

**İNSANSIZ HAVA ARACI KAZALARININ ÖNLENMESİNDE
ÖRNEK BİR RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI**

Murat GÜLEN

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRILMASI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

ARALIK 2006

ANKARA

Murat GÜLEN tarafından hazırlanan İNSANSIZ HAVA ARACI KAZALARININ ÖNLENMESİNDE ÖRNEK BİR RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI adlı bu tezin Yüksek Lisans tezi olarak uygun olduğunu onaylarım.

Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK
Tez Yöneticisi

Bu çalışma, jürimiz tarafından oy birliği ile Kazaların Çevresel Ve Teknik Araştırılması Anabilim Dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan : Prof. Dr. Mahmut GÜLESİN

Üye : Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK (Danışman)

Üye : Prof. Dr. Faruk MENDİ

Üye : Prof. Dr. Reşat KASAP

Üye : Doç. Dr. Enver AYDOĞAN

Tarih : 21 / 12 / 2006

Bu tez, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kurallarına uygundur.

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin etik davranış ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada orijinal olmayan her türlü kaynağa eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

Murat GÜLEN

İNSANSIZ HAVA ARACI KAZALARININ ÖNLENMESİNDE ÖRNEK BİR RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Murat GÜLEN

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

Aralık 2006

ÖZET

Bu çalışmada; İnsansız Hava Aracı sistemlerinde bakım ve uçuş faaliyetleri esnasında ortaya çıkabilecek tehlikelerin analizi yapılarak, operasyonel açıdan riskli sahaların incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada genel olarak, risk analizi metodolojisini ortaya koyma ve örnek bir uygulama üzerinde hazırlanan Risk Yönetim Programı'nı kullanıcıların istifadesine sunma amacı güdülmüştür. Uygulama safhasında, İnsansız Hava Aracı sistemleri üzerinde uzmanlaşmış personelin tecrübelerinden yararlanılmış, uçuş emniyetine öncülük eden uluslararası havacılık şirketlerinin kullandığı beş adımdan oluşan risk yönetim tekniği kullanılmıştır. İnsan, uçak, görev ve çevreden oluşan temel risk faktörlerinin incelenmesiyle örnek bir risk analizi uygulaması yapılmıştır. Daha sonra klasik yöntemlerle oluşturulan çizelgeler, Delphi 7.0 yazılım programı ile hazırlanan Risk Yönetim Programı'na aktarılmış ve kullanıcıların kolaylıkla anlayabileceği ve faydalanabileceği bir ortam oluşturulmuştur.

Bilim Kodu : 708.1.121
Anahtar Kelimeler : İnsansız Hava Aracı, Risk Yönetimi, Kaza
Sayfa Adedi : 116
Tez Yöneticisi : Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK

**THE APPLICATION OF A SAMPLE RISK MANAGEMENT IN
PREVENTING UNMANNED AIR VEHICLE ACCIDENTS**

(M.Sc.Thesis)

Murat GÜLEN

**GAZI UNIVERSITY
INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY**

December 2006

ABSTRACT

In this research, by doing the risk analysis of the dangers those could take place in the flight and maintenance activities of Unmanned Air Vehicles (UAVs), the examination fields that are operationally risky were aimed. In general, throughout the research, the purpose was putting forward the risk analysis methodology and providing the end users with a “Risk Management Program” prepared and produced though a sample application. In the application of the sample, the experience of UAV experts and personnel were exploited and the five step risk management techniques used by outstanding international aviation companies were applied. Human crew, aircraft, mission and environment which comprise the main risk factors examined and a sample risk analysis were undertaken. Then, the tables prepared through classical methods were transformed into “Risk Management Program” prepared with Delphi 7.0 programming language and an environment that users can easily understand, and can be benefited was provided.

Science Code	: 708.1.121
Key Words	: Unmanned Air Vehicle, Risk Management, Accident
Page Number	: 116
Adviser	: Assistant Prof. Dr. Hüdayim BAŞAK

TEŞEKKÜR

Çalışmam boyunca değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren hocam Yrd. Doç. Dr. Hüdayim BAŞAK'a, yine kıymetli tecrübelerinden faydalandığım Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü hocalarıma, önemli eleştiri ve katkıları için tüm jüri üyelerine, Kara Havacılık Okulunda görevli tüm çalışma arkadaşlarıma ve manevi destekleriyle beni hiçbir zaman yalnız bırakmayan sevgili eşim Meral ve kızım Melis'e teşekkürü bir borç bilirim.

Çalışmamda yer alan görüş ve öneriler, kişisel düşüncelerim olup herhangi bir kurum veya makamı bağlayıcı değildir.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT	v
TEŞEKKÜR	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xii
SİMGELER VE KISALTMALAR	xiii
1. GİRİŞ	1
2. RİSK YÖNETİMİ KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR	5
3. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI	11
3.1. İnsansız Hava Araçlarının Tarihi Gelişimi	11
3.2. İnsansız Hava Aracının Tanımı	13
3.3. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları	14
3.3.1. Askeri görevler	15
3.3.2. Sivil görevler	16
3.4. İnsansız Hava Aracının Teknolojik Açılımı	16
3.5. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri ve Teknolojileri	18
3.5.1. Menzil ve uçuş sürelerine göre İHA çeşitleri	18
3.5.2. Kullanım amaçlarına göre İHA çeşitleri	19
3.5.3. Görev yapılarına göre İHA çeşitleri	19
3.5.4. İHA alt sistemleri	20
3.6. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları	31

Sayfa

3.6.1. Avantajları	31
3.6.2. Dezavantajları	32
3.7. İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Maliyet Etkinliği.....	32
3.8. Günümüz İnsansız Hava Aracı Sistemleri.....	34
3.8.1. Pistten kalkıp, piste inen İHA'lar	34
3.8.2. Rampadan fırlatılan ve paraşütle inen İHA'lar.....	34
3.9. Gelecekteki İnsansız Hava Aracı Sistemleri	36
3.9.1. İHA sistemlerinin teknolojik gereksinimleri	36
3.9.2. İHA sistemlerine yönelik teknolojik gelişme alanları	38
3.10. İnsansız Hava Aracı Sistemlerindeki Muhtemel Gelişmeler	39
3.10.1. Mikro hava araçları (Micro aerial vehicles).....	39
3.10.2. İnsansız savaş hava araçları (Unmanned combat air vehicles).....	44
3.10.3. İnsansız hava araçları hakkında genel değerlendirme.....	45
4. UÇUŞ EMNİYETİ VE KAZA ÖNLEME	47
4.1. Uçuş Emniyeti.....	47
4.2. Hava Aracı Kaza ve Olayı.....	47
4.3. Kaza Nedenleri	48
4.3.1. İnsan faktörü	50
4.3.2. Malzeme faktörü.....	50
4.3.3. Görev faktörü.....	51
4.3.4. Çevre faktörü	51
4.3.5. Yönetim faktörü.....	51
5. RİSK YÖNETİMİ	53

Sayfa

5.1. Risk Yönetimi Terminolojisi	54
5.1.1. Risk kavramı	54
5.1.2. Havacılıkta risk	56
5.2. Risk Yönetimi Nedir?	57
5.3. Risk Yönetiminin İlkeleri	58
5.4. Risk Yönetiminin Prensipleri	59
5.5. Riskle Başa Çıkma Teknikleri	60
5.5.1. Riskten kaçınma	61
5.5.2. Riski azaltma	61
5.5.3. Riski kabullenme	61
5.5.4. Riski aktarma (transfer etme)	62
5.5.5. Riski paylaşma	63
5.6. Risk Yönetim Süreci	63
5.6.1. Risk tanımlaması	64
5.6.2. Risk analizi	66
5.6.3. Risk azaltma ve risk kararı	71
5.6.4. Risk izleme ve kontrol tedbirlerinin uygulanması	71
5.6.5. Denetleme ve değerlendirme	72
6. HAVACILIKTA RİSK YÖNETİMİ UYGULAMALARI	75
6.1. Havacılıkta Risk Yönetimi Uygulama Gereksinimi	75
6.2. Havacılıkta Risk Yönetimi Uygulama Örnekleri	78
7. İHA KAZALARININ ÖNLENMESİNDE ÖRNEK BİR RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI	82

	Sayfa
7.1. Genel Hususlar	82
7.2. Örnek Uygulama.....	83
7.2.1. Risklerin (tehlike) tanımlanması	85
7.2.2. Risk değerlendirmesi (analizi).....	89
7.2.3. Risk azaltma ve risk kararı	91
7.2.4. Risk izleme ve kontrol tedbirlerinin uygulanması.....	93
7.2.5. Denetleme ve değerlendirme	100
7.3. İnsansız Hava Araçları İçin Örnek Bir Risk Yönetim Programı.....	100
8. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	108
KAYNAKLAR	111
ÖZGEÇMİŞ	116

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kullanım amaçlarına göre İHA sınıflandırması.....	19
Çizelge 3.2. Çeşitli hava araçlarının uçuş maliyeti	33
Çizelge 5.1. Olasılık düzeyleri	67
Çizelge 5.2. Etki düzeyleri	68
Çizelge 5.3. Risk matrisi	70
Çizelge 7.1. İnsan faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri	87
Çizelge 7.2. Çevre faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri	88
Çizelge 7.3. Makine faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri	88
Çizelge 7.4. Görev faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri.....	89
Çizelge 7.5. Tehlikelerin olasılık ve etkileri ile risk derecesi	90
Çizelge 7.6. Tehlikelerin risk seviyeleri	94
Çizelge 7.7. Risk seviyesi değerlendirme cetveli.....	99
Çizelge 7.8. Karar yetki tablosu.....	99

