlü eşyayı ifade eder*” diye ifadesini kullanmaktadır.

Hava kargo taşımacılığı ise Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği (IATA) ve ICAO kuralları dahilinde, devletlerin ve taşıyıcı havayolu firmalarının kısıtlamaları dikkate alınarak, posta ve bagaj dışındaki malların paketleme işlemleri, etiketleme, belgelerin düzenlenmesi ve hava aracı ile transfer edilmesi olarak tanımlanmaktadır (Derici vd., 2015, s. 71).

Hava kargo taşımacılığı, son yıllarda e-ticaretin gelişmesiyle beraber hava kargo taşımacılığı önemini daha da artırmaktadır. Hava kargo taşımacılığı hızlı, dünyanın dört bir yanına erişim olanağı ve değerli mallar için güvenli taşıma avantajı sağlamaktadır (Maersk, 2024). Hava kargoya olan talebi, küreselleşme ve ekonomide yaşanan büyüme yönlendirmektedir. Hava kargo sektörü ekonomideki büyümede önemli bir etkiye sahiptir. Ticareti kolaylaştırarak işletmelerin küresel erişimine yardımcı olmaktadır. İşletmelerin uygun maliyetli ve daha hızlı ulaşım imkânıyla uzak pazarlara girmesini sağlamaktadır (ICAO, 2023). Hava kargo taşımacılığının diğer taşıma yöntemlerine

göre hızlı olması, bozulabilir ve değerli eşyaların güvenli taşınması, envanter maliyetlerini azaltması ve taşıma süresince etkin iletişim sağlaması hava kargo taşımacılığına olan talebi artırmaktadır (Batur, 2008, s. 132). Hava kargo taşımacılığının maliyetli bir taşıma türü olmasına rağmen ürünlerin hasar ve kaybolma riskinin düşük olmasından dolayı tercih edilmektedir (Zhang ve Zhang, 2002, s. 276).

2.2. Hava Kargo Taşımacılığının Özellikleri

Hava kargo taşımacılığı hızlı ve uzak mesafelere etkin, verimli teslimatıyla kargo taşımacılığında ideal bir seçim olarak tanımlanmaktadır. Özellikle zamana karşı duyarlı hassas gönderiler için en etkin taşıma yöntemidir (Easycargo, 2023). Hava kargo taşımacılığına dair temel özellikler aşağıda sıralanmıştır:

- Havalimanlarının kısıtlı erişime sahip, güvenlik kontrollü alanlar olmaları ve emniyetli taşıma koşulları ile gönderiler her aşamada güvenli taşınmaktadır. Kargolarda hasar ve kayıp riski azdır (Transmetro, 2024; Easycargo, 2023).
- Hava kargo ağları sayesinde büyük pazarlara erişim daha kolaydır. Uluslararası ticaretin sorunsuz ve kolay gerçekleştirilmesi, işletmelerin ise dünyanın dört bir yanındaki müşterilerine ve büyük pazarlara ulaşmasını sağlamaktadır (GoComet, 2023).
- Ürünler kısa sürede teslim edildiğinden dolayı depolama maliyetleri düşüktür. Diğer taşıma modlarına göre nakliye sırasında daha düşük paketleme ve ambalaj maliyeti gerektirir. Güvenli taşıma koşullarından dolayı sigorta maliyetleri düşüktür (Transmetro, 2024).
- Kargo seferleri planlı ve tarifelidir (Gün, 2007, s. 151)
- Teslimatların sık ve güvenilir olması, nakit akışını iyileştirerek, müşteri taleplerini karşılayabilecek envanter yönetimi stratejisi belirlenebilmektedir (GoComet, 2023).
- Hava kargo taşımacılığının büyük çoğunluğu tek yönlü yapılmaktadır. Taşınan kargolar varış noktasına ulaşarak geri dönmezler bu durum hatlar arasında dengesizliğe yol açarak talep tahminlerini zorlaştırmaktadır (Yakut, 2012, s. 6).

- Taşınan kargoların hacim, ağırlık ve şekil yönünden farklı olmasından dolayı çeşitli şekillerde sınıflandırılarak heterojen bir yapı oluşturulmaktadır (Aksoy, 2024, s. 32).
- İşletme giderleri, yüksek yakıt ve işgücü maliyetleri, uçak alım kiralama ücretleri, bakım maliyetleri dolayısıyla diğer taşıma modlarına kıyasla daha yüksek maliyetlere sahiptir (Balık, 2015, s. 15).
- Operasyonların etkin, verimli ve kesintisiz gerçekleştirilebilmesi için gelişmiş bilişim teknolojisine ihtiyacı vardır (Aksoy, 2024, s. 34).
- Hava kargo taşımacılığının emek ve sermaye yoğun sektör olmasından dolayı, yoğun rekabet ortamında üstünlük elde etmek için teknik, finansal ve insan kaynakları yönünden yeterli olmalıdır (Yakut, 2012, s. 9).

2.3. Hava Kargo Taşımacılığı Temel Bileşenleri

Heterojen bir yapıya sahip olan hava kargo taşımacılığında kargonun çıkış noktasından varış noktasına ulaşana kadar birçok oyuncu bulunmaktadır (Keskin, 2024, s. 25). Hava kargo operasyonları bu oyuncular arasındaki ağ ilişkisine dayanmaktadır (Gün, 2007, s. 188). Bu oyuncular verimli ve güvenli taşımacılık için kritik öneme sahiptir (Keskin, 2024, s. 26).

2.3.1. Gönderici

Hava kargo operasyonların ilk aşamasında gönderici bulunmaktadır. Gönderici, ulusal ya da uluslararası gönderi sürecini başlatmaktadır. Gönderici ürünlerin belirlenen zaman aralığında alıcılara ulaşmasını sağlayarak müşteri memnuniyetini oluşturmakla yükümlüdür. Gönderici süreç boyunca sürekli geribildirim yaparak güvenli bir hizmet sunduğunun garantisini vermelidir (Gün, 2007, s. 189).

2.3.2. Freight Forwarder

Türkçe literatürde taşıma işleri organizatörü olarak ifade edilen Freight Forwarder işletmeleri, hava kargo pazarında yer alan önemli aktörler arasındadır (Durak, 2016, s. 44; Keskin, 2024, s. 27). Freight forwarderlar, kargonun göndericiden alıcıya teslim edilmesine kadar olan süreçte tüm lojistik faaliyetleri sürdürmektedirler (Gün, 2007, s. 190). Gökdoğan (2006), freight forwarderları “*malların bir noktadan diğer noktaya taşınmasını sağlayan; karayolu, demiryolu, denizyolu ve hava yolu gibi*

taşıma şekillerinden bir veya birkaçını kombine olarak kullanarak, yükün taşınması, depolanması, gümrüklenmesi, paketlenmesi, dağıtımı gibi işlemleri yapan ve bu gibi organizasyonları gerçekleştiren şirketlere freight forverder denir" şeklinde tanımlamaktadır. Göndericinin yerine lojistik faaliyetleri uygulamak için planlama, süreç takibi, kargoların hızlı emniyetli ve güvenli bir şekilde sevkiyatını yapmak freight forverderların görevleri arasındadır (Keskin, 2024, s. 28). Freight forwarderların faaliyet alanları: gümrükleme ve ihracat ithalat işlemleri, sözleşme düzenleyip kapsamını belirlemek, taşıma işlemleriyle ilgili belgeleri hazırlamak, antrepo ve depolama işlemleri, yasal mevzuat ve uygulamalarla ilgili bilgilendirme yapmak, maliyet planlaması, sigorta ve vergi işlemleri, stok, talep, müşteri ilişkileri, operasyon yönetimi, pazarlama, tüm birimler arasında koordinasyon sağlamak olarak sıralanmaktadır (Gün, 2007, s. 190).

2.3.3. Havayolu İşletmeleri

Havayolu işletmeleri kar amacıyla belirli bir ücret karşılığında hava araçlarıyla yolcu veya yük ya da her ikisini birden taşıyan işletmeler olarak tanımlanmaktadır (Canöz, 2018, s. 198). Temel işlevleri yolcu, yük ve posta taşımacılığı olarak ifade edilmektedir (Gerede, 2015, s. 24) Hava kargo işletmelerinin amacı hizmetlerinden kar elde etmek için kendilerini yüksek gelir getiren pazarda konumlamaktır. Kargo ve yolcu taşımacılığını aynı anda yapan işletmelerin amacı ise etkin bir fiyatlandırma yöntemi kullanarak kargo bölümlerini doldurabilmektir. Trafik hakları, çevresel etkenler, talimatlar, gümrük prosedürleri ve performans standartları havayolu işletmeleri için anahtar konulardır (Yakut, 2012, s. 16).

2.3.4. Yer Hizmetleri

Yer hizmetleri, uluslararası havacılık kuruluşlarının ve SHGM' nin belirlemiş olduğu kural ve standartlara uygun olarak uçağa, yolculara, bagaj ve kargolara verilen hizmetleri kapsamaktadır (Yıldız ve Mutlu, 2020, s. 315). Yer hizmetleri işletmeleri tarafından hava kargo faaliyetlerine yönelik verilen hizmetler, hava kargo tedarik zincirinin işletilmesinde önemli bir paya sahiptir. Havalimanlarında yüklerin hızlı, düzenli ve güvenli biçimde yüklenmesi ve boşaltılması işlemleri, bu alanda faaliyet gösteren yer hizmeti işletmeleri tarafından gerçekleştirilmektedir. Yer hizmetleri

işletmeleri birimi görevlerini yerine getirebilmek için nitelikli personele, gerekli ekipman ve araç gereçlere ihtiyaç duymaktadır (Balık, 2015, s. 21).

2.3.5. Havaalanları

Hava kargo sektörünün önemli bir parçası olan havaalanlarını Devlet Hava Meydanları İşletmesi (DHMI, 2022) “*Hava araçlarının tamamen veya kısmen ,inişi, kalkışı ve yer hareketi için kullanılması öngörülen, içerisindeki bina, teçhizat ve tesisat da dâhil olmak üzere karada veya suda belirlenmiş alan*” olarak tanımlamaktadır. Havaalanları ekonomik gelişme ve küresel pazarlara erişim için önemli merkezler olarak grlmektedir. Küresel pazarda var olmanın önemli koşullarından biri hava kargo endüstrisidir. Ekonomik büyüme için havaalanlarının kargo hizmetleri büyük önem taşımaktadır (Balık, 2015, s. 22)

Havaalanlarında kargo terminalleri, antrepolar ve lojistik merkezlerinin bulunması, havaalanlarının bulundukları bölgeye katma değer katması ve lojistik s olabilmesi için önemlidir (Gün, 2007, s. 192). Havaalanlarının ncelikleri, güvenlik hizmetlerinin iyi olması, pasaport ve gümrük işlemlerinin sorunsuz ve hızlı halledilmesi, kargo giriş ıkışları için uygun yerlerin bulunması, çevresel koşullar, büyüme ve gelişmenin planlı olması ve evrensel vizyona sahip olmaktır (Yakut, 2012, s. 179). Hava kargo taşıyıcılarının hangi pazarda hizmet verip ve bu pazarların içinde hangi havaalanında faaliyet göstereceğine karar vermesi önemli noktalardan biridir. Yolcu hizmetlerindeki büyümeyle beraber kargo şirketlerinin havaalanlarında yer bulabilmeleri zor olabilmektedir (Gardiner vd., 2005, s. 393). Bundan dolayı havaalanları kapasitelerini genişletmeleri, hizmetlerini geliştirip gerekli altyapıyı sağlamaları gerekmektedir (Keskin, 2024, s. 30). Kargo taşıyıcılarının havaalanı seçerken karalarını etkileyen faktörler şu şekilde sıralanmaktadır: Gece operasyonları için uygun olması, havaalanı ücretleri ve genel maliyet minimizasyonu, havaalanlarının tanınırlığı, varış noktası talebi, freight forwarderların etkisi, havaalanına erişimin kolay olması, finansal teşvikler ve ana pazarlara olan bağlantıları olarak sıralanmaktadır (Gardiner vd., 2005, s. 393).

2.3.6. Alıcı

Alıcı hava kargo operasyonlarında varış noktasında kargoyu teslim alandır. Alıcı birey olabildiği gibi çeşitli kurum kuruluşlar ve şirketler de olabilmektedir. Alıcı

gönderilen kargonun taşıyıcıdan, sözleşmeye uygun olarak kendi adına teslim edilmesini isteme hakkına sahiptir (Yakut, 2012, s. 16).

2.3.7. Piyasa Talepçileri

Hava kargo pazarında piyasadaki talepçiler bireyler, kamu kesimi ve özel sektör olarak sıralanmaktadır. Bireyler bağımsız göndericilerdir. Kamu kesimi ise, üniversite ve araştırma kurumları, ordu, ve devlet kurumları olarak sıralanmaktadır. Özel sektör ise lojistik, ithalat ve ihracaat firmaları gibi çeşitli şirketler hava kargo taşımacılığını tercih etmektedirler (Doğan, 2003, s. 16).

2.4. Hava Kargonun Sınıflandırılması

Taşınacak kargonun zarar görmeden düzenli ve emniyetli bir şekilde gideceği yere ulaşması için taşınan malın niteliğine göre bazı sınıflandırmalara tabidir.

Genel Kargolar: Bozulma ihtimali olmayan, özel bir hizmet gerektirmeyen ve depolama şartı bulunmayan kuru temiz kargolar genel kargo olarak adlandırılmaktadır. Genel kargolarda tekstil ürünleri büyük öneme sahiptir. Taşıma şekli ve rezervasyonunda esnek davranılabilmektedir (Balık, 2015, s. 37 ; Batur, 2008, s. 133).

Özel Kargolar: Özel kargolar kabulü, taşınması, depolanması, yükleme ve boşaltması süreçlerinde ICAO ve IATA gibi düzenleyici kurumların belirlediği özel kurallara tabi kargolardır (Derici vd., 2015, s. 72). Bu kargoların kabulünde dikkat edilmesi gereken unsurlar şunlardır (Doğan, 2003, s. 7 ; IATA, 2022; Dilber, vd., 2020, s. 26):

-TACT'deki (Hava Kargo Tarifeleri ve Kuralları) kurallara ve tarifelere ulaşarak varış noktasına güvenli şekilde ulaşmasını sağlayacak bilgileri kontrol edilmelidir. Gideceği ülkenin ve taşıyıcının, gönderilen kargo için kısıtlamanın olup olmadığı kontrol edilmelidir.

-Kargo ile ilgili NOTOC (Special Load Notification To Captain) düzenlenmesi gerekmektedir.

-Yürürlükteki ambargolar dikkate alınmalıdır.

-Canlı hayvan taşınacaksa IATA' nın "Live Animal Regulation" kitabından sorumluluklar, talimatlar ve kurallar kontrol edilmelidir.

-Kargo tehlikeli maddeyse tehlikeli maddeler eğitimi almış personel tarafından "Dangerous Goods Regulation" DGR ve güncel yayınlar ile uyumluluğu kontrol edilmelidir.

-Uçağın kalkışından sonra transit, transfer ve varış noktalarına mesajla bilgi verilmelidir.

Özel kargolar, tehlikeli maddeler, değerli kargolar, canlı hayvanlar, insan cesedi, ebatı büyük ve ağır kargolar olarak sınıflanmaktadır (Balık, 2015, s. 37).

Tehlikeli Maddeler: IATA'nın Dangerous DGR kitabında belirtilip sınıflandırılan, fiziksel ve kimyasal özelliklerinden ötürü yolcuya, uçağa, personele, diğer yüklere ve çevreye zarar veren maddelerdir. Tehlikeli maddeler DGR kitabında "patlayıcılar, gazlar, yanıcı katılar, yanıcı sıvılar, oksitleyici maddeler ve organik peroksitler, zehirli ve bulaşıcı maddeler, radyoaktif maddeler, aşındırıcılar" olarak sınıflandırılmaktadır. Bu kargoların uçuşa kabul edilmesi için DGR ve güncel yayınlara uyumlu olup olmadığı kontrol edilir, eğer gereken şartları sağlanmıyorsa kesinlikle uçuşa kabul edilmemektedir (Dilber, vd., 2020, s. 37). Tehlikeli maddelerin sevkiyatında etiketleme, işaretleme ve paketleme işlemleri tabi oldukları mevzuat ve düzenlemelere göre olması gerekmektedir.

Değerli Kargolar: Brüt kilo başına 1000 Amerikan Doları (USD) veya buna eşit başka para birimi ya da daha fazla değer bildiren kargolardır. Sanat eserleri, altın ve altından yapılmış eşyalar, banka ve kredi kartları, kıymetli evrak, tapu, hisse senetleri gibi. Handling İnformation bölümüne her paketin brüt kilosu ve ölçüleri yazılıp her bir parça üzerine alıcı ve gönderici adresi, varsa transfer-transit istasyonları, varış merkezi belirtilmelidir. Paketler üzerinde değerli kargo olduğunu belirten hiçbir etiket veya işaretleme olmaması gerekmektedir (Dilber vd., 2020, s. 35).

Canlı Hayvanlar: Very Important Cargo (VIC) kapsamında olan canlı hayvanlar sevkiyatta öncelikli kargolar arasında bulunmaktadır (Doğan, 2003 s.10). IATA' nın canlı hayvan taşıma kurallarına Live Animals Regulation (LAR) göre kabul edilip taşınması uygun görülmektedir. Çıkış noktasından varış noktasına kadar tüm uçuşlarında rezervasyonlarının yapılması gerekmektedir (Dilber, vd., 2020, s. 25). Canlı

hayvanlar IATA kurallarına göre sınıflandırılıp tanımlanması, paketlenmesi, işaretlenip etikenlenmesi gerekmektedir (Batur, 2008, s. 137).

İnsan Cesedi: Cenazeler VIC kapsamında olduğu için taşıma işlemlerinde öncelikli kabul edilmektedir. Cenaze için ayrı (airway bill) AWB düzenlenmesi gerekmektedir. Rezervasyonun çıkış noktasından varış notasına kadar yapılıp, ara nokta ve varış noktalarında kısıtlamaların olup olmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir (Batur, 2008, s. 138).

Ebatı Büyük ve Ağır Kargolar: Hava kargo taşımacılığında kargonun ağır kargo olarak kabul edilmesi için parça başına ağırlığın 150 kg ve üstü olması gerekmektedir. Ağır olduğunu belirten etiketin “HEA” muhakkak takılması gerekmektedir (SHGM, 2015). Taşınması için iki ya da daha fazla palet gerektiren kargolar ebatı büyük kargo olarak kabul edilmektedir. Genellikle makine parçaları, otomobil, uçak motorları, kablo makarası ve büyük borular büyük ve ağır kargo kategorisinde değerlendirilmektedir (MEGEP, 2011, s. 39). Havayollarında çalışan kargo personellerinin kullanacakları uçakların tiplerine göre ambarların limitlerini bilmeleri gerekmektedir (Batur, 2008, s. 139). Uçak kapı ölçülerini, taban çekerini, ambar limitlerinin kontrolü muhakkak yapılmalıdır (Dilber, vd., 2020, s. 34). Ebatı büyük ve ağır kargolar yükleme indirme ve bağlama işlemlerinde, uçağı geciktirebilecek veya uçağı hasar verebilecek durumdaysa bu kargolar uçuşa kabul edilmemektedir (Batur, 2008, s. 139).

Hava kargo taşımacılığında çok çeşitli mallar gönderilirken en sık gönderilen kargolardan bazıları şunlardır (IATA, 2022): “*Bitkiler, İlaçlar, aşılar ve farmasötikler, kolay bozulan gıdalar, kara taşıtları ve havacılık sanayi yedek parçaları, canlı hayvanlar, kıtalararası posta, lüks mallar, lüks tüketim malları, sanat eseri, e-ticaret malları*” olarak sıralanmaktadır.

2.5. Hava Kargo Pazarının Gelişimini Etkileyen Faktörler

Hava kargo pazarının gelişimine etki eden olumlu faktörler aşağıda başlıklar halinde sunulmuştur.

a) Dünya Nüfusu ve Ticaretin Artması: Artan nüfus ile beraber ihtiyaçlarda artmaktadır. İhtiyaçların en hızlı ve emniyetli şekilde taşınmasının istenmesi hava kargo taşımacılığına olan talebi de artırmaktadır. Hava kargo endüstrisi ekonomik gelişmelerden direk etkilenen ticaretin, bir alt koludur. 1980’lerde ticaretteki

gelişmelerle birlikte hava kargo sektöründe gelişim sürecine girdiği görülmektedir. Teknolojinin gelişmesi ve artan rekabetle beraber işletmeler ve insanlar e-ticarete yönelmişlerdir. E-ticarette satın alınan ürünler uluslararası sitelerden alındığında ürünlerin gönderimi genellikle hava kargo ile gönderilmektedir. E-ticaretin artması hava kargo pazarının büyümesini sağlamaktadır (Battal, 2016, s. 66).

b) Gayri Safi Millî Hasıla'nın (GSMH) Artışı: GSMH ile hava kargo kapasitesi arasında istatistiksel ilişki mevcuttur (Yakut, 2012 s.40). Ülkede üretilen ürünlerin genellikle hava kargo taşımacılığı ile ihraç edilmesi GSMH' nin artmasını sağlamaktadır. Ekonomi büyüme gösterdikçe hava kargo pazarı da büyüme eğiliminde olacaktır. Hava kargo pazarının büyümesinde en önemli belirleyicilerden biri GSMH' dir (Battal, 2016, s. 67).

c) Serbestleşme: ABD hükümetinin 1978 serbestleşme hareketiyle, havacılık etkin ve verimli gelişme sürecine girmiştir. Serbestleşmeyle beraber havayolu işletmeleri küreselleşen piyasada uçuş ağlarını genişleterek diğer pazarlara girmek, pazar payını artırıp maliyeti azaltmak için stratejik ortaklıklar kurmaya yönelmişlerdir (Zhang ve Zhang, 2002, s. 278).

d) Açık Semalar Anlaşmaları: Açık Semalar anlaşması 2007 de ABD ve Avrupa Birliği arasında imzalanan ticaret ve seyahat hacmini artıran bir anlaşmadır. Havacılığın serbestleşmesini ve uluslararası ticaretin gelişmesini sağlamıştır. Bu anlaşmayla beraber verimlilik ve rekabet artmıştır. Araştırmalara göre anlaşmayla beraber yolcu sayısı ve hava kargo miktarında önemli artış meydana gelmiştir ve Amerikan kargo şirketleri AB'de istedikleri havalimanını merkez yapabilmişlerdir (Battal, 2016, s. 69). Bu anlaşmayla taraf ülke ve firmaların taşımacılık hakları eşit olarak paylaşılmasına olanak sağlamıştır (Yakut, 2012, s. 43).

e) Küreselleşme: Hava kargo taşımacılığında küreselleşmenin önemi büyüktür. Ekonomik bütünleşmeler, ekonomik reformlar ve serbest ticaret anlaşmaları ekonomik büyümeyi etkileyen en önemli faktörlerdir. Ekonomik bütünleşme ve devletin korumacılık politikalarının azalması ticari faaliyetleri etkilemekte ve bu etki hava kargo sektörüne yansımaktadır (Batur, 2008, s. 141).

f) Uçak Teknolojilerindeki Gelişmeler: Hava kargo taşımacılığı için kullanılan uçaklar genellikle yolcu uçaklarının kargo uçağına dönüştürülmesiyle oluşturulmuştur. Yeni teknolojiyle üretilmiş uçaklar daha az yakıtla daha uzun menzile uçabildikleri için

kargo taşıyıcılarının birim maliyetini düşürmektedir. Bu uçakların taşıma kapasitelerindeki artışla beraber daha fazla yük taşıyabilmektedirler. Böylece taşıyıcıların maliyetlerindeki azalmaya paralel olarak müşterilerine daha ucuz hizmet vermelerini sağlayarak hava kargoya olan talebin artmasına olanak sağlamıştır (Battal, 2016, s. 68).

g) Liberalleşme: Kamunun çeşitli amaçlar için uyguladığı ekonomik, sosyal ve idari birtakım kuralların azaltılması ya da kaldırılması liberalleşme olarak tanımlanmaktadır. Taşımacılık sektöründeki liberalleşme eğilimleri sektörün gelişmesine önemli katkılar sağlamıştır. Havayolu işletmeleri liberalleşmeyle birlikte küresel pazarda uçuş ağını genişletip, pazar payını ve uçuş sıklığını artırmıştır. Ayrıca stratejik ortaklıklar kurarak maliyetlerini azaltmayı amaçlamışlardır (Batur, 2008, s. 167).

Hava kargo pazarının gelişimine etki eden olumsuz faktörler ise şu şekildedir:

a) Ekonomik Kriz: Ekonomik krizlerle beraber uluslararası ticarete yaşanan azalmalar, ulaşım sektörünü direkt etkilemektedir. Yolcu ve yük talebindeki azalmalarla havacılık işletmelerinin faaliyetleri ve gelirleri de azalmaktadır (Battal, 2016, s. 71). Örneğin 2001 ile 2009 yıllarındaki küresel krizlerde üretim ve uluslararası ticarete olan talep ciddi ölçüde azalmıştır. Bu durum hava kargo taşımacılığını olumsuz etkilemiştir (Yakut, 2012, s. 51).

b) Ticaret Kotaları ve Kısıtlamalar: İthal ve ihraç edilen malların değerine veya miktarına belirli dönemlerde getirilen kısıtlamalara kota denilmektedir (Yakut, 2012, s. 50). Kotalar uluslararası ticaret hacmini azaltarak, ithal malların ülkeye girişini engelleyip hava kargo taşıyıcılarının taşıdığı kargo miktarını düşürmektedir. Bu da kargo işletmelerinin kar oranlarını azaltıp sektörün gelişimini olumsuz etkilemektedir (Battal, 2016, s. 75).

c) Çevresel Etkiler: Havacılığın çevreye olan etkilerinden, gürültü kirliliği, hava kirliliği ve iklim üzerindeki etkileri son elli yıldır önemini giderek artırmaktadır. Bu etkileri azaltmak için hava trafik yönetimi, teknolojik gelişmeler, hükümet politikası, alternatif yakıt ve operasyonel prosedürlerin geliştirilmesi gibi seçenekler değerlendirilmelidir (Mahashabde vd., 2011, s. 15). Hava kargo işletmelerinin çevresel kısıtlamalardan dolayı katlanmaları gereken maliyetler artabilmektedir. Bu da sektörü olumsuz etkilemektedir.

d) Terör Olayları: Hava kargo endüstrisi çevreyle sürekli etkileşim halinde olan bir sistemdir (Gün, 2007, s. 148). Dünya üzerinde gerçekleşen olaylar karşısında oldukça hasastır. Örneğin 11 Eylül 2001 terör saldırılarından en çok etkilenen sektör havayolu endüstrisi olmuştur (Yakut, 2012, s. 58). Hava kargo taşımacılığı saldırıdan sonra durağanlaşmış ve birçok formalite uygulamalarla yatırım ve ticari faaliyetler direk etkilenmiştir (Battal, 2016, s. 72). Sigorta ücretlerinde büyük artışlar ve güvenlik önlemleri için harcamalar artarak ulaşımı daha da pahalı hale getirmiştir. Bunun sonucunda hava kargo taşımacılığında talebi azaltmıştır (Yakut, 2012, s. 59).

e) Yakıt Fiyatları: Son yıllarda artan jet yakıt fiyatlarıyla beraber özellikle kısa mesafede taşınacak olan kargonun farklı taşıma modlarına yönelmesine sebep olmuştur. Yakıt fiyatlarındaki iniş çıkışlar havacılık sektörünü olumsuz etkileyerek kar sağlamayı zorlaştırmaktadır. Müşteriler için de artan yakıt fiyatları daha yüksek ücretler demektir ve müşterilerin daha uygun ulaşım araçlarına yönelmesine ve gereksiz seyahatlerin ortadan kalmasına sebep olmuştur. Kısacası yüksek yakıt fiyatları hava kargo taşımacılığında olumsuz etkiye sahiptir (Hansman vd., 2014, s. 10).

2.6. Hava Kargo Taşımacılığının Dünya'daki Gelişimi ve Mevcut Durumu

Hava kargo taşımacılığının başlangıcı 28 Mayıs 1910 yılında Albay'dan Newyork' a 2.5 saat süren posta uçuşu ile başladığı belirtilmektedir. Öte taraftan Wright Şirket'i tarafından 10 Kasım 1910 yılında Dayton'dan Ohio Columbus'a beş top ipek kumaş taşınması hava nakliyatının ilk örneği olarak kabul edilebilmektedir (Wensveen, 2007, s. 365). Avrupa'da posta taşınması resmi olarak ilk defa 1912 yılında Almanya'da, ABD'de ise 1924 yılında düzenli hava nakliyatı gerçekleştirilmiştir (Yalçinkaya, 2016, s. 8). 1920 yılında New York'tan Amsterdam'a Fokker T-2 uçağı ile kargo taşımacılığı yapılmıştır. Bu Amerika'dan Avrupa'ya giden ilk kargo uçağı olması dolayısıyla havacılıkta önemli yere sahiptir (Easycargo, 2023). Havacılık sektöründe ticari uçaklar posta taşımacılığı amacıyla üretilip uzun yıllar temel gelir kaynağı olmuştur. Douglas DC-3 uçağının 1935 yılında piyasaya girişine kadar posta taşımacılığı havayolu işletmelerinin önemli gelir kaynağı olmaya devam etmiştir (Gün, 2007, s. 143). 1941 yılında ADB'de "United, American, Transcontinental & Western Air (TWA) ve Eastern" havayolları bir araya gelerek Air Cargo INC firmasını kurup ilk düzenli uçuşları başlatmışlardır (Kütahya, 2022, s. 28).