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 4.1. Kaza oluşturan faktörlerin etkileşimleri	49
Şekil 4.2. James Reason’un “İsviçre Peyniri” modeli.....	49
Şekil 5.1. Riskin başlıca öğeleri ve fonksiyonları.....	55
Şekil 5.2. Risk yönetim modeli	64
Şekil 7.1. İHA risk yönetim modeli	84
Şekil 7.2. Risk Yönetim Programı (İHA_RYP) penceresi.....	102
Şekil 7.3. İHA_RYP “Personel Kategorisi” penceresi.....	103
Şekil 7.4. İHA_RYP’de elde edilen “Düşük Risk” görüntüsü.....	104
Şekil 7.5. İHA_RYP’de elde edilen “Ön Dikkat” görüntüsü.....	105
Şekil 7.6. İHA_RYP’de elde edilen “Yüksek Dikkat” görüntüsü	105
Şekil 7.7. İHA_RYP’de elde edilen “Yüksek Risk” görüntüsü	106
Şekil 7.8. Eksik giriş yapıldığının ikazı	107

SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklama
ABD	Amerika Birleşik Devletleri
DARPA	ABD Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansı
DGPS	Değişken Küresel Konumlandırma Sistemi
EO	Elektro optik
FAA	Amerikan Federal Havacılık Otoritesi
GPS	Küresel Konumlandırma Sistemi
HVT	Hava Veri Terminali
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı
INS	Atalet Serüsefer Sistemi
IR	Kızıl ötesi
İHA	İnsansız Hava Aracı
İHA_RYP	İnsansız Hava Aracı Risk Yönetim Programı
MALE	Orta İrtifa Yüksek Dayanımlı
MTI	Hareketli Hedef Takibi
NASA	Ulusal Havacılık ve Uzay Dairesi
NATO	Kuzey Atlantik
RF	Radyo frekans
RPV	Uzaktan Kontrollü Uçak
RÖS	Risk Öncelik Sayısı
SAR	Sentetik Açılımlı Radar
UAV	Unmanned Air Vehicle (İnsansız Hava Aracı)
VTOL	Dikey kalkış ve iniş
YAMAHA	Yabancı Madde Hasarı
YKİ	Yer Kontrol İstasyonu
YVT	Yer Veri Terminali

1. GİRİŞ

Günümüz savaşlarında harekâtın kısa sürede sonuç alıcı bir şekilde icra edilebilmesi, bilgi üstünlüğünün sağlanması ile bilgi üstünlüğünün karar ve icra üstünlüğüne dönüştürülmesini zorunlu kılmaktadır. Bilgi, karar ve icra üstünlüğü ise, düşmandan önce ve düşmana nazaran daha derin mesafelerdeki hedeflerin doğru ve zamanında tespit ve teşhis edilmesini, bilgilerin gerçek zamanlı veya gerçek zamana yakın olarak harekât alanında bulunan komutana aktarılmasını, düşmandan hızlı karar verilmesini ve düşmandan hızlı tepki göstererek, tüm kuvvetlerin sinerji yaratacak şekilde kullanılmasını gerektirmektedir.

Zaman, mekan ve araçlar bakımından çok boyutlu, derinliği ve genişliği fazla bir ortamda cereyan edecek olan geleceğin muharebelerinde, komutanların taktik resmi gerçek zamanlı ve doğru olarak elde etme imkanına sahip olmalarının sağlayacağı yararlar oldukça fazladır. Sahip olduğu kabiliyetler ile bu imkanı sağlamada büyük rolü olacağı değerlendirilen İnsansız Hava Araçları (İHA), mevcut ve geliştirilen teknolojilerin entegre edildiği komple bir istihbarat, taktik hava savunma ve saldırı sistemi olarak, gelecek yıllarda bütün ülkelerin Silahlı Kuvvetleri için vazgeçilmez bir öneme sahip olacaktır.

İnsansız Hava Araçları, pilot ve uçak kayıplarını asgariye indirmek, düşmanın derinliklerine nüfuz ederek görüntü istihbaratını elde etmek amacıyla, öncelikle kriz bölgelerinde kullanılmaktadır. İnsansız Hava Araçları, Körfez Krizi ve Kosova Harekâtında yoğun olarak kullanılmıştır [1-3].

Silah menzillerinin artması ve silah sistemlerinde elektronik ve optik kombinasyonların kullanımı, mobil yeteneği artan düşmanın hareketliliği, doğru bir zamanlama ile keşif yapma zorunluluğunu artırmıştır. Taarruzların gece şartlarına yönelmiş olması, gece de keşif yapılması ihtiyacını ortaya çıkarmıştır. Harekât alanının derinliklerinde daha çok su üstü keşfi ve silahların menzili dahilinde tespit olunan hedeflerin imhası amacıyla, nokta hedeflerinin keşfi ve bu hedefler hakkında çok süratli veri iletişiminin sağlanması gerekmektedir. İşte zamanla

meydana gelen bütün bu gelişmeler İnsansız Hava Aracı (İHA)'nın doğmasına sebep olmuştur [1-3].

İnsansız Hava Araçları, içerisinde pilot bulunmayan, programlanarak veya uzaktan kumanda ile uçan, uçuş sonrası indirilerek yeniden kullanılabilen, belirli bir motor gücüne sahip, değişik amaçlar için tasarlanan hava vasıtalarıdır. Harekât ortamında görevlerin çoğunun yüksek risk ortamında yapılıyor olması, pahalı uçaklar ile zor yetişen değerli savaş pilotlarının kaybedilme olasılığını artırmış, bu kayıplardan kaçınmak maksadıyla da İnsansız Hava Araçlarının kullanımı gündeme gelmiştir. Bu uçaklarda temel fikir ve esas avantaj, yerde bulunan bir operatörün aracı kontrol edip yönlendirmesidir. Bu nedenle de kullanıcı risk altında değildir. Uçuş esnasında fiziksel ve psikolojik gerilim altında çalışmaz [3].

İlk olarak Birinci Dünya Savaşı'nda İngiltere tarafından kullanılan İnsansız Hava Araçları, gelişen teknolojiye paralel olarak büyük bir aşama göstermiştir. İnsansız Hava Araçlarında meydana gelen bu gelişmelerle birlikte, kullanıldıkları alanlar da oldukça genişlemiştir. Bugün başta askeri alan olmak üzere, İnsansız Hava Araçları birçok sivil alanda da kullanılmaktadır [2, 3].

Özellikle 1980'li yıllardan sonra, başta Amerika Birleşik Devletleri ve İsrail olmak üzere, İnsansız Hava Aracı teknolojisinde büyük aşama kaydedilmiştir [1, 2]. Gelişen bu teknolojiyle birlikte bugün birçok devlet tarafından çeşitli amaçlarla İnsansız Hava Aracı üretilmektedir. İleriye dönük yapılan çalışmalar İnsansız Hava Araçlarının her geçen gün artarak kullanılacağını göstermektedir [2]. Bunun başlıca sebepleri, savunma harcamalarının astronomik boyutlara ulaşması ile kuvvet yapısı oluşturmada maliyet etkin çözümler aranması, birliklerin giderek artan bir şekilde gelişen silah sistemleri ile vurulabilme olasılığının artması ve bir harekatta insan kayıplarının en az seviyede olması gerekliliği fikrinin kabul görmesidir. İnsana verilen değer in yükselişine paralel olarak yüksek risk taşıyan görevlerde, görevin insanlı platformlardan İnsansız Hava Araçlarına kaydırılma eğilimi doğmaktadır [2, 3].

Dünyadaki köklü değişimlerde kilit rolü, teknolojideki gelişmeler oynamaktadır. Hızlı değişim, geleceğe ilişkin kararlarda belirsizliği artırmaktadır. Değişimle birlikte artan belirsizlik, karar mekanizmaları için bir risk kaynağıdır. Çok çeşitli risklerin varlığı, beraberinde risk yönetimi kavramını doğurmuştur [4]. Artan risklerin yönetimi, kuruluşların başarı şansını artıracak önemli disiplinlerden biri olarak gündeme girmiştir. Risk yönetimi, mal ve can kayıplarının en aza indirilmesi, emniyetli ve güvenli bir yaşam / çalışma ortamı yaratılmasında zorunlu bir kavram haline gelmiştir. Gerek endüstriyel, gerekse toplumsal mekanlarda oluşabilecek risklerin en düşük seviyelere indirilmesi amacıyla alınacak önlemler risk yönetiminin başlıca konularını oluşturmaktadır [5].

Geçmişte risk yönetimi, sistem mühendisliğinin bir fonksiyonu olarak ele alınmaktaydı. Risk yönetiminin sistem mühendisliği kapsamında da ele alınması kaçınılmazdır, ancak sistem mühendisliği risk yönetiminin yalnızca belli bir kısmını içerir [5, 6]. Günümüzde, problemlerin oluşmadan önlenmesini gerçekleştirmek hedefini taşıyan önleyici yaklaşımlar, risk yönetiminin etkin bir şekilde uygulanabilmesine olanak tanır.

Risklerin incelendikleri durumlar karmaşılaştıkça ve kriterler arttıkça, karar vermek güçleşir. Karar verme mekanizmalarının çoğu, karar verme sürecinde başlangıç noktası olarak sezgi ve yargılarını kullanırlar. Önemli riskler içeren kararlarda ise yargı ya da sezginin ötesine gidebilmek, ancak risk yönetiminin sistematik olarak uygulanması ile mümkündür. Riskin kritiklik derecesi ve sonuca etkisi bilinmelidir [4, 5]. Risk, tüm işin aksamasına neden olacaksa kabul edilmemeli ve riskleri zararsız hale getirecek ya da tamamen ortadan kaldıracak risk azaltma ya da önlem plânları geliştirilmelidir.