İkinci Dünya Savaşı'nda C-47 ve C-54 askeri kargo uçakları uzak cephelere malzeme taşımışlardır. Bu uçaklar savaştan sonra ticari hava taşımacılığının büyümesine katkı sağlamışlardır. 1950' li yıllarda ise jet motorlarının geliştirilmesiyle kargo uçakları daha hızlı ve verimli hale gelmiştir. Jet motorları kısa sürede daha çok mesafe kat edebildikleri için ticaretin küreselleşmesinde önemli bir adım olarak görülmektedir. 1960'lı yıllarda standart kargo konteynırlarının kullanılmasıyla yükleme ve boşaltma işlemleri daha kolay ve ekonomik olmuştur (Easycargo, 2023). Amerikan Havayolları ilk kez 1962'de B707 kargo uçağını, United Airlines ise 1964 yılında B727 kargo uçağını sipariş vermişlerdir. Bu uçakların yolcu koltukları kolay sökülüp takıldığı için gündüz yolcu, gece ise kargo taşımacılığı hizmeti vermişlerdir (Yalçınkaya, 2016, s. 9). 1970'lerin başında hava kargo taşımacılığı için kapıdan kapıya ekspres paket hizmetleri ortaya çıkmıştır. 1969 yılında DHL (Dalsey, Hillblom ve Lynn), 1971 yılında ise FedEx (Federal Express) kargo havayolları kurulmuştur. Nisan 1972 yılında ilk Boeing 747 kargo uçağı Luftansa tarafından Frankfurt New York arasında uçuşulması önemli gelişmeler arasındadır (ACI, 2019, s. 9). Hava kargo taşımacılığına yönelik 1977 yılında gerçekleşen serbestleşme hareketi neticesinde sektör hızlı bir ivme kazanmıştır. Böylece taşıyıcılar ücretleri kendileri belirleyebiliş, istedikleri pazarlara girebilme imkânı elde etmişlerdir (Yakut, 2012, s. 20). Hava kargo sektörü özellikle 1980 li yıllarda dünya ticaretinde yaşanan gelişmelerle birlikte hızlı bir gelişim göstermiştir (Batur, 2008, s. 166). Kuzey Amerika Ülkeleri Serbest Ticaret Anlaşması'nı (NAFTA)'nın 1994'te ve Dünya Ticaret Örgütü (WTO)'nun 1995'te kurulması hava kargo taşımacılığını olumlu yönde etkilemiştir (Yalçınkaya, 2016, s. 7). 1997 yılında ABD Federal Havacılık Kurulu (FAA) 'nın rota ücretlendirme kısıtını kaldırması ve serbestleşmeyle beraber hava kargonun gelişimi artmıştır (Yakut, 2012, s. 20). 11 Eylül 2001'de Dünya Ticaret Merkezi'ne yapılan saldırılar, 2002 de Irak Savaşı, 2003'te SARS virüs salgınına karşı Dünya Sağlık Örgütü'nün uyarısı ve 2003 yılında yakıt fiyatlarındaki artışlar havacılık sektörünü ciddi anlamda etkilemiştir. 2008 yılında küresel krizle beraber yakıt fiyatlarının artması hava kargo taşımacılığını olumsuz etkileyen olaylar arasındadır (Hasdemir, 2012, s. 77).

2019 yılında başlayan Covid-19 salgını 2020 yılında tüm dünyayı sarak özellikle havacılık sektöründe ciddi anlamda olumsuz etkiler yaratmıştır. Sınır kapılarının kapatılması, seyahatlere getirilen kısıtlamalar, sosyal izolasyon gibi

önlemler yolcu taşımacılığında büyük zararlara neden olurken, koruyucu ekipman, aşı, ilaç, Covid-19 testi gibi bozulabilir maddelerin hızlı taşınması adına hava kargo sektörü pandemi sürecinde faaliyetlerini sürdürebilmiştir. Bununda ötesinde hava kargo sektörünün öneminin bu süreçte artması havayolu taşıyıcılarının yolcu taşımacılığından kaynaklanan zararlarını hafifletmek amacıyla hava kargo sektörüne yönelmesine neden olmuştur (Rodoplu ve Kanat, 2022, ss. 1-2).

Bu dönemde hükümetler pazar kayıplarını telafi etmek için krizden çıkış stratejileri uygulamışlardır. Diğer taşıma sistemlerine göre daha hızlı ve güvenilir taşımacılık hizmeti sunan hava kargo bu dönemde havayolu endüstrisinin zararlarını hafifletmede önemli bir faktör olmuştur. Aşı, medikal ekipman ve tıbbi malzeme gibi zamana duyarlı ürünlerin taşınmasında hız ve güvenlik faktöründen dolayı hava kargo taşımacılığının tercih edilmesi bu dönemde hava kargonun sürdürülebilirliğinde önemli bir etkidir. Ayrıca kısıtlamalardan dolayı internet üzerinden yapılan alışverişler artmıştır. E-ticaretin artmasıyla birlikte hava kargoya olan talepte artmıştır (Rodoplu ve Kanat, 2022, s. 2091; Air News Time, 2025).

Bugün geldiğimiz noktada ise gelişen teknoloji, yapay zeka, otomasyon sistemleri, soğuk zincir teknolojileri, derin öğrenme, büyük veri, robotik uygulamalarla hava kargo sektörü dünyada kapsamını artırmaktadır (Air News Time, 2025).

Hava kargo küresel ticaretin hacim olarak yaklaşık %2'sini oluşturmaktadır. IATA 'ya göre hava kargo yılda 6 trilyon dolarlık mal taşıyarak dünya ticaretinin mali anlamda %35 lik kısmını temsil etmektedir (Dimerco, 2024). IATA 2024 yılında küresel hava kargo talebini toplam ton-kilometre (CTK) cinsinden 2023 yılına kıyasla % 11,3 oranında arttığını belirtmektedir. Bu oran 2021 yılında belirlenen rekor hacimleri aşmaktadır. %14,5 oranıyla en fazla büyümenin Asya Pasifik bölgesinde olduğu açıklanmıştır. 2024 hava kargo verilerine göre diğer bölgeler ise şu şekilde sıralanmıştır: %8,5 Afrika, %11,2 Avrupa, %6,6 Kuzey Amerika, %12,6 Latin Amerika ve %13,0 Orta Doğu olarak açıklamıştır (Haber.aero, 2025).

Aşağıdaki tabloda küresel hava kargo hacminin %26'sını simgeleyen ilk on havalimanının hava kargo hacimleri verilmiştir. Belirtilen yıllarda ilk sıradaki yerini koruyan Hong Kong Uluslararası Havalimanı'nı, Şanghay Pudong Uluslararası Havalimanı'yla Memphis Uluslararası Havalimanı takip etmiştir (ACI, 2025). Çin'in

Guangzhou havalimanı yıllık bazda yüzde 16,9 ile en yüksek büyümeyi gerçekleştirmiştir. Memphis havalimanı ise ilk onda yer almasına rağmen 2023 yılıyla kıyaslandığında yüzde 3,3'lük düşüş yaşadığı görülmektedir (Aircargonews, 2025).

Tablo 2.1: Dünya'nın En Yoğun Hava Kargo Havalimanları

2024	2023	2019	HAVALİMANI	2024	2023'e karşı % değişim	2019'a karşı % değişim
1	1	1	HONG KONG, HONG KONG SAR (HKG)	4.938.211	14.1	2.7
2	3	3	SHANGHAI, CHINA (PVG)	3.778.331	9.8	4.0
3	2	2	MEMPHIS, USA (MEM)	3.754.236	-3.3	-13.2
4	4	6	ANCHORAGE, USA (ANC)	3.699.284	9.4	34.7
5	6	4	LOUISVILLE, USA (SDF)	3.152.969	15.6	13.0
6	5	5	INCHEON, KOREA (ICN)	2.946.902	7.4	6.6
7	7	12	MIAMI, USA (MIA)	2.753.450	9.0	31.6
8	8	8	DOHA, QATAR (DOH)	2.616.849	11.1	18.1
9	11	17	GUANGZHOU, CHINA (CAN)	2.373.727	16.9	23.6
10	10	9	TAIPEI, TAIWAN (TPE)	2.270.974	7.5	4.1
Yük: Yüklenen ve Boşaltılan Ton Cinsinden Yük ve Posta (Transit Yük Dahildir)						

Kaynak: ACI (2025)

2.7. Hava Kargo Taşımacılığının Türkiye'deki Gelişimi ve Mevcut Durumu

20 Mayıs 1933 yılında “Türk Hava Postaları”na ait beş uçaklık filo ile Türkiye'deki ilk sivil hava taşımacılığı başlamıştır. Bu kurum 1935'te Bayındırlık Bakanlığı'na, 1938 yılında ise “Devlet Havayolları Umum Müdürlüğü” ne dönüştürülerek yeni uçakla İstanbul ile Ankara arasında posta ve yolcu taşımacılığı başlamıştır. 1944'te kurumun uçak sayısı artarak 28'e ulaşmış ve 1958 tarihinde 6623 sayılı kanunla Türk Hava Yolları'na (THY) dönüştürülerek 1983 yılına kadar havayolu taşımacılık faaliyetleri THY tarafından gerçekleştirilmiştir. 14.10.1983 tarihinde “2920 Sayılı Sivil havacılık Kanunu” kabul edilerek özel sektörün havayolu taşımacılığı yapmasının önü açılmıştır. Böylece havayolu taşımacılığı sektörü belirgin bir gelişme göstermiştir (Yakut, 2012, s. 62). Türkiye 1990 körfez krizinden etkilenmiş olsa da havayolu taşımacılığında 1990 yıllarının sonuna kadar büyüme devam etmiştir. 2001 yılında kendini gösteren ekonomik krizle beraber havayolu sektörü küçülmeye gitmiştir (Danış, 2022, s. 50). Ulaştırma Bakanlığı tarafından 2003 yılında özel havayollarına

yönelik getirdiği birtakım yenilikler, hava kargo taşımacılığının Türkiye’deki gelişimini hızlandırmıştır. Türk hava kargo sektöründe geniş gövdeli yolcu uçaklarının kullanılmaya başlanması ve piyasaya yeni giren kargo uçaklarıyla birlikte kargo kapasitesinde artışlar meydana gelmiştir. Türkiye piyasaya yeni giren havayolları ve hava kargo sektöründe yaşanan rekabet sayesinde pazardaki payını giderek artırmaktadır (Durak, 2016, s. 56).

Türkiye bulunduğu konum itibari ile hava kargo pazarında çok önemli yere sahiptir. Ortadoğu ve Avrupa arasında transit noktası olarak geçmektedir. Uluslararası ticarete havayolu taşımacılığının önemi artmakta ve dünyadaki gelişmelerle birlikte Türkiye hava kargo sektörü de gelişim göstermektedir. Türkiye’de tekstil, makine donanımları, bilgisayar, elektronik ürünler, otomotiv sektörü ve ilaç sanayindeki gelişmelerle birlikte hava kargo taşımacılığı da artış göstermiştir. Türkiye’de üretim ve tüketimin giderek artmasıyla ithalat ve ihracatta giderek artmaktadır. Artan ithalat ve ihracat hava kargo taşımacılığını ön plana çıkarmaktadır. Türkiye’de hava kargo ile en çok elektronik ürünler, makine parçaları ithal edilirken, ihracatta en çok tekstil ürünleri yer almaktadır. Küreselleşme ve e-ticaretteki artışlar ticaretin gelişmesine ve buna bağlı olarak ta hava kargo taşımacılığına güç kazandırmıştır (Gün, 2007, ss. 183-184). Bu doğrultuda Türkiye’de son yıllarda hava kargo taşımacılığının hacmi giderek artmaktadır. DHMİ kaynağına göre 2003’te 931.191 ton olan bagaj, posta ve kargo trafiği, 2005 yılına geldiğinde 1.249.55 tona ulaşmıştır (Batur, 2008, s. 177). 2008 yılında yaşanan küresel krizden dolayı 2008 ve 2011 yılları arasında piyasada durgunluk yaşanmıştır (Kütahya, 2022, s. 52). 2008 yılında havayolu ile taşınan toplam yük 1.644.014 ton iken 2019’da toplam 4.090.168 ton olup yüzde 148,79 oranında artış olmuştur (Yayla, 2022, s. 71). 2019 yılında yaşanan Covid 19 salgınıyla yolcu kapasitesinde ciddi düşüş yaşansa da karantina ve sosyal mesafe uygulamasıyla birlikte e-ticarete olan talep artmış ve böylelikle havayolu kargo endüstrisi büyümüştür (Öçal, 2022, s. 261).

Türkiye güçlü teknik altyapısı, özel konumu, filosu, havacılıkta yaşanan gelişmelerle birlikte yakın gelecekte havacılık sektöründe dünyanın en güçlü lojistik üslerinden biri olması öngörülmektedir (Yakut, 2012, s. 81).

Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü (DHMİ) 2024 yılında Yayınlanmış Olduğu faaliyet raporuna göre kargo trafiği: “2023 yılında 2022 yılına kıyasla %0,49 düşüş göstererek 1.670.078 ton olarak gerçekleşen toplam kargo trafiği pandemi öncesi (2019 yılı) seviyenin %9,70 üzerinde gerçekleşmiştir. 2023 yılında iç hatlarda bir önceki yıla göre %4,16 artış gösteren kargo trafiği 2019 yılına kıyasla %66,69 yüksek gerçekleşmiştir. Dış hatlarda ise 2023 yılında 2022 yılına kıyasla %0,80 düşen kargo trafiği 2019 yılı seviyesinin %7,13 üzerinde” gerçekleşmiştir. Aşağıdaki tablo Türkiye’de 2016-2023 yılları arasında iç ve dış hat trafiğinde gerçekleşen toplam kargo trafiğini göstermektedir.

Tablo 2.2: Kargo Trafiği (Ton) (2016-2023)

	2016	2017	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Toplam Kargo Trafiği	1.032.943	1.256.224	1.388.623	1.522.404	1.368.577	1.711.151	1.678.249	1.670.078
İç Hat	81.587	75.254	52.807	65.667	51.043	106.317	105.088	109.461
Dış Hat	951.356	1.180.969	1.335.815	1.456.737	1.317.533	1.604.833	1.573.161	1.560.617

Kaynak: DHMİ (2024)

2.8. Türkiye'de Hava Kargo Taşımacılığı Yapan İşletmeler

Günümüzde hava kargo taşımacılığının önemi küresel ticaret kapasitesinin artmasıyla beraber daha da artmıştır. Türkiye bulunduğu konum itibari ile bu alanda oldukça şanslıdır. Asya Avrupa ve Afrika kıtaları arasında önemli bir konumdadır. Türkiye’nin bulunduğu konum hava kargo taşımacılığına olan talebi etkilemektedir (Kargo34, 2024). Aşağıda Türkiye’de hava kargo taşımacılığı yapan işletmeler kısaca tanıtılmıştır :

Turkish Cargo: Turkish Cargo 1933 yılından itibaren Türk Hava Yolları’nın (THY) hava kargo faaliyetlerini yerine getirmektedir. Kargo hizmetleri ilk olarak posta ve küçük önemli evrak taşınmasıyla başlamıştır. Zamanla müşteri ihtiyacına göre gelişerek büyümüşür ve 2000 yılında THY kargo departmanı Turkish Cargo adını almıştır. THY toplamda 446 adet yolcu uçağı, 23 adet kargo uçağı ile 132 ülkede 340’tan fazla noktaya hava kargo hizmeti vermektedir. Turkish Cargo’nun 2033 hedefi 150 destinasyona direk seferler yapmak ve tonajını iki katına çıkarmaktır. Turkish Cargo sahip olduğu operasyonel yetenekleriyle, altyapısı, filosu ve kalifiyeli personeliyle sürdürülebilir büyümeye devam ederek hava kargo taşımacılığında hedeflerini yükseltmektedir. Turkish Cargo SMARTIST akıllı tesisi İstanbul

Havalimanı'nda kurmuştur. SMARTIST'in ikinci fazının tamamlanmasıyla kapasitenin 340.000 metrekare alanda 4 milyon tona ulaşacağı öngörülmektedir (Turkish Cargo, 2025).

MNG Havayolları ve Taşımacılık A.Ş.: MNG Havayolları Şubat 1996'da kurulmuştur. 1997 Kasım ayında ise Airbus A300 ile İngiltere ve Almanya'ya ilk tarifeli kargo seferini başlatmıştır. Filosunda 9 adet kargo uçağı bulunmaktadır. Bunların 2'si Airbus A300-600, 3 tanesi Airbus A330-300F, 2 tanesi Airbus A321-200F ve 2 tanesi de Airbus A330-200F' dir. Firma ülkemizdeki hava kargo kapasitesinin önemli kısmına sahiptir. Charter seferleriyle de müşterilerine istedikleri türde uçak ve kapasite hizmeti sunmaktadır. 2000 yılında AB standartlarında ithalat antreposu, 2019 yılında ise İstanbul Havalimanı gümrüğüne bağlı "İstanbul Havalimanı Antreposu"nu hizmete sunmuştur (MNG, 2025).

ULS Havayolları Kargo Taşımacılık A.Ş.: 2004 yılında İstanbul merkezli olarak kurulmuştur. Filosunda uzun menzilli, her biri 40.000 ton taşıma potansiyeline sahip 3 adet A310-308F kargo uçağı bulunmaktadır. Şirket IATA' ya tam üyedir ve tüm dünyada faaliyet gösterebilecek yetki ve yeterliliği bulunmaktadır (ULS, 2025).

ACT Havayolları A.Ş.: 2004'te büyük taşıyıcılara "uçak, mürettebat, bakım ve sigorta" (ACMI) ilave kapasite desteği vererek tarifersiz kargo hizmeti sağlamak maksadıyla kurulmuştur. Firma toplamda 586,5 ton kapasiteli 5 adet Boeing 747-400 kargo uçağıyla hizmet vermektedir. Türkiye'de B747-400'leri kullanan tek şirket ATC Havayolları'dır (AİRACT, 2025)

Pegasus Havayolları: Covid-19 salgını ile mücadelede alınan önlemler kapsamında Pegasus Havayolları uçuşlarını geçici süre durdurarak kargo uçuşlarına başlamıştır. Şirket ulusal ve uluslararası düzenlemeler doğrultusunda yolcu kabininde kargo taşımacılığı yapmak için A321 Neo tipi uçaklarını kargo taşımacılığı için kullanmıştır. Bu uçaklarla kargo uçuşlarına başlayıp ihracat ve ithalat yapan firmaların talepleriyle hem yurtiçi hem de yurtdışına kargo taşımacılığı yaparak ülke ekonomisine katkı sağlamayı amaçlamaktadır (Pegasus, 2023).

2.9. Hava Kargo Taşımacılığında Son Adım Teslimat

Online alışverişlerin giderek popüler olmasıyla birlikte ürün teslimat süreci önem kazanarak, tüketicilere daha hızlı ve güvenilir teslimat kritik bir hale gelmiştir.

Bundan dolayı son adım teslimat (last mile delivery) müşterilerin beklentilerini karşılamadaki süreçlerin en stratejik aşamasıdır (Karlı & Tanyaş, 2024, s. 2).

Son adım teslimat, ürünün dağıtım merkezinden son müşteriye taşındığı lojistik sürecin son aşamasını ifade eden, müşteri memnuniyetini, maliyeti ve verimliliği etkileyen lojistiğin önemli bir yönüdür (Shuaibu vd., 2025, s.1). E-ticaretin yaygınlaştığı son yıllarda tüketicinin memnuniyetini etkileyen temel unsurların başında son aşama teslimat gelmektedir. Online alışveriş yapan müşteriler ürünlerini hızlı güvenilir ve esnek teslimat seçenekleri ile teslim almak istemektedirler. Bundan dolayı işletmelerin rekabet avantajı elde etmek için son adım teslimat sürecini doğru ve verimli bir şekilde planlayıp yürütebilmesi önem taşımaktadır (Kazancı, 2024).

Son adım teslimat süreci aracı yükleme, en uygun rotayı belirleme, teslimat yapılacak araçları ve teslimat zamanını planlayıp yönetme, müşteri ilişkileri, takip, güvenlik, kimlik karşılaştırma, temassız teslimat alternatifleri ve teslimat sonrası hizmetleri kapsar (Karlı ve Tanyaş, 2024, s. 7). Son adım teslimatın başlangıç noktası müşteriden gelen sipariştir. Gönderici bu siparişe cevap verir. Gönderici depodan ya da hizmet aldığı lojistik firmasından gönderiyi son adım teslimat hizmeti veren firmaya teslim eder ve ürün müşteriye ulaştırılır (Karlı ve Tanyaş, 2024, s. 9).

Son adım teslimat sürecinde birçok paydaş yer almaktadır. Bunların süreç içinde teslimatın farklı aşamalarında belirli görevleri bulunmaktadır. Gönderici, alıcı, teslimat sağlayıcı, kamu otoritesi ve kent sakinleri son adım teslimatın paydaşları içinde yer almaktadır. Gönderici, talebe cevap vererek kargoyu teslimat sağlayıcısına iletmektedir. Teslimat sağlayıcı, kargoyu göndericiden teslim alarak alıcıya ulaştırmaktadır. Alıcı, kargonun gönderildiği son tüketicilerdir. Alıcı kargoyu istediği adres ve teslimat noktasından alabilmektedir. Kent sakinleri, son adım teslimat faaliyetlerinin yoğun olduğu kentlerde yaşayan ve süreçten etkilenenlerdir. Kamu otoritesi ise kentlerdeki lojistik faaliyetlerin etkinliğine destek olan yerelden küresele tüm kurumlardır (Karlı ve Tanyaş, 2024, s. 10). Paydaşların yenilikçi ve verimli planlar yaparak çevrimiçi müşterilerin beklentilerini yerine getirmeleri önemli noktalardan biridir (Güzel ve Kavalcı, 2023).

Son adım teslimat süreci, nihai tüketiciye temasın son aşamasıdır. Bu aşama süreç içindeki en karmaşık maliyetli, kirlenici, verimsiz ve bir o kadar da müşteri

memnuniyetini doğrudan etkileyen kısımdır (Nakıboğlu, 2020, s. 286; Shuaibu vd., 2025; Tadiç vd., 2024). Son adım teslimatta müşterilerin talep ettiği zaman aralığında ve istediği adreste çok kısa zamanda ürünü teslim alabildiği için tüketicilerin en çok talep ettiği yöntemdir (Nakıboğlu, 2020). Tüketiciler ürünlerini ev ve işyeri adreslerinde alabileceği gibi teslimat dolapları belirlenen teslimat noktaları ya da mobil teslimat dolaplarından teslim alabilmektedirler. Bu yöntemler alıcılara esneklik sağladığı için giderek yaygınlaşmaktadır (Karlı ve Tanyaş, 2024 s.6)

Çeşitli faktörlerin etkisiyle son adım teslimatın toplam maliyetin % 13-75 'ini oluşturduğu tahmin edilmektedir. Bunlara altyapının operasyonlara uyarlanması, karışık kentsel çevre, mevzuat kısıtlamaları, teslimat yerlerinin mesafesi, teslimat süresi trafik sıklığı araçların doluluk oranları yakıt tüketimi dahildir (Shuaibu vd., 2025 s.2; Tadiç vd.,2024). Etkisiz son adım teslimat planlaması ve uygulaması, kentsel teslimatlarda artış tıknıklık, gürültü, trafik, karbon kirliliği gibi nedenlerle çevresel sürdürülebilirliğe zarar verebilmektedir (Tadiç vd., 2024, s. 3). Son adım teslimatta artan maliyetlere ek olarak çevresel ve ekonomik sürdürülebilirlik giderek önem kazanmaktadır. Özellikle şehirlerin ekonomik ve çevresel sürdürülebilirliği için son adım teslimat operasyonlarının etkili planlaması ve yönetilmesi gerekmektedir (Borghetti vd., 2022). Son adım teslimatta karbon ayak izi kg başına 21 ile 650 gr CO2 arasında olabilmektedir. Ayrıca ayrı ayrı paketlerdeki gönderiler paket israfına, taşıyıcıların hareket sayısının artmasına ve iş yükü oluşumuna sebep olmaktadır (Güzel ve Kavalcı, 2023; Min, 2023).

Son adım teslimatın planlaması karmaşık bir sistemdir. Teslimat bölgelerinin farklı olması, ürünlerin boyut ve ağırlıklarının farklı olması, mesafenin uzun olması, tüketiciye ürünü istediği zamanda ulaştırılması zorunluluğu gibi sebepler sürecin planlamasını zorlaştıran unsurlardır (Nakıboğlu, 2020, s. 288). Kentsel alanlardaki tıkanıklık ve sınırlı altyapı, teslimatların gecikmesine ve yakıt tüketiminin artmasına neden olmaktadır. Verimsiz rotalama ve etkisiz filo düzenlemesi maliyet verimliliğini olumsuz etkilemekte etkin planlamayı zorunlu kılmaktadır (Shuaibu vd., 2025).

2.10. İHA'ların Son Adım Teslimatta Kullanımı

İşletmeler son dönemlerde sürdürülebilirlik ve ekosisteme zarar vermemek için özellikle son adım teslimatlarda İHA'lar aracılığıyla verimli teslimat yöntemlerini

uygulama yoluna gidebilmektedirler. Son adım teslimatta geleneksel taşıma yöntemlerinin, ulaşılması zor bölgelere teslimat gerçekleştirilememesi, hava kirliliğine sebep olması ve trafik gibi nedenlerle teslimatlar zamanında yapılamamaktadır. Ayrıca geleneksel teslimat yöntemleri gürültüye hava kirliliğine trafik sıkışıklığına ve yüksek maliyetlere yol açtığı için şirketler, çevre dostu ve hızlı teslimat yöntemi olan İHA'larla teslimatı uygulamaya başlamışlardır (Eskandaripour ve Boldsai Khan, 2023). İHA'ların kargo teslimatlarında kullanılması ulaştırma lojistiğinin gelişimini sağlayarak son mil teslimatta etkili bir çözüm olmaktadır. Özellikle sağlık malzemeleri, taze yiyecekler, soğuk zincir teknolojisine ihtiyacı olan ürünler İHA'larla müşterilere daha hızlı teslim edilebilmektedir (Dai, 2024).

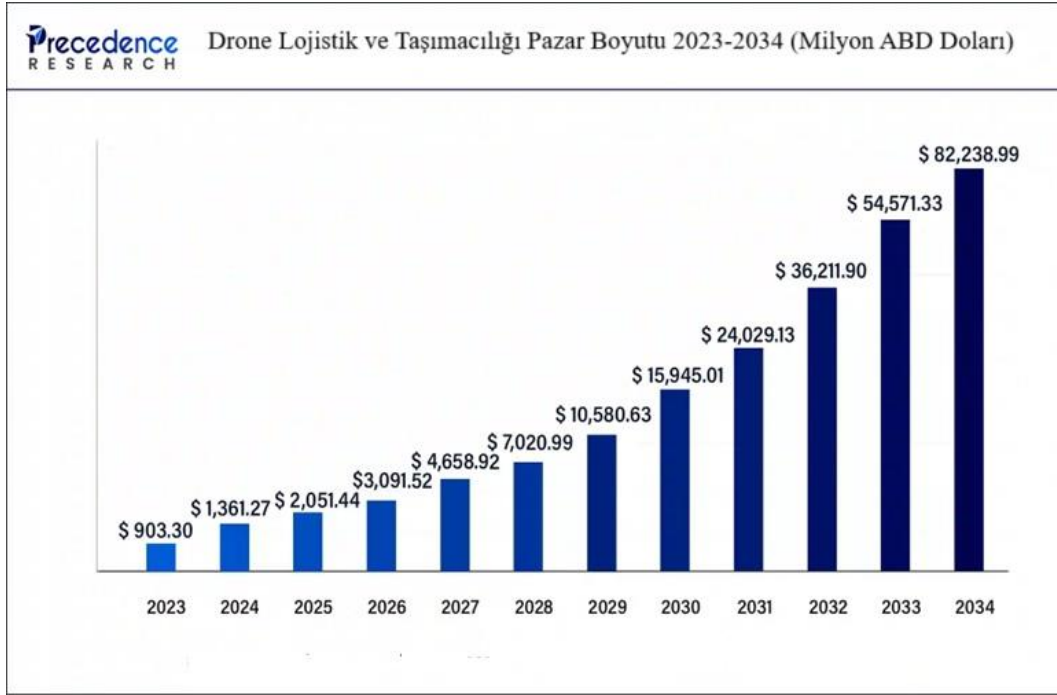
Teknolojideki hızlı ilerleme ve geçmişte yaşadığımız Covid-19 salgınıyla beraber tüketiciler geleneksel alışveriş modelinden online alışveriş modeline yönelmişlerdir (Min, 2023, s. 2). E-ticaret sektöründe artan taleplerle birlikte teslim edilecek paket hacminde hızlı bir artış meydana gelmiştir. Tüketiciler de online olarak aldıkları ürünleri en kısa sürede ve düşük maliyetle teslim edilmesini beklemektedirler (Benarbia ve Kyamakya, 2021, s. 1). Müşterilerin hızlı teslimata yönelik taleplerinin artmasıyla İHA'ların son adım teslimatlarda kullanılması gelecek vaad eden bir çözüm olarak kendini göstermektedir. İHA ile teslimat özellikle sınırlı ulaşım seçeneği olan bölgeler için erişebilirliği büyük ölçüde artırmaktadır (Garg vd., 2023). Kargo firmalarının globalleşmeye ayak uydurmasıyla, değişen müşteri taleplerini karşılayabilmek ve lojistik faaliyetlerde maliyeti azaltıp verimi yükseltmek için İHA teknolojisinden yararlanmaya başlamışlardır (Ünlü, 2023). Özellikle son adım teslimatta maliyetin fazla olması ve e-ticaret işletmelerinin rekabetçi kalmak ve maliyetlerini düşürmek istemeleri, teslimat stratejilerini değiştirmelerine, hızlı esnek teslimat sağlayan İHA'ları umut verici alternatif olarak değerlendirmelerine neden olmuştur. Böylelikle işletmeler, son adım teslimatta ulaşım ve nakliye maliyetlerini büyük ölçüde azaltabileceklerdir (Benarbia ve Kyamakya, 2021, s. 3). Bundan dolayı işletmeler İHA'lara yatırım yapmaya filo oluşturup ar-ge çalışmaları yaparak bu alana yönelmeye başlamışlardır. Şehir merkezlerindeki trafik sorunu, her bölgeye kısa zamanda ulaşımın zor olması, uzak mesafelere teslimatın yüksek maliyetli olması, kargo taşımacılığı talebinin bazı sorunlarından. Bundan dolayı işletmeler boyutu küçük ve hafif paketleri kısa mesafelere ulaştırmada İHA'ları en iyi alternatif olarak görmeye

başlamışlardır (Macit, 2021, s. 1189). Ulaşımın hava kirliliği ve sera gazı emisyonları gibi çevresel etkileriyle ilgili endişeler, İHA'larla teslimatın verimliliği ve erişebilirliği artırması, son mil teslimatlarda İHA teknolojisine olan talebi artırmaktadır (Goodchild ve Toy, 2018). İHA'ların geleneksel taşıma araçlarına kıyasla sabit ve yüksek hızı, yol altyapısına ihtiyacının olmaması, trafiğe yakalanmaması ve ulaşımın doğrudan olması teslimatta tercih edilebilirliği artırmaktadır. Son yıllarda artan e-ticaretin yaratmış olduğu teslimat sorunlarının çözümünde ve büyükşehirlerde iş süreçlerinde yaşanan sıkışıklığı azaltmada İHA'larla teslimat büyük avantaj sağlamaktadır (Moshref-Javadi ve Winkenbach, 2021)

İHA'lar ayrıca depolama tesislerinde envanteri izlemek için de kullanılmaktadır. Forklift ve konveyör sistemlerinin kullanılmasını azaltarak maliyet açısından fayda sağlamaktadır. Ayrıca İHA'lar Covid-19 salgın döneminde insanlar arasındaki fiziksel teması sınırlamaya yardımcı teslimat yöntemiyle lojistik sektöründe aslında ne kadar faydalı olduğunu kanıtlamıştır. İHA'ların sağladığı bu faydalı özellikler sayesinde İHA lojistik ve taşımacılık pazarı her geçen gün büyümektedir (Precedence Research, 2024). Küresel İHA teslimat pazarı 2027 yılına kadar %41.8 lik büyüme oranı ile 8 milyar dolara ulaşacağı öngörülmektedir (Wipro, 2021).

Grafik 1'de İHA lojistik ve taşımacılığının pazar boyutuna ve 2034 yılına kadar olan tahminlere yer verilmiştir. Buna göre 2023 yılında pazar boyutu 903.30 ABD doları iken bu oran giderek artmaktadır. 2034 yılına yönelik tahmin ise 82,238.99 ABD doları olarak tahmin edilmektedir.

Şekil 2.1: İHA Lojistik ve Taşımacılığı Pazar Boyutu (2023-2034)



Kaynak: Precedence Research (2024)

Dünya çapında İHA'ların teslimat amaçlı kullanılması son yıllarda büyük ivme kazanmıştır. Şehir merkezinden kırsal alanlara kadar şirketler lojistiği basitleştirmek ve hızlı teslimat için İHA teslimat hizmetlerini deneyip uygulamaktadırlar. Hızlı ve rahat nakliye hizmetlerine duyulan ihtiyaç İHA'lar ile teslimatın giderek artmasındaki en önemli faktörlerdir (Ti-insights, 2024).

Otonom İHA'ların teslimat konsepti şu şekilde ifade edilebilir: Kullanıcı e-ticaret üzerinden ürün aldığı ya da restorandan yemek sipariş ettiğinde, siparişin teslim edilmesi için teslimat hizmeti veren işletme İHA ataması yapmaktadır. Atama yapılırken varış noktasına ve mevcut pil durumuna göre filodan gerçek zamanlı olarak bir İHA seçilmektedir. Atama gerçekleştikten sonra seçilen İHA doğrudan paketi alarak uygun teslimat rotası belirleyip varış noktasına siparişi teslim etmektedir. Daha sonra pil durumuna göre ya pili değiştirmek için şarj istasyonuna, ya da bir sonraki varış noktasına gitmeye veya bir sonraki sipariş talebini beklemeye karar vererek görevini tamamlamaktadır (Benarbia ve Kyamakya, 2021).

2.11. Dünya’da İHA ile Son Adım Teslimat Uygulamaları

Son yıllarda İHA’lar ile ürün ve hizmet teslimatı giderek artmaktadır. Sabit ve yüksek seyahat hızı, trafiğe ve tıkanıklığa maruz kalmama, ulaşılması zor alanlara teslimat gerçekleştirebilmesi gibi avantajları sayesinde İHA’ların teslimatta kullanım örneklerinin ortaya çıkmasına yol açmıştır (Javadi ve Winkenbach, 2021, s.1).

Amazon, UPS, DHL, Alphabet, Wing ve Walmart gibi öncü firmalar düşük maliyetli, insan müdahalesini azaltıp çevre dostu ve hızlı teslimat sunduğu için çeşitli arazilerde ve farklı hava koşullarında İHA’larla teslimatın uygulanabilirliğini ve verimliliğini test etmek için kapsamlı denemeler yürütmüşlerdir (Ti-insights, 2024; Eskandaripour ve Boldsai Khan, 2023). Bu anlamda ilk olarak İHA’larla son adım teslimat girişimi 2014 yılında DHL tarafından kuzey deniz adası olan Juist’e acil ilaç teslimatı ile gerçekleşmiştir (Garcia ve Santoso, 2019). Online satış anlamında ise Amerika Birleşik Devletleri (ABD) merkezli e-ticaret firması olan Amazon 2013’te teslimat için Amazon Prime Air projesini duyurmuştur (Atılğan ve Bozkurt, 2023; Yürek ve Özmütlu, 2018).

Amazon Prime Air ilk resmi teslimatını 7 Aralık 2016 ‘da gerçekleştirmiştir. Bunun için Amazon deposuna yakın bahçeli evde yaşayan 2.6 kg dan daha hafif ürün sipariş eden 2 müşteri belirlemiştir. Bir adet televizyon kumandası ve patlamış mısır sipariş eden Cambridge yakınlarındaki iki müşteriye başarıyla teslimat gerçekleştirilmiştir. Bu teslimat tamamen otomatik süreçte ve 13 dakika gibi kısa sürede teslim edilmiştir (Havayolu101, 2016).

Şekil 2.2: Amazon Prime Air



Kaynak: Havayolu101 (2016)

ABD merkezli köklü bir e-ticaret şirketi olarak Amazon'da kendisine özel geliştirilen bir sisteme sahiptir. Müşteri alışverişini yaptıktan sonra sipariş sisteme düşmektedir. Ardından görevliler müşterinin siparişini hazırlayıp banda koymaktadırlar. Bant harekete geçerek ürünü bandın sonunda bekleyen İHA teslim etmektedir. İHA otomatik olarak hareket eder ve bir kişi tarafından kontrol etmeye gerek kalmadan kendi kendine ilerlemektedir. Amazon Prime Air GPS sistemi aracılığıyla İHA'nın nerede olduğunu anlık olarak görebilmektedirler. Teslimattan sonra İHA tesise tekrar geri dönmektedir (Pchocası.com, 2016). Amazon, kullandığı birtakım teknolojilerle uçuş emniyetine ilişkin tereddütlerin önüne geçebileceğini düşünmektedir. Bunlar şu şekildedir (Havayolu101, 2016):

- Gelişmiş GPS sistemiyle İHA'ların kendi ve çevresinde bulunan araçların konumlarını gerçek zamanlı olarak tespit etmek,
- Araçlara internet bağlantısı takmak,
- Uçuş planlama sistemini online yapmak,
- Araçların çarpışma ihtimaline karşı birbirleriyle konuşmalarını sağlayacak sistemlerin geliştirilmesi ve
- Araçların etrafında bulunan kuş, köprü, bina gibi tüm nesneleri algılamasını sağlayacak sensörler takılması.

ABD'nin perakende satış şirketi Walmart, 2017'de İHA teslimat hizmetine başlamıştır ve 2019 yılında Federal Havacılık İdaresi (FAA)'ya ticari teslimat hizmeti için başvuruda bulunmuştur. Amerika merkezli lojistik firması UPS 2017 yılında pille çalışan İHA ile ilk kez ev paket teslimatı gerçekleştirmiştir. Amerika'nın teslimat İHA üretim şirketi Zipline International 2019 yılında ilaç, kan ve aşı teslimatı için Gana'nın güneyinde bulunan 2000 sağlık kuruluşuna teslimat gerçekleştirmiştir (Mohsan vd., 2022).

Son adım teslimatta İHA kullanan işletmelerden biride Japon perakendeci Rakuten'dir. Rakuten 2016 yılında 40 dakikalık uçuş süresi ile 1.6 çapında İHA kullanarak Tokyo dışında golf sahasında ilk defa İHA ile teslimat gerçekleştirmiştir (Rakuten.Today, 2019).

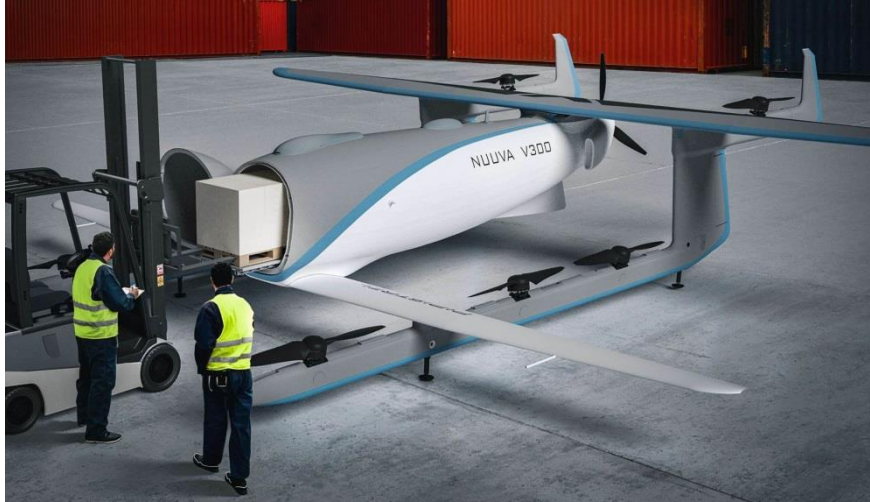
Şekil 2.3: Rakuten Tarafından Kullanılan İHA



Kaynak: Rakuten (2019)

Slovenya kökenli uçak üreticisi Pipistrel tarafından geliştirilen dikey olarak iniş kalkış yapabilen, 272 kg taşıma kapasiteli 555 km menzile sahip kargo İHA'sı Nuuva V300 ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir (İnsansızhavaaraçları.com, 2025). Firma Nuuva V300 kargo İHA'sının, kargo teslimatlarında ve uzun menzilli lojistik faaliyetlerinde devrim niteliğinde tasarım olduğunu vurgulamaktadır (Pipistrel, 2025).

Şekil 2.4: Nuuva V300 Model Kargo Amaçlı İHA



Kaynak: Pipistrel (2025)

Amerika'da İHA teslimat şirketi olan Wing İHA teslimatı için Federal Aviation Administration (FAA)'dan taşıyıcı sertifikası alarak Amerika'nın ilk ticari İHA teslimatını gerçekleştiren şirketi olmuştur. Wing 2019 yılında Avustralya'da İHA

teslimatını başlatarak halka kahve, yiyecek ve reçetesiz satılabilen ilaç teslimatlarını gerçekleştirmiştir. Wing 2012 yılında kurulmuştur ve kuruluşundan bugüne kadar 450.000'den fazla teslimat gerçekleştirmiştir (Wing, 2025). Wing çalışma prensibi şöyledir: İnsanlar bir uygulama üzerinden anlaşmalı yerlerden siparişini vermektedirler. Sunulan ürünler ise küçük süpermarket ürünleri gibi hafif ürünlerdir. Sistem adres ve seçilen ürünlerin uygun olduğunu doğruladığında müşteriden teslimat adresini seçmesini istemektedir. Sensörler ve navigasyon sistemiyle otonom İHA paketi adrese teslim etmektedir. En hızlı teslimat süresi 2dk 47 saniyedir (Wing, 2025; Drones.R.Africa, 2024)

İHA'lar ile paket teslimatında Zipline, DroneUp, Walmart ortaklığı ile önemli adımlar atılmıştır. Zipline Afrika'da daha çok tıbbi malzeme teslimatı ve Arkansas, Kuzey Carolina gibi eyaletlere 600.000 paket teslim etmiştir. 2022 yılında Walmart 6000'den fazla İHA ile paket teslimatı gerçekleştirmiştir. Walmart'ın İHA'ları verimlilik ve güvenlik için kalabalık alanlardan ve hareket halindeki araçlardan kaçınabilecek kabiliyette tasarlanmıştır. Manna Aero adlı İrlanda'lı İHA teslimat girişimi İrlanda'da 100.000 den fazla kargo teslimatı gerçekleştirmiştir (Netguru.com, 2025).

Şekil 2.5: Wing Tarafından Üretilen Kargo İHA'ları



Kaynak: Avdesodron (2025)

Tablo 2.3'te İHA ile teslimat gerçekleştiren firmalar yer almaktadır. Buna göre İHA ile ürün teslimatını genellikle perakende ve e-ticaret, posta hizmetleri, yiyecek içecek ve sağlık sektörünün tercih ettiği görülmektedir.

Tablo 2.3: Taşımacılıkta İHA Kullanım Örnekleri

Şirket	Uçuş Mesafesi	Teslimat Zamanı	Ağırlık	Lokasyon
Perakente ve E-Ticaret				
Amazon.Com	16 km	13 dk.	2.27 kg	İngiltere
7-Eleven	1,6 km	< 10 dk	---	ABD
Flytrex	9,2 km	4 dk	< 2.72 kg	İzlanda
JD.com	<100km	---	5-20 kg	Çin
Rakuten	40 dk	5 dk	<5 kg	Japonya
Walmart	10 km	---	<3 kg	ABD
Posta Hizmetleri ve Posta Dağıtım				
DHL	8 km	8 dk	2 kg	Almanya
UPS	10 dk	----	<4,5 kg	ABD
Yiyecek İçecek Teslimatı				
Francesco's Pizzeria	1,6 km	10 dk	----	Mumbai
Domino's	1,6 km	10 dk	----	Yeni Zelanda
Alphabet	10 km	---	1,5 kg	ABD, Avustralya
Orange Leaf	35 dk	---	---	ABD
Flytrex	10 km	4 dk	<2,72 kg	İzlanda
Foodpand	5 km	3 dk	2 kg	Singapur
Sağlık ve Acil Servisler				
Alphabet	10 km	---	1,5 kg	Avustralya
Matternet	20 km	15 dk	2 kg	Lesotho, Afrika
TU Delft	12 km	1 dk	4 kg	Hollanda
Zipline	160 km	1sa 15 dk	1.3 kg	Ruanda
Altomedika	50 km	---	3 kg	Rusya
UPS	20 km	---	<2,27 kg	ABD

Kaynak: Moshref-Javadi ve Winkenbach (2021)

2.12. Türkiye’de İHA İle Son Adım Teslimat Uygulamaları

Türkiye’de Eylül 2020’de kurulan Delivery One, son adım teslimata yönelik donanım ve yazılım ürünleri geliştirmek üzere TÜBİTAK tarafından desteklenmiştir. Bu destekle İHA’nın ilk prototiplerini üretilip otonom teslimat testini başarıyla gerçekleştirmiştir. Delivery One, geliştirdiği donanım ve yazılımları ile son adım teslimatta yaşanan problemlere yenilikçi çözümler sunmaktadır. Şirket geliştirdiği picksy ürünlerini, “kargo otomatları, otonom teslimat robotları ve akıllı teslimat noktalarını” üç ana hedefte eşzamanlı geliştirmektedir (Egrişim, 2023).

Türkiye’de Yurtiçi Kargo, Delivery One’ nın ürettiği kargo İHA’ları ve kendi akıllı kargo dolaplarını entegre ederek teslimat operasyonlarını gerçekleştirmektedirler. Türkiye’nin ilk özel kargo şirketi olan Yurtiçi Kargo 2022 yılının Aralık ayında ilk defa Ankara Bağlıca’ da otonom İHA ile kargo teslimatını başarıyla gerçekleştirmiştir. Gönderici kargoyu dolaba yükleyip akıllı ekrandan gideceği yerdeki diğer dolabı seçmektedir. Otonom İHA dolaba gelerek kargoyu teslim alıp dakikalar içinde gideceği noktadaki akıllı dolaplara teslimatı yapmaktadır. Bu arada alıcıya SMS ile şifre gönderilmektedir. Müşteri şifre ile İHA’nın teslimatı yaptığı dolaptan paketini teslim almaktadır. Şirketin otonom kargo İHA’ları 5 kilograma varan taşıma kapasitesiyle ve -20 ile 50 derece sıcaklıkta hizmet verebilmektedir. Yurtiçi Kargo 2023 yılında ise İstanbul Boğazı’ndan geçerek Türkiye’de bir ilki gerçekleştirip, kıtalar arası İHA ile teslimat hizmetini başarıyla tamamlamıştır. Kargo İstanbul Çubuklu’dan Emirgan’a başarılı bir şekilde teslim edilmiştir (Kargo Haber, 2022; SPUTNIK Türkiye, 2023).

E-ticaret platformu olan hepsiburada.com tarafından gerçekleştirilmesi planlanan uygulama, Türkiye’de İHA ile son adım teslimata yönelik bir diğer örnek olarak karşımıza çıkmaktadır. Şirket, 27 Nisan 2024’te Haliç Kongre Merkezi’nde düzenlenen SDN Summit’te İHA teslimatını ilk kez tanıtmıştır. Kongre merkezinin bahçesinde gerçekleştirilen teslimat testini başarıyla gerçekleştirmiştir. Hepsiburada CEO’su projenin tamamlanması durumunda artık verilen siparişlerin İHA’larla kısa sürede müşterilere teslim edileceği bilgisini vermiştir (Hepsiburada, 2024).

Türkiye’de İHA ile son adım teslimata yönelik başka bir gelişme ise SHGM tarafından Türkiye’de İHA ile şehirlerarası kargo teslimatları için İstanbul-Ankara veya

İstanbul-Eskişehir arasında iki adet “İHA taşımacılığı hava koridoru güzergahının belirlenmiş olmasıdır” (Webtekno, 2021).

2.13. Kargo İHA’ları ve Çeşitleri

2.13.1. Kargo İHA’larının Tanımı

Hem VTOL (dikey kalkış, iniş) hem de geleneksel uçuş yapabilen, yeni nesil yazılım ve güçlü sensörlerle donatılmış farklı boyutlarda ve farklı performans özelliklerine sahip araçlardır (AviationTurkey, 2023). Teslimat İHA’ları kablosuz, GPS, kameralar ve sensörler aracılığı ile yönlendirilen içinde pilot olmayan, bir yerden bir yere ürün teslimatı yapabilen İHA’lardır (Min, 2023).

2.13.2. Kargo İHA’larının Çeşitleri

Kargo İHA’ları farklı taşıma yükü kapasitesine sahiptirler. Teslimatta kullanılacak İHA seçimi, yükün ağırlık ve hacmine göre belirlenmektedir. Teslimat için kullanılan İHA tipleri şu şekildedir (Kanat, 2023, s. 202):

Sabit Kanatlı Kargo İHA’lar: Hızı yüksek ve daha uzun uçuş menzili olduğundan dolayı, uzun mesafeli kargo teslimatları için kullanılmaktadır. İnişte kalkışta özel piste gereksinimleri vardır.

Multirotor Kargo İHA’lar: Yük taşıma kapasitesi sabit kanatlı kargo İHA’larına göre sınırlıdır. Kısa menzilli kargo teslimatları için uygun olup havada kalma süresi sınırlıdır.

Hibrit Kargo İHA’lar: Bu İHA’lar sabit kanatlı ve çok motorlu İHA’ların özelliklerini yansıtmaktadırlar. Kalkış ve inişlerini dikey olarak yapabilmektedirler.

2.14. İHA İle Kargo Teslimatlarının Avantajları ve Dezavantajları

Hava kargo teslimatlarında İHA teknolojisinin kullanılmasının birçok avantajı aşağıda belirtilmiştir (Megadron, 2024; Kanat, 2023; Turgut ve Sancı, 2023; Uslu ve Tekin, 2021; Wipro, 2021).

- Kısa ve direk rotalar kullandığı için daha hızlı teslimat yapmaktadır.
- Trafik yol yapım onarım, birden fazla durak gibi teslimatı yavaşlatan engellere takılmadığı için verimli ve hızlı teslimat yapmaktadır.

- Araç teslimat modeliyle kıyaslandığında operasyonel ücretleri düşürür ve maliyeti azdır.
- İHA'ların bakımı geleneksel teslimatlarda kullanılan araçların bakım maliyetinden daha düşüktür.
- Son gelişmiş teknoloji kullanıldığı için ürün teslimatı yüksek doğrulukla sonuçlanır.
- Geleneksel teslimat yöntemiyle ulaşılması zor olan bölgelere kolay erişebildiği için güvenilir ve zamanında teslimat gerçekleştirebilmektedir.
- Temassız teslimat avantajı sağlar.
- Yakıtlı araçlara kıyasla enerji tüketimindeki azalmadan dolayı emisyonu azaltarak çevresel sürdürülebilirliği sağlar.
- Depo içi hareketleri ve stokları kontrole yardımcı olarak işgücü tasarrufu sağlamaktadır.
- 365 gün 24 saat çalışarak vardiya ve fazla mesai sorunlarını ortadan kaldırmaktadır.

İHA'larla hava kargo taşımacılığının geleneksel taşıma yöntemlerine göre birçok avantajı olmasına rağmen yaygın olarak benimsenmemesinin nedeni, çeşitli operasyonel ve teknik faktörlerinden ötürü bazı dezavantajlarının olmasıdır. Bu dezavantajlar şu şekilde sıralanmaktadır (FarEye, 2024; Garcia ve Santoso, 2019; Irmak, 2023; Turgut ve Sancı, 2023; Yetiş vd., 2021):

- Yük kapasitesinin sınırlı olmasından dolayı ağır yüklerin taşınması için uygun değildir.
- Pil ömrünün sınırlıdır. Bundan ötürü hızı, taşıdığı yükün ağırlığı ve hava koşullarının kötü olması gibi etkenler operasyonel planlamayı etkileyen pillerin verimliliğini azaltabilmektedir.
- Uçuş menzili sınırlıdır. Uzun mesafelerdeki taşımacılık faaliyetlerinde kısıtlamalar olmaktadır.

- Yatırım maliyetleri yüksektir. İHA teknolojisinin ilk kurulumunda satın alma, bakım, onarım maliyetleri yüksek olabilmektedir. Ayrıca şarj istasyonu ve iniş yerleri gibi altyapı gereksinimine ihtiyaç duymaktadır.

- Olumsuz hava koşullarında etkilendiği için teslimatlarda aksaklıklara neden olabilmektedir.

Yetiş vd., (2021) yaptığı çalışmada geleneksel teslimat yöntemi olan araçla kargo teslimatını ve İHA ile kargo teslimatınının karşılaştırmasını tablo üzerinde göstermektedir. Bu karşılaştırma aşağıda tablo 2.4’te gösterilmektedir.

Tablo 2.4: Araç ve İHA ile Kargo Teslimatının Karşılaştırılması

	Kullanılan Yol	Teslimat Hızı	Taşıyabileceği Yük	Taşıyabileceği Mesafe
İHA	Havayolu	Hızlı	Hafif paketler	Kısa
ARAÇ	Karayolu	Yavaş	Ağır paketler	Uzun

Kaynak: Yetiş vd. (2021)

2.15. Konuyla İlgili Önceki Çalışmalara İlişkin Literatür

Bu bölümde İHA’lar ile hava kargo taşımacılığı konusunda ulusal ve uluslararası literatür incelenmiştir. Literatür taraması yaparken Web of Science, ScienceDirect, Scopus, Google Scholar, YÖK Tez, Elicit, Researchgate, Dergipark gibi web siteleri ile ulusal ve uluslararası kuruluşların resmi web sitelerinden yararlanılmıştır. Unmanned Aerial Vehicle (UAV), cargo transportation, last mile delivery with UAV, factors affecting drone logistics gibi anahtar kelimeler İngilizce ve Türkçe dillerinde kullanılarak arama yapılmıştır. Tarama sonucunda literatürden ulaşılan çalışmaların özeti Tablo 2.5.’te aşağıdaki şekilde sunulmuştur.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar

Kaynak	Araştırma Alanı	Metodolojik Yaklaşım	Sonuç
1) MacSween (2003)	Los Angeles uluslararası havalimanı çevresinden rastgele seçilen 200 katılımcı	Nicel İstatiksel Analiz	Toplumsal kargo taşımacılığı ve ticari faaliyetlerde İHA'ları kabul etmeye hazır olduğu sonucuna varılmıştır. Nüfusun yüzde 68 gibi büyük çoğunluğu İHA'lar ile kargo taşımacılığı ve ticari faaliyetlerde FAA'yı destekleyeceği ve İHA'ların kargo ve ticari faaliyetlerde uygulamaya konulması için yeterli bir yüzde sağlanmıştır.
2) Kamali (2018)	Bahreyn de lojistik sektöründe deneyimli farklı niteliklere sahip 50 katılımcı	Nicel İstatiksel Analiz	Araştırmanın sonucuna göre katılımcılar, İHA'ların güvenlik düzeyinin fayda ve kullanım amacına ilişkili olmadığını, çalınma hacklenme ihtimalinin olabileceğini, algılanan kullanım kolaylığının ise yararlılık ve kullanım niyeti üzerinde olumlu etkisi olabileceği sonucuna varılmıştır.
3) Yoo vd. (2018)	296 katılımcıdan oluşan anket çalışması.	Nicel İstatiksel Analiz	Teslimatın hızlı ve diğer geleneksel taşıma yöntemlerine kıyasla çevre dostu olması gibi avantajlara sahip olmasına rağmen, müşterilerin bu teslimat yöntemini benimseme istekleri belirsizdir.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

4) Goodchild ve Toy (2018)	Kamyon teslimat modeli ve İHA teslimat modeli olmak üzere iki teslimat modeli oluşturulmuş	Modelleme	İHA'ların depoya yakın bölgelerde ve daha az alıcıya sahip bölgelerdeki teslimat operasyonlarında, kamyonlardan daha az CO2 salgıladıkları tespit edilmiştir.
5) Raj ve Sah (2019)	Amerika'da İHA lojistiğiyle ilgilenen uzmanlar	Çok Kriterli Karar Verme	Lojistik faaliyetlerde İHA'ların kullanılmasındaki en önemli faktörler, hükümet düzenlemeleri, nitelikli işgücü ve teknik yönlerdir. Ayrıca teslimatlarda İHA'ların kullanımının trafik yoğunluğunu ve karbon ayak izini azaltacağını, zamandan tasarruf sağlanacağını ortaya koymuştur.
6) Nakıboğlu (2020)	Dünya Geneli	Kavramsal İnceleme	Son adım teslimatta İHA'ların kullanılmasının verimlilik, maliyet ve zaman açısından birçok faydasının olduğu tespit edilmiştir. Ayrıca ulaşılması zor alanlara teslimat yapabilmesi hizmet kapasitesinin gücünü göstermektedir.
7) Moshref-Javadi ve Winkenbach (2021)	İHA tabanlı teslimat modellerinin kapsamlı literatür incelemesi	Modelleme	Farklı türdeki İHA tabanlı lojistik sistemlerle ilgili çeşitli operasyonel planlama problemlerini kapsayan yapılandırılmış, bütünlük ve ölçeklenebilir sınıflandırma çerçevesi önermektedir.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

8) Sah vd. (2021)	Lojistik sektöründe en az beş yıllık deneyime sahip yöneticiler ve akademisyenler	Çok Kriterli Karar Verme	Lojistik sektöründe İHA'ların kullanılması için en önemli engellerin düzenlemeler, gizlilik güvenlikle ilgili tehditler, kamuoyu algısı, teknik ve ekonomik sorunlar olarak belirlenmiştir.
9) Uslu ve Tekin (2021)	Literatür İncelemesi	Kavramsal inceleme	Covid-19 döneminde lojistik işletmeleri hizmetlerinde aksaklık yaşamamak ve rekabet üstünlüğü sağlamak için robotlar, otonom araçlar, akıllı tedarik zinciri ve İHA'ları kullanarak önlem almışlardır. Lojistik sektöründe dijitalleşme devam ederse, gelecek yıllarda kullanılacak olan yeni teknolojilerle vasıfsız işgücünün azalacağı, işsizliğin artması ve teknolojinin lojistik sektörüne yön vereceği tahmin edilmektedir.
10) Khofiyah vd. (2021)	Endonezya'da İHA araştırmacıları ve akademisyenlerden oluşan uzmanlar	Nicel İstatistiksel Analiz	Endonezya'da kentsel bölgede İHA taşımacılığının başarı faktörleri incelenmiştir. Bu faktörler; küresel pazarlamada rekabet avantajını amaçlamak, hükümet düzenlemeleri ve standartlar, ekonomik faktörler, çevresel ve örgütsel faktörlerdir.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

11) Derbishev (2021)	İHA donanımları ve Gazebo simülasyonu	Simülasyon	Kargo taşımacılığında İHA'ların hedefe ulaşmasına yönelik Gazebo simülatörü kullanılarak bir simülasyon çalışması yapılmıştır. Bu simülatör açık ve kapalı alanlar için tasarlanan 3 boyutlu ortamda birden fazla robotun test yapmasına olanak sağlayan bir programdır. İHA'ların kontrolü robot işletim sistemi ile yapılmaktadır. Gazebo programı ile İHA etrafına farklı açılardan engel teşkil edebilecek nesneler koyulmuştur. Engelden kaçınma algoritmasının başarısının yüzde doksan olduğu sonucuna varılmıştır.
12) Çalışkan ve Erturgut (2022)	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğüne kayıtlı İHA pilotları	Nicel İstatiksel Analiz	Lojistik sektöründe İHA'ların kullanımı, İHA'ların güvenlik, algılanan fayda, performans, kullanım kolaylığı, tasarım gibi tüm boyutlarının algılanması İHA pilotlarının demografik özelliklerine göre farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

13) Benarbia ve Kyamakya (2022)	Literatür incelemesi	Kavramsal inceleme	Literatür incelemesi sonucunda İHA ile ürün teslimatının planlanmasında, teslimat sistemi tasarımı ve araç rotalama düzeninde bir takım araştırma gündemi önermektedir. Pillerin ve şarj istasyon maliyetlerinin, istasyon konumunun ve teslimat planlamasının optimize edilmesi ayrıca İHA atama ve teslimat sistem tasarımı için gelecekte çalışmalar yürütülebilir.
14) Borghetti vd. (2022)	İtalya'nın Milano kentinde sosyal medya aracılığı ile 100 katılımcıyla gerçekleştirilen anket	Nicel İstatiksel Analiz	Son adım teslimatta İHA kullanımı trafik sıkışıklığını ve kirlenici emisyonları azaltacaktır. Kullanıcıların teslimatlarda İHA kullanımına sıcak baktıklarını ve İHA kullanımının firmalar için karlı olacağını ortaya koymuştur. Pandemi döneminde bazı teslimatlarda son müşteri ve kurye arasındaki etkileşimi önleyip insanlar arasındaki yakın temas ihtimalini düşürecektir.
15) Turgut ve Şeker (2022)	Literatür Araştırması	Kavramsal İnceleme	İHA'larla taşımacılık faaliyetlerinde maliyetlerin azaldığı zamandan tasarruf sağlandığı ve insan kaynağına olan gereksinimin azaldığı sonucuna varılmıştır. Ayrıca yasal düzenlemelerin olmaması, bekleme istasyonlarının bulunmaması ve sınırlı enerji süresi gibi eksik yönleri bulunmaktadır.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