Havacılıkta güvenilirlik, emniyet ve güvenlik gerekliliklerinden dolayı, tehlikelerin ve risklerin belirlenmesi gerekmektedir. Hiçbir sistemde riskleri tamamen yok etmek mümkün değildir [5, 7]. Risk yönetimi ile ancak riskler önceden tahmin edilebilir, kontrol altına alınabilir ve önlemler geliştirilebilir. Riskler yönetilmediğinde, sadece

yüksek maliyetli olan değil, tüm sektördeki potansiyel hatalarda önemli artışlar olacaktır.

Havacılık kazalarının tekrarlanmamaları amacıyla, havacılıkta meydana gelen kazaların ayrıntılı incelemesi yapılarak kaza nedenleri araştırılmaktadır. Bu tür yöntemlerle, bir kaza meydana geldikten sonra nedenleri araştırılarak bir veri bankası oluşturulmaya çalışılır. Bu kapsamda, çeşitli analiz teknikleri kullanılarak, elde edilen bilgiler incelenir. Bu bilgilerin doğru analiziyle, bir uçuş görevinde tehlike yaratabilecek muhtemel durumların tespiti, proaktif yaklaşımı ifade eden risk yönetiminin gerekliliğini ortaya koyar [4-6, 8].

Bu çalışmada; İnsansız Hava Aracı (İHA) kaza ve olaylarının analizinde risk yönetimi metodolojisinin kullanılması ve riskli sahaların incelenmesi amaçlanmıştır. Böylelikle, havacılıkta en önemli husus olarak kabul edilen uçuş emniyetinin artırılması söz konusu olacaktır. Bu incelemenin, risk yönetimi hususunda yapılacak çalışmalara ışık tutabileceği ve İHA'larla ilgili uygulamalarda önceliklerin bu sahalara yönlendirilebileceği değerlendirilmektedir.

Kazaların analizinde çok çeşitli risk değerlendirme teknikleri kullanılmaktadır. Amerika Federal Havacılık Otoritesi, NASA, başta ABD olmak üzere gelişmiş ülkelerin silahlı kuvvetleri ve Transport Canada gibi sivil havacılık şirketleri, muhtemel tehlikelerin belirlenerek mevcut risklerin azaltılmasını içeren risk yönetim sürecini uygulamaktadır [4].

Uçuş emniyet yönetimi, önemli görevlerin sistematik yönetim metotları açısından finansal yönetim sistemleriyle kıyaslanabilir. Ancak bu çalışmada finansal risklerden bahsedilmeyecek, operasyonel risk sahaları üzerinde durulacaktır.

2. RİSK YÖNETİMİ KONUSUNDA YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Risk yönetimi konusundaki çalışmalar genellikle sigortacılık, bankacılık, proje yönetimi ve insan faktörünün sıkça karşılaştığı ulaşım konularında yoğunlaşmaktadır. Risk yönetimi konusunda yapılmış olan çalışmalar kapsamlı bir literatür taramasından geçirilmiştir.

Risk ve risk yönetimi üzerindeki kültürel etkileri, örnek olaylar çerçevesinde inceleyen Vuuren (2000), organizasyonların ve yöneticilerin ancak kötü sonuçlar doğuran olaylar olduktan sonra emniyete ilişkin konulara ve araştırmalara ilgi gösterdiğini ifade etmektedir. Araştırmacı örgütsel hatalardan kaynaklanan emniyete ilişkin problemleri; örgütün yapısı, örgütün strateji ve amaçları, örgütün emniyet kültürü olarak üç ana başlık altında toplamaktadır [9]. Vuuren (2000) yaptığı bu sınıflandırmayı Alman çelik endüstrisinden seçtiği örnek olaylar ve veriler üzerinde deneysel olarak uygulamıştır. Risk yönetimi üzerindeki kültürel etkiler yönetimin önceliklerini ve insan hatasını algılama şekillerini belirlemektedir. Kaza ve olayların oluşmasında insan hataları ile teknik problemlere odaklanmış olan geleneksel bakış açısının, örgütsel ve kültürel etkileri de içine alan geniş çerçeveli bir bakış açısı ile değiştirilmesi gerekmektedir. Bu şekilde genellikle görünürde olmayan kültürel faktörler de tespit edilebilir ve emniyet kültürü geliştirilebilir. Örgütsel hataların üç temel tipi olan örgütün yapısı, örgütün strateji ve amaçları, örgütün emniyet kültürü, emniyete ilişkin bir olayın oluşumunda birbirleriyle etkileşim halindedir. Farklı durumlarda farklı risk yönetim modellerinin arayışına girmek yerine doğru soruları soran ve olayların kökenine inen teknikleri kullanmak daha etkili sonuçlar doğuracaktır [9].

Hava aracı kazalarının önlenmesine yönelik koruyucu bakım faaliyetlerinde risk yönetimi uygulamaları başlıklı çalışmada Doğu (2003), hava aracı bakım kademelerinde var olan ve kaza üreten olumsuz faktörleri tespit etmeye çalışmış ve bunların kazaya neden olmadan önce ortadan kaldırılmasına yönelik bir model önerinde bulunmuştur [10]. Çalışmasında beş basamaklı risk yönetim modelini kullanan araştırmacı ortaya konan metodolojinin bütün hava aracı bakım

organizasyonlarına yaygınlaştırılabileceğini, uçuş ve yer emniyeti konularında yeterli düzeye ulaşılabilmesi için risk yönetimi eğitimlerinin üzerinde durulması gerektiğini ve risk yönetiminin bir organizasyon kültürü haline getirilmedikçe kaza ve olayların engellenemeyeceğini vurgulamaktadır [10].

Jo ve Park (2003) yaptıkları çalışmada, toplam riski düşürmede insan hatalarının dinamik yönetimi ile kısa sürede, ilave yatırım gerektirmeden emniyetin artırılabilceğini ifade etmektedir [11]. Endüstriyel alanlarda kullanılan klasik risk yönetim süreçleri mekanik parçaların güvenilirliği ve kazaların sonuçlarına odaklanmış durumdadır. Oysa emniyetin artırılması ve kazalardan korunma konusunda insan faaliyetleri kilit bir rol oynamaktadır. Endüstriyel kaza analizleri incelendiğinde kazalardaki insan faktörünün %50'den %80'lere kadar değiştiğini göstermektedir. Çoğu zaman tek bir insan hatası çok büyük kazalara neden olmaz. Büyük kazaların temelinde genellikle insan hataları ve mekanik problemler de dahil olmak pek çok neden yatmaktadır [11].

Havacılıkta emniyet açısından risk yönetimi ve havacılık örgütlerinden uygulama örnekleri başlıklı çalışmasında Yılmaz (2003), genel olarak risk ve risk yönetimi kavramlarının açıklamasını yaptıktan sonra havacılık sektöründe kullanılan risk yönetimi modelleri üzerinde durmuştur [12]. Üniversitelerin risk yönetimi konusunda yapabileceklerini; işletme bölümlerinde risk yönetimi konusunun detaylı olarak incelendiği bir müfredat haline getirilmesi ve bu konuda yapılacak bilimsel araştırmaların teşvik edilmesi, işletmelerde risk yönetimi kültürünün oluşturulması için personel eğitimi programlarının geliştirilmesi, havacılık alanında kullanılabilecek risk yönetim modellerinin ortaya konulması ve bunların işletmelere önerilmesi olarak sıralamaktadır [12].

Duarte (2004) hidroelektrik santrallerinde yangın güvenliğine yönelik bir risk yönetimi çalışması yapmıştır [13]. Bu çalışmada araştırmacı üç basamaklı bir yaklaşım sergilenmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bunlar; ilk olarak tehlikelerin tanımlanması, ikinci basamakta risk matrisleri aracılığı ile tehlikelerin değerlendirilmesi ve üçüncü basamak olarak da tedbirlerin alınmasıdır. Burada

alınacak tedbirlerin pro-aktif karakteristikli olması gerektiği özellikle üzerinde durulması gereken önemli bir konudur [13].

Kirkland ve arkadaşları (2004) inişte veya iptal edilmiş kalkışlarda pist dışına çıkan uçak operasyonlarının risk değerlendirmelerini yapmışlardır [14]. Araştırmacılar havacılıkta risk yönetiminin oldukça karmaşık bir iş ve genel olarak hedefin kabul edilebilir emniyet düzeyini yakalamak olduğunu ifade etmektedir. Bu bağlamda kabul edilebilir emniyet düzeyi; esneklik ve ekonomik güç arasındaki denge olarak tanımlanmaktadır. Çalışmada öncelikle tespit edilen temel faktörler; uçakların pist dışına çıkma olasılığı, uçakların pist dışına çıkmasından kaynaklanan hasarlar ve kaza sonucu analizleri geçmiş veriler kullanılarak modellenmiştir. Buradan elde edilen veriler ise örnek risk yönetimi uygulamasında kullanılmıştır. Araştırmacılar sonuç olarak, bu tür çalışmaların daha doğru sonuçlar vermesi için kullanılan verilerin tam ve geçmiş olaylara ait kayıtların dikkatli tutulmuş olması gerektiğini vurgulamaktadır [14].