16) Edward vd. (2023)	Çin' in on büyük lojistik şirketlerinin personelleri	Nicel İstatiksel Analiz	Lojistik şirketlerinin insani yardım operasyonlarında İHA kullanımını stratejik girişim olarak değerlendirilmesi teşvik edilmelidir sonucuna varılmıştır. Ayrıca kullanım kolaylığını test etmek doğrulamak ve güvenlik endişelerini gidermek için lojistik planlamacılarını ve alıcıları kapsayan bazı pilot testler yapılması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.
17) Atılğan ve Bozkurt (2023)	Mersin ilinin yoğun nüfuslu bölgelerinde yaşayan tüketiciler	Nicel İstatiksel Analiz	İHA ile gerçekleştirilen ürün teslimatının geleneksel ürün teslimatına göre daha hızlı ve çevre dostu olduğunu düşünenlerin bu teslimat yöntemini tercih edebilme ihtimalleri daha yüksektir. İHA ile ürün teslimatına yönelik tüketici tutumlarının ana belirleyici unsurları çevre dostu olması, teslimatın hızlı olması ve algılanan risktir.
18) Toraman ve Öz (2023)	İstanbul il sınırları içinde teknolojik cihaz kullanabilen 18 yaşüstü kişiler	Nicel İstatiksel Analiz	Çalışma İHA ile son adım teslimatta gerekli altyapı sağlandığı takdirde, kullanıcılar İHA ile teslimatı kısa sürede benimseyeceklerini ortaya koymuştur. Gelecekte İHA'ların teslimatta kullanılacağı yadsınamaz bir gerçek olduğu ifade edilmektedir. Çünkü insanlar Covid 19 sürecinde temassız teslimata hızlı bir şekilde uyum sağlamışlardır

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

19) Aydın ve Çelik (2023)	Türkiye’de 18 yaşından büyük 260 katılımcı	Nicel İstatiksel Analiz	Çalışma İHA ile ürün tesliminde algılanan güvenin algılanan risk üzerinde negatif, kullanım niyeti ve sözel iletişim üzerinde pozitif etkisi bulunduğunu ortaya koymaktadır.
20) Kanat (2023)	Literatür Araştırması	Kavramsal inceleme	Hava kargo faaliyetlerinde hız ve erişilebilirliğin önemli olduğu yerlerde lojistik zincirinde çözüm oluşturmaktadır. Mevzuatlarla ilgili güçlükler haledilirse İHA'ların kargo faaliyetlerinde kullanılmasının yaygın olarak benimseneceği sonucuna varılmıştır.
21) Garg vd., (2023)	Sistemik literatür Taraması	Kavramsal inceleme	Son adım teslimatta İHA'ların kullanılması geleneksel teslimat yöntemlerine göre daha verimli olduğu, çevresel sürdürülebilir olduğu ve maliyet tasarrufu sağladığı sonucuna varılmıştır.
22) Turgut ve Sancı (2023)	Literatür Taraması	Kavramsal İnceleme	İşletmelerin son adım teslimatta İHA'ları tercih etmelerinin sebebi, teslimatın hızlı ve verimli olması, maliyetin düşük olması sonucuna varılmıştır. Ayrıca hava kirliliğini azaltması, stoklarda sayımları doğru yapabilmesi tercih edilebilirliği artırdığı sonucuna varılmıştır. Menzilin, uçuş süresinin ve yük kapasitesinin sınırlı olması İHA kullanımının kısıtları arasında olduğu saptanmıştır.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

23) Eskandaripour ve Boldsai Khan (2023)	Literatür taraması	Kavramsal çalışma	İHA'larla son adım teslimatta ürünleri teslim ederken lojistik sorunlar olduğu tespit edilmiştir. Rotalama sorunları, veri iletişimi, pil sorunları gibi teknik sorunların ele alınması gerektiğini, bundan dolayı İHA teslimatındaki mevcut uygulamalar, kullanılan teknolojiler yükseltilerek çevre ve ekosistemi korumak için yeni teknolojiler kullanılmalıdır sonucuna varılmıştır.
24) Li vd. (2023)	Literatür Taraması	Kavramsal Çalışma	İHA'ların teslimat operasyonlarında pil ömürleri, taşıyabileceği maksimum yük, hava şartlarına duyarlılıkları kapasitesi sınırlı olduğu sonucuna varılmıştır. Gelişen teknolojiyle birlikte yakın zamanda bu sorunların aşılabileceği ve uzun menzilli operasyonlar için kullanılabileceği öngörülmektedir. Ayrıca teslimatlarda İHA'ların kullanımı arttıkça, müşteri memnuniyeti yada memnuniyetsizliğini, tercihlerini dikkate almaları gerektiği konusunda araştırmacılara önerilerde bulunulmuştur.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

25) Çıkmak vd. (2023)	Literatür Taraması ve Uzman Görüşleri	Çok Kriterli Karar Verme	İHA'ların lojistik sektöründe kullanılmasında yasal düzenlemelerin eksikliği, uçuş izin işlemlerinin zorluğu ve terör saldırıları en önemli zorluklar olarak tespit edilmiştir. Bundan dolayı lojistikte İHA kullanımı için düzenlemeler, güvenlik ve emniyetle ilgili faktörleri en önemli faktör olarak ortaya koymuştur.
26) Ünlü 2023	KARİD'e üye olan 4 işletme (KARİD=Türkiye'de bulunan lojistik ve kargo firmalarının temsilcilerinin kurduğu bir dernek)	Nitel araştırma	Araştırma sonucunda kargo taşımacılığının İHA'lar ile gerçekleştirilebilmesi için kargo şirketlerinin yapacağı hazırlıklar birbirinden farklılık göstermektedir. Kargo şirketlerini İHA kullanımında çekimser kalmalarına iten nedenler aynıdır. Ayrıca İHA'ların kargo taşımacılığında kullanılması için şirketlerin personellerine vermesi gereken eğitimler aynıdır.
27) Dai vd. (2024)	Matematiksel modelleme, simülasyon	Simülasyon	Kırsal alanlarda son mil lojistiği için kamyon ve İHA teslimatını karşılaştıran çalışmada, geleneksel kamyon taşımacılığına kıyasla toplam taşımacılık maliyetinde 41.02 CNY azalma, 7.42 dakika zamandan tasarruf sağlamaktadır.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

28) Tadic vd. (2024)	Lojistik firmaları, lojistik hizmeti alanlar, düzenleyici kurumlar ve halk	Çok Kriterli Karar Verme	Son adım teslimatında İHA uygulamalarının önündeki engeller tespit edilmeye çalışılmıştır. Bunlar; havacılık düzenlemelerinin yetersizliği, verilerin kötü amaçlar için kullanılabilir olması, gizlilik ihlali, erişimin yetkisiz olması, İHA sahipleri için tanımlanmış sigorta ve sorumlulukların belirsiz ve külfetli olması olarak ortaya koyulmuştur.
29) Patro vd. (2024)	Lojistik uzmanları, İHA operatörleri, tedarik zinciri yöneticileri, teknoloji uzmanları dahil her şirketteki paydaşlarla görüşme ve ilgili şirketlerin dokümantasyonlarına erişim ile toplanan verilerle nicel ve nitel analiz, literatür taraması	Nicel ve Nitel Analiz	E-ticaretin geliştiği bölgelerde İHA ile teslimatın daha hızlı benimsendiğini ve bundan dolayı İHA adaptasyonunu karşılamak için altyapı planlamasına ve çözümçül politikaya olan ihtiyacı anlatmaktadır. Teknoloji ve düzenleyici gelişmeleri, kamuoyu endişelerinin ve zorluklarının ele alınması gerektiği bunun çevreye işletmelere ve tüketicilere fayda sağlayacağını öngörmektedir. Çeşitli endüstri işletmelerinin İHA'larla teslimatın ekonomik uygulanabilirliği için daha fazla araştırma yapılmasını önermektedir.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

30) Erdem (2024)	278 tüketici	Nitel İstatiksel Analiz	İHA ile son adım teslimatta kalite ve teslimat güvenliğinin, performans ve çaba beklentisine etkisi olduğu, riskin ve güvenirliliğin sosyal etkiye ve kolaylaştırıcı koşullara etkisi olduğu, performans beklentisinin ve sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi olduğu sonucuna varılmıştır. Ancak çaba beklentisinin ve kolaylaştırıcı koşulların davranışsal niyete etkisinin olmadığı sonucuna varılmıştır.
31) Kumar vd. (2025)	Yapılandırılmış Literatür İncelenmesi	Nitel Araştırma	İHA'ların son adım teslimatlarda başarılı olması teknolojik ve altyapıdaki ilerlemelere bağlı olduğu sonucuna varılmıştır. Daha sağlam şarj ve iniş yerleri, az enerjiyle fazla yük taşıma kapasitesi, pil ömrünü iyileştirme gibi problemlerin ele alınması gerektiği öngörülmüştür. Buna ek olarak yasal mevzuatların İHA'ların teslimat operasyonlarında sürdürülebilir büyüme için önemli olduğu vurgulanmaktadır. Güvenlik prosedürleri, hava sahası kullanımı, çevresel standartlar gibi düzenleyici çerçevenin oluşturulup güncellenmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Tablo 2.5: İHA'ların Hava Kargo Taşımacılığında Kullanılmasına Yönelik Yapılan Çalışmalar (Devamı)

32) Filiopoulou vd. (2025)	İHA pilotu, İHA uçuş eğitmeni ve kurye çalışanları	Modelleme	Üç farklı son adım teslimat modelini (motosikletle geleneksel teslimat, satın alınan İHA ile teslimat, kiralık İHA ile teslimat) düşük, orta ve yüksek hızda sınıflandırdıkları rüzgarlı havada teslimat hizmetlerinin finansal olarak uygulanabilirliğini karşılaştırmışlardır. İHA'lar ile teslimat yatırım getirisi en iyi alternatif olarak bulunmuştur. Finansal olarak teslimatlarda İHA benimsemeye şüphe ile bakan küçük ve orta ölçekli işletmelere riski en aza indirmek için kiralık İHA ile teslimat modelini önermektedir.
33) Kumbhani vd. (2025)	Hindistan'da lojistik sektöründe en az beş yıl deneyime sahip altı uzmanlar	Nitel Araştırma	İHA tabanlı son adım teslimat uygulamalarında teknik riskleri, müşteri açısından riskleri, hükümet kuralları ve düzenleyici riskleri tespit etmişlerdir. İHA tabanlı son mil teslimatının sürdürülebilirliğini ve güvenliğini artırmak için, yasal düzenlemeler, işgücü eğitimi, kamu farkındalığı, İHA güvenliği ve veri şifreleme gibi birtakım çözümler sunmaktadırlar.

Yaygın olarak drone olarak adlandırılan İHA'lar, maliyetin düşük olması, enerji tasarrufu, çevre koruma ve esneklik gibi faydalarından ötürü son yıllarda kargo taşımacılığı alanında ilgi görmektedir (Li vd., 2022). Çalışmamızın bu bölümünde İHA'ların kargo teslimatına yönelik faaliyetlerde kullanımıyla ilgili literatür incelenmiştir.

Bu kapsamda, Dai vd. (2024), yaptıkları araştırmada simülatör kullanarak, son adım teslimatında geleneksel taşımacılık modeli olan kamyon taşımacılığını ve İHA teslimatını maliyet ve zaman açısından karşılaştırmışlardır. Goodchild ve Toy (2018) kamyon teslimat modeli ve İHA teslimat modelini karşılaştırarak İHA'ların daha az CO2 salgıldığını tespit etmişlerdir. Javadi ve Winkenbach (2021) çalışmasında kamyon ve İHA tabanlı teslimat sistemlerini karşılaştırmak için matematiksel model geliştirerek, İHA tabanlı lojistik faaliyetleriyle ilgili çeşitli operasyonel planlama problemlerini kapsayan yapılandırılmış, bütünleşik ve ölçeklenebilir sınıflandırma çerçevesi önermektedirler.

Atılğan ve Bozkurt (2023) ve Erdem (2024)' de yaptıkları çalışmalarda, tüketicilerin İHA teslimatına yönelik tutumlarını incelemişlerdir. Atılğan ve Bozkurt (2023) İHA ile ürün teslimatına yönelik tüketici tutumlarının ana belirleyici unsurlarının çevre dostu ve hızlı olması sonucuna varmışlardır. Erdem (2024) ise son adım teslimatta kalite ve teslimat güvenliğinin, performans ve çaba beklentisine etkisi olduğu, riskin ve güvenilirliğin sosyal etkiye ve kolaylaştırıcı koşullara etkisi olduğu, performans beklentisinin ve sosyal etkinin davranışsal niyete etkisi olduğu sonucuna varmıştır. Yine aynı şekilde tüketicilerin İHA teslimatına yönelik tutumlarını araştıran çalışmalar arasında, Aydın ve Çelik (2023) İHA'larla ürün teslimatında algılanan güvenin, kullanım niyeti ve algılanan risk üzerindeki etkilerini, Kamali (2018) de Bahreyn halkının İHA ile ürün teslimatına yönelik tutumlarını inceleyerek İHA kullanımının güvenlik, kullanım kolaylığı, fayda ve tüketicilerin kullanım niyetini, Edward vd. (2023), halkın İHA destekli teslimat modeline ilişkin algıyı test etmek için Çin'de araştırmalar yapmıştır. Edward vd. (2023) İHA'ların kullanım kolaylığını test etmek ve güvenlik endişelerini gidermek için bazı pilot testler yapılması gerektiği önerisinde bulunmuştur. MacSween (2003)' te Los Angeles'da toplumun kargo taşımacılığında İHA'lara karşı tutumlarını incelemek için çalışmalar yapmıştır. MacSween (2003) toplumun kargo taşımacılığı ve ticari faaliyetlerde İHA ları kabul etmeye hazır olduğu sonucuna varmıştır. Toraman ve Öz (2023), İHA'ların son adım teslimatında kullanılmasına karşı insanların algısını ve düşüncelerini incelerken, COVID-19 sürecinin bu algılamada olumlu etki yarattığını ortaya koymuştur. Yoo vd., (2018), İHA'larla teslimatın hızlı ve çevre dostu olması gibi birçok avantajının olduğunu fakat

bu avantajlara rağmen, halkın bu teslimat yöntemini benimseme isteklerinin belirsiz olduğu sonucuna varmışlardır.

Ayrıca (Raj ve Sah, 2019; Nakıboğlu, 2020; Borghetti vd., 2022; Turgut ve Şeker, 2020; Garg vd., 2023), yaptıkları araştırmalarda teslimatta İHA kullanımının avantajlarını ortaya koymaya çalışmışlardır. Raj ve Sah (2019), İHA'lar ile teslimatın zamandan tasarruf sağlayıp, trafik yoğunluğunu ve karbon ayak izini azaltabileceği sonucuna varmışlardır. Ayrıca hükümet düzenlemeleri, teknik yönler ve nitelikli işgücü lojistik faaliyetlerde İHA kullanımını etkileyen faktörler olarak belirlenmiştir. Nakıboğlu (2020), İHA'larla son adım teslimatın verimlilik, zaman ve maliyet açısından faydalarını ortaya koymuştur. Borghetti vd. (2022), İHA'ların son adım teslimatta kullanımının trafik sıkışıklığı ve kirletici emisyonları azaltacağı ve firmalar açısından karlı bir uygulama olabileceği sonucuna varmışlardır. Turgut ve Şeker (2020), İHA'ların teslimatta kullanımının insan kaynağına olan ihtiyacı ve maliyeti azaltacağı birde zamandan tasarruf sağlayacağı sonucuna varmışlardır. Fakat gereken yasal düzenlemelerin olmaması, İHA'lar için bekleme istasyonlarının bulunmaması ve kısıtlı enerji süresi gibi olumsuz yönleride bulunmaktadır. Garg vd. (2023), İHA'ların teslimatta kullanılmasıyla maliyet tasarrufu sağlandığı ve çevresel sürdürülebilir olduğu sonucunu elde etmişlerdir. Sah vd. (2021), yaptığı araştırmada, lojistik sektöründe İHA'ların kullanılabilmesinin önündeki engellerin, düzenlemeler, gizlilik ve güvenlikle ilgili tehditler, kamuoyu algısı, teknik ve ekonomik sorunlar olarak tespit etmişlerdir. Tadiç vd. (2024) ise son adım teslimatta İHA uygulamalarının önündeki engellerin havacılık düzenlemelerinin yetersizliği, verilerin farklı amaçlar için kullanılabilir olması, gizlilik ihlali, sigorta ve sorumlulukların belirsiz ve külfetli olduğunu tespit etmişlerdir. Turgut ve Sancı (2023), son adım teslimatta İHA'ların kullanımının hızlı verimli, düşük maliyetli olması, hava kirliliğini azaltması ve stoklarda sayımları doğru yapabilmesi gibi avantajlarının olduğunu aynı zamanda menzilin, uçuş süresinin ve yük kapasitesinin sınırlı olması gibi kısıtlı kullanım sebeplerinin olduğunu tespit etmişlerdir..

Çalışkan ve Erturgut (2022), SHGM onaylı lisansa sahip İHA pilotlarına anket yöntemi uygulayarak, demografik faktörlerin İHA'ların algılanmasında meydana getirdiği farklılıkları incelemişlerdir. İnsansız hava araçlarının güvenlik, algılanan fayda, performans, kullanım kolaylığı, tasarım gibi tüm boyutlarının algılanması İHA

pilotlarının demografik özelliklerine göre farklılık gösterdiği sonucuna varılmıştır. Ünlü, (2023)' te teslimatta İHA teknolojisinin kullanımında kargo şirketlerinin stratejilerine yönelik araştırma yapmıştır. Uslu ve Tekin (2021), yılında Covid-19 pandemi sürecinde lojistik faaliyetlerde İHA kullanımının gerekliliği ve geleceği üzerine çalışma yapmışlardır. Covid-19 döneminde lojistik işletmeleri hizmetlerinde aksaklık yaşamamak ve rekabet üstünlüğü sağlamak için robotlar, otonom araçlar, akıllı tedarik zinciri ve İHA'ları kullanarak önlem aldıklarını ve gelecekte teknolojinin lojistik sektörüne yön verebileceğini ortaya ortaya koymuşlardır.

Khofiyah vd. (2021), Endonezya'da kentsel bölgelerde İHA lojistiği için başarı faktörlerinin küresel pazarlamada rekabet avantajını amaçlamak, hükümet düzenlemeleri ve standartlar, ekonomik faktörler, çevresel ve örgütsel faktörler olarak belirtmişlerdir. Benarbia ve Kyamakya (2022), İHA tabanlı lojistik uygulamalarının uygulanabilirliğine ilişkin literatür incelemesi yaparak pillerin ve şarj istasyon maliyetlerinin, istasyon konumunun ve teslimat planlamasının optimize edilmesi gibi bir takım önerilerde bulunmuşlardır. Kanat (2023), yaptığı çalışmada hava kargo faaliyetlerinde İHA'ların kullanılmasının gerekliliği ve sağladığı avantajlardan dolayı gelecekte yaygın olarak kullanılması için mevzuatlarla ilgili güçlüklerin halledilmesi gerektiğini böylece İHA'ların kargo faaliyetlerinde kullanılmasının yaygın olarak benimseneceği sonucuna varmıştır.

Patro vd. (2024)'te yaptıkları çalışmada İHA'larla teslimatın yaygınlaşması için altyapı, politik düzenlemeler ve teknolojik gelişmeler gibi işletmeye, çevreye ve tüketicilere fayda sağlayacak düzenlemelerin yapılması gerektiğini vurgulamışlardır. Aynı şekilde Kumar vd. (2025), son adım teslimatta İHA kullanımının başarılı şekilde gerçekleşmesi için altyapı, yasal düzenlemeler ve teknolojiyle ilgili birtakım önerilerde bulunmuşlardır.

Eskandaripour ve Boldsai Khan (2023), son adım teslimatta yaşanan sorunlara ve bunların çözümlerine odaklanmışlardır. Rotalama, veri iletişimi, pil sorunları gibi teknik sorunların ele alınması gerektiğini, İHA teslimatındaki mevcut uygulamalar, kullanılan teknolojiler yükseltilerek çevre ve ekosistemi korumak için yeni teknolojiler kullanılması gerektiği önerisinde bulunmuşlardır. Yine aynı şekilde Li vd. (2023)'te yaptıkları çalışmada İHA'larla teslimatta karşılaşılan zorluklara ve gelecekte bunların

özümü için önerilerde bulunmuşlardır. Teslimat operasyonlarında İHA'ların pil ömürleri, taşıyabileceği maksimum yük, hava şartlarına duyarlılıkları ve kapasitelerinin sınırlı olduğu sonucuna varmışlardır. Gelişen teknolojiyle birlikte yakın zamanda bu sorunların aşılabilceği konusunda öngörüde bulunmuşlardır. Çıkmak vd. (2023) İHA teslimatına yönelik zorlukları, düzenlemeler, uçuş izin işlemlerinin zorluğu ve terör saldırıları olarak tespit etmişlerdir. Kumbhani vd. (2025)'te İHA tabanlı son adım teslimatta riskleri tespit ederek, bu riskleri azaltmak, sürdürülebilirliği ve güvenliği artırmak için önerilerde bulunmuşlardır. Teslimatın başarılı olması teknolojik ve altyapıdaki ilerlemelere bağı olduğu sonucuna varılmıştır. Yasal mevzuatların İHA'ların teslimat operasyonlarındaki önemi vurgulanmıştır. Güvenlik prosedürleri, hava sahası kullanımı, çevresel standartlar gibi düzenleyici çerçevenin oluşturulması gerekliliği üzerinde durmuşlardır.

Filiopoulou vd., (2025), yaptığı çalışmada son adım teslimatta İHA'ların kullanılması yatırım getirisi en iyi alternatif taşımacılık modeli olduğunu tespit etmişlerdir. İHA'larla teslimata finansal olarak sıcak bakmayan, küçük ve orta ölçekli işletmeler için riski en aza indirmek amacıyla kiralık İHA'larla teslimat modelini önermektedirler.

ÜÇÜNCÜ BÖLÜM

YÖNTEM

Bu tez çalışmasında Türkiye’de İHA’lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörlerin değerlendirilmesi amacıyla çok kriterli karar verme (ÇKKV) yönteminden yararlanılmıştır. Çalışmada birden fazla ve birbirinden bağımsız ana kriterler ve kriterlerin önem derecelerini belirlemek üzere ÇKKV yöntemi kullanılmıştır. Kriterlerin ağırlıklarını belirlemek için subjektif ağırlıklandırma yöntemlerinden olan Best Worst Method (BWM) yöntemi kullanılmıştır.

3.1. Çok Kriterli Karar Verme

Çok kriterli karar verme (ÇKKV) yöntemleri karar alma sürecini destekleyecek çeşitli araçlara ihtiyaç duyulmasıyla birlikte 1960’lı yıllarda gelişim süreci başlamıştır (Ballı, 2005, s. 9). ÇKKV çok sayıda kriterin aynı anda değerlendirildiği durumlarda en uygun olan seçeneğin belirlenmesini sağlayan bir yöntemdir. ÇKKV, karar vericiler açısından ise birbirinden bağımsız birden çok faktörün etkisinin ne derece olduğunu ele alarak sorunlara ve faktörlere en uygun seçeneğin belirlenmesine yol göstermektedir (Arslankaya ve Göraltay, 2019, s. 12). ÇKKV metotlarında karar vericiler çeşitli niteliklere sahip alternatifleri birden fazla kriteri temel alarak değerlendirerek en uygun sıralamayı yapmaktadırlar (Özden, 2015, s. 5). Bu yöntem en etkin sonuca varmak için geliştirilmiş çözüm yöntemlerinden meydana gelmektedir (Dalbudak ve Rençber, 2022, s. 3). ÇKKV yönteminde problemler çok sayıda kritere sahiptir. Her bir problem seti için değerlendirmeye esas alınacak kriterler belirlenmektedir. Karar verici karar için çok sayıda faktör olsa da en önemlilerini kriter olarak uygun bulmaktadır. Karar verici en uygun alternatifi belirlerken, var olan alternatifleri önceden tanımlanmış karşılaştırma kriterleri doğrultusunda değerlendirme yaparak üç adımda gerçekleştirmektedir. İlk adımda kriterler tespit edilerek, bu kriterler göreceli önem düzeylerine göre

sıralanmaktadır. İkinci adımda ise alternatiflerin belirlenen kriterleri hangi ölçüde karşıladığı belirlenerek tüm kriterler temelinde her bir alternatife ilişkin değerlendirme elde edilmektedir. Son adımda ise en yüksek puana ait alternatif tercih edilmektedir (Ersöz ve Kabak, 2010, s. 100).

3.2 Best-Worst Metot (BWM)

BWM, 2015 yılında Jafar Rezaei tarafından literatüre kazandırılan ÇKKV yöntemlerinden biridir (Telli ve Ayçin, 2021, s. 737). Bu yöntemde öncelikle karar verici tarafından, en iyi (en önemli) ve en kötü, (en az önemli) kriterler belirlenmektedir. Daha sonra bu belirlenen en iyi ve en kötü iki kriterin her biri ve diğer kriterlerle ikili olarak karşılaştırılmaktadır. Sonrasında farklı kriterlere ait ağırlıkların belirlenebilmesi için bir eniyileme problemi tanımlanmakta ve çözülmektedir. Aynı işlem uygulanarak alternatiflerin farklı kriterlere ilişkin ağırlıkları hesaplanmaktadır. Alternatiflerin puanı ise en önemli alternatifin öne çıktığı çeşitli kriter ve alternatif gruplarından elde edilen ağırlıkların toplamı doğrultusunda elde edilmektedir (Rezaei, 2015, s. 49).

Kriter ağırlıklarının belirlenmesinde kullanılacak BWM'nin uygulama aşamaları aşağıda sırasıyla verilmektedir (Arsu ve Arsu, 2021, s.1955; Rezaei, 2015, s. 51; Yıldırım, 2020, s. 752)

Aşama 1 : Kriterlerin belirlenmesi

Bir sonuca varmak için kullanılacak kriterler ($C_1, C_2 \dots C_n$) belirlenir.

Aşama 2: En iyi ve en kötü olan kriterlerin tespit edilmesi

Karar vericilerin karar verme sürecine etkisi olan güçlü B (en önemli- iyi) ve zayıf W (en önemsiz- kötü) kriteri belirlemektedir. Karar verici bu aşamada karşılaştırma yapmaz.

Aşama 3: En iyi kriterin diğer kriterlere göre üstünlüğünün belirlenmesi

Bir önceki aşamada kriter kümeleri içinde en önemli kriter olarak belirlenen kriterin diğer kriterlerle ikili olarak karşılaştırıp önem düzeyinin belirlenmesidir. Bunun için 1-9 değerlendirme ölçeği kullanılır. Burada 1: eşit önemli iken 9: son derece önemli olduğunu belirtmektedir. n kriterden meydana gelen problemde en önemli kriter diğer kriterler ile karşılaştırıldığında oluşan dizi:

$$A_B = (a_{B1}, a_{B2} \dots a_{Bn}) \quad 1$$

Aşama 4: Tüm kriterlerin en önemsiz kritere üstünlük düzeyinin belirlenmesi

Kriterler kümesindeki kriterlerin en önemsiz kritere göre üstünlüğünün tespit edilmesidir. Yine 1-9 değerlendirme ölçeğinden faydalanılır n kriter kümesinde bulunan kriterlerin en önemsiz kritere üstünlük düzeyi

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

vektörü ile ifade edilir.

Aşama 5: Optimum ağırlıkların bulunması

Bu adımda optimal ağırlıkları hesaplamak için tüm j 'ler adına en yüksek mutlak fark minimuma indirilmelidir. Bunun için önce $|w_B - a_{Bj}w_j|$ ve $|w_j - a_{jW}w_W|$ maksimum mutlak farkını, minimum seviyeye getiren bir doğrusal programlama temelli bir model kurulur. Bu modeli geliştirmek için problem eşitlik (3) ve (5) 'te gösterilen minimum-maksimum doğrusal programlama modeline çevrilmiştir.

$$\min \max_j \{|w_B - a_{Bj}w_j|, |w_j - a_{jW}w_W|\} \quad 3$$

s.t

$$\sum_j w_j = 1 \quad 4$$

$$\text{Bütün } j \text{ ler için } w_j \geq 0 \quad 5$$

Elde edilen minimum maksimum model eşit 6 ve 10'da olduğu gibi doğrusal programlama modeline çevrilir.

$$\min \xi \quad 6$$

s.t

$$|w_B - a_{Bj}w_j| \leq \xi, \text{ tüm } j \text{ ler için} \quad 7$$

$$|w_j - a_{jW}w_W| \leq \xi, \text{ tüm } j \text{ ler için} \quad 8$$

$$\sum_j w_j = 1 \quad 9$$

Bütün j'ler için $w_j \geq 0$

10

Model 6 ve 10 çözülerek kriter ağırlıklarına $(w_1, w_2, \dots, w_n)$ ve tutarlılığı ölçmek amacıyla kullanılan ξ değeri bulunur.

Aşama 6: Tutarlılığın belirlenmesi

Optimal ağırlıklar bulunduktan sonra en son adımda ξ ile tutarlılık endeksi değerleri dikkate alınarak ve eşitlik 11 kullanılarak tutarlılık oranı elde edilir. Tutarlılık endeks değerleri tablo 3.1 verilmiştir.

Tablo 3.1: Tutarlılık Endeks Değerleri

a_{BW}	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Te	0,00	0,44	1,00	1,63	2,30	3,00	3,73	4,47	5,23

Tutarlılık oranı (TO) = ξ / Tutarlılık Endeks Değeri (TE)

11

Elde edilen tutarlılık oranı sıfıra ne kadar yakınsa sonuçlar o derece tutarlıdır. Sonuç 1'e yakınsa tutarlılık düşüktür.

3.3. Veri Toplama Aşaması

Aşama 1: Çalışmada Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığını etkileyen faktörleri belirleyip değerlendirmek için kapsamlı literatür taraması yapılmıştır. Detaylı literatür taramasının ardından İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden ana kriterler ve ana kriterlere ait alt kriterler belirlenmiştir. Literatürden elde edilen ana kriterler ve ana kriterlere ait alt kriterler referansları ile birlikte aşağıda Tablo 3.2'de verilmiştir.

Tablo 3.2: Literatürden Elde Edilen Ana Kriterler ve Alt Kriterler

Ana Kriter	Alt Kriterler	Referanslar
Altyapı	-Vertiportlar (Dikey Liman) gereksinimi	Cohn vd. (2017), Kumar vd. (2025)
	-Muayene ve onarım servislerinin gerekliliği	Cohn vd. (2017), Roca-Riu ve Menendez (2019)
	-Şarj istasyon gerekliliği	Benarbia ve Kyamakya, (2022), Kumar vd. (2025), Cohn vd. (2017), Eskandaripour ve Boldsai Khan, (2023)
	-Rota sorunları	Sah vd. (2021), Eskandaripour ve Boldsai Khan (2023), Moshref-Javadi ve Winkenbach (2021), Khofiyah vd. (2021)
	-Dağıtım merkezleri gerekliliği	Cohn vd. (2017), Turgut ve Şeker, (2022), Benarbia ve Kyamakya (2022),
Çevresel Faktörler	-CO2 emisyon miktarı, çevre dostu	Yoo vd. (2018), Goodchild ve Toy, (2018), Raj ve Sah, (2019), Borghetti vd.(2022), Atılgan ve Bozkurt, (2023), Garg vd. (2023), Turgut ve Sancı, (2023), Min (2023), Khofiyah vd. (2021)
	-Hava şartları	Li vd. (2023), Moshref-Javadi ve Winkenbach (2021) Benarbia ve Kyamakya (2022), Li vd. (2023), Filiopoulou vd. (2025)
	-Gürültü ve görüntü kirliliği	Tadiç vd. (2024), Li vd. (2023)
	-Trafik yoğunluğunu Azaltabilmesi	Raj ve Sah, (2019), Borghetti vd. (2022), Khofiyah vd. (2021), Eskandaripour ve Boldsai Khan, (2023), Moshref-Javadi ve Winkenbach, (2021)
	-Coğrafi koşullar	Cohn vd. (2017), Li vd. (2023), Dai vd. (2024)
	-Ulaşılması zor alanlara erişebilirlik	Nakıboğlu, (2020), Turgut ve şeker (2022), Kanat, (2023), Garg vd. (2023), Dai vd. (2024), Eskandaripour ve Boldsai Khan (2023), Moshref-Javadi ve Winkenbach, (2021)
Yönetmelik ve Mevzuat	-Havacılık Düzenlemelerinin Eksikliği	Cohn vd. (2017), Raj ve Sah (2019), Sah vd. (2021), Benarbia ve Kyamakya (2022), Turgut ve Şeker, (2022), Çıkmak vd. (2023), Tadiç vd.(2024), Khofiyah vd. (2021), Patro vd. (2024), Kumar vd (2025),
	-Güvenlik prosedürlerinin eksikliği	Cohn vd. (2017), Edward vd. (2023), Kumar vd. (2025), Li vd. (2023), Khofiyah vd. (2021)

Tablo 3.2: Literatürden Elde Edilen Ana Kriterler ve Alt Kriterler (Devamı)

	-Hukuki engeller	Dorling vd. (2016), Kanat (2023), Patro vd 2024, Kumbhani vd, 2025
	-Bürokratik Süreçler	Khofiyah vd. (2021), Dorling vd. (2016) Shuaibu vd., (2025)
	-Sigorta Yükümlülükleri	Tadic vd. (2024), Şah vd. (2021)
	-Uçuş Alanlarının Kısıtlanması	Sah vd. (2021), Kumar vd. (2025), Kumbhani vd 2025
	-Eğitim, Sertifika ve Lisanslar İle İlgili Sorunlar	Sah vd.(2021), Ünlü, (2023), Tadic vd. (2024)
	-İzin süreçlerinin zorlukları	Kamali (2018), Sah vd. (2021), Çıkmak vd. (2023)
Teknolojik Faktörler	-Pil Performansı	Cohn vd. (2017), Benarbia ve Kyamakya (2022), Eskandaripour ve Boldsai Khan, (2023), Li vd. (2023), Kumar vd. (2025), Tadic vd. (2024), Patro vd. (2024), Li vd. (2023)
	-Kısıtlı Uçuş Süresi	Turgut ve Şeker (2022), Turgut ve Sancı, (2023), Tadic vd. (2024) ,Garcia ve Santoso, (2019), Garg vd. (2023)
	-Taşıma Kapasitesi	Turgut ve Sancı, (2023), Li vd. (2023), Tadic vd. (2024), Patro vd. (2024), Li vd (2023)
	-Algılama Sensörleri	Cohn vd. (2017), Tadic vd. (2024), Sah vd., (2021)
	-Veri İletişim Sorunları	Cohn vd. (2017), Eskandaripour ve Boldsai Khan (2023)
	-Kısa Menzil	Turgut ve Sancı, (2023), Khofiyah vd. (2021), Sah vd. (2021)
	-Hız	Yoo vd. (2018), Raj ve Sah (2019), Çalışkan ve Erturgut (2022), Turgut ve Şeker, (2022), Atılgan ve Bozkurt, (2023), Kanat, (2023)
	-Kullanım kolaylığı	Çalışkan ve Erturgut (2022), Kamali (2018), Edward vd. (2023)
	-Enerji tasarrufu kabiliyeti	Nakıboğlu, (2020), Shuaibu vd. (2025), Turgut ve Şeker (2022)
	-Arıza riski	Kumbhani vd. (2025)

Tablo 3.2: Literatürden Elde Edilen Ana Kriterler ve Alt Kriterler (Devamı)

Gizlilik ve Güvenlik	-Gizlilik İhlali	Yoo vd. (2018), Sah vd. (2021), Tadic vd. (2024), Min, (2023) Li vd. (2023), Kellermann vd. (2020)
	-Verilerin İzinsiz Kullanılabilmesi	Tadic vd. (2024), Min, (2023),
	-Siber Saldırıları, hacklenme riski	Sah vd. (2021), Kumbhani vd. 2025), Li vd.,(2023)
	-Dolandırıcılık İhtimalleri	Li vd., (2023), Tadic vd. (2024)
	-Terör Saldırıları	Çıkmak vd. (2023), Sah vd., (2021), Kumbhani vd 2025, Tadic vd. (2024)
	-İHA'lara Yönelik Fiziksel Saldırıları	Kamali (2018), Sah vd., (2021), Tadic vd. (2024)
	-Kaza riski	Kellermann vd. (2020), Li vd.(2023), Kumbhani vd. 2025
Sosyal Algı	-Kişisel Verilerin Korunması ile İlgili Endişeler	Buko vd. (2022), Kumbhani vd. 2025
	-Otomasyona Yönelik Toplumsal Kaygı ve Şüphelilik	Cohn vd. (2017), Raj ve sah, (2019), Patro vd. (2024), Sah vd. (2021), Li vd. (2023)
	-İşsizlik Sorunlarının Artma Endişesi	Uslu ve Tekin, (2021), Kellermann vd. (2020), Li vd. (2023)
	-Paketlerin Düşme Riski	Li vd. (2023)
Ekonomik Faktörler	-Başlangıç Maliyetlerinin Yüksek Olması	Filiopoulou vd. (2025), Sah vd. (2021), Khofiyah vd. (2021), Shuaibu vd. (2025), Tadic vd. (2024)
	-İsdiham Sorunları	Raj ve Sah (2019), Sah vd. (2021), Kumbhani vd. 2025
	-Kullanılan Teknolojilerin Maliyeti	Khofiyah vd. (2021), Kumbhani vd. (2025), Shuaibu vd. (2025)
	-Sertifikasyon Ve Operatör Eğitim Maliyetleri	Min, (2023), Tadic vd. (2024), Turgut ve Sancı, 2023
	-Teknik altyapı maliyetleri	Cohn vd. (2017), Raj ve Sah, (2019), Çıkmak vd. (2023), Patro vd. (2024), Balac vd. 2017
	-Taşıma maliyet tasarrufu potansiyeli	Garg vd. (2023), Dai vd. (2024), Khofiyah vd. (2021), Li vd. (2023), Patro vd. (2024), Yetiş vd. (2021), Shuaibu vd. (2025), Turgut ve Şeker (2022)

Aşama 2: Hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları ve İHA konusunda uzman şirket çalışanları ile akademisyenlere bir Google form aracılığı anket uygulanmıştır. Anketin birinci bölümünde uzmanların niteliklerine ilişkin sorulara

ikinci bölümünde ise kriterlerin belirlenmesine yönelik sorulara yer verilmiştir. Literatürden elde edilen kriterler ile aşağıda Tablo 3.3'te nitelikleri yer alan uzmanlardan anket aracılığı ile alınan görüşler doğrultusunda elde edilen kriterler bir kriter havuzunda bir araya getirilmiştir. Aşağıda Tablo 3.3'te kriter havuzunun oluşumuna katkı sağlayan uzmanlara ait bilgiler yer almaktadır.

Tablo 3.3: Kriter Havuzunun Oluşumuna Katkı Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler

Eğitim Durumu		Tecrübe (Yıl)	Çalışılan İşletmenin Faaliyet Alanı	Pozisyon	Pozisyon Tecrübesi (Yıl)
U1	Lisans	19	Taşıyıcı	Kargo Yöneticisi	19
U2	Yüksek lisans	5	Taşıyıcı	Satış ve Operasyon Memuru	4
U3	Yüksek lisans	26	Taşıyıcı	Kargo Yöneticisi	26
U4	Lisans	15	Taşıyıcı	Flight Dispatcher/Loadmaster	8
U5	Lisans	8	Taşıyıcı	Bölgesel Kargo Yöneticisi	4
U6	Yüksek lisans	8	Taşıyıcı	Kargo Yöneticisi	3
U7	Doktora	11	Üniversite	Öğretim Üyesi	10
U8	Lisans	3	Yer Hizmetleri	Hava Kargo Operasyon Memuru	3
U9	Lisans	2	Yer Hizmetleri	Hava Kargo Operasyon Memuru	1
U10	Lisans	4	Freight Forwarder	Hava Kargo Uzmanı	1
U11	Önlisans	2	Freight Forwarder	Hava Kargo Uzmanı	1
U12	Doktora	10	Üniversite	Öğretim Üyesi	6
U13	Lisans	8	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği Ve Eğitim Hizmetleri	Şirket Sahibi	5
U14	Yüksek lisans	10	Üniversite	Öğretim Görevlisi	7
U15	Doktora	10	Üniversite	Öğretim Üyesi	1
U16	Doktora	10	Üniversite	Öğretim Üyesi	5
U17	Önlisans	4	Savunma Sanayi	İHA Pilotu Eğitmeni	4
U18	Önlisans	10	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği Ve Eğitim Hizmetleri	İHA Pilotu	10
U19	Lisans	35	Freight Forwarder	Satış Müdürü	15

Tablo 3.3: Kriter Havuzunun Oluşumuna Katkı Sağlayan Uzmanlara Ait Bilgiler
(Devamı)

U20	Lisans	41	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği Ve Eğitim Hizmetleri	Eğitim Müdürü	16
U21	Lisans	8	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği Ve Eğitim Hizmetleri	İHA Pilotu	8
U22	Doktora	25	Üniversite	Öğretim Üyesi	14
U23	Lisans	13	Freight Forwader	Genel Müdür	8

Aşama 3: Literatür taramasından ve anketten elde edilen tüm kriterler hava kargo üzerine uzmanlığı bulunan deneyimli iki akademisyen tarafından değerlendirilmiştir. Buna göre son durumda; altyapı ve fiziksel gereksinimler, çevresel, teknolojik, ekonomik faktörler, mevzuat ve regülasyonlar, güvenlik ve veri koruma, toplumsal kabul ve algı başlıklarında yedi ana kriter ve yedi ana kriterle ait toplam 46 alt kriter belirlenmiştir. Nihai olarak Tablo 3.4.'te yer aldığı üzere ana kriter ve alt kriterlere ÇKKV anket uygulaması yapılmadan önce son hali verilmiştir. Aşağıda Tablo 3.4'te araştırmada kullanılan ana kriterler ve ana kriterlere ait alt kriterler yer almaktadır.

Tablo 3.4: Araştırmada Kullanılan Ana Kriterler ve Alt Kriterler

Ana Kriter	Alt Kriterler
1. Altyapı ve Fiziksel Gereksinimler (F1)	Vertiport ve iniş-kalkış alanı ihtiyacı (F11)
	İHA bakım-onarım ve kontrol merkezleri ihtiyacı (F12)
	Şarj altyapısı ve enerji temini gerekliliği (F13)
	Yük teslim ve depolama istasyonları (akıllı kutu, dolap, hub & spoke sistemleri) ihtiyacı (F14)
	İHA uçuş koridorları oluşturulması ihtiyacı ve hava trafik entegrasyonu gerekliliği (F15)
	Yer kontrol istasyonu gerekliliği (F16)
2. Çevresel Faktörler (F2)	Meteorolojik elverişlilik (hava durumu) (F21)
	Gürültü kirliliği potansiyeli (F22)
	Görsel kirlilik riski (F23)
	Coğrafi ve arazi koşulları (dağlık, ormanlık, ulaşılması zor alanlar) (F24)
	Enerji verimliliği potansiyeli (F25)
	Karbon emisyonu azaltım potansiyeli (F26)
	Karayolu trafik yoğunluğunu azaltma etkisi (F27)

Tablo 3.4: Araştırmada Kullanılan Ana Kriterler ve Alt Kriterler (Devamı)

3. Mevzuat ve Regülasyonlar (F3)	Havacılık otoritesinin gerekli düzenlemeler konusundaki eksiklikleri (SHGM'nin rolü) (F31)
	Uçuş alanı ve hava sahası sınırlamaları (F32)
	BVLOS (Görüş Hattı Ötesi) uçuşlar için yasal altyapı gerekliliği (F33)
	Eğitim, lisans ve sertifikasyon süreçleri (F34)
	Gizlilik ve veri koruma regülasyonları (F35)
	Uluslararası mevzuatla uyum (F36)
	Gümrük ve sınır geçiş prosedürleri (F37)
4. Teknolojik Faktörler (F4)	Otonom uçuş ve kontrol sistemleri (F41)
	GNSS tabanlı navigasyon sistemleri (F42)
	Algılama ve çarpışmadan kaçınma sensörleri (F43)
	Batarya ömrü ve verimliliği (F44)
	Rota optimizasyonu ve uçuş planlaması (F45)
	Squawk kodu ve hava trafik tanımlayıcıları (F46)
	Haberleşme ve veri iletim sistemleri (F47)
5. Ekonomik Faktörler (F5)	Yüksek başlangıç (altyapı, filo, dağıtım ağı) maliyetleri (F51)
	Değişken operasyonel maliyetler ve bakım maliyetleri (F52)
	Hizmet fiyatlandırması ve piyasa talebi (F53)
	Yerli üretim İHA ve Ar-Ge yatırımlarının eksikliği (F54)
	Finansal kaynaklara erişimde ve yatırım teşviklerinde eksiklikler (F55)
	Sertifikasyon ve operatör eğitim maliyetleri (F56)
	Teknik uzman eksikliği ve istihdam ihtiyacı (F57)
	Sigorta ve hukuki sorumluluk maliyetleri (F58)
6. Güvenlik ve Veri Koruma (F6)	Fiziksel güvenlik riskleri (düşme, çalınma, saldırı) (F61)
	Siber güvenlik ve hacklenme riski (F62)
	Terör amaçlı kullanım ihtimali (F63)
	Kişisel veri ihlali riski (adres, ödeme bilgisi vs.) (F64)
	Güvenli acil iniş alanı ihtiyacı (F65)
	Güvenlik prosedürlerinin yetersizliği (F66)
7. Toplumsal Kabul ve Algı (F7)	Şüphelilik ve teknolojiye direnç seviyesi (F71)
	İşsizlik yaratma endişesi (F72)
	Paket düşmesi veya arızalı teslimat kaygısı (F73)
	Toplumsal İHA teknolojisine olan farkındalığı ve otonom sistemlerin kullanımına hazır oluş seviyesi (F74)
	Kullanım kolaylığı ve erişilebilirlik (F75)

Çalışmanın veri toplama aşamasında kullanılacak kriterler belirlendikten sonra hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları, İHA konusunda uzman şirket çalışanları ve akademisyenlere araştırmada kullanılan BWM yöntemi için özel olarak yapılandırılmış bir anket uygulanmıştır. Ankette kriterlerin en iyi ve en kötüsü katılımcılar tarafından belirlendikten sonra katılımcılardan en iyi kriterin diğer tüm kriterlere göre ne kadar tercih edildiği ve diğer tüm kriterlerin en kötü kritere göre ne kadar tercih edildiği 1 (eşit önemli) - 9 (çok daha önemli) skalasını kullanarak derecelendirme yapmaları istenilmiştir. Veri toplama aşaması sonrasında ÇKKV yöntemlerinden BWM kullanılarak belirlenen kriterlerin göreceli önem ağırlıkları hesaplanmıştır.

Anket uygulanan uzmanların nitelikleri aşağıda yer alan Tablo 3.5'te sunulmaktadır.

Tablo 3.5: Araştırmanın Anket Aşamasına Katkı Sunan Uzmanlara Ait Bilgiler

Eğitim Durumu		Toplam İş Tecrübesi (Yıl)	Mevcut Durumda Çalışılan İşletmenin Faaliyet Alanı	Pozisyon	Pozisyon Tecrübesi (Yıl)
K1	Lisans	11	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Kalite Ve SMS Müdürü	11
K2	Yüksek Lisans	6	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Uzman	5
K3	Yüksek Lisans	13	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Teorik Bilgi Öğretmeni	4
K4	Lisans	11	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Öğretmen Pilot	5
K5	Doktora	15	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Eğitim Müdürü	8
K6	Lisans	13	Ulusal Otorite / SHGM	Uzman	13
K7	Lisans	7	Taşıyıcı	Kargo Memuru	7
K8	Lisans	19	Taşıyıcı	Kargo Yöneticisi	19
K9	Lisans	3	Taşıyıcı	Kargo Memuru	3

Tablo 3.5: Araştırmanın Anket Aşamasına Katkı Sunan Uzmanlara Ait Bilgiler
(Devamı)

K10	Ön Lisans	20	Taşıyıcı	Kargo Yöneticisi	3
K11	Doktora	12	Üniversite	Öğretim Üyesi	9
K12	Lisans	10	Taşıyıcı	Flight Dispatcher/ Loadmaster	6
K13	Doktora	10	Üniversite	Öğretim Üyesi	6
K14	Doktora	12	Üniversite	Öğretim Üyesi	4
K15	Lisans	43	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	Eğitim Müdürü	13
K16	Lisans	5	İHA Mühendisliği, İşletmeciliği ve Eğitim Hizmetleri	İşletme Sahibi	5

3.4. BWM Yönteminin Uygulanması

Çalışma kapsamında Türkiye’de İHA’lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörlerin BWM yöntemi ile önceliklendirilmesi amaçlanmıştır.

Karar vericiler tarafından, Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden ana kriterler ve ana kriterlere ait alt kriterlerin en iyisi ve en kötüsü belirlenmiştir. En iyi ve en kötü kriterleri belirlemek için 1-9 arası değerlendirme ölçeği kullanılmıştır. Karar vericiler tarafından en önemli kriter belirlendikten sonra, bu kriterin diğer kriterlere göre ne kadar önemli olduğu belirlenmiştir. Yine aynı şekilde en önemsiz kriter belirlendikten sonra bu kriterin diğer kriterlere göre ne kadar daha önemsiz olduğu 1’den 9’a kadar değişen derecelendirme skalası aracılığıyla değerlendirilmiştir. Karar vericilerin değerlendirme matrisleri aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir. Tablo 3.6 ve Tablo 3.7’de ana kriterlere ait en iyi ve ön kötü kriterin karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.6: En İyi Ana Kriterlerin Diğer Ana Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
K1	F4	3	3	7	1	7	9	8
K2	F4	5	6	5	1	5	5	9
K3	F1	1	7	5	6	6	7	9
K4	F4	5	4	4	1	6	7	8
K5	F4	7	8	6	1	3	2	2
K6	F3	3	2	1	3	2	2	8
K7	F4	5	3	3	1	2	4	7
K8	F6	8	5	6	7	7	1	9
K9	F5	3	4	2	2	1	2	7
K10	F4	3	4	8	1	4	5	6
K11	F7	5	7	2	3	4	4	1
K12	F1	1	7	3	3	4	4	8
K13	F4	2	4	7	1	2	7	8
K14	F1	1	4	3	3	5	3	6
K15	F2	2	1	3	6	5	3	4
K16	F3	2	3	1	2	5	3	4

Tablo 3.7: En Kötü Ana Kriterin Diğer Ana Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyasla ma	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7
K1	F6	7	7	3	9	3	1	2
K2	F7	5	4	5	9	5	5	1
K3	F7	9	3	5	4	4	3	1
K4	F7	4	5	5	8	3	2	1
K5	F2	2	1	3	8	6	7	7
K6	F7	6	7	8	6	7	7	1
K7	F7	3	5	5	7	6	4	1
K8	F7	2	5	4	3	3	9	1
K9	F7	5	4	6	6	7	6	1
K10	F3	6	5	1	8	5	4	3
K11	F2	3	1	6	5	4	4	7
K12	F7	8	2	6	6	5	5	1
K13	F7	7	5	2	8	6	2	1
K14	F7	6	3	4	4	2	4	1
K15	F4	5	6	4	1	2	4	3
K16	F5	4	3	5	4	1	3	2

Tablo 3.8 ve Tablo 3.9’da altyapı ve gereksinimler ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.8: (F1)' e Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F11	F12	F13	F14	F15	F16
K1	F15	3	3	7	6	1	6
K2	F15	3	4	5	8	1	5
K3	F11	1	3	2	7	6	5
K4	F15	7	7	8	5	1	6
K5	F15	6	5	3	3	1	5
K6	F11	1	8	8	9	7	6
K7	F11	1	2	3	4	6	3
K8	F12	6	1	5	4	6	8
K9	F15	2	3	7	6	1	5
K10	F13	5	6	1	6	7	6
K11	F14	6	5	4	1	8	7
K12	F13	5	6	1	7	7	8
K13	F15	6	5	6	9	1	8
K14	F15	3	5	4	4	1	4
K15	F15	3	2	3	6	1	4
K16	F14	4	2	3	1	3	7

Tablo 3.9: (F1)' e Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F11	F12	F13	F14	F15	F16
K1	F13	5	5	1	2	7	2
K2	F14	6	5	4	1	8	4
K3	F14	7	5	6	1	2	3
K4	F13	2	2	1	4	8	3
K5	F11	1	2	4	4	6	2
K6	F14	9	2	2	1	3	4
K7	F15	6	5	4	3	1	4
K8	F16	3	8	4	5	3	1
K9	F13	6	5	1	2	7	3
K10	F15	3	2	7	2	1	2
K11	F15	3	4	5	6	1	2
K12	F16	4	3	8	2	2	1
K13	F14	4	5	4	1	9	2
K14	F12	3	1	2	2	5	2
K15	F14	4	5	4	1	6	3
K16	F16	4	6	5	7	5	1

Tablo 3.10 ve Tablo 3.11’de çevresel faktörler ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.10: (F2)' ye Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27
K1	F25	8	6	7	4	1	3	5
K2	F21	1	7	6	4	2	3	3
K3	F27	2	5	6	2	3	3	1
K4	F24	3	7	7	1	6	5	8
K5	F21	1	2	2	5	6	2	3
K6	F25	5	8	9	3	1	2	3
K7	F21	1	4	4	2	3	3	5
K8	F25	5	4	7	2	1	3	5
K9	F25	3	6	5	2	1	3	4
K10	F25	6	5	9	7	1	8	8
K11	F27	4	8	7	5	7	6	1
K12	F25	8	7	9	7	1	8	7
K13	F21	1	3	5	3	2	3	4
K14	F27	2	5	6	3	3	3	1
K15	F27	2	2	5	4	3	3	1
K16	F24	3	4	5	1	8	6	7

Tablo 3.11: (F2)'ye Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27
K1	F21	1	3	2	5	8	6	4
K2	F22	7	1	2	4	6	5	5
K3	F23	5	2	1	5	4	4	6
K4	F27	6	2	2	8	3	4	1
K5	F25	6	5	5	2	1	5	4
K6	F23	5	2	1	7	9	8	7
K7	F27	5	2	2	4	3	3	1
K8	F23	3	4	1	6	7	5	3
K9	F22	4	1	2	5	6	4	3
K10	F23	4	5	1	3	9	2	2
K11	F22	5	4	2	4	2	3	8
K12	F23	2	3	1	3	9	2	3
K13	F23	5	3	1	3	4	3	2
K14	F23	5	2	1	4	4	4	6
K15	F23	4	4	1	2	3	3	5
K16	F25	6	5	4	8	1	3	2

Tablo 3.12 ve Tablo 3.13'te mevzuat ve regülasyonlar ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır

Tablo 3.12: (F3)' e Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F3 1	F32	F33	F34	F35	F36	F37
K1	F33	3	5	1	5	5	7	8
K2	F31	1	5	6	5	8	2	7
K3	F31	1	3	4	2	4	3	8
K4	F31	1	7	8	8	9	6	5
K5	F31	1	6	4	3	7	3	5
K6	F36	5	3	4	6	7	1	3
K7	F31	1	2	2	4	6	3	4
K8	F31	1	2	3	5	4	3	4
K9	F31	1	4	5	7	6	6	9
K10	F31	1	7	4	6	5	2	6
K11	F35	8	8	7	6	1	7	9
K12	F34	4	3	6	1	5	5	7
K13	F32	6	1	2	4	5	4	7
K14	F32	3	1	3	4	6	5	4
K15	F31	1	2	3	3	5	4	4
K16	F36	2	3	4	3	2	1	5

Tablo 3.13: (F3)' e Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37
K1	F37	6	4	8	4	4	2	1
K2	F35	8	4	3	4	1	7	2
K3	F37	8	6	5	7	5	6	1
K4	F35	9	3	2	2	1	4	5
K5	F35	7	2	4	5	1	5	3
K6	F35	3	5	4	2	1	7	5
K7	F35	6	5	5	3	1	4	3
K8	F34	5	4	3	1	2	3	2
K9	F37	9	6	5	3	4	4	1
K10	F31	7	1	4	2	3	6	2
K11	F37	2	2	3	4	9	3	1
K12	F37	4	5	2	7	3	3	1
K13	F37	2	7	6	4	3	4	1
K14	F35	4	6	4	3	1	2	3
K15	F35	5	4	3	3	1	2	2
K16	F37	4	3	2	3	4	5	1

Tablo 3.14 ve Tablo 3.15’te teknolojik faktörler ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.14: (F4)’ e Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F41	F42	F43	F44	F45	F46	F47
K1	F41	1	6	5	4	2	3	2
K2	F41	1	2	4	5	3	2	3
K3	F44	2	7	3	1	8	5	4
K4	F41	1	2	3	5	2	3	4
K5	F41	1	7	5	4	5	9	4
K6	F44	4	8	6	1	5	9	7
K7	F41	1	2	3	2	5	4	2
K8	F47	6	4	6	8	5	4	1
K9	F45	3	4	8	2	1	5	7
K10	F44	8	7	8	1	9	7	8
K11	F44	8	6	7	1	8	9	8
K12	F44	5	7	6	1	7	9	8
K13	F46	3	4	3	2	6	1	5
K14	F44	3	3	3	1	4	6	5
K15	F43	5	4	1	2	3	6	8
K16	F41	1	3	2	6	2	5	4

Tablo 3.15: (F4)’ e Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F41	F42	F43	F44	F45	F46	F47
K1	F42	6	1	2	3	5	4	5
K2	F44	5	4	2	1	3	4	3
K3	F45	7	2	6	8	1	4	5
K4	F44	5	4	3	1	4	3	2
K5	F46	9	3	5	6	5	1	6
K6	F46	6	2	4	9	5	1	3
K7	F45	5	4	3	4	1	2	4
K8	F44	3	5	3	1	4	5	8
K9	F43	6	5	1	7	8	4	2
K10	F45	2	3	2	9	1	3	2
K11	F46	2	4	3	9	2	1	2
K12	F46	5	3	4	9	3	1	2
K13	F45	4	3	4	5	1	6	2
K14	F46	4	4	4	6	3	1	2
K15	F47	4	5	8	7	6	3	1
K16	F44	6	4	5	1	5	2	3

Tablo 3.16 ve Tablo 3.17’de ekonomik faktörler ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır.