Yazılım proje risk yönetimi konusunda yaptıkları çalışmada Fan ve Yu (2004), yazılım mühendisliği tekniklerinin belirsizlikleri ortadan kaldırmaya yeterli gelmediği için risk yönetiminin projelerin başarıya ulaşmasında hayati bir önem taşıdığını ifade etmektedir [15]. Tasarladıkları prosedürlerle risk yönetim sürecini sürekli bir karar destek döngüsünü haline getirmeye çalışmışlar ve yaklaşımlarının temel mantığını şöyle ifade etmişlerdir:

- Problemleri durumların kısa sürede tespit edilip düzeltilebilmesi için risk yönetiminin sürekli bir geri besleme döngüsü şeklinde uygulanması gereklidir.
- Sebep sonuç ilişkileri diyagramlar halinde görsel olarak incelenmeli ve risk kaynakları tesrit edilmelidir.
- Belirsizlikler modellenmeli ve ihtimal hesaplarına dayalı öngörüler yapılmalıdır. Yeni bir durum geliştiğinde, bu duruma ilişkin veriler süratle sisteme dahil edilmeli ve öngörüler güncellenmelidir.

Fan ve Yu (2004), geliştirdikleri proje risk yönetimi programının proje risklerini tahmin etme ve yöneticilere belirsizlik altında karar verme konularında yardımcı olabileceğini ifade etmektedir [15].

Mühendislik sistemleri için insan hatası risk yönetimi konulu çalışmasında Cacciabue (2004), insan hatası yöntemlerinin risk yönetim süreçlerindeki uygulamalarına ilişkin bir yol haritası önermektedir [16]. Araştırmacının önerdiği metodoloji, bir organizasyonun değişik süreçlerinde risk değerlendirmesi konusunda kullanılabilecek öğeleri içermektedir. Bu süreçler; tasarım, eğitim, emniyet ve kaza/olay sebeplerinin tespit edilmesidir [16].

Yılmaz (2005) sivil hava taşımacılığında risk sahalarının incelemesini yaptığđ çalışmasında, son beş yıl içinde gerçekleşen kaza ve olayların analizini yapmıştır [17]. 555 adet uçak kazasına ait veriden yararlanılarak yapılan istatistiksel analizlerde beş basamaklı risk yönetim modeli kullanılmıştır. İnsan, uçak, görev ve çevreden oluşan temel risk faktörlerinin incelenmesiyle beraber yapılan risk analizi sonucunda, insan faktörünün, iniş safhasının ve Ocak ayı ile Sonbahar, Kış mevsimlerinin çok yüksek risk değerlerine sahip oldukları tespit edilmiştir. Belirlenen ncelikler doğrultusunda, risk karar analizleri ve alınması gereken risk kontrol tedbirleri ile Türkiye ve dünyadaki standart uygulama usulleri incelenmiştir. Hasar boyutlarıyla beraber kaza olma olasılıklarının da dikkate alındığđ risk analiz yöntemlerinin faydaları ve uçuş emniyet birimlerinin, kendi risk modellerini oluşturmaları gerekliliği ortaya konulmuş, kaza riskini azaltıcı öneriler karar vericilerin istifadesine sunulmuştur [17].

Gheorghe ve arkadaşları (2005), tehlikeli maddelerin demiryolu ile ulaşımında var olan potansiyel risklerin değerlendirilmesi için klasik yöntemlerden farklı bir çalışma yapmışlardır [18]. Koruma nlemlerini tespit etmeye yönelik karar verme yöntemleriyle yapılan risk değerlendirmelerinin kaza sebeplerine sınırlı bir bakış açısıyla baktığını ve geleceğe ilişkin tahminlerde bulunmaktan uzak olduğunu ifade eden araştırmacılar, yaptıkları çalışmanın kayba neden olan sebepler, sonuçlar,

sistemin alt yapı elemanları ve organizasyon çevresi ile entegre edilmiş, yazılım destekli, gelişmiş bir çözüm önerisi olduğunu savunmaktadır [18].

İşletme risk yönetimi konusundaki çalışmasında O'Donnell (2005), risk yönetim programının en önemli safhasının, işletmenin stratejik ve operatif hedeflerine ulaşma kabiliyetlerini etkileyebilecek olayların listelenmesini içeren olay tanımlama safhası olduğunu ifade etmektedir [19]. O'Donnell (2005) risk değerlendirmesinde yer alacak olayların tanımlanması esnasında bütünsel bakış yönteminin nasıl kullanılabileceğini açıklamaktadır. Araştırmacı uyguladığı olay tanımlama tekniği ile işletme risklerinin küçük seviyede iken tespit edilebileceğini ve organizasyonun hedeflerine ulaşmasını engelleyebilecek olaylara neden olmadan bertaraf edilebileceğini ifade etmektedir. Bu tekniğin uygulamasına öncelikle organizasyonun değerler sisteminin haritası çıkartılarak başlanmaktadır. “Değer zinciri” olarak da ifade edilen değerler sistemi, işletmenin amaçlarına ulaşmak için benimsediği ilkelerin toplamıdır [19]. Değer zinciri haritasının ortaya konulması ile işletmenin üretim süreçleri boyunca ortaya çıkabilecek olaylar daha doğru ve detaylı bir şekilde tespit edilebilmektedir. İşletme risk yönetiminin olay tanımlama safhası için iki temel hedef vardır: Potansiyel olaylar listesinin geliştirilmesi ve olaylar arasındaki ilişkilerin hesaplanması ve ortaya konulması [19]. Değer zinciri haritalarında ortaya çıkarılan organizasyon içi ilişkiler ve bağlantılar olay tanımlama safhasında olaylar arasındaki ilişkilerin belirlenmesine yardımcı olmaktadır. Bu sayede, alınacak risk yönetim kararlarının doğru yönde olması sağlanmaktadır [19].

Sharma ve Chakravarti (2005) İnsansız Hava Aracı (İHA) kaza ve olaylarında insan faktörünü incelemişlerdir [20]. Çalışmada Hindistan Hava Kuvvetlerinin 2000-2004 yılları arasında yaşamış olduğu İHA kaza ve olaylarına ilişkin veriler analiz edilmiştir. İnsan faktörünün kaza ve olayların oluşumu üzerinde önemli etkilerinin olduğu tespit edilmiştir. Sharma ve Chakravarti (2005), insan faktörünün etkilerini kontrol etmek ve kaza/olay oluşum ihtimallerini azaltmak üzere mürettebat kaynakları eğitiminin önemi vurgulamaktadır [20]. İHA gibi karmaşık sistemlerin değerlendirilmesinde hata ve problemlerin kullanıcılar doğrudan veya dolaylı bir şekilde atfedilmesi çok karşılaşılan bir durumdur. Mürettebat kaynakları yönetimi

olumsuz durumların ortaya çıkmasını engellemek, yaygın sorumluluk anlayışı ile kazalardan korunmak üzere kullanılabilir. Mürettebat kaynakları yönetimi eğitimi görevlerin başarı ile tamamlanması için iletişimi yüksek, iyi entegre edilmiş takımlar oluşturulmasına yardımcı olmaktadır [20].

Uçuş kazalarının önlenmesi amaçlı görev planlamasında risk yönetimi konulu çalışmada Barlas (2006), askeri uçuş görevlerinde uçuş kazalarının azaltılmasına yönelik bir risk yönetim programı gerçekleştirilmiştir [21]. Öncelikle uçuş esnasında meydana gelen kazaların nedenleri araştırılmış ve risk grupları sıralanmıştır. Sonra bu risk gruplarına değerlendirme notları verilmiştir. Klasik yöntemle yapılan görev planlamasında tecrübeye dayalı bir yöntem benimsenmektedir. Bu durum insan kaynaklı uçuş kazalarının meydana gelmesine sebep olmaktadır. Yapılan çalışmada ise, göreve gidecek pilotların seçiminde bilgisayar programından faydalanılmaktadır. Programda risk değerleri ve pilotların uçuş özellikleri bilgisayara aktarılmıştır. Komutan uçuş şartlarına göre görevde karşılaşılabilecek tehlikelerin risk değerlerini seçmekte ve program veri tabanında kayıtlı güncel pilot bilgilerinden görevin riskini karşılayabilecek uygun pilotların listesini vermektedir. Program güncellemeye açık olup yeni risk grup ve değerleri ile pilot bilgilerinin girilebilmesini sağlamaktadır. Araştırmacı yapılan çalışmanın uçuş görevlerine çıkacak pilotların seçiminde hızlı ve doğru kararlar vermeyi sağlayacağını ifade etmektedir. Ayrıca yapılan görev risk yönetim programı ile uçuş kazalarında önemli faktörler olan idari ve insan kaynaklı hataların azalacağı değerlendirilmektedir [21].

3. İNSANSIZ HAVA ARAÇLARI

3.1. İnsansız Hava Araçlarının Tarihi Gelişimi

İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemlerinin tarihsel gelişimini üç ana başlık altında toplamak mümkündür [1]:

- Dronlar,
- Uzaktan Kumandalı Uçaklar (Remotely Piloted Vehicles, RPVs),
- İnsansız Hava Araçları (Kısmen veya tümü ile otonom).

Oldukça sınırlı yeteneklere sahip dronların ilk kullanımı, Birinci Dünya Savaşı'na kadar uzanmaktadır. İlk İnsansız Hava Aracı Kettirieng Bug, 1918 yılında İngiliz C.Ketterieng tarafından imal edilmiş hava torpidosudur. İngiltere 1934 yılında Deniz Kuvvetlerinde kullanılmak üzere bir modeli de geliştirmiştir. Genellikle insanlı bir uçaktan atılan hava hedefleri ve uçan bombalar şeklinde kullanılan bu ilkel araçların başarısız olduğu bilinmektedir [22].

İkinci Dünya Savaşı'nın sonlarına doğru Almanlar, müttefik devletlerin özellikle Deniz Kuvvetlerine karşı, Dornier 217 tipi uçaklardan bırakılan radyo kontrollü bombalarla büyük başarılar elde etmişlerdir. Savaş sonrasında dronlar, çoğunlukla uçaksavar sistemlerinin operatör eğitimlerinde hava hedefi olarak kullanılmıştır. Yine İkinci Dünya Savaşında Amerika Birleşik Devletleri, B-17 ve B-24 bombardıman uçaklarını uzaktan kumandalı birer uçak haline getirmeyi başarmıştır [22].

Amerika Birleşik Devletleri 1951 yılında Ateş Arısı (Fire Bee) olarak bilinen, ilk jet motorlu pilotsuz hedef uçağını üretmiştir. Ayrıca Kore Savaşı'nda Amerika Birleşik Devletleri, Cehennem Kedisi (Hell Cat) olarak anılan uzaktan kontrollü uçaklar imal etmiş ve bu hava araçlarına patlayıcı madde yükleyerek, düşmanın kritik askeri tesislerine karşı bir silah olarak kullanmıştır. Amerika Birleşik Devletleri, eski

Sovyet Sosyalist Cumhuriyetler Birliği üzerinde kullandığı bir U-2 keşif uçağını bir kaza sonucunda kaybedince, istihbarat toplamak maksadıyla 60000 feet irtifanın üzerinde uçabilen uzaktan komutalı keşif uçaklarını imal etmiş ve kullanmıştır [22].

Günümüzde kullanılan İnsansız Hava sisteminin harp sahasında diğer muharebe unsurları ile birlikte etkin olarak kullanımına ilk örnek, 1982 yılında İsrail'in Beka vadisindeki Suriye hava savunma sistemlerine yaptığı saldırıdır. Toplam 19 adet olan Suriye hava savunma bataryalarının 17 adedinin imha edildiği bu saldırıda, İnsansız Hava Aracı sistemleri keşif-gözetleme, hedef tespit, elektronik aldatma-karıştırma ve saldırı sonrası hasar tespit amaçları ile etkin olarak kullanılmıştır [2].

Yakın zamanda Amerika Birleşik Devletleri Körfez Savaşında, Pioneer ve Pointer adlı iki değişik İnsansız Hava Aracı sistemini denemiştir. Bu araçlardan menzili kısa olan ve çöl şartlarında kullanılmasında problemler çıkan Pointer etkili olamamış, bunun yanında Pioneer ise daha başarılı bir şekilde kullanılmıştır. 100 deniz mili mesafede uzaktan komutalı olarak uçurulabilen bu İnsansız Hava Aracı, Körfez Savaşı boyunca 307 sortide 1011 saat uçuş gerçekleştirmiştir. Amerika Birleşik Devletleri Kara, Deniz ve Deniz Piyade birlikleri bu harekatta, Pioneer İnsansız Hava Araçlarının sağladığı gerçek zamanlı istihbarat bilgilerinden istifade etmiştir [23]. Yine aynı savaşta İnsansız Hava Araçları, Suudi Arabistan'a yönelik Irak Hücumunu tespit etmiş ve Amerika Birleşik Devletleri birliklerinin zamanında tedbir almasına imkan sağlamıştır. Bu savaşta İnsansız Hava Araçları gerçek zamanlı istihbarat sağlamış ve hasar tespit görevlerinde kullanılmıştır. Amerika Birleşik Devletleri'nin resmi hükümet raporlarında Pioneer İHA sistemlerinden *istihbaratın kahramanları* şeklinde söz edilmiştir [3].

Ayrıca Bosna-Hersek Krizi ve Kosova Harekatı'nda başta Amerika Birleşik Devletleri olmak üzere, Almanya, Fransa ve İngiltere tarafından İnsansız Hava Araçları etkin bir şekilde kullanılmıştır. Özellikle bu son iki harekatta, yine Amerika Birleşik Devletleri üretimi bir İnsansız Hava Aracı olan Predator, 800 sorti görev uçuşunda toplam 5000 saatin üzerinde havada kalmıştır [24].

Türkiye Hava Uzay Endüstrisi Kurumu (TAI), 1993 yılı içinde 18 saat havada kalabilen bir İnsansız Hava Aracı üretmiştir. Bunun yanı sıra Savunma Sanayi Müsteşarlığı (SSM), terörle mücadelede istihbarat temin etmek maksadıyla, Kara Kuvvetleri Komutanlığınca kullanılmak üzere Falcon-600 ve Gnat-750 modeli İnsansız Hava Araçlarını tedarik etmiştir [1].

3.2. İnsansız Hava Aracının Tanımı

İnsansız Hava Aracının (İHA) İngilizce karşılığı, Unmanned Air Vehicle (UAV)'dir. Bazı dokümanlarda Uzaktan Kontrollü Uçak (Remotely Piloted Vehicle-RPV) veya Radyo Kontrollü Uçak olarak da adlandırılmaktadır. Aralarında nüanslar olmasına rağmen hepsi İnsansız Hava Aracı (İHA) olarak tanımlanabilir.

İnsansız Hava Aracı (İHA), kullanıcı olarak insan taşımayan, aracın havada tutunmasında aerodinamik kuvvetlerden yararlanan, önceden programlanarak veya yerden komuta ile harici bir pilot tarafından uçurulan, uçuş sonrası tahrip olan veya yeniden kullanılabilen, motor gücüne sahip hava aracıdır [25]. NATO İHA dokümanında yer alan tanıma göre; İnsansız Hava Araçları, istenilen aerodinamik uçuş kuvvetlerini pilotsuz olarak destekleyen, füze rotası haricinde ölümcül veya ölümcül olmayan faydalı yükleri uzaktan kumanda veya otomatik/otonom uçuşla taşıyabilen araçlardır [26]. İHA'lar bir hedefe gönderilebilir veya kumandası geri alınabilir. Kara Kuvvetlerince benimsenen ve resmi yayınlarda kullanılan İHA tanımı ise şöyledir: İHA, içerisinde pilot bulunmayan, yerdeki sabit veya mobil kontrol istasyonundan radyo frekans dalgaları ile komuta edilen, üzerine takılan faydalı yüke (kamera, radar, silah vb.) platform teşkil eden motorlu hava aracıdır.

İnsansız Hava Aracı sistemleri, özellikle askeri alanda, vazifenin kritik ve tehdidin yoğun olduğu görev bölgelerinde, insan kaybı riskinin bulunmaması ve hava aracı performansının insan zaaflarına bağlı olmaması gibi, insanlı sistemlere göre bazı avantajlara sahiptir.

İnsansız Hava Araçlarının günümüzde yoğun olarak ilgi görmelerinin en önemli nedeni, elektronik ve yazılım teknolojilerindeki gelişmelerin, maliyet ve performans açısından etkin sistemlerin geliştirilebilmesine olanak tanımasıdır. Bu sayede askeri uygulamalarda kullanımı yeni olmayan İnsansız Hava Aracı sistemleri, günümüzde sivil alanda da kendini kabul ettirir bir duruma gelmiştir.

Bazı bilim adamlarına göre *İnsansız Hava Aracı* (Unmanned Air Vehicle) tanımının, yanlış anlamalara neden olabileceği endişesi ile hatalı olduğu değerlendirilmekte, doğrusunun ise *İçinde Pilot Bulunmayan Hava Araçları* (Uninhabited Air Vehicle) tanımı olduğu öne sürülmektedir [27]. Bu görüş sahiplerine göre “İnsansız” tabiri, hava aracının uçuşu esnasında hiçbir şekilde insan katkısının ve müdahalesinin olmadığını ifade etmektedir. Bu tanımlama, Almanların geliştirdiği ve İkinci Dünya Savaşı esnasında kullandıkları V1 roketlerinin uçuşuna uymaktadır. Çünkü V1 roketleri bir kez fırlatıldıktan sonra uçuş yörüngesine hiçbir müdahale imkanı olmadan, otomatik olarak hedeflerine uçuyorlardı. Bu uçuşa bir insan katkısı veya müdahalesi mümkün değildi.

Günümüzdeki İHA’ların kullanımına daha uygun olan terim *İnsansız Hava Aracı* değil, *İçinde Pilot Bulunmayan Hava Aracı* terimidir [27]. Çünkü yerde bulunan pilot, uzaktan komuta ile uçuş esnasında her zaman uçuşa müdahale edebilir, uçuş rotasını değiştirebilir veya görevi tamamen iptal edebilir. Diğer bir deyişle pilot kokpitten çıkarılarak uçağı yerden kontrol edecek bir misyon yüklenmiştir.

3.3. İnsansız Hava Araçlarının Kullanım Alanları

İnsansız Hava Araçları hem askeri hem de sivil alanda pek çok görevleri yapabilecek imkan ve kabiliyetlere sahiptirler. Bu kullanım alanlarından bazıları günümüzde hayata geçirilmekle birlikte, bazıları ise gelecekte hayata geçirilme potansiyeline sahiptir.