Tablo 3.16: (F5)’ e Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57	F58
K1	F55	6	5	4	3	1	9	7	4
K2	F54	7	6	4	1	5	6	3	8
K3	F52	2	1	9	5	4	8	6	4
K4	F55	2	2	5	4	1	2	3	6
K5	F51	1	2	3	8	7	4	4	6
K6	F55	8	9	8	6	1	7	6	5
K7	F55	3	2	4	2	1	3	4	5
K8	F52	7	1	6	4	9	5	4	8
K9	F52	2	1	3	4	5	5	6	4
K10	F53	4	5	1	2	9	7	6	8
K11	F53	4	7	1	9	7	6	5	8
K12	F51	1	7	2	6	3	5	4	6
K13	F58	4	3	2	3	2	5	3	1
K14	F51	1	4	2	6	4	4	5	5
K15	F58	2	4	8	3	6	7	5	1
K16	F58	2	4	6	5	7	6	3	1

Tablo 3.17: (F5)’ e Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57	F58
K1	F56	4	5	6	7	9	1	3	5
K2	F58	2	3	5	8	4	3	6	1
K3	F53	8	9	1	5	6	2	4	6
K4	F58	5	5	2	3	6	5	4	1
K5	F54	8	7	6	1	2	5	5	3
K6	F52	2	1	2	4	9	3	4	5
K7	F58	3	4	2	4	5	3	2	1
K8	F55	3	9	4	6	1	5	6	2
K9	F57	5	6	4	3	2	2	1	3
K10	F55	6	5	9	8	1	3	4	2
K11	F54	6	3	9	1	3	4	5	2
K12	F52	7	1	6	2	5	3	4	2
K13	F56	2	3	4	3	4	1	3	5
K14	F54	6	3	5	1	3	3	2	2
K15	F53	7	5	1	6	3	2	4	8
K16	F55	6	4	2	3	1	2	5	7

Tablo 3.18 ve Tablo 3.19’da güvenlik ve veri koruma ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır

Tablo 3.18: (F6)’ ya Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F61	F62	F63	F64	F65	F66
K1	F65	6	3	4	5	1	5
K2	F63	6	2	1	8	7	5
K3	F62	2	1	6	3	5	4
K4	F62	2	1	4	5	3	2
K5	F62	7	1	5	9	2	7
K6	F63	5	8	1	2	7	4
K7	F66	5	3	4	7	2	1
K8	F62	5	1	3	2	7	9
K9	F65	2	6	2	3	1	3
K10	F66	7	8	7	8	9	1
K11	F62	7	1	2	6	9	8
K12	F62	2	1	3	4	7	5
K13	F61	1	3	6	4	2	2
K14	F61	1	3	2	5	4	3
K15	F63	3	2	1	2	6	8
K16	F63	4	2	1	5	7	6

Tablo 3.19: (F6)’ ya Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F61	F62	F63	F64	F65	F66
K1	F61	1	4	3	2	6	2
K2	F64	3	7	8	1	2	4
K3	F63	5	6	1	4	2	3
K4	F64	4	5	2	1	3	4
K5	F64	3	9	5	1	8	3
K6	F62	4	1	8	7	2	5
K7	F64	3	5	4	1	6	7
K8	F66	5	9	7	8	3	1
K9	F62	5	1	5	4	6	4
K10	F65	3	2	3	2	1	9
K11	F65	3	9	8	4	1	2
K12	F65	6	7	5	4	1	3
K13	F63	6	4	1	3	5	5
K14	F64	5	3	4	1	2	3
K15	F66	6	7	8	7	3	1
K16	F65	4	6	7	3	1	2

Tablo 3.20 ve Tablo 3.21’de toplumsal kabul ve algı ana kriterine ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü karşılaştırma matrisi yer almaktadır

Tablo 3.20: (F7)’ye Ait Alt Kriterlerin En İyisi ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	Diğer Kriterlere Göre En İyi	F71	F72	F73	F74	F75
K1	F72	5	1	3	2	6
K2	F74	6	7	8	1	5
K3	F71	1	4	2	7	8
K4	F74	3	4	7	1	2
K5	F74	2	7	8	1	3
K6	F74	2	9	7	1	2
K7	F74	2	8	6	1	3
K8	F75	5	8	7	4	1
K9	F73	3	9	1	8	2
K10	F73	6	8	1	9	7
K11	F71	1	8	6	2	3
K12	F74	8	7	5	1	2
K13	F71	1	6	5	3	2
K14	F75	4	9	5	4	1
K15	F73	5	6	1	6	7
K16	F74	8	7	2	1	3

Tablo 3.21: (F7)’ye Ait Alt Kriterlerin En Kötüsü ve Diğer Alt Kriterlerle Karşılaştırma Matrisi

	En Kötüye Göre Kıyaslama	F71	F72	F73	F74	F75
K1	F75	2	6	4	5	1
K2	F73	3	2	1	8	4
K3	F75	8	5	7	2	1
K4	F73	5	4	1	7	6
K5	F73	7	2	1	8	6
K6	F72	8	1	3	9	8
K7	F72	7	1	3	8	6
K8	F72	4	1	2	5	8
K9	F72	7	1	9	2	8
K10	F74	4	2	9	1	3
K11	F72	8	1	3	7	6
K12	F71	1	2	4	8	7
K13	F72	6	1	2	4	5
K14	F72	6	1	5	6	9
K15	F75	3	2	7	2	1
K16	F71	1	2	7	8	6

Katılımcılara ait karşılaştırma matrisleri elde edildikten sonra BWM yönteminin denklem çözümleri gerçekleştirilmiştir. Kriter ağırlıkları ve ortalama ağırlıklar Jafar Rezaei tarafından Excel Çözücü aracılığıyla geliştirilen ve web ortamında ücretsiz bir şekilde araştırmacıların erişimine sunulan Excel dosyası kullanılarak herbir katılımcıdan ana kriter ve ana kriterlere yönelik elde edilen veri matrisleri üzerinden ana kriter ve alt kriter ağırlıkları hesaplanmış ve analiz edilmiştir.



DÖRDÜNCÜ BÖLÜM

BULGULAR

4.1. Bulgular

Çalışmamızın bu bölümünde analizler sonucu elde edilen bulgulara yer verilmektedir. Uzmanlardan elde edilen girdilere dayanarak yedi ana kriterin ve bunlara ait alt kriterlerin kriter ağırlıkları, bu değerlere ilişkin ortalamalar ve tutarlılık oranları BWM yöntemiyle hesaplanarak aşağıdaki tablolarda gösterilmektedir. Tablo 4.1 de ana kriterlere ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.1: Ana kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	T.O
K1	0,1686	0,1686	0,0722	0,4180	0,0722	0,0366	0,0632	0,1666
K2	0,1032	0,1032	0,1032	0,4387	0,1032	0,1032	0,0451	0,2222
K3	0,4822	0,0828	0,1159	0,0966	0,0966	0,0828	0,0427	0,2222
K4	0,1038	0,1297	0,1297	0,4326	0,0856	0,0741	0,0432	0,2142
K5	0,0558	0,0325	0,0651	0,3255	0,1302	0,1953	0,1953	0,1785
K6	0,1081	0,1621	0,2702	0,1081	0,1621	0,1621	0,0270	0,1785
K7	0,0781	0,1303	0,1303	0,3296	0,1954	0,0977	0,0383	0,2142
K8	0,0742	0,1188	0,0990	0,0849	0,0849	0,4942	0,0437	0,2222
K9	0,1102	0,0826	0,1653	0,1653	0,2787	0,1653	0,0324	0,2142
K10	0,1574	0,1181	0,0393	0,3937	0,1181	0,0944	0,0787	0,2142
K11	0,0808	0,0396	0,2020	0,1347	0,1010	0,1010	0,3407	0,2142
K12	0,3743	0,0641	0,1497	0,1497	0,1122	0,1122	0,0374	0,2142
K13	0,2038	0,1019	0,0582	0,3398	0,2038	0,0582	0,0339	0,2142
K14	0,3532	0,1030	0,1373	0,1373	0,0824	0,1373	0,0490	0,2
K15	0,1928	0,3305	0,1285	0,0459	0,0771	0,1285	0,0964	0,2
K16	0,1696	0,1131	0,2982	0,1696	0,0514	0,1131	0,0848	0,2
ORT	0,1760	0,1176	0,1353	0,2356	0,1222	0,1348	0,0782	

Tabloda verilen değerler incelendiğinde ana kriterler arasında 0,2356 ortalama ağırlık değeriyle en önemli kriterin teknolojik faktörler ana kriteri (F4) olduğu görülmektedir. Bu durum katılımcıların İHA tabanlı hava kargo taşımacılığında teknolojik faktörlerin kritik rol oynadığını düşündüklerini göstermektedir. Başka bir ifadeyle katılımcıların değerlendirmeleri sonucunda teknolojik faktörlerin İHA'ların hava kargo operasyonlarında başarılı olması ve yaygınlaşması açısından belirleyici ana kriter olduğu ortaya koyulmuştur. Teknolojik faktörleri sırasıyla 0,1760 ortalama ağırlık değeriyle altyapı ve fiziksel gereksinimler (F1), 0,1353 ortalama ağırlık değeriyle mevzuat regülasyonlar (F3), 0,1348 ortalama ağırlık değeriyle güvenlik ve veri koruma (F6), 0,1222 ağırlık değeriyle ekonomik faktörler (F5), 0,1176 ağırlık değeriyle çevresel faktörler (F2), 0,0782 ortalama ağırlık değeriyle toplumsal kabul ve algı ile ilgili ana kriterler (F7) takip etmektedir. Toplumsal kabul ve algı kriteri en düşük ağırlık değerine sahip ana kriter olarak belirlenmiştir. Bu durum araştırmaya katılan uzmanların toplumun İHA teknolojisini nasıl algıladığı ve ne ölçüde benimsediği hususunu diğer kriterlere kıyasla daha az etkili bulduklarını ortaya koymaktadır.

Tablo 4.2'de altyapı ve gereksinimler ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.2: (F1) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F11	F12	F13	F14	F15	F16	T.O
K1	0,1717	0,1717	0,0505	0,0858	0,4343	0,0858	0,1904
K2	0,1754	0,1315	0,1052	0,0438	0,4385	0,1052	0,2142
K3	0,3937	0,1556	0,2335	0,0457	0,0778	0,0934	0,1904
K4	0,0898	0,0898	0,0550	0,1257	0,5346	0,1048	0,2142
K5	0,0582	0,0979	0,1631	0,1631	0,4195	0,0979	0,2
K6	0,5720	0,0838	0,0838	0,0526	0,0958	0,1117	0,2083
K7	0,3582	0,2089	0,1393	0,1044	0,0497	0,1393	0,2
K8	0,0980	0,4901	0,1176	0,1470	0,0980	0,0490	0,2142
K9	0,2335	0,1556	0,0457	0,0778	0,3937	0,0934	0,1904
K10	0,1187	0,0989	0,5205	0,0989	0,0639	0,0989	0,1904
K11	0,1019	0,1223	0,1529	0,4779	0,0573	0,0874	0,2142
K12	0,1257	0,1048	0,5346	0,0898	0,0898	0,0550	0,2142
K13	0,1065	0,1279	0,1065	0,0471	0,5318	0,0799	0,2222
K14	0,1577	0,0716	0,1182	0,1182	0,4157	0,1182	0,2
K15	0,1393	0,2089	0,1393	0,0497	0,3582	0,1044	0,2
K16	0,1060	0,2120	0,1413	0,3575	0,1413	0,0415	0,2142
ORT.	0,1879	0,1582	0,1692	0,1303	0,2625	0,0916	

Altyapı ve fiziksel gereksinimlere (F1) ait ana kriterin alt kriterlerinden en iyi kriter 0,2625 değeriyle İHA uçuş koridorları oluşturulması ihtiyacı ve hava trafik entegrasyonu gerekliliği kriteri (F15) olurken, en az önemli kriter ise 0,0916 değeriyle yer kontrol istasyonu gerekliliği (F16) kriteri olmuştur.

Tablo 4.3'te çevresel faktörler ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.3: (F2) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F21	F22	F23	F24	F25	F26	F27	T.O
K1	0,0414	0,0829	0,0710	0,1244	0,4146	0,1658	0,0995	0,2142
K2	0,3339	0,0388	0,0660	0,0990	0,1980	0,1320	0,1320	0,2142
K3	0,1758	0,0703	0,0418	0,1758	0,1172	0,1172	0,3015	0,2
K4	0,1752	0,0750	0,0750	0,4380	0,0876	0,1051	0,0438	0,2142
K5	0,2848	0,1661	0,1661	0,0664	0,0395	0,1661	0,1107	0,2
K6	0,0836	0,0522	0,0303	0,1394	0,3456	0,2091	0,1394	0,2222
K7	0,3258	0,0926	0,0926	0,1853	0,1235	0,1235	0,0561	0,2
K8	0,0824	0,1031	0,0404	0,2062	0,3477	0,1374	0,0824	0,2142
K9	0,1285	0,0459	0,0771	0,1928	0,3305	0,1285	0,0964	0,2
K10	0,1001	0,1201	0,0442	0,0858	0,4995	0,0750	0,0750	0,2222
K11	0,1374	0,0458	0,0785	0,1099	0,0785	0,0916	0,4581	0,2142
K12	0,0757	0,0865	0,0519	0,0865	0,5367	0,0757	0,0865	0,1666
K13	0,3160	0,1198	0,0544	0,1198	0,1798	0,1198	0,0899	0,2
K14	0,1868	0,0747	0,0444	0,1245	0,1245	0,1245	0,3202	0,2
K15	0,1696	0,1696	0,0514	0,0848	0,1131	0,1131	0,2982	0,2
K16	0,1658	0,1244	0,0995	0,4146	0,0414	0,0829	0,0710	0,2142
ORT.	0,1739	0,0917	0,0678	0,1658	0,2236	0,1230	0,1538	

Çevresel faktörler (F2) ana kriterine ait en önemli kriter 0,2236 ağırlık değeriyle enerji verimliliği potansiyeli (F25) olurken, 0,0678 değeriyle en az öneme sahip kriterin görsel kirlilik (F23) kriteri olduğu görülmektedir.

Tablo 4.4'te mevzuat ve regülasyonlar ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.4: (F3) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık

	F31	F32	F33	F34	F35	F36	F37	T.O
K1	0,1672	0,1003	0,4181	0,1003	0,1003	0,0716	0,0418	0,2142
K2	0,3958	0,0931	0,0776	0,0931	0,0407	0,2328	0,0665	0,2142
K3	0,3225	0,1290	0,0967	0,1935	0,0967	0,1290	0,0322	0,2142
K4	0,4995	0,0858	0,0750	0,0750	0,0442	0,1001	0,1201	0,2222
K5	0,3790	0,0749	0,1123	0,1498	0,0440	0,1498	0,0899	0,2142
K6	0,0899	0,1498	0,1123	0,0749	0,0440	0,3790	0,1498	0,2142
K7	0,3050	0,1779	0,1779	0,0889	0,0423	0,1186	0,0889	0,2
K8	0,3258	0,1853	0,1235	0,0561	0,0926	0,1235	0,0926	0,2

Tablo 4.4: (F3) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık (Devamı)

K9	0,4515	0,1374	0,1099	0,0785	0,0916	0,0916	0,0392	0,2222
K10	0,3805	0,0447	0,1119	0,0746	0,0895	0,2238	0,0746	0,2142
K11	0,0765	0,0765	0,0874	0,1020	0,5220	0,0874	0,0480	0,2083
K12	0,1195	0,1594	0,0797	0,4031	0,0956	0,0956	0,0468	0,2142
K13	0,0719	0,3669	0,2158	0,1079	0,0863	0,1079	0,0431	0,2142
K14	0,1422	0,3658	0,1422	0,1067	0,0508	0,0853	0,1067	0,2
K15	0,3258	0,1853	0,1235	0,1235	0,0561	0,0926	0,0926	0,2
K16	0,1696	0,1131	0,0848	0,1131	0,1696	0,2982	0,0514	0,2
ORT.	0,2639	0,1528	0,1343	0,1213	0,1042	0,1492	0,0740	

Mevzuat ve regülasyonlar (F3) ana kriterine ait en iyi alt kriter 0,2639 değeriyle havacılık otoritesinin gerekli düzenlemeler konusundaki eksiklikleri (SHGM'nin rolü) (F31) olurken en az öneme sahip kriter ise 0,0740 değeriyle gümrük ve sınır geçiş prosedürleri (F37) kriteri olmuştur.

Tablo 4.5'te teknolojik faktörler ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.5: (F4) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F41	F42	F43	F44	F45	F46	F47	T.O
K1	0,3106	0,0431	0,0724	0,0905	0,1811	0,1207	0,1811	0,2
K2	0,2982	0,1696	0,0848	0,0514	0,1131	0,1696	0,1131	0,2
K3	0,2134	0,0609	0,1422	0,3556	0,0355	0,0853	0,1067	0,2142
K4	0,2982	0,1696	0,1131	0,0514	0,1696	0,1131	0,0848	0,2
K5	0,4243	0,0738	0,1033	0,1291	0,1033	0,0369	0,1291	0,2222
K6	0,1406	0,0703	0,0937	0,4621	0,1125	0,0401	0,0803	0,2222
K7	0,2822	0,1605	0,1070	0,1605	0,0486	0,0802	0,1605	0,2
K8	0,0854	0,1282	0,0854	0,0427	0,1025	0,1282	0,4273	0,2142
K9	0,1422	0,1067	0,0355	0,2134	0,3556	0,0853	0,0609	0,2142
K10	0,0765	0,0875	0,0765	0,5426	0,0525	0,0875	0,0765	0,1666
K11	0,0773	0,1031	0,0884	0,5278	0,0773	0,0485	0,0773	0,2083
K12	0,1188	0,0849	0,0990	0,4942	0,0849	0,0437	0,0742	0,2222
K13	0,1285	0,0964	0,1285	0,1928	0,0459	0,3305	0,0771	0,2
K14	0,1373	0,1373	0,1373	0,3532	0,1030	0,0490	0,0824	0,2
K15	0,0845	0,1056	0,3521	0,2112	0,1408	0,0704	0,0352	0,2142
K16	0,3106	0,1207	0,1811	0,0431	0,1811	0,0724	0,0905	0,2
ORT.	0,1955	0,1074	0,1188	0,2451	0,1192	0,0976	0,1161	

Analiz sonucunda en önemli kriter olarak öne çıkan teknolojik faktörler (F4) ana kriterine ait en iyi alt kriter 0,2451 değeriyle batarya ömrü ve verimliliği (F44) olurken, en az öneme sahip kriter ise 0,0976 değeriyle Squawk kodu ve hava trafik tanımlayıcıları (F46) kriteri olmuştur.

Tablo 4.6’da ekonomik faktörler ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.6: (F5) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F51	F52	F53	F54	F55	F56	F57	F58	T.O
K1	0,0745	0,0894	0,1118	0,1490	0,3674	0,0319	0,0638	0,1118	0,2222
K2	0,0656	0,0765	0,1148	0,3829	0,0919	0,0765	0,1531	0,0382	0,2142
K3	0,2096	0,3444	0,0299	0,0838	0,1048	0,0524	0,0698	0,1048	0,2222
K4	0,1533	0,1533	0,0613	0,0766	0,2629	0,1533	0,1022	0,0365	0,2
K5	0,3255	0,1953	0,1302	0,0325	0,0558	0,0976	0,0976	0,0651	0,2142
K6	0,0682	0,0402	0,0682	0,0910	0,4540	0,0780	0,0910	0,1092	0,2222
K7	0,1042	0,1563	0,0781	0,1563	0,2748	0,1042	0,0781	0,0473	0,2
K8	0,0704	0,4051	0,0822	0,1233	0,0352	0,0986	0,1233	0,0616	0,2222
K9	0,1845	0,3163	0,1230	0,0922	0,0738	0,0738	0,0439	0,0922	0,2
K10	0,1097	0,0878	0,3606	0,2195	0,0313	0,0627	0,0731	0,0548	0,2222
K11	0,1301	0,0743	0,4277	0,0371	0,0743	0,0867	0,1041	0,0650	0,2222
K12	0,3296	0,0383	0,1954	0,0651	0,1303	0,0781	0,0977	0,0651	0,2142
K13	0,0762	0,1016	0,1524	0,1016	0,1524	0,0461	0,1016	0,2678	0,2
K14	0,3301	0,0943	0,1886	0,0471	0,0943	0,0943	0,0754	0,0754	0,2
K15	0,1992	0,0996	0,0332	0,1328	0,0664	0,0569	0,0796	0,3320	0,2142
K16	0,1954	0,0977	0,0651	0,0781	0,0383	0,0651	0,1303	0,3296	0,2142
ORT	0,1641	0,1482	0,1389	0,1168	0,1442	0,0785	0,0928	0,1160	

Ekonomik faktörler ana kriterinin en iyi alt kriteri 0,1641 değeriyle yüksek başlangıç (altyapı, filo, dağıtım ağı) maliyetleri (F51) kriteri olurken en az öneme sahip kriter ise 0,0785 değeriyle Sertifikasyon ve operatör eğitim maliyetleri (F56) kriteridir.

Tablo 4.7’de güvenlik ve veri koruma ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.7: (F6) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F61	F62	F63	F64	F65	F66	T.O
K1	0,0607	0,1701	0,1275	0,1020	0,4374	0,1020	0,2
K2	0,0856	0,2568	0,4365	0,0449	0,0733	0,1027	0,2142
K3	0,2212	0,3793	0,0526	0,1475	0,0885	0,1106	0,2
K4	0,1913	0,3362	0,0956	0,0579	0,1275	0,1913	0,2
K5	0,0755	0,4397	0,1057	0,0389	0,2644	0,0755	0,2222

Tablo 4.7: (F6) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri
(Devamı)

K6	0,0995	0,0414	0,4146	0,2488	0,0710	0,1244	0,2142
K7	0,0899	0,1498	0,1123	0,0440	0,2247	0,3790	0,2142
K8	0,0963	0,3981	0,1606	0,2409	0,0688	0,0349	0,2222
K9	0,1891	0,0450	0,1891	0,1261	0,3243	0,1261	0,2
K10	0,0947	0,0829	0,0947	0,0829	0,0568	0,5876	0,1666
K11	0,0765	0,4571	0,2679	0,0893	0,0420	0,0669	0,2083
K12	0,2247	0,3790	0,1498	0,1123	0,0440	0,0899	0,2142
K13	0,3348	0,1302	0,0465	0,0976	0,1953	0,1953	0,2
K14	0,3591	0,1362	0,2043	0,0619	0,1021	0,1362	0,2
K15	0,1379	0,2068	0,3448	0,2068	0,0689	0,0344	0,1785
K16	0,1209	0,2419	0,4112	0,0967	0,0483	0,0806	0,2142
ORT.	0,1536	0,2406	0,2009	0,1124	0,1398	0,1523	

Güvenlik ve veri koruma (F6) ana kriterinin en iyi alt kriteri 0,2406 değeriyle siber güvenlik ve hacklenme riski (F62), en az öneme sahip alt kriter ise 0,1124 değeriyle kişisel veri ihlali riski (F64) kriteri olmuştur.

Tablo 4.8’de toplumsal kabul ve algı ana kriterinin alt kriterlerine ait hesaplanan ağırlık değerleri ile bu ağırlık değerlerinin ortalaması ve tutarlılık oranları gösterilmektedir.

Tablo 4.8: (F7) Ana Faktörüne Ait Alt Kriterlerin Ağırlık ve Ortalama Ağırlık Değerleri

	F71	F72	F73	F74	F75	T.O
K1	0,0995	0,4265	0,1658	0,2488	0,0592	0,2
K2	0,1151	0,0987	0,0604	0,5874	0,1382	0,2142
K3	0,4605	0,1381	0,2763	0,0789	0,0460	0,2142
K4	0,1646	0,1234	0,0484	0,4164	0,2469	0,2142
K5	0,2641	0,0754	0,0440	0,4402	0,1761	0,1785
K6	0,2400	0,0384	0,0685	0,4128	0,2400	0,1666
K7	0,2608	0,0434	0,0869	0,4347	0,1739	0,1785
K8	0,1324	0,0552	0,0946	0,1656	0,5520	0,2142
K9	0,1795	0,0390	0,4448	0,0673	0,2692	0,1666
K10	0,1220	0,0915	0,6244	0,0574	0,1045	0,2083
K11	0,4347	0,0434	0,0869	0,2608	0,1739	0,1785
K12	0,0491	0,0802	0,1123	0,4774	0,2808	0,2142
K13	0,4265	0,0592	0,0995	0,1658	0,2488	0,2
K14	0,1569	0,0448	0,1255	0,1569	0,5156	0,2222
K15	0,1317	0,1097	0,5777	0,1097	0,0709	0,1904
K16	0,0440	0,0754	0,2641	0,4402	0,1761	0,1785
ORT.	0,2051	0,0964	0,1988	0,2825	0,2170	

Toplumsal kabul ve algı (F7) kriterinin en önemli alt kriteri 0,2825 değeriyle toplumun İHA teknolojisine olan farkındalığı ve otonom sistemlerin kullanımına hazır oluş seviyesi (F74), en az önemli kriter ise 0,0964 değeriyle işsizlik yaratma endişesi (F72) alt kriteri olmuştur. Analiz sonuçlarına göre ana kriterlerin önem derecesine göre sıralanışı ve ana kriterlere ait alt kriterlerin en iyi ve en kötü kriterleri aşağıda tablo 4.9’da verilmiştir.

Tablo 4.9: Analiz Sonuçlarına Göre Ana Kriterlere Ait En İyi ve En Kötü Alt Kriterler

Ana Kriter	En İyi, En Kötü Alt Kriter
1) Teknolojik faktörler (F4)	Eİ: Batarya ömrü ve verimliliği (F44)
	EK: Squawk kodu ve hava trafik tanımlayıcıları (F46)
2) Altyapı ve fiziksel gereksinimler (F1)	Eİ: İHA uçuş koridorları oluşturulması ihtiyacı ve hava trafik entegrasyonu gerekliliği (F15)
	EK: EA:Yer kontrol istasyonu gerekliliği (F16)
3) Mevzuat ve regülasyonlar (F3)	Eİ: Havacılık otoritesinin gerekli düzenlemeler konusundaki eksiklikleri (SHGM'nin rolü) (F31)
	EK: Gümrük ve sınır geçiş prosedürleri (F37)
4) Güvenlik ve veri koruma (F6)	Eİ: Siber güvenlik ve hacklenme riski (F62)
	EK: Kişisel veri ihlali riski (F64)
5) Ekonomik faktörler (F5)	Eİ:Başlangıç (altyapı, filo, dağıtım ağı) maliyetleri (51)
	EK:Sertifikasyon ve operatör eğitim maliyetleri (F56)
6) Çevresel faktörler (F2)	Eİ: Enerji verimliliği potansiyeli (F25)
	EK: Görsel kirlilik (F23)
7) Toplumsal kabul ve algı (F7)	Eİ:Toplumsal İHA teknolojisine olan farkındalığı ve otonom sistemlerin kullanımına hazır oluş seviyesi (F74)
	EK: İşsizlik yaratma endişesi (F72)

Daha sonra, tüm ana kriterlere ait alt kriterlerin global ağırlıkları bulunarak tüm alt kriterler önem düzeyine göre sıralanmıştır. Tüm kriter arasında en önemli ve en az önemli olan kriterler belirlenmiştir. Aşağıda tablo 4.10’da ana kriterlerin ortalama ağırlık değerleri ve alt kriterlerin ortalama yerel ve global ağırlık değerleri ile sıralamaları gösterilmektedir.

Tablo 4.10: Tüm Ana Kriterler ve Alt Kriterlere Ait Ağırlıklar ve Sıralamalar

Ana kriterler	Ana kriterlerin Yerel Ağırlıkları	Ana kriterlerin Sıralaması	Alt kriterlerin	Alt kriterlerin Yerel Ağırlıkları	Alt kriterlerin Yerel Sıralaması	Alt kriterlerin Global Ağırlıkları	Alt kriterlerin Global Sıralaması
F1	0,1760	2	F11	0,1879	2	0,0330	5
			F12	0,1582	4	0,0278	10
			F13	0,1692	3	0,0297	7
			F14	0,1303	5	0,0229	16
			F15	0,2625	1	0,0462	2
			F16	0,0916	6	0,0161	33
F2	0,1176	6	F21	0,1739	2	0,0204	21
			F22	0,0917	6	0,0107	42
			F23	0,0678	7	0,0079	45
			F24	0,1658	3	0,0195	24
			F25	0,2236	1	0,0263	13
			F26	0,1230	5	0,0144	37
			F27	0,1538	4	0,0180	28
F3	0,1353	3	F31	0,2639	1	0,0357	4
			F32	0,1528	2	0,0206	19
			F33	0,1343	4	0,0181	26
			F34	0,1213	5	0,0164	32
			F35	0,1042	6	0,0140	40
			F36	0,1492	3	0,0201	22
			F37	0,0740	7	0,0100	43
F4	0,2356	1	F41	0,1955	2	0,0460	3
			F42	0,1074	6	0,0253	14
			F43	0,1188	4	0,0280	9
			F44	0,2451	1	0,0577	1
			F45	0,1192	3	0,0281	8
			F46	0,0976	7	0,0230	15
			F47	0,1161	5	0,0273	11

Tablo 4.10: Tüm Ana Kriterler ve Alt Kriterlere Ait Ağırlıklar ve Sıralamalar (Devamı)

F5	0,1222	5	F51	0,1641	1	0,0200	23
			F52	0,1482	2	0,0181	27
			F53	0,1389	4	0,0169	30
			F54	0,1168	5	0,0142	38
			F55	0,1442	3	0,0176	29
			F56	0,0785	8	0,0096	44
			F57	0,0928	7	0,0113	41
			F58	0,1160	6	0,0141	39
F6	0,1348	4	F61	0,1536	3	0,0207	18
			F62	0,2406	1	0,0324	6
			F63	0,2009	2	0,0270	12
			F64	0,1124	6	0,0151	36
			F65	0,1398	5	0,0188	25
			F66	0,1523	4	0,0205	20
F7	0,0782	7	F71	0,2051	3	0,0160	34
			F72	0,0964	5	0,0075	46
			F73	0,1988	4	0,0155	35
			F74	0,2825	1	0,0221	17
			F75	0,2170	2	0,0169	31

Alt kriterlerin global ağırlıklarına ilişkin değerlendirme sonuçlarına bakıldığında, teknolojik faktörler ana kriterine ait alt kriter olan batarya ömrü ve verimliliği (F44) 0,0577 global ağırlık değeriyle tüm kriterler arasında en önemli alt kriter olarak belirlenmiştir. Altyapı ve fiziksel gereksinimler ana kriterine ait alt kriter olan İHA uçuş koridorları oluşturulması ihtiyacı ve hava trafik entegrasyonu gerekliliği (F15) 0,0462 global ağırlık değeriyle en önemli kriterler arasında ikinci sırada yer almaktadır. Teknolojik faktörler ana kriterine ait otonom uçuş ve kontrol sistemleri 0,0460 global ağırlık değeri ile üçüncü sırada yer almaktadır. Bu sonuç Türkiye’de İHA’ların hava kargo taşımacılığında kullanılmasını doğrudan etkileyen temel kritik faktörlerin teknolojik ve altyapı gereksinimleriyle ilgili olduğunu kanıtlamaktadır. Batarya ömrü ve verimliliği doğrudan İHA’ların taşıma kapasitesini, menzil ve uçuş süresini etkilemektedir. Bu da operasyonel verimlilik üzerinde belirleyici rol oynadığını göstermektedir. Ayrıca batarya ömrünün düşük olması operasyonel maliyetleri artırarak sistemin güvenirliliğini olumsuz yönde etkileyebilmektedir. Ayrıca çıkan sonuçlar güvenli uçuş ortamı oluşturulması ve İHA’ların diğer hava araçlarıyla uyum içinde çalıştırılması gerekliliği açısından oldukça önemlidir.

Toplumsal kabul ve algı ana kriterine ait işsizlik yaratma endişesi (F72) alt kriteri 0,0075 global ağırlık değeriyle en az öneme sahip alt kriter olarak belirlenmiştir.

Bu sonuç Türkiye’de İHA teknolojisinin hava kargo sektöründe kullanılmasının kaydadeğer bir işgücü kaybına yol açmayacağına olan inancı ve bu durumun herhangi bir risk olarak görünmediğini ortaya çıkarmıştır.



TARTIŞMA

Bu çalışmada, Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörler belirlenmiş ve uzman görüşleri doğrultusunda önceliklendirilmiştir. Çalışmanın bu bölümünde araştırma sonucunda elde edilen bulgular alanyazında yer alan çalışmalar kapsamında tartışılmaktadır.