3.3.1. Askeri görevler

İnsansız Hava Araçlarının keşif, gözetleme ve istihbarat maksatlı olarak kullanılmalarının yanında, meydana gelecek gelişmelere bağlı olarak 2020’li yıllarda İnsanlı Hava Araçlarının (uçaklar) yapmış olduğu görevleri yapabilecek seviyeye ulaşması beklenmektedir [25,26]. Bu gelişmelere bağlı olarak İnsansız Hava Araçlarının şu askeri görevleri icra etmesi öngörülmektedir:

- Keşif, gözetleme maksatlı ve gerçek zamanlı görüntü istihbaratı elde etmek, hasar tespiti yapmak, düşman derinliklerinde yapılan operasyonların neticelerini araştırmak,
- Ateş desteği imkanlarını artırmak, silahların etkilerini belirlemek, uzun menzilli, satıhtan satıha atılan güdümlü mermilerin etkinlikle kullanılması için gerçek zamanlı hedef bilgilerini aktarmak,
- Harekât alanında tanımlanmış taktik resmin tesis ve idamesinde, müşterek keşif, gözetleme sistemlerinde karada konuşlu veya yüksek irtifada görevli keşif ve gözetleme vasıtalarının kaplayamadığı alanları ve hedeflerin ayrıntılarını pozitif olarak tespit ve teşhis etmek,
- Açık denizdeki Taktik Komutanın veya Görev Kuvveti Komutanlığı / Görev Grubu Komutanlığının, satıhtan satıha, satıh ve/veya sualtından karaya uzun menzilli güdümlü mermi taarruzlarında ; düşmanı görülmeden görme, hedefin pozitif teşhisi ve hassas angaje ihtiyaçlarını karşılamak,
- Amfibi harekât öncesi plaj keşfi yapmak,
- Elektronik Harp desteği sağlamak,
- Meteorolojik araştırma ve NBC kontrolü yapmak,
- Karasuları ve sınır güvenliği imkanlarını artırmak,
- Sabit ve hareketli hedefleri vurmak,
- Düşman hava savunmasını etkisiz hale getirmek,
- Füze savunması,
- Sahte hedef oluşturmak,
- Yakın hava desteği sağlamak,

- Hava-hava savunması yapmak,
- Komuta kontrol ve muhabere imkanlarını artırmak,
- Havadan ve denizden trafik kontrolü yapmak,
- Dost ve düşman bölgesinde arama-kurtarma faaliyetleri icra etmek,
- Mayın tespiti yapmak,
- Sinyal istihbaratı bilgilerini temin etmek,
- Hedef işaretlemesi yapmak,
- Doğal afetlerde hasar tespiti ve arama-kurtarma faaliyeti icra etmek.

3.3.2. Sivil görevler

Günümüz koşullarında ve gelecekte İHA'lerden beklenebilecek sivil görev alanları şunlardır [25]:

- Havadan trafiğin gözlenmesi ve düzenlenmesi,
- Orman yangınlarının kontrol edilmesi,
- Arama görevleri,
- Hava kirliliğinin araştırılması,
- Meteorolojik hava tahminleri,
- Havadan tarım ilaçlaması,
- Maden arama,
- Cep telefonu ağını genişletme.

3.4. İnsansız Hava Aracının Teknolojik Açılımı

İnsansız Hava Aracı sistemi; havacılık, elektronik, mekanik, elektro-mekanik ve yazılım disiplinlerinin bir arada yer aldığı, teknolojik açıdan üst düzeyde, son derece karmaşık bir sistemdir. Doğal olarak bu nitelikte olan bir sistemin tasarlanmasında, alt sistemlerin seçimi ve geliştirilmesi çok kritik olmakla birlikte, bunların entegrasyonu ve testleri de önem kazanmaktadır [1].

Tipik bir İnsansız Hava Aracı sisteminin geliştirilmesinde kritik görülen alt sistemler ve bunların bazı bileşenleri şunlardır;

Hava aracı: Sistemin taşıyıcı platformu olan hava aracının uçuş performansı, görev gereksinimlerinin karşılanması açısından büyük öneme sahiptir. Görevin özelliğine bağlı olarak hava aracının konfigürasyon ve yetenekleri farklılıklar göstermektedir. Örneğin, düşük seviyeli arazi izleme (low-level terrain following) görevini yerine getirebilmek için yüksek manevra yeteneği ön plana çıkarken, uzun süreli keşif ve gözetleme görevlerinde havada kalış süresi önem kazanmaktadır [1, 2].

Hava aracı güç sistemi: Yüksek irtifada uçabilme ve uzun süreli havada kalabilme fonksiyonlarını karşılayabilme açısından önem arz eden sistemdir.

Hava aracı aviyonik sistemleri: Düşük hacim ve düşük ağırlıkta olma ve az güç sarfıyatı gibi parametreler İnsansız Hava Araçları aviyonik sistemleri için vazgeçilmez ölçütlerdir. İnsanlı hava araçlarına göre bünyesinde nispeten daha az karmaşık aviyonik sistemleri barındıran İnsansız Hava Araçları için bilgisayar, muhabere cihazları ve entegre INS (Inertial Navigation System) / GPS (Global Positioning System) en önemli aviyonik cihazlar olarak ön plana çıkmaktadır [1, 2].

Uçuş kontrol / otonom uçuş yazılımları: Hava aracı sisteminin verilen görevleri, gönderilen komutları gerçek zamanlı veya otonom olarak uygulayabilmesini sağlayan bu yazılımlar, gereken olgunluğa ancak uzun süreli test ve işletme çalışmaları sonucunda erişebilmektedir [1, 2].

Faydalı yükler: İnsansız Hava Aracı sisteminin görev performansını etkileyen en önemli unsurların başında gelmektedir. Düşük hacim ve düşük ağırlıkta olma, az güç sarfıyatı gibi parametreler, faydalı yükler için de teknolojik olanakları zorlayıcı etkenler olarak ortaya çıkmaktadır [1, 2].

Yer kontrol istasyonu: Sistemin kontrol merkezi olan bu alt sistem için, görev planlama, uygulama, izleme, değerlendirme yetenekleri ve kullanım / eğitim kolaylığı ön plana çıkmaktadır [1, 2].

Haberleşme sistemleri: Hava aracı ile yer kontrol istasyonu arasındaki iki yönlü veri akışının sürekliliği, sistem açısından en kritik unsuru teşkil etmektedir. Askeri uygulamalarda, güvenilirliğin yanında, aldatma ve karıştırma gibi düşmanca etkilere karşı direnç gösterecek, emniyetli datalinklere gereksinim duyulmaktadır. Bunlara ek olarak;

- Güdüm ve seyrüsefer sistemlerinin hassasiyeti ve güvenilirliği,
- Atmosferik ve elektromanyetik çevre koşullarına uyum özellikleri,
- Kendini koruma yetenekleri (askeri uygulamalar için),
- Açık sistem mimarisi,
- Ortak alt sistem çözümlerine sahip olma,
- Bakım, onarım ve diğer lojistik destek özellikleri,
- Güvenilirlik, yedekleme, müteakip göreve hazır olma, özellikleri de sistem tasarımında dikkate alınması gereken hususlardır [1, 2].

3.5. İnsansız Hava Aracı (İHA) Sistemleri ve Teknolojileri

3.5.1. Menzil ve uçuş sürelerine göre İHA çeşitleri

İnsansız Hava Aracı sistemlerini değişik kriterlere göre sınıflandırmak mümkün olmakla birlikte, genel eğilim menzilin ve uçuş süresinin baz alınmasıdır. Bu kriterlere göre üç temel sistem sınıfından söz edilebilir [25]:

- Kısa menzilli : 30-150 km. menzil, 2-8 saat uçuş süresi.
- Orta menzilli : 150-300 km. menzil, 8+ saat uçuş süresi.
- Uzun menzilli : 300+ km. menzil, 24+ saat uçuş süresi.

3.5.2. Kullanım amaçlarına göre İHA çeşitleri

Kullanım amaçlarına göre İHA'lar Çizelge 3.1'de olduğu gibi sınıflandırılabilir. Bu sınıflamada kullanılan görev tipleri askeri amaçlardan çıkmaktadır. Taktik ve operatif amaçlı silah sistemleri daha çok Tugay ve Tümen çapındaki birliklere hizmet ederken, stratejik görevler ve bu görevlerin ihtiyaç duyduğu silah sistemleri Kolordu ve Ordu seviyelerinde kullanılmaktadır. Görev ve amaçlar taktik seviyeden stratejik seviyeye gittikçe büyümektedir. Bu da beraberinde daha uzun süre çalışması beklenen, daha güçlü ve uzun menzilli silah sistem ihtiyaçlarını getirmektedir.

İnsansız Hava Araçlarında üç temel ölçüt bazında sistemler sınıflandırılmaktadır. Bunlar; menzil, uçuş süresi ve irtifadır. Bu ölçütler çerçevesinde İHA'lar için yapılan sınıflama Çizelge 3.1'de görülmektedir.

Çizelge 3.1. Kullanım amaçlarına göre İHA sınıflandırması

TİPİ	MENZİLİ (*)	UÇUŞ SÜRESİ	İRTİFA
TAKTİK/ OPERATİF	500 KM.DEN AZ	24 SAATTEN AZ	25000 FT.TEN AZ
STRATEJİK	500 KM.DEN FAZLA	24 SAATTEN FAZLA	25000 FT.TEN FAZLA

* Gerçek zamanlı veri aktarma menzildir.

3.5.3. Görev yapılarına göre İHA çeşitleri

Çevrim içi uçuş: Hava aracının göreve hazırlanması, kalkması, görev yerine ulaşması, verilen görevi yerine getirmesi ve inmesini bir çevrim olarak düşünen ve insanın her aşamada çevrimin içinde olduğu konsepttir [25].