İlgili literatür kapsamlı incelendiğinde İHA'ların lojistik sektöründe kullanımına dair çalışmaların son yıllarda arttığı, mevcut çalışmaların özellikle rotalama problemlerine ve toplumun kabul düzeyine odaklandığı ve Türk hava kargo sektörü bağlamında İHA ile kargo taşımacılığına etki eden kriterlerin detaylı incelenmesine yeterince odaklanmadığı ve bu anlamda literatürde önemli bir boşluk olduğu tespit edilmiştir.

Mevcut tez araştırması kapsamında, Türkiye'de İHA'lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden en önemli ana kriterin teknolojik faktörler olduğu sonucuna varılmıştır. Bu sonuç hem operasyonel faaliyetler hem de ekonomik sürdürülebilirlik yönünden teknolojinin kritik rol oynadığını ortaya koymaktadır. Literatür incelendiğinde Raj ve Sah (2019), Uslu ve Tekin (2021), Eskandaripour ve Boldsaikhan (2023) çalışmalarıyla teknoloji faktörünün bazı sınırlılıklarına dikkat çekmektedirler. Bu çalışmalardan Raj ve Sah (2019) özellikle sınırlı taşıma kapasitesi ve kısa uçuş menzili sorunlarını ön plana çıkarırken, Uslu ve Tekin (2021), teknoloji ve dijitalleşmenin lojistik sektöründe istihdam olanaklarına etkisini ortaya koymaktadır. Eskandaripour ve Boldsaikhan (2023), rotalama ve veri iletişim sorunlarına odaklanmaktadır. Mevcut çalışma sonucunda Türkiye'de İHA'lar ile kargo taşımacılığında teknolojik faktörlerden İHA'ların batarya ömrü ve verimliliği kriteri, en önemli alt kriter olarak belirlenmiştir. Literatürde yer alan çalışmalarda mevcut araştırma sonucuna paralel bir şekilde batarya ömrü ve verimliliği tarafından etkilenen hız, taşıma kapasitesi ve uçuş menziline odaklanmaktadır. Araştırmada batarya ömrü ve verimliliğinin en önemli kriter olarak belirlenmesi, Türkiye'de bu alanda henüz uygulamanın ve alt yapının sınırlı olduğunu göstermektedir. Bu durum Türkiye'de İHA teknolojisinin hava kargo taşımacılığında kullanılabilmesi için AR-GE odaklı girişimlere yenilikçi enerji çözümlerine odaklanılması gerektiğini vurgulamaktadır. Bu konuda “Cumhurbaşkanlığı Strateji Ve Bütçe Başkanlığı (SBB), On İkinci Kalkınma

Planı 2024-2028” de yer alan ülkemizde enerji verimliliği ile ilgili mevzuatların mecburi olmaması ve, İHA savar sistemlerinin kısıtlı olması maddeleri, ülkemizde İHA’lara yönelik teknolojik altyapının yetersiz olduğunu kanıtlar niteliktedir (SBB, 2023 ss. 30-32). SBB 2024-2028 kalkınma planında Türkiye’de İHA teknolojisinin geliştirilmesi ve uluslararası rekabetin artması için iyileştirmeye yönelik düzenlemelere vurgu yapmaktadır. Bunlar İHA ve VTOL hava araçlarının üretimi ile kullanımının yaygınlaşması ve vertiport altyapısının artırılması için gerekli çalışmaların yapılması, İHA önleme sistemleriyle ilgili görevli kurumların belirlenip bu alanda deteylı bir yasal düzenleme oluşturulması, İHA sistemlerinin Hava Trafik Yönetimi ile bütünleştirilerek teknolojik altyapı kurulması gerektiğini vurgulamaktadır (SBB, 2023 S.40). Teknolojik faktörlerinin önemli bir etki alanına sahip olduğu mevcut çalışmalarla kanıtlanmıştır. Bununla birlikte Squawk kodu ve hava trafik tanımlayıcıları ve GNSS tabanlı navigasyon sistemleri kriterlerini ele alan çalışmaların sınırlı olduğu, bu araştırmada ise halihazırda bu kriterlerin en az öneme sahip kriterler olduğu görölmektedir. Literatür incelendiğinde yapılan çalışmalarda teknolojik faktörlere ait belirtilen kriterlerin detaylandırılmadığı uçuş menzili, hız, taşıma kapasitesi gibi benzer teknolojik kriterlerle sınırlı kaldığı görölmektedir. Bu çalışmada Türkiye özelinde teslimat için gereken teknolojik altyapı kriterleri detaylandırılarak yedi alt kritere ayrılmış ve araştırma bu şekilde gerçekleştirilerek sunulmuştur.

Araştırma kapsamında Türkiye’de İHA’lar ile hava kargo taşımacılığına etki eden en önemsiz ana kriterin ise toplumsal kabul ve algı kriteri olduğu sonucuna varılmıştır. Toplumun teknolojiye karşı güven düzeyi ve bu teknolojiyi teslimatlarda kullanımını ne derece benimsediğı önemli faktörler arasındadır. Bununla beraber Türkiye’de toplumun İHA teknolojisine olan farkındalığı ve otonom sistemlerin kullanımına hazır oluş seviyesi kriteri en çok öneme sahip alt kriter olarak belirlenmiştir. İşsizlik yaratma endişesi ise en az öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir. Bu sonucun aksine Uslu ve Tekin, (2021), Kellermann vd. (2020), Li vd. (2023) yaptıkları çalışmalarda İHA teknolojisinin kullanımı istihdam sorunu yaşatacağı sonucuna varmışlardır. Türkiye bağlamında istihdam sorunu riskinin öngörölmemesi, ilgili teknolojinin henüz Türkiye’de yaygınlaşmamış olması dolayısıyla herhangi bir riskin henüz somut bir biçimde ortaya çıkmaması, İHA teknolojisinin iş gücünü tamamen ortadan kaldırmasından ziyade daha çok işgücünü dönüştüreceğine yönelik

inancın katılımcılarda hakim olması ve sosyal unsurlara göre daha çok altyapısal, teknik ve operasyonel unsurların mevcut durumda Türkiye’de daha önemli görüldüğü şeklinde yorumlanabilir.

Türkiyede altyapı fiziksel gereksinimlere ait en önemli kriterin İHA uçuş koridorları oluşturulması ihtiyacı ve hava trafik entegrasyonu gerekliliği kriteri olarak belirlenirken Türkiye’de İHA’ların hava kargo taşımacılığında kullanılması için altyapının geliştirilmesi gerektiği gerçeğini ortaya çıkarmaktadır. SBB 2024-2028 Kalkınma planında, İHA’ların hava trafik ortamına entegre edilmesi doğrultusunda önlem alınmamış olması Türkiye’de İHA’lara yönelik altyapının yetersiz olduğunu ortaya çıkarmaktadır (SBB, 2023 s. 32). Benarbia ve Kyamakya (2022), Kumar vd. (2025), Cohn vd. (2017) yaptıkları araştırmalarda şarj altyapısı ve enerji temini gerekliliğini en önemli kriter olarak belirlerken Türkiyede bu kriter orta düzeyde öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir. İlgili çalışmaların yapıldığı ülkelerde İHA ile kargo taşımacılığı aktif olarak test edilip ticari operasyonlarda kullanılmaktadır. Bu sebeple şarj altyapısı ve enerji temini gerekliliği gibi kriterler operasyonel başarılarını doğrudan etkileyebilmektedir. Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığı faaliyetleri henüz gelişmekte ve planlama ve mevzuat hazırlıkları aşamasında olduğundan dolayı bu kriter orta düzey öneme sahiptir denilebilir.

Literatürde İnsansız hava araçları teknolojisinin kargo taşımacılığında kullanılmasının karbon emisyonunu azalttığı ve çevre dostu bir taşıma yöntemi olduğu üzerinde durulmaktadır. Özellikle Goodchild ve Toy (2018) yaptığı çalışmada bu kriteri ön plana çıkarmaktadır. Benzer şekilde Yoo vd. (2018), Borghetti vd. (2022), Atılgan ve Bozkurt (2023) araştırmalarında bu kriteri en önemli çevresel faktör olarak belirlemişlerdir. Çalışmamızda Türkiye’deki en önemli çevresel faktörün enerji verimliliği kriteri olduğu öne çıkmaktadır. Bu bulgu, mevcut çalışmalarla paralel sonuç elde edildiğini göstermektedir. Enerji verimliliği kriteri daha az enerji tüketimi ve buna bağlı olarak daha az karbon salımı anlamına gelmektedir.

İHA’ların hava kargo taşımacılığına entegre edilmesindeki en önemli amaçlarından biri verimli ve ekonomik teslimat gerçekleştirmektir (Tadic vd., 2024). Bu hedefe ulaşmada birçok ekonomik faktör rol oynarken araştırma kapsamında Türkiye’de en önemli faktörün yüksek başlangıç (altyapı, filo, dağıtım ağı) maliyetleri olduğu

belirlenmiştir. En az öneme sahip kriterin ise teknik uzman eksikliği ve isdiham ihtiyacı kriteri olarak belirlenmiştir. Mevcut çalışmalar incelendiğinde ise özellikle Garg vd. (2023), Dai vd. (2024), Khofiyah vd. (2021), Patro vd. (2024), Yetiş vd. (2021), Shuaibu vd. (2025), Turgut ve Şeker (2022) yaptıkları çalışmalarda İHA teknolojisinin kullanımının taşıma maliyetlerini düşürdüğünü ön plana çıkarmışlardır. Türkiye’de başlangıç maliyetlerinin yüksek olması, İHA ile kargo taşımacılığının henüz başlangıç aşamasında bulunmakla birlikte gereken teknolojik ekipmanlar, altyapı yatırımı ve yetişmiş insan kaynağı temini gibi unsurlar başlangıç aşamasında önemli bir başlangıç sermayesi gerektirmektedir.

Teslimatlarda İHA kullanılmasını etkileyen güvenlik ve veri koruma kriteri önemli bir unsur olarak öne çıkmaktadır. Özellikle alanyazında ele alınan verilerin izinsiz kullanılabilmesi ve fiziksel saldırı ihtimali bu teknolojinin hava kargo taşımacılığında kullanılmasına yönelik algıları olumsuz etkileyebilmektedir. Kamali (2018) ve Sah vd. (2021) yaptıkları çalışmalarda İHA’lara yönelik fiziksel saldırı, siber saldırılar, hacklenme riski ihtimalini ön plana çıkarmışlardır. Çalışmamızda elde edilen bulgular incelendiğinde Türkiyede İHA’larla hava kargo teslimatına yönelik en önemli kriterin siber saldırılar, hacklenme riski olduğu ve mevcut çalışmalarla uyumlu olduğu görülmektedir.

Türkiye’de İHA’lar ile hava kargo taşımacılığının gelişmesi ve yaygınlaşması yönünde en kritik etkenlerden bir diğerinin mevzuat ve regülasyonlar ile ilgili olduğu belirlenmiştir. Özellikle havacılık otoritesinin gerekli düzenlemeler konusundaki eksiklikleri (SHGM'nin rolü) kriteri ön plana çıkmaktadır. Buradan hareketle Türkiyede İHA ile kargo taşımacılığına yönelik ulusal otorite olan SHGM etkin bir mevzuat yapısı oluşturmadıkça Türkiye’de bu teknolojinin uygulama ve gelişiminin sınırlı kalması muhtemel görünmektedir. SBB, 2023’ e göre Türkiye’de uluslararası mevzuatın sektörün ihtiyaçlarını karşılamada yetersiz kaldığını, özellikle İHA önleme sistemleri, sinyal karıştırıcı (Jammer) ve VTOL hava araçları ile İHA konusunda ulusal mevzuatın yeterli olmadığını ve ICAO gereklilikleri gözönünde bulundurularak Türkiye koşullarına uyumlu yasal düzenlemelerin oluşturulması gerektiğini belirtmiştir. Literatür incelendiğinde Kumar vd. (2023), Tadic vd. (2024) ve Sah vd. (2021) çalışmalarının sonucuna paralel şekilde uluslararası sivil havacılık örgütlerinin (ICAO,

IATA, FAA gibi) düzenlemelerinin önemine yönelik vurguların ön plana çıktığı görülmektedir.

Çalışma kapsamında elde edilen bulgular daha önce yapılan akademik çalışmalarla büyük ölçüde örtüşse de Türk hava kargo taşımacılığı sektöründe İHA teknolojisinin kullanabilmesi için araştırma sonucunda belirlenen kriterler doğrultusunda stratejik planlama yapılması, ve politika geliştirilmesi büyük önem taşımaktadır.



SONUÇ VE ÖNERİLER

Çalışmanın bu bölümünde elde edilen sonuçlar özetlenmekte ve çalışmanın literatüre olan katkıları aktarılmaktadır. Ayrıca gelecekte yapılacak olan araştırmalara yol gösterici önerilerde bulunmaktadır. Ek olarak elde edilen analiz sonuçlarına göre Türkiye’de teslimatlarda İHA kullanımının geliştirilmesi için paydaşlara önerilerde bulunmaktadır.

Bu çalışma Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörlerin neler olduğunu belirlemeyi ve bu faktörlerin göreceli önem düzeylerini ortaya koymayı amaçlamaktadır. Günümüzde teknolojinin hızla ilerlemesi ve buna bağlı olarak özellikle e-ticarete olan talebin artması, müşteri taleplerinde meydana gelen değişimlerle birlikte işletmeler yoğun pazar talebine cevap verebilmek için farklı ve yenilikçi çözümlere ihtiyaç duymuşlardır. Bu bağlamda İHA’ların hava kargo taşımacılığına entegrasyonu özellikle son adım teslimatlarda zaman ve maliyet açısından birçok avantaj sağlamaktadır. Son yıllarda özellikle pandemi döneminde e-ticarete olan talep oldukça artmıştır. E-ticaret arttıkça son adım teslimatı yapacak olan işletmeler, ciddi anlamda maliyet ve zaman kaybı yaşamaktadır (Nakıboğlu, 2020). Bundan dolayı İHA’lar özellikle son adım teslimatlarda zaman ve maliyet açısından umut verici bir alternatif olarak görülmektedir.

Dünya’da hava kargo taşımacılığında İHA kullanan birçok işletme bulunmaktadır. Örneğin Amazon, UPS, DHL, Alphabet, Wing ve Walmart gibi şirketler İHA teknolojisini hava kargo teslimatlarında kullanan şirketler arasındadır. Türkiye’de ise ilk özel kargo şirketi olan Yurtiçi Kargo 2022 yılında ilk defa otonom İHA ile hava kargo teslimatını başarıyla gerçekleştirmiştir. Fakat bu teslimat yönteminin dünyadaki gelişmiş ülkelerde hali hazırda bulunduğu seviyeyi ve mevcut uygulamaları dikkate alındığında Türkiye’de ise İHA ile kargo teslimatının Yurtiçi kargonun yaptığı bir testin ötesine geçmemesi ve Hepsiburada’nın 2024 yılında yaptığı tanıtımdan sonra henüz test ve uygulama aşamalarına geçmemiş olmasını göz önünde bulundurulduğunda henüz emekleme aşamasında olduğu söylenebilir.

Mevcut tez araştırmasında, hava kargo sektöründe çalışan sektör uzmanları ve İHA konusunda uzman şirket çalışanları ile akademisyenlerin görüşlerine dayalı olarak anket formu aracılığı ile elde edilen veriler, çok kriterli karar verme yöntemlerinden BWM ile analiz edilmiştir. Analiz sonucunda öne çıkan bulgular incelendiğinde Türkiye’de İHA ile hava kargo taşımacılığını etkileyen en önemli ana faktörün teknolojik faktörler olduğu belirlenmiştir. Özellikle batarya ömrü ve verimliliği, otonom uçuş ve kontrol sistemleriyle ilgili gereksinimler en önemli kriterler olarak belirlenmiştir. Bundan dolayı Türkiye yapay zekayı İHA teknolojisine entegre ederek yapay zeka destekli otonom İHA’larla verimli ve enaz riskle operasyonlarını sürdürebilmesi mümkün olabilir (Medium, 2024)

Türkiye’de altyapı ve fiziksel gereksinimlere ait kriter en önemli ikinci kriter olarak belirlenmiştir. Bunları sırasıyla mevzuat ve regülasyonlar, güvenlik ve veri koruma, ekonomik faktörler, çevresel faktörler ve toplumsal kabul ve algı ile ilgili kriterler takip etmektedir.. Bu kapsamda Türkiye’de İHA teknolojisinin hava kargo operasyonlarında başarıyla kullanılması öncelikle teknik yeterliliklere ve altyapı durumuna bağlı olduğunu göstermektedir. İHA’ların teslimat operasyonlarında yetenekleri pil ömürleri ve taşıyabilecekleri maksimum yük miktarı ile sınırlıdır. Ancak teknolojinin hızla gelişmesi önümüzdeki süreçlerde İHA’ların bu sınırlamaları aşacağını ve uzun menzilli teslimat operasyonlarındada kullanılabilecek seviyeye geleceğini öngörmektedir (Kamali, 2018)

Araştırmada Türkiye’de mevzuat ve regülasyonlarla ilgili faktörler, özellikle de havacılık otoritesinin yani Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü’nün gerekli düzenlemeler konusundaki eksiklikleri en önemli kriterler arasında gösterilmektedir. Bu durum Türkiye’de İHA’ların hava sahasında güvenli ve yasal olarak nasıl faaliyet göstereceğine dair açık ve uygulanabilir mevzuatların gerekliliğini ortaya koymaktadır. Gümrük ve sınır geçiş prosedürleri ile ilgili kriter ise mevzuat ve regülasyonlara ait en önemsiz kriter olarak belirlenmiştir. Yapılan analizler sonucunda önem açısından dördüncü sırada yer alan güvenlik ve veri koruma faktörü ise İHA’ların kargo taşımacılığında kullanılmasıdaki güvenlik risklerini ortaya koymuştur. Buna göre siber güvenlik ve hacklenme riski en önemli güvenlik faktörü sayılırken, kişisel veri ihlali riski en az öneme sahip kriter olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Türkiye’de İHA

sistemlerinin siber güvenlik önlemlerine ihtiyacının olduğunu ve güvenlik konusunda gerekli mevzuatın oluşturulması gerektiğini ortaya koymaktadır.

Önem derecesine göre beşinci sırada ekonomik faktörlerin en önemli alt kriteri, yüksek başlangıç (altyapı, filo, dağıtım ağı) maliyetleri olarak belirlenmiştir. Sertifikasyon ve eğitim maliyetleri en az önemli kriter olarak öne çıkmaktadır. Önem sırasına göre altıncı sırada çevresel faktörler yer almaktadır. Çevresel faktörlerden en önemli alt kriter enerji verimliliği potansiyeli olurken İHA'ların yarattığı görsel kirlilik riski en az öneme sahip kriter olarak görülmektedir. Çalışma kapsamında önem sırasına göre yedinci sırada alan ve en önemsiz kriter olarak belirlenen kriter toplumsal kabul ve algı kriteridir. Bu kriterin alt kriterleri incelendiğinde ise toplumun İHA teknolojisine olan farkındalığı ve otonom sistemlerin kullanımına hazır oluş seviyesi en önemli alt kriter olurken, işsizlik yaratma endişesi en önemsiz kriter olarak belirlenmiştir. Bu sonuç Türkiye'de İHA teknolojisinin teslimat operasyonlarında oldukça sınırlı kullanımı ile yeterli tanıtımların yapılmamış olması ve toplumun bu teslimat yöntemine ilişkin farkındalığının sınırlı olmasından kaynaklandığı söylenebilir.

Araştırma bulguları doğrultusunda Türkiye'de İHA'ların hava kargo taşımacılığında kullanılması için özel sektör temsilcilerine, yetkili otoritelere, akademik bilimsel kuruluşlara yatırımcılara bir takım öneriler sunulabilir. Bunlar:

-İHA'ların batarya ömrü, otonom uçuş kontrol sistemleri, sistem güvenliği gibi alanlarda çözümler üreterek eksikliklerin giderilebilmesi ve daha verimli teslimatlar için lojistik firmaları, teknoloji ve İHA üreticilerine teknolojik ar-ge ye yatırım yapılması yönünde öneri sunulabilir. Ayrıca üniversite ve sanayi işbirliği teşvik edilip desteklenerek yerli üretim artırılabilir.

-Kamu kurum ve kuruluşlarının, özellikle SHGM'nin İHA teknolojisinin teslimatlarda kullanımına yönelik özel düzenlemeler yapabilir. Örneğin İHA rotaları, güvenlik önlemleri, uçuş yüksekliği, kullanıma ilişkin izin süreçleriyle alakalı olarak uygulanabilir yasal altyapı oluşturulabilir.

-Lojistik şirketleri belirlenen alanlarda pilot projeler uygulayarak bu teknolojinin avantaj ve zorluklarını sahada test ederek, İHA'larla teslimata yönelik toplumsal kabul ve algıyla ilgili endişeleri giderebilirler. Ayrıca teslimatlarda İHA kullanımının avantajlarına dair kamuoyunu bilgilendirmek amacıyla kampanyalar düzenlenebilir.

-Bu teknolojinin teslimat operasyonlarında kullanılabilmesi için yatırımcıların ve lojistik firmalarının ekonomik uygulanabilirlik analizleri yapmaları gerekmektedir. Özellikle bakım onarım maliyetleri, altyapı yatırım maliyetleri, teknik maliyetler ve personel eğitimi ve sertifikasyon maliyetleriyle ilgili ekonomik fizibilite çalışmaları yapılabilir.

-Güvenlik ve veri koruma politikaları geliştirilerek bu alanda yasal güvenceler sağlanabilir.

-İşletmeler yerli İHA üreticileri ve teknoloji firmalarıyla işbirliği yaparak yerel destek ve maliyet avantajı elde edebilirler.

-İşletmeler İHA'lar ile teslimatta toplumsal kaygıyı azaltıp müşteri memnuniyetini sağlamak için takip sistemleri ve anlık bilgilendirme teknolojilerini geliştirebilirler. Ayrıca olası kazalar ve sistem arızaları için kapsamlı sigorta poliçeleri ve acil durum planlamaları oluşturabilirler.

-Politika yapımcılar bu teknolojiyi yaygın kullanılması için teşvik ve hibe programları geliştirebilirler. Ayrıca lojistik firmaları, İHA üreticileri, yazılım şirketleri ve teknoloji girişimlerine yönelik kredi destekleri, vergi indirimleri gibi uygulamalarla İHA tabanlı kargo taşımacılığının gelişimine katkı sağlayabilirler.

Bu araştırmada Türkiye geneli İHA ile hava kargo taşımacılığına etki eden faktörler ele alınmıştır. Gelecekte yapılacak olan akademik çalışmalarda bölgesel farklılıklar ve coğrafi özellikler dikkate alınarak, bölgelerin ihtiyaç ve engelleri araştırılıp daha özel bir çalışma ortaya koyulabilir. Çalışmada genel olarak yedi ana faktör belirleyerek çalışmamızı şekillendirdik, ileriki çalışmalarda bu çalışmanın sonucuna paralel olarak sadece teknolojik faktörler ele alınarak daha derinlemesine araştırma yapılabilir. Yapay zeka, büyük veri gibi yeni teknolojilerin İHA'ların hava kargo sektöründe kullanımına entegre edilmesinin etkileri araştırılabilir.

KAYNAKÇA

- ACI (Airports Council International). (2019, Eylül). Air Cargo Guide. Acı-Na Air Cargo Committee. <https://airportscouncil.org/wp-content/uploads/2020/03/Air-Cargo-Guide.pdf>
- Air News Time. (2025, Mayıs 15). Küresel Hava Kargo Zirvesinde: Türkiye Ev Sahipliği. <https://www.airnewstimes.com/kuresel-hava-kargo-zirvesinde-turkiye-ev-sahipligi.html>
- AIRACT. <https://www.actairlines.com/index.php>. Erişim Tarihi: 06/05/2025
- Aircargonews. (2025, April 14). ACI ranks busiest air cargo gateways in 2024. <https://www.aircargonews.net/data-news/aci-ranks-busiest-air-cargo-gateways-in-2024/1079964.article>
- Airports Council International (ACI). (2025, April 14). The busiest airports in the world defy global uncertainty and hold top rankings. <https://aci.aero/2025/04/14/the-busiest-airports-in-the-world-defy-global-uncertainty-and-hold-top-rankings/>
- Akkamış, M., & Çalışkan, S. (2020). İnsansız hava araçları ve tarımsal uygulamalarda kullanımı. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 2(1), 8-16.
- Aksoy, O. (2024). Kriz dönemlerinde hava kargo taşımacılığında insansız hava araçlarının kriz yönetimine etkisi. (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Gelişim Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
- Akyürek, S., Yılmaz, M. A., & Taşkıran, M. (2012). İnsansız hava araçları. *BİLGESAM, Rapor*, 53.
- Ariante, G., & Del Core, G. (2025). Unmanned Aircraft Systems (UASs): Current State, Emerging Technologies, and Future Trends. *Drones*, 9(1), 59. <https://doi.org/10.3390/drones9010059>
- Arslankaya, D., & Göraltay, K. (2019). Çok kriterli karar verme yöntemlerinde güncel yaklaşımlar.
- Arsu, T., & Uğuz Arsu, Ş. (2021). Personel seçim sürecinde kullanılan kriterlerin best-worst metodu (BWM) ile değerlendirilmesi.
- Atılğan, K. Ö., & Bozkurt, M. (2023). Tüketicilerin Drone Aracılığıyla Ürün Dağıtımına Yönelik Tutumlarının İncelenmesi. *Çağ Üniversitesi Sosyal Bilimler Dergisi*, 20(1), 125-135
- Avdesodrone. (2024). Google Ve Alphabet'in Wing Kargo Drone Projesi. <https://avdesodrone.com/google-ve-alphabetin-wing-kargo-drone-projesi/>.
- Aviation Turkey. (2023, sayı 16). Cargo Drones Becoming Fundamental Asset in E-Commerce. <https://www.aviationturkey.com/en/content/cargo-drones-becoming-fundamental-asset-in-e-commerce-740>
- Aydın, İ., & Çelik, Z. (2023). Investigation of the Mediating Roles of Perceived Risk and Word of Mouth in the Effect of Perceived Trust in with Drone Delivery on Intention to Use1.
- Ayrancı, Z. B. (2016). Use of drones in sports broadcasting. *Ent. & Sports Law.*, 33, 79.
- Balać, M., Vetrella, A. R., & Axhausen, K. W. (2017). Towards the integration of aerial transportation in urban settings. *Arbeitsberichte Verkehrs-und Raumplanung*, 1266.

- Balık, M. F. (2015). Hava kargo taşımacılığı ve Türkiye’de ki gelişimini etkileyen faktörler (Master's thesis, Afyon Kocatepe Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü).
- Ballı, S. (2005). Fuzzy çok kriterli karar verme ve basketbolda oyuncu seçimine uygulaması (Master's thesis, Fen Bilimleri Enstitüsü).
- Bao, D., Yan, Y., Li, Y., & Chu, J. (2025). The Future of Last-Mile Delivery: Lifecycle Environmental and Economic Impacts of Drone-Truck Parallel Systems. *Drones*, 9(1), 54. <https://doi.org/10.3390/drones9010054>
- Battal, Ü., (2016). ‘Hava Kargo Pazarının Gelişimini Etkileyen Faktörler’, Hava Kargo ve Tehlikeli Maddeler, Ed. Ali Emre Sarılgan, Anadolu Üniversitesi Yayını, Eskişehir, 64-80.
- Batur, B. S. (2008). Hava Yolcu ve Kargo Taşımacılığı; Dünyadan ve Türkiye’den Uygulamalar (Master's thesis, Dokuz Eylül Üniversitesi (Turkey)).
- Benarbia, T., & Kyamakya, K. (2021). A literature review of drone-based package delivery logistics systems and their implementation feasibility. *Sustainability*, 14(1), 360.
- Borghetti, F., Caballini, C., Carboni, A., Grossato, G., Maja, R., & Barabino, B. (2022). The Use of Drones for Last-Mile Delivery: A Numerical Case Study in Milan, Italy. *Sustainability*, 14(3), 1766. <https://doi.org/10.3390/su14031766>
- Built In. (2024, Nisan 23). Is Drone Delivery on the Horizon? <https://builtin.com/articles/drone-delivery>
- Buko, J., Bulsa, M., & Makowski, A. (2022). Spatial premises and key conditions for the use of UAVs for delivery of items on the example of the polish courier and postal services market. *Energies*, 15(4), 1403.
- Canöz, N. (2018). Yabancıların havayolu ulaşımını tercih etme nedenleri: Türkiye’ye ait havayolu işletmeleri üzerine bir araştırma. *Selçuk İletişim*, 11(2), 196-213.
- Cohn, P., Green, A., Langstaff, M., & Roller, M. (2017). Commercial drones are here: The future of unmanned aerial systems. *McKinsey & Company*.
- Çalışkan, T. B., & Erturgut, R. (2022). Lojistik faaliyetlerde İHA kullanımı: İHA pilotları üzerinde bir araştırma (Doctoral dissertation, Akdeniz University).
- Çıkmak, S., KIRBAÇ, G., & Kesici, B. (2023). Analyzing the challenges to adoption of drones in the logistics sector using the best-worst method.
- Çorbacı, F. K. Göde, E., & Kuşhan, M. C. (2023). İnsansız Hava Araçları (İHA) Sertifikasyon Sürecindeki Farklı Yaklaşımlar. *XII. Ulusal Uçak, Havacılık ve Uzay Mühendisliği Kurultayı* 124-125.
- Dağıtım Yönetimi. Son Mil Teslimatında İHA Kullanmanın Faydaları ve Zorlukları Nelerdir? Dağıtım Yönetimi, 27 Nisan 2023. Çevrimiçi olarak mevcuttur: <https://www.linkedin.com/advice/0/what-benefits-challenges-using-drones-last-mile> erişim tarihi 27.01.2025
- Dağlı, A., Çınar, A.E., Kaya, A., Duran, B., Duralı, M. (2020). Drone Taşımacılığı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları
- Dai, D., Cai, H., Ye, L., & Shao, W. (2024). Two-Stage Delivery System for Last Mile Logistics in Rural Areas: Truck–Drone Approach. *Systems*, 12(4), 121. <https://doi.org/10.3390/systems12040121>

- Dalamagkidis, K., 2015, Handbook of Unmanned Aerial Vehicles, Valavanis, K. P. Ve Vachtsevanos, G. J., *Springer Science+Business Media*, Dordrecht, 58-81
- Dalbudak, E., & Rençber, Ö. F. (2022). Çok kriterli karar verme yöntemleri üzerine literatür incelemesi. *Gaziantep Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 4(1), 1-17.
- Danış, A.O. (2022). Türkiye'de Hava Kargo Taşımacılığının Gelişimi Ve Oecd Ülkeleri İle Türkiye Karşılaştırması. *Gaziantep Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*
- Degarmo, M., T. (2004) "Issues Concerning Integration of Unmanned Aerial Vehicles in Civil Airspace. Virginia: The MITRE Corporation", 2-4.
- Demirkıran, Z.K. (2010, Aralık). Uçan torpidodan günümüze İnsansız hava araçlarının gelişimi. *Tübitak popüler bilim dergileri* e-arşiv. <https://e-dergi.tubitak.gov.tr/edergi/yazi.pdf?dergiKodu=4&cilt=44&sayi=719&sayfa=28&yaziid=31054>
- Derbishev, N. (2021). Kargo taşımacılığında insansız hava araçlarının (drone) hedefe ulaşmasına yönelik yeni bir yaklaşım. *İstanbul Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*.
- Derici, M., Derici, S., & Karaduman, İ. (2015). Özel nitelikli kargoların havayolu ile taşınması ve müşteri tercihleri. *Anadolu Bil Meslek Yüksekokulu Dergisi*, (37), 67-81.
- DHMI. (2022, Aralık). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü Havacılık Terimleri Sözlüğü. Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı. 2. Baskı; Ankara, Aralık 2022
- DHMI. (2024, Mayıs). Devlet Hava Meydanları İşletmesi Genel Müdürlüğü Havayolu Sektör Raporu Strateji Geliştirme Dairesi Başkanlığı 2023. <https://www.dhmi.gov.tr/Lists/HavaYoluSektorRaporlari/Attachments/17/2023%20Y%C4%B1%C4%B1%20Havayolu%20Sekt%C3%B6r%20Raporu.pdf>
- Dilber, C., Güney, M., Uğur, T. (2020). Havayolu taşımacılığı. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Dimerco. (2024, March 19). Air Cargo Giants: Unveiling the Busiest Cargo Airports in the World. <https://dimerco.com/resources/unveiling-the-busiest-cargo-airports-in-the-world/>
- Doğan, A. (2003). Hava kargo taşımacılığının Türkiye ekonomisindeki yeri (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).
- Dorling, K., Heinrichs, J., Messier, G. G., & Magierowski, S. (2016). Vehicle routing problems for drone delivery. *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems*, 47(1), 70-85.
- Drones.R.Africa. (2024, Haziran 27). The flip side of the delivery drone boom? <https://dronenews.africa/the-flip-side-of-the-delivery-drone-boom/>
- Dronetr.net. (2020, Mayıs 6). Drone / İHA Kategorileri (İHA0 – İHA1 – İHA2 – İHA3 Nedir?). <http://www.dronetr.net/bilmeniz-gerekenler/drone-ih-kategorileri/>
- Durak, M. (2016). Türkiye hava kargo taşımacılığı sektöründe havayolu seçim kriterlerinin analitik hiyerarşi yöntemi ile incelenmesi (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).
- Easycargo. (2023, Kasım 28). Uçuş Öncüleri'nden 88,4 metrelik kanat açıklığına sahip Gökyüzü Devleri'ne: Hava Kargo Taşımacılığının Evrimi.