Otonom: Bu kullanım konseptinde görev ve acil durum bilgileri, uçuş öncesinde hava aracı üzerindeki bilgisayara yüklenmekte ve görev tümü ile otomatik olarak yerine getirilmektedir. Kalkış ve inişler operatör kontrolünde gerçekleştirilmekte olup son

yıllarda insanı bütünüyle devre dışı bırakan, otomatik kalkış / iniş sistemleri kullanılır hale gelmiştir [25].

3.5.4. İHA alt sistemleri

Bir İnsansız Hava Aracı Sistemi temel olarak beş alt sistemden oluşmaktadır [1]:

- Hava aracı alt sistemi,
- Faydalı yük alt sistemi,
- Yer Kontrol İstasyonu alt sistemi,
- Datalink alt sistemi,
- Yer destek alt sistemi.

Hava aracı alt sistemi

İnsansız Hava Aracı sistemlerinde kullanım amaçları ve görev gereksinimlerine göre değişik hava araçları kullanılmakta olup, konfigürasyonu belirleyen en önemli parametreler; kalkış / iniş mesafesi, faydalı yük kapasitesi, havada kalış süresi, azami uçuş yüksekliği, azami hız ve menzil gereksinimleridir [1]. Bu parametreler hava aracının boyutlarını, şeklini, motor tipini ve yapım malzemelerini dikte eder. Günümüzde kullanılmakta olan İnsansız Hava Aracı sistemlerinin hemen hemen tümünde sabit kanatlı hava araçları mevcuttur. Dikine kalkıp / inebilen (Vertical Take-off and Landing, VTOL) hava araçları genellikle pist kullanımının mümkün olmadığı durumlarda (gemi güvertesi gibi) tercih edilmektedir. Hava aracını oluşturan alt sistemler aşağıdaki gibi gruplanabilir [1]:

Yapı: Hava aracının gövde, kanat, kuyruk, iniş takımları gibi yapısal parçalarından oluşur. İmalatı sırasında yapıya entegre edilen yakıt depoları gibi parçalar da bu alt sisteme dahildir. Yapısal parçaların üretiminde, metallere göre daha hafif ve daha sağlam tasarımlara olanak tanıdıkları ve korozyona daha dayanıklı oldukları için kompozit malzemeler tercih edilmektedir [1, 2].

Güç sistemleri: Motor, yakıt sistemleri, aktarma organları ve pervaneden oluşur. İnsansız Hava Araçlarında iki zamanlı, dört zamanlı ve dönel (Wankel) içten yanmalı motorlar, elektrik motorları, roket motorları veya türbinli motorlar kullanılmaktadır. Havada kalma süresini ve uçuş yüksekliklerini önemli ölçüde artırmak için kapalı çevrimli piston motorlar, yerden mikrodalga ile güç iletimi ve güneş enerjisi kullanımı üzerine de araştırmalar yapılmaktadır [1, 2].

Elektrik sistemleri: Jeneratör, kesintisiz güç kaynağı, regülatör gibi birimleri içerir.

Uçuş kontrol donanımı: Uçuş sensörleri (jiroskoplar, hız / yükseklik ölçer, pusula vb.), gözlem sensörleri (motor, yakıt, dış sıcaklık / nem) ve kontrol yüzeylerini, iniş takımlarını, fren sistemlerini hareketlendiren servo-mekanizmaları içerir [1, 2].

Seyrüsefer donanımı: Genellikle GPS (Global Positioning System) alıcılarından oluşsa da, uydularla bağlantıların kesildiği durumlarda seyrüseferin güvenilir ve kesintisiz yapılabilmesi için INS (Inertial Navigation System) ile entegre olarak kullanılması tercih edilmektedir. Ayrıca INS / GPS hava aracı konum belirleme hassasiyetini, dolayısıyla da hedefin konumunu belirleme hassasiyetini önemli ölçüde artırmaktadır [1, 2].

Bilgi işlem / kontrol donanımı: Kontrol bilgisayarları, çevre birimleri kontrol donanımı ve veri kayıt cihazından oluşmaktadır. Kontrol bilgisayarları, hava aracı kontrol ve seyrüseferi, haberleşme ve faydalı yük kontrol işlevlerini yerine getirmektedir. Veri kayıt cihazı, datalink menzili dışında yapılan görevlerde hava aracı üzerindeki faydalı yüklerden alınan bilgileri ve uçuş bilgilerini daha sonra analiz edilmek üzere kayıt etmektedir [1, 2].

Haberleşme / tanımlama sistemleri: Datalink donanımının hava aracı üzerinde olan kısmını ve IFF (Identification Friend or Foe) transponder sistemini içermektedir. IFF transponder dost / düşman teşhisine olanak tanımanın yanı sıra, eğitim ve test faaliyetleri sırasındaki uçuşların hava trafik kontrol birimlerince daha rahat izlenerek, emniyetli bir biçimde yapılmasını sağlamaktadır [1, 2].

Kurtarma sistemleri: Paraşüt sistemini ve / veya otomatik iniş sisteminin hava aracı üzerinde olan kısmını içermektedir. Hava aracının kalkış ve inişinde (literatürde fırlatma / kurtarma sistemleri olarak da yer almaktadır) kullanılan sistemler konfigürasyona ve kullanım alanına göre çok çeşitlilik göstermektedir [1, 2].

Sabit kanatlı insansız hava araçları, kalkış ve inişlerini pist üzerinde yapmaktadır. Ancak taktik ve gemiden kullanımlarda, pist kullanımı pratik ve / veya mümkün olmadığı için bu gereksinimi ortadan kaldırmaya yönelik çeşitli fırlatma yöntemleri geliştirilmiştir. Bunlar raylı sistemler ve roketli fırlatıcılar olarak ikiye ayrılmaktadır.

Raylı sistemler: Güç kaynaklarına göre lastikli, pnömatik ve hidro-pnömatik olarak gruplanır.

Roketli fırlatıcılar: İnsansız Hava Aracına monte edilen buster roket sistemlerinden oluşmaktadır. Roketler, yanmaları sona erdikten sonra hava aracından ayrılmaktadır. Bu fırlatıcılar, hızlanma rayına gereksinim duymadıklarından kısadırlar ve az yer kaplamaktadır. Bu özelliklerinden dolayı özellikle gemilerde tercih edilmektedir. Görev sonunda hava aracının piste gereksinim duymadan kurtarılabilmesi için geliştirilen bazı kurtarma sistemleri ise aşağıdaki gibi gruplandırılır [1, 2]:

- Çengelli iniş: Uçak gemilerinde de kullanılan ve pist gereksinimini oldukça azaltan bir yöntemdir.
- Ağla iniş: Bu yöntemde uçak elle ya da güdüm sistemiyle, dikey gerili ağa doğru uçuşarak yakalanmaktadır.
- Paraşütle iniş: Çoğunlukla çarpma enerjisini emici hava yastıkları ve kırılğan yapılarla birlikte kullanılmaktadır.
- Otomatik iniş: Bu yöntem iniş fazını kullanıcı yeteneği ve meteorolojik etkilerden bağımsız kılmaktadır. Hava aracı üzerine yerleştirilmiş transponder sistemi ve bunu izleyen yer radarından oluşmaktadır. Bu yolla elde edilen hassas konum bilgileri yer kontrol istasyonuna iletilerek, iniş için gerekli komutlar hava aracına verilmektedir.

Bazı sistemlerde hassas konum bilgisi elde etmek için DGPS (Differential Global Positioning System) kullanılmaktadır [1, 2].

Faydalı yük alt sistemi

Hava aracının güvenilir bir şekilde kalkışını, uçuşunu ve inişini sağlayan aviyonik, datalinkin havadaki kısmı, yakıt ve ekipman dışında kalan ve doğrudan göreve yönelik olarak seçilen birimler faydalı yük (mission payload) olarak adlandırılmaktadır [1, 25]. Hava aracının boyutuna göre faydalı yük taşıma kapasitesi değişmekte olup, bu değer birkaç kilogramdan birkaç yüz kilografa kadar oynayabilmektedir. Genel olarak İnsansız Hava Aracı sistemlerinin insanlı hava araçlarına göre, üzerilerine yerleştirilecek faydalı yüklere boyut, ağırlık ve güç harcaması sınırlamaları getirdiği söylenebilir. Kullanılan faydalı yüklerin küçük, hafif ve güç harcaması düşük olma zorunluluğu, İnsansız Hava Aracı sistemlerine özel ve teknolojinin sınırlarında tasarımları gerektirmektedir. Bu nedenle faydalı yükler, birçok durumda İnsansız Hava Aracı sistemlerinin en pahalı alt sistemi olma özelliğini göstermektedir [2].

Faydalı yükler İnsansız Hava Aracı sisteminden beklenen görevi ve bu göreve özel çevre koşulları, mesafe, doğruluk, çözünürlük gibi gereksinimleri karşılayacak şekilde seçilmektedir. Keşif, gözetleme, hedef tespit, teşhis, tanıma ve izleme görevleri için genellikle top şeklinde bir muhafaza içine takılan video kameralar (görünür bantta ve kızıl ötesi) kullanılmaktadır. Kamera topu içerisinde bulunan yönlendirici motorlar, pozisyon ve hız algılayıcılar sayesinde iki eksenli hız ve konum denetimi yapılarak sarsıntılara karşı stabilizasyon sağlanmaktadır. Hedefin işaretlenmesi ve hedefe olan uzaklığın yüksek doğrulukta bulunması istendiğinde, lazer işaretleyici ve mesafe ölçer sisteme eklenmektedir [2].