<https://www.easycargo3d.com/tr/blog/ucus-oculerinden-884-metrelik-kanat-acikligina-sahip-gokyuzu-devlerine-hava-kargo-tasimaciliginin-evrimi/>

- Edward, D., Subramanian, N., Chaudhuri, A., Morlacchi, P., & Zeng, W. (2023). Use of delivery drones for humanitarian operations: analysis of adoption barriers among logistics service providers from the technology acceptance model perspective. *Annals of Operations Research* 0254-5330
- Egirisim. (2023, Nisan 17). Akıllı teslimat ağı Delivery One, 5 milyon TL hedefle kitle fonlama yatırım turuna çıktı. <https://egirisim.com/2023/04/17/akilli-teslimat-agi-delivery-one-5-milyon-tl-hedefle-kitle-fonlama-yatirim-turuna-cikti/>
- Erdem, M. A. (2024). Son adım teslimatta otonom drone kullanımının kullanıcı kabulü. İstanbul Teknik Üniversitesi, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
- Ersöz, F., & Kabak, M. (2010). Savunma sanayi uygulamalarında çok kriterli karar verme yöntemlerinin literatür araştırması. *Savunma Bilimleri Dergisi*, 9(1), 97-125.
- Eskandaripour, H., & Boldsai Khan, E. (2023). Last-Mile Drone Delivery: Past, Present, and Future. *Drones*, 7(2), 77. <https://doi.org/10.3390/drones7020077>
- European Aviation Safety Agency (EASA). (2015). Concept of Operations for Drones A risk based approach to regulation of unmanned aircraft, (2015).
- European Aviation Safety Agency (EASA). (2019). Guidelines for UAS operations in the open and specific category – Ref to Regulation (EU) 2019/947
- FarEye. (2024, September). How Drones Are Transforming Last Mile Delivery. <https://fareye.com/resources/blogs/drones-transforming-last-mile-delivery>
- Fidancı, Y. (2019). İnsansız hava araçlarının engebeli alanlardaki karayolu projelerinde kullanımı (Master's thesis, Konya Teknik Üniversitesi).
- Filiopoulou, E., Bardaki, C., Nikolaidou, M., & Michalakelis, C. (2025). Drone-as-a-Service for last-mile delivery: Evidence of economic viability. *Economics of Transportation*, 41, 100398.
- Garcia, O., & Santoso, A. (2019). Comparative evaluation of drone delivery systems in last-mile delivery. Master Of Applied Science In Supply Chain Management At The Massachusetts Institute Of Technology
- Gardiner, J., Ison, S., & Humphreys, I. (2005). Factors influencing cargo airlines' choice of airport: An international survey. *Journal of air transport management*, 11(6), 393-399.
- Garg, P. K. (2021). Unmanned aerial vehicles: An introduction. Mercury Learning and Information.
- Garg, V., Niranjan, S., Prybutok, V., Pohlen, T., & Gligor, D. (2023). Drones in last-mile delivery: A systematic review on Efficiency, Accessibility, and Sustainability. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 123, 103831.
- Gerede, Ender (2015). “Havayolu Taşımacılığındaki Ekonomik Düzenlemeler” Şu kitapta: SHGM. *Havayolu Taşımacılığı ve Ekonomik Düzenlemeler Teori ve Türkiye Uygulaması*. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları, s.47-77.

- Gizmodo. (2017). "The Ryan Firebee: Grandfather to the Modern UAV" Erişim 26.12.2024. <https://gizmodo.com/the-ryan-firebee-grandfather-to-the-modern-uav-1155938222>
- GoComent. (2023, Eylül 29). Hava kargo: Avantajlar, Karşılaştırma ve Teklifler. <https://www.gocomet.com/blog/air-cargo-benefits-comparison-and-quotes/>
- Goodchild, A., & Toy, J. (2018). Delivery by drone: An evaluation of unmanned aerial vehicle technology in reducing CO2 emissions in the delivery service industry. *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 61, 58-67.
- Gökdoğan, S. (2006). Freight Forwarder Organizasyonu ve Freight Forwarder Organizasyonunda Konteynır Taşımacılığı. (Yayınlanmamış YL Tezi) İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Gupta, S. G., Ghonge, D. M., & Jawandhiya, P. M. (2013). Review of unmanned aircraft system (UAS). *International Journal of Advanced Research in Computer Engineering & Technology (IJARCET) Volume*, 2.
- Gün, D. (2007). Hava kargo pazarının lojistik açıdan değerlendirilmesi ve Türkiye için durum analizi (Doctoral dissertation, Anadolu University (Turkey)).
- Güzel, D., & Kavalcı, K. (2023). Lojistik son adım teslimat hizmetinde tüketicilerin akıllı dolapları benimseme niyeti üzerine bir araştırma. *Doğuş Üniversitesi Dergisi*, 24(1), 379-398.
- Haber.aero. (2025, Ocak 29). Küresel hava kargo talebi 2024'te rekor büyüdü. <https://mail.haber.aero/aero-gundem/kuresel-hava-kargo>
- Hansman, J., McConnachie, D., Wollersheim, C., Elke, M., Hansen, M., Chan, N., ... & Trani, A. (2014). The impact of oil prices on the air transportation industry. *National Center of Excellence for Aviation Operations Research*.
- Hasdemir, E. (2012). Türkiyede hava kargo taşımacılığının gelişimi. (Yüksek Lisans Tezi). Gazi Üniversitesi.Sosyal Bilimler Enstitüsü İktisat Anabilim Dalı Ekonomik Kalkınma Ve Büyüme Bilim Dalı
- Havayolu101. (2016, Aralık 15). Amazon Prime Air, İlk Teslimatını Yaptı. <https://www.havayolu101.com/2016/12/15/amazon-prime-air-ilk-teslimatini-yapti/>
- Hepsiburada (2024, Nisan 28). Hepsiburada, Drone ile Teslimatı Test Ediyor. <https://kurumsal.hepsiburada.com/tr/basin-odasi/basin-bultenleri/hepsiburada-drone-ile-teslimati-test-ediyor>
- <https://ti-insight.com/briefs/flying-high-the-global-ascendance-of-drone-delivery/>
- IATA. (2022 September 7). What Types of Cargo are Transported by Air? <https://www.iata.org/en/publications/newsletters/iata-knowledge-hub/what-types-of-cargo-are-transported-by-air/>
- ICAO. (2023, Mart 18). Air Cargo. <https://www.icao.int/sustainability/economic-policy/Pages/default.aspx>
- Irmak, E., (2023). Lojistik faaliyetlerde İnsansız Hava Araçlarının (İHA) Kullanımı ve Uygulama Alanları. *Sosyal, İnsan ve İdari Bilimlerde Öncü ve çağdaş çalışmalar*. Duvar Yayınlar

- İnsansız Hava Araçları. (2025, Şubat 10). Pipistrel'in kargo drone'u Nuuva V300 ilk uçuş testini başarıyla tamamladı. <https://insansizhavaaraclari.com.tr/pipistrel-kargo-droneu-nuuva-v300-ile-ilk-kalkis-testini-basariyla-tamamladi/>
- Kabadayı, A., & Uysal, M. (2019). İnsansız hava aracı ile elde edilen verilerden binaların tespiti. *Türkiye İnsansız Hava Araçları Dergisi*, 1(1), 8-14.
- Kahveci, M., & Can, N. (2017). İnsansız hava araçları: tarihçesi, tanımı, dünyada ve Türkiye'deki yasal durumu. *Selçuk Üniversitesi Mühendislik, Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 5(4), 511-535.
- Kamali, A. (2018). Investigating the Usability of UAV (Drone) Technology in the Logistics Industry in Bahrain. *Ciit Journal*, 9.
- Kanat, Ö. Ö. (2023). Dronelar ve Hava Kargo Faaliyetleri. *Detay Yayıncılık*.
- Karaağaç, C., (2016). Geleceğin Hava Kuvvetleri: 2016 – 2050 Sektör Değerlendirme Raporu. Savunma Teknolojileri Mühendislik Ve Ticaret A.Ş
- Kargo Haber. (2022, Aralık 29). Türkiye'de Bir İlk! Yurtiçi Kargo Otonom Drone'la Kargo Teslimatına Başladı. <https://www.kargohaber.com/turkiyede-bir-ilk-yurtici-kargo-otonom-dronela-kargo-teslimatina-basladi-7221h.htm>
- Kargo34. (2024, Eylül 6). Türkiye'deki Hava Kargo Şirketleri. <https://kargo34.com.tr/turkiyedeki-hava-kargo-sirketleri/>
- Karlı, H., & Tanyaş, M. (2024). Son Aşama Teslimatın Kavramsal Temellerine Yönelik Bir İnceleme.1.Baskı. Eğitim Yayınevi.ISBN: 978-625-5971-44-9
- Kazancı, U., (2024). Sürdürülebilir son aşama teslimatlar: yeni teknoloji ve güncel uygulamalar. 1. Baskı Eğitim Yayınevi
- Keane, J. F., & Carr, S. S. (2013). A brief history of early unmanned aircraft. *Johns Hopkins APL Technical Digest*, 32(3), 558-571.
- Kellermann, R., Biehle, T., & Fischer, L. (2020). Drones for parcel and passenger transportation: A literature review. *Transportation Research Interdisciplinary Perspectives*, 4, 100088.
- Keskin, İ. (2024). Lojistik Sektörünün ve Hava Kargo Taşımacılığının Sürdürülebilirlik Çerçevesinde İncelenmesi. (Yüksek lisans tezi). Kocaeli Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- Kharchenko, V. (2020). The use of unmanned aircraft systems for fast delivery goods. *Logistics and Transport*, 47(3-4), 89-101.
- Khofiyah, N. A., Sutopo, W., & Hisjam, M. (2021, March). Identification of critical success factor for sustainable supply chain management drone logistics in Indonesia with ISM (Interpretive Structural Modeling) approach. In *Proceedings of the International Conference on Industrial Engineering and Operations Management* (pp. 6815-6826). IEOM Society International.
- Korkmaz, Y., İyibilgin, O. ve Fındık, F. (2016). Geçmişten günümüze insansız hava araçlarının gelişimi. *SAÜ Fen Bilimleri Dergisi*, 2, 103-109.
- Kumar, A., Prybutok, V., & Sangana, V. K. R. (2025). Environmental Implications of Drone-Based Delivery Systems: A Structured Literature Review. *Clean Technologies*, 7(1), 24. <https://doi.org/10.3390/cleantechnol7010024>
- Kumbhani, C., Kant, R., & Shankar, R. (2025). Prioritizing sustainable solutions to mitigate risks in drone-based last-mile delivery. *Sustainable Futures*, 100536.

- Kütahya, C. K. (2022). Türkiye'de hava kargo taşımacılığında hizmet kalitesinin müşteri memnuniyeti ve müşteri sadakatine etkisi: Hava kargo acenteleri örneği. (Yüksek Lisans Tezi). Avrasya Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü İşletme Anabilim Dalı
- Li, X., Tupayachi, J., Sharmin, A., & Martinez Ferguson, M. (2023). Drone-Aided Delivery Methods, Challenge, and the Future: A Methodological Review. *Drones*, 7(3), 191. <https://doi.org/10.3390/drones7030191>
- Li, Y., Liu, M., & Jiang, D. (2022). Application of Unmanned Aerial Vehicles in Logistics: A Literature Review. *Sustainability*, 14(21), 14473. <https://doi.org/10.3390/su142114473>
- Luppigini, R., & So, A. (2016). A technoethical review of commercial drone use in the context of governance, ethics, and privacy. *Technology in Society*, 46, 109-119.
- Macit, A. (2021). İnsansız hava araçlarının (iha) sivil kullanımı ve filo sahibi işletmeler açısından stratejik önemine yönelik bir araştırma. 14. *Uluslararası Güncel Araştırmalarla Sosyal Bilimler Kongresi Dergisi*, (4), 1189-1195
- MacSween, S. (2003, September). A public opinion survey-unmanned aerial vehicles for cargo, commercial, and passenger transportation. In *2nd AIAA "Unmanned Unlimited" Conf. and Workshop & Exhibit* (p. 6519).
- MAERSK. (2024, Kasım 4). Understanding the different types of air cargo and why it matters. <https://www.maersk.com/logistics-explained/transportation-and-freight/2024/11/04/air-cargo>
- Mahashabde, A., Wolfe, P., Ashok, A., Dorbian, C., He, Q., Fan, A., ... & Waitz, I. A. (2011). Assessing the environmental impacts of aircraft noise and emissions. *Progress in Aerospace Sciences*, 47(1), 15-52.
- Medium. (2024, Ekim 12). Türkiye'nin İHA ve SİHA Teknolojilerindeki Gelişimi ve Küresel Konumu. <https://medium.com/@umutt.akbulut/Turkiyenin-ihave-siha-teknolojilerinde-dunya-liderligi-yolculugu>
- Megadron. (2024, Eylül 20). Drones the future of package delivery - is it possible? https://megadron.pl/en/blog/drones-the-future-of-package-delivery-is-it-possible-1726844386.html?srltid=AfmBOooIH_PbbU_4YC4pbaXqBhX19tUM201p_0jzG8MvDJGTdLBpRE8d
- MEGEP. (2011). Havayolu Taşımacılığı. Ulaştırma Hizmetleri Alanı. 840UH0122. Milli Eğitim Bakanlığı Yayınları.
- Merkert, R., & Bushell, J. (2020). Managing the drone revolution: A systematic literature review into the current use of airborne drones and future strategic directions for their effective control. *Journal of air transport management*, 89, 101929.
- Min, H. (2023). Leveraging Drone Technology for Last-Mile Deliveries in the e-Tailing Ecosystem. *Sustainability* 2023, 15, 11588.
- MNG Havayolları. <https://www.mngairlines.com/tr>. Erişim Tarihi: 06/05/2025
- Mohsan, S. A. H., Khan, M. A., Noor, F., Ullah, I., & Alsharif, M. H. (2022). Towards the Unmanned Aerial Vehicles (UAVs): A Comprehensive Review. *Drones*, 6(6), 147. <https://doi.org/10.3390/drones6060147>

- Moshref-Javadi, M., & Winkenbach, M. (2021). Applications and Research avenues for drone-based models in logistics: A classification and review. *Expert Systems with Applications*, 177, 114854.
- Nakıboğlu, G. (2020). Drone taşımacılığı ve son-adım teslimatta kullanımı. *Çukurova Üniversitesi İktisadi ve İdari Bilimler Fakültesi Dergisi*, 24(2), 285-298.
- Netguru. (2025, Nisan 1). Robots and Drones Delivery: Transforming Quick Commerce. <https://www.netguru.com/blog/robots-and-drones-delivery>
- Nonami, K., Kendoul, F., Suzuki, S., Wang, W., & Nakazawa, D. (2010). *Autonomous flying robots: unmanned aerial vehicles and micro aerial vehicles*. Springer Science & Business Media.
- Otto, A., Agatz, N., Campbell, J., Golden, B., & Pesch, E. (2018). İnsansız hava araçlarının (İHA) veya hava dronlarının sivil uygulamaları için optimizasyon yaklaşımları: Bir araştırma. *Ağlar*, 72 (4), 411-458.
- Öçal, B. (2022). COVID-19 sürecinde ihracat ve hava kargo taşımacılığı: Antalya Havalimanı üzerine bir araştırma. *Yönetim ve Ekonomi Dergisi*, 29(2), 259-280.
- Özden, Ü. H. (2015). Çok kriterli karar verme yöntemleri. *İstanbul Ticaret Üniversitesi*.
- Özgüven, M. M., Altaş, Z., Güven, D., & Çam, A. (2022). Tarımda Drone Kullanımı ve Geleceği. *Ordu Üniversitesi Bilim ve Teknoloji Dergisi*, 12(1), 64-83.
- Patro, R. K., Chandra, S., & Patro, J. P. (2024). Drone Integration in Last-Mile Delivery Operations. *International Journal of Supply Chain and Logistics*, 8(2), 109-122.
- PCHOCASI. (2016, Aralık 15). Amazon Prime Air Drone ile ilk teslimatını gerçekleştirdi. <https://pchocasi.com.tr/amazon-prime-air-drone-ile-ilk-teslimatini-gerceklestirdi-17808/>
- PEGASUS. (2023). <https://www.flypgs.com/pegasus-hakkinda/politikalar>
- Pipistrel. (2025). *Cargo Reimagined*. <https://www.pipistrel-aircraft.com/air-cargo/>
- Precedence Research. (2024, Nov 14). Drone Services Market Size, Share, and Trends 2024 to 2034. <https://www.precedenceresearch.com/drone-services-market>
- PWC. (2024). Drone Deliveries: Taking Retail and Logistics to New Heights. https://cee.pwc.com/pdf/PwC_DPS_Global_Drone_Deliveries_Report.pdf#page=11.10
- Raj, A., & Sah, B. (2019). Analyzing critical success factors for implementation of drones in the logistics sector using grey-DEMATEL based approach. *Computers & Industrial Engineering*, 138, 106118.
- Rakuten.Today. (2019, Haziran 28). Rakuten's new island-hopping drone delivery service. <https://rakuten.today/tech-innovation/island-hopping-drone-delivery-service.html>
- Rezaei, J. (2015). Best-worst multi-criteria decision-making method. *Omega*, 53, 49-57.
- Roca-Riu, M. ve Menendez, M. (2019). İnsansız hava araçlarıyla lojistik teslimatlar: Uygulama ve araştırmanın son durumu. 19. *İsviçre Ulaştırma Araştırma Konferansı'nda (STRC 2019)*. STRC.
- Rodoplu, H., & Kanat, A. O. (2022). Pandemi Döneminde Hava Kargo Endüstrisi; Sektörel Bir Araştırma. *Journal Of Social, Humanities And Administrative Sciences (Joshas)*, 8(59), 2090-2097.

- Sah, B., Gupta, R., & Bani-Hani, D. (2021). Analysis of barriers to implement drone logistics. *International Journal of Logistics Research and Applications*, 24(6), 531-550.
- Savunma Sanayi Müsteşarlığı, (2011). Türkiye İnsansız Hava Aracı Sistemleri Yol Haritası (2011-2030). Savunma Sanayi Müsteşarlığı Ankara
- Sever, H. (2021). İnsansız Hava Aracı Sistemlerinde Stratejik Yönetim ve SWOT Analizi. *İnsan ve Toplum Bilimleri Araştırmaları Dergisi*, 10(2), 1179-1207.
- Sharma, A., Vanjani, P., Paliwal, N., Basnayaka, C. M. W., Jayakody, D. N. K., Wang, H. C., & Muthuchidambaranathan, P. (2020). Communication and networking technologies for UAVs: A survey. *Journal of Network and Computer Applications*, 168, 102739.
- SHGM. (2015). Kargo Hizmetleri. Ankara: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Yayınları.
- SHT-İHA. (2020, Temmuz 12). İnsansız Hava Aracı Sistemleri Talimatı. https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/talimatlar/2020/SHT-IHA_Rev-04.pdf
- Shuaibu, A. S., Mahmoud, A. S., & Sheltami, T. R. (2025). A Review of Last-Mile Delivery Optimization: Strategies, Technologies, Drone Integration, and Future Trends. *Drones*, 9(3), 158. <https://doi.org/10.3390/drones9030158>
- SUPUTNIK Türkiye. (2023, mayıs 9). Drone ile kıtalararası kargo teslimatı. <https://anlatilaninotesi.com.tr/20230509/drone-ile-kitalararasi-kargo-teslimati-1070828098.html>
- T.C. CUMHURBAŞKANLIĞI STRATEJİ VE BÜTÇE BAŞKANLIĞI (2023). Havayolu Ulaştırması Özel İhtisas Komisyonu Raporu. <https://www.sbb.gov.tr/wp-content/uploads/2025/06/Havayolu-Ulastirmasi-Ozel-Ihtisas-Komisyon-Raporu.pdf>
- Tadić, S., Krstić, M., & Radovanović, L. (2024). Assessing Strategies to Overcome Barriers for Drone Usage in Last-Mile Logistics: A Novel Hybrid Fuzzy MCDM Model. *Mathematics*, 12(3), 367. <https://doi.org/10.3390/math12030367>
- Telli, G., & Ayçin, E. (2021). Öğretmen seçim sürecinde en iyi-en kötü ve Mabac yöntemlerinin bütünleşik olarak kullanılması. *TroyAcademy*, 6(2), 733-750.
- Ti-insights. (2024, Ocak 9). Flying High: The Global Ascendance of Drone Delivery.
- Toraman, Y., & Öz, T. (2023). The Use of New Technologies in Logistics: Drone (UAV) Use in Last Mile Delivery. *Sosyoekonomi*, 31(58), 105-124.
- Transmetro. (2024, Temmuz 18). Havayolu Kargo Taşımacılığı Nedir ve Avantajları Nelerdir? <https://www.transmetro.com.tr/havayolu-kargo-tasimaciligi-nedir-ve-avantajlari-nelerdir>
- Turgut, A., & Sancı, T.(2023).Drone Lojistiği. *Sosyal Bilimlerde Güncel Gelişmeler*, Çizgi Kitabevi Yayınları 14.
- Turgut, M., & Şeker, B. (2022). İnsansız hava araçlarının (İHA) taşımacılıkta kullanımına yönelik keşfedici bir araştırma: drone taşımacılığı ve uygulamaları. *Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Uygulamaları Dergisi*, 5(2), 169-187.
- Turkish Cargo. (2025). <https://turkishcargo.com/tr/hakkimizda/turkish-cargo-hakkinda/hikayemiz> Erişim tarihi: 06.05.2025

- ULS Havayolları Kargo Taşımacılık A.Ş. <https://ulsairlines.com/index.php>. Erişim Tarihi: 01/05/2025
- Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü. Çevrimiçi olarak erişilebilir: <https://www.icao.int/Pages/default.aspx> (17 Ekim 2023'te erişildi).
- Uslu, F., & Tekin, Z. (2021). Pandemi sürecinde drone kullanımı: Geleceğin lojistik teknolojileri. B. Aslan (ed.), *Uluslararası İktisadi ve İdari Bilimler Kongresi: Krizler, Belirsizlikler ve Arayışlar*. (ss. 165-169)
- Uzuntaş, K. & Yılmaz, E. (2023). İnsansız Hava Araçları. *Sivil havacılık yönetiminin temelleri*, Akademi titiz yayınları.
- Ünlü, İ.E. (2023). Kargo şirketlerinin drone teknolojisi kullanımlarına yönelik hazırlık stratejileri. (Yüksek Lisans Tezi). Bandırma Onyedü Eylül Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü
- WebTekno. (2021, Ekim 21). Sistem Dünyada İlk: Türkiye’de Drone ile Kargo Taşımacılığı Yapılacak İlk Güzergâh Belli Oldu. <https://www.webtekno.com/turkiye-de-drone-ile-kargo-tasimaciligi-basliyor-h115885.html>
- Wensveen, J. G. (2007). Air transportation: A management perspective. *Ashgate Publishing, Ltd*
- Wing (erişim tarihi 25.03.2025). <https://wing.com/>
- Wipro. (2021,Ağustos). The Future of Delivery with Drones: Contactless, Accurate and High speed. <https://www.wipro.com/business-process/the-future-of-delivery-with-drones-contactless-accurate-and-high-speed/>
- Yakut, F. (2012). Hava Kargo Taşımacılığının Türkiye'deki Mevzut Durumu ve Geliştirilmesi İçin Yapılması Gerekenler (Master's thesis, Anadolu University (Turkey)).
- Yalçınkaya, A., (2016). Hava Kargo Kavramı ve Tarihçesi. *Hava Kargo ve Tehlikeli Maddeler* (s. 2- 27). Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Basımevi.
- Yang, X., Wang, T., Liang, J., Yao, G., & Liu, M. (2015). Survey on the novel hybrid aquatic–aerial amphibious aircraft: Aquatic unmanned aerial vehicle (AquaUAV). *Progress in Aerospace Sciences*, 74, 131-151.
- Yayla, T. (2022). Uluslararası Ticarete Havayolu Yük Taşımacılığının Gelişimi ve Performansını Etkileyen Faktörler: Türkiye Üzerine Teorik Bir İnceleme Factors Affecting The Development And Performance Of Airline Freight Transport In International Trade: A Theoretical Review On.
- Yeşilay, R. B., & Macit, A. (2020). Dünyada ve Türkiye’de drone ekonomisi: Geleceğe yönelik beklentiler. *Beykoz Akademi Dergisi*, 8(1), 239-251.
- Yetiş, H., Güngör, Z., & Karaköse, M. (2021). Araç-İHA İşbirliği ile Kargo Teslimatları İçin Ortak Rota Optimizasyonu. *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, 33(2), 135-144.
- Yıldırım, B. F. (2020). Güçlü zayıf yöntemi ile proje değerlendirme için alternatif bir ölçek önerisi: KOSGEB örneği. *Yönetim Bilimleri Dergisi*, 18(38), 747-765.
- Yıldız, M., & Mutlu, S. (2020). Sivil havacılıkta elektrikli yer hizmetleri teçhizatı kullanımı faydalar, kısıtlar ve öneriler. *Mühendislik Bilimleri ve Tasarım Dergisi*, 8(1), 314-325.

- Yiğit, E., Yazar, I., & Karakoç, T. H. (2018). İnsansız hava araçları (İHA)'nın kapsamlı sınıflandırması ve gelecek perspektifi. *Sürdürülebilir Havacılık Araştırmaları Dergisi*, 3(1), 10-19.
- Yoo, W., Yu, E., & Jung, J. (2018). Drone delivery: Factors affecting the public's attitude and intention to adopt. *Telematics and Informatics*, 35(6), 1687-1700.
- Yurek, E. E., & Ozmutlu, H. C. (2018). A decomposition-based iterative optimization algorithm for traveling salesman problem with drone. *Transportation Research Part C: Emerging Technologies*, 91, 249-262.
- Zhang, A., & Zhang, Y. (2002). Issues on liberalization of air cargo services in international aviation. *Journal of Air Transport Management*, 8(5), 275-287.



EKLER

EK 1: Etik Kurul Onayı

Bu çalışma için etik kurul onayı Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi İnsan Araştırmaları Etik Kurulu'nun (Sosyal ve Beşeri Bilimler Etik Kurulu) 30/04/2025 tarihli ve 04/08 numaralı kararı ile alınmıştır.



ÖZGEÇMİŞ

Ad Soyad: Gülhan DOĞANAY	
Eğitim Bilgileri	
Lisans	
Üniversite	Erzincan Binali Yıldırım Üniversitesi
Fakülte	Ali Cavit Çelebioğlu Sivil Havacılık Yüksekokulu
Bölümü	Havacılık Yönetimi
Yüksek Lisans	
Üniversite	
Enstitü Adı	
Ana Bilim Dalı	
Programı	
Makale ve Bildiriler (Varsa)	
1. Mütevazı Liderlik ve Örgüt Yararına Etik Dışı Davranış Arasındaki İlişkide Kişi Örgüt Uyumunun Aracı Rolü. Koçak D./ Doğanay G., ASES VI. International Conference on Social Sciences, Van, Türkiye, 16 Haziran 2023, ss.350-358 2. Seasonal Personnel Selection of Ground Handling Companies in the Airline Industry: A Proposed Integrated BWM-ARAS MCDM Model. Keleş T., Doğanay G., Atalay S., Research in Aviation Management 2023 / June / ISSN: 2822- 3969	