Video kameraların görev yapamadığı kötü hava koşullarında keşif ve gözetleme görevi, radar [SAR (Synthetic Aperture Radar) ve MTI (Moving Target Indicator)] kullanılarak gerçekleştirilmektedir. Gerek çok pahalı olmaları ve gerekse İnsansız Hava Araçlarındaki sınırlamalar nedeniyle, radar uygulamaları pek yaygın olmasa da

kullanıma alınan birkaç sistem bulunmaktadır. Radar faydalı yükleri, maliyet ve kullanım deneyimi açısından bakıldığında, diğer faydalı yüklere göre ikinci planda kalmaktadır [23].

İnsansız Hava Aracı sisteminin önemli taktik görevlerinden biri de, elektromanyetik spektrumun düşman tarafından kullanımının belirlenmesi, bu kullanımın engellenmesi veya etkisinin azaltılması, dost birliklerin çıkarına uygun kullanımın sağlanması amacına yönelik olan Elektronik Harp faaliyetleridir. Bu göreve yönelik kullanılan faydalı yükler, dinleme ve kestirme sistemleri, haberleşme ve radar karıştırıcılarıdır. Ayrıca düşmanın uyguladığı elektronik harbe karşılık klasik karşı tedbirler de, faydalı yüklere entegre olarak kullanılmaktadır [28]. Haberleşme röle faydalı yükleri ise, VHF / UHF telsiz haberleşmesi ve hava aracı-yer haberleşmelerinin menzillerini artırmak için kullanılmaktadır [23].

Bunların dışında kimyasal ve nükleer kirlenmeleri algılayacak, basınç, sıcaklık, nem gibi temel meteorolojik verileri sağlayacak faydalı yükler de sıkça kullanılmaktadır. Son zamanlarda, düşmanın değerli hedeflerinin yerini belirleyen ve gerektiğinde imha eden sistemler üzerindeki çalışmalar yoğunlaşmıştır [28].

İnsansız Hava Aracı sistemlerinde keşif ve gözetleme maksadıyla kullanılan faydalı yükler, üç farklı sensörden (EO,kızıl ötesi ve SAR/MTI) oluşan bir kombinasyonda kullanılmaktadır . Bu sensörler ve açılımları aşağıda olduğu gibidir [2, 23, 28]:

Elektro Optik (EO) sensör: Hedef görüntüsünü 5-15 km. mesafeden alarak, sayısal olarak datalink vasıtasıyla yer istasyonlarına aktarabilir. Alınan görüntülerin çözümlemeleri kızıl ötesi ile alınan görüntülere nazaran daha yüksektir.

SAR / MTI: SAR (Synthetic Aperture Radar / Suni Diyaframlandırılmış Radar) mevcut teknolojik imkanlar dahilinde her havada görev yapabilen ve görüntü alabilen bir sensördür. SAR çalışma prensibi; radarı taşıyan platformun, görüntüleme işlemi esnasındaki ileriye doğru olan hareketini kullanarak, fiziki olarak belli bir boyutta olan bir anteni, suni olarak çok daha büyük bir anten olarak gösterilebilmesi

prensibine dayanır. SAR'ın diğer elektro–optik sistemlerde olmayan en temel diğer bir özelliği de MTI (moving target indicator / hareketli hedef takibi) yeteneğidir. İnsansız Hava Araçlarında kullanılan SAR sensörleri ile bir kilometrelik bir alan 15000 feet irtifadan 0.3 m.lik çözümüleme ile alınabilmektedir. SAR radarı ile alınan görüntülerin kıymetlendirilebilmesi için, aynı bölgenin diğer elektro-optik sensörler tarafından çekilmiş görüntüleri ile hassasiyeti yüksek, büyük ölçekli haritalara ve hedef kıymetlendirme konusunda uzmanlaşmış personele ihtiyaç vardır [29].

Faydalı yüklere yönelik olarak, anında görüntü aktaran gündüz TV sistemlerine ilaveten, film ve radar sistemleri, kızıl ötesi sistemleri, SIGINT (sinyal istihbaratı) sistemleri, elektronik harp sistemleri ve silah platformu dahil birçok özel sistemler gelişim göstermektedir. Keşif gözetleme ve istihbarat maksatlı olarak kullanılan İnsansız Hava Aracı sistemlerinin, daha yükseğe çıkması, daha uzun havada kalması, daha net görüntü elde etmesi ve elde ettiği bilgi ve görüntüleri gerçek zamanlı olarak daha süratli olarak merkeze iletme kapsamındaki çalışmalara devam edilmektedir [25].

Yer kontrol istasyonu (YKİ) alt sistemi

Yer kontrol istasyonunun işlevleri: İnsansız Hava Aracı sisteminin kontrol merkezi olarak görev yapan Yer Kontrol İstasyonunun (YKİ) temel işlevleri şunlardır [1, 24, 26];

- Hava aracının kalkış, uçuş ve inişinin kontrolü,
- Hava aracı ve üzerindeki faydalı yüklerden gelen video ve telemetri verilerinin alınması, işlenmesi ve görüntülenmesi, faydalı yüklerin çalışmasının (genellikle gerçek zamanlı olarak) kontrol edilmesi,
- İnsansız Hava Aracı sistemi ile dış dünya arasındaki irtibatın sağlanması ve görev planlaması.

Bir veya birden fazla ünite içine yerleşik Yer Kontrol İstasyonu, yukarıda verilen temel işlevlerini yerine getirmek üzere genelde aşağıdaki birimleri içerir [1];

- Hava aracı durum göstergeleri ve kontrolleri,
- Faydalı yük veri ekranları ve kontrolleri,
- Görev planlama ve hava aracının pozisyonunu, uçuş yolunu izlemeye yönelik harita ekranları,
- Operatör ve hava aracı arasındaki irtibatı sağlayan bilgisayarlar (bu bilgisayarlar hava aracı ile YKİ arasındaki datalink ve veri akışını kontrol etmenin yanında, bazı uygulamalarda sistem için seyrüsefer işlevini sağlar. Otopilot ve faydalı yük kontrolleri için gereken, zaman açısından kritik olmayan, bazı "dış döngü" hesaplamalarını gerçekleştirir),
- İnsansız Hava Aracı sistemi tarafından toplanan bilgileri dış dünyaya yayan, komuta ve kontrol işlevlerinin yerine getirilmesini sağlayan taktik haberleşme cihazları.

YKİ ile kullanıcı birimler arasındaki iletişim: Yer Kontrol İstasyonunda kullanıcı ile birimler arasındaki irtibatın basit ve kullanışlı olması önemlidir. Özellikle hava aracı kontrol ve seyrüsefer işlevlerinde otomasyon ön plana çıkmaktadır. Kullanıcı hava aracının nereye, hangi yükseklikte ve hangi hızda gideceği bilgilerini girmekte, buna karşılık YKİ içindeki bilgisayarlar ve hava aracı üzerindeki otopilot, ayrıntılı uçuş rotasını çıkarmaktadır. Faydalı yük kontrolündeki otomasyon ise göreve göre değişmektedir. Görüş hattındaki (line of sight) uçuşlar için tümü ile manuel kullanım olabilirken, görüş mesafesi dışında kalan uçuşlarda önceden belirlenmiş bir takım görevler, faydalı yük tarafından otomatik olarak yerine getirilmektedir [24, 28].

Hava aracı ile yer arasındaki linkin kontrolü de YKİ tarafından sağlanmaktadır. Kullanıcı gerek hava aracı üzerindeki ve gerekse yerdeki datalink birimlerinin bazı parametrelerini (kanal frekansı, göndericinin çıkış gücü, antenin yönlendirilmesi, çıkışın anahtarlanması vb.) kontrol edebilmektedir.

Yer Kontrol İstasyonunun önemli işlevlerinden görev planlama; uçuş yolunun tanımı, faydalı yük ve haberleşme birimlerinin çalışma şekli gibi İnsansız Hava Aracı sisteminin kendisine atanan görevi yerine getirmesi için gereken işlevleri ile operatör irtibatlarını içerir. Görev planı hazırlanıp, ayrıntılı bir şekilde incelendikten sonra onaylanması halinde hava aracı üzerindeki bilgisayara yüklenir [1, 24].

Görev planlamasının temel adımları

- Uçuş yolu planı: Uçuş yolu üzerindeki noktalar (waypoints), tahmini varış zamanı, yakıt gereksinimi, kurtarma / acil durum planı ve datalinkin kaybolması durumunda izlenecek prosedürü kapsar. Uçuş yolu planı oluşturulurken hava koşulları, tehditler, yeryüzü şekilleri, haberleşme, faydalı yük gereksinimleri vb. etkiler dikkate alınmalıdır [1, 24].
- Faydalı yük planı: Görev planında yer alan gereksinimleri karşılamak üzere, faydalı yük çalışma şekli tanımlanır.
- Haberleşme planı: Alıcı, gönderici, anten seçimi (sistem içinde yedekleme amaçlı olarak birden fazla kullanıldığında), gönderme yapılacak sürenin belirlenmesi, çıkış gücünün ayarlanması vb. haberleşme üzerinde etkin parametrelerin tanımlanmasını kapsar [1, 24].
- Görev yükleme: Hava aracı parametrelerinin üretilmesini ve görev planının hava aracına yüklenmesini içerir. Görevin yerine getirilmesi sırasında kontrol işlemi, görev izleme ekranı ile sağlanır. Görev izleme ekranı, hava aracının o anki konum bilgisini, hava aracı üzerindeki çeşitli algılayıcılardan gelen durum bilgilerini ve faydalı yük ile datalinkin durum bilgilerini içermekte olup bu bilgiler, ekrandaki harita üzerine bindirilmektedir. Ekran bilgileri gerçek zamana yakın olarak güncellenir ve sürekli hava aracının o anki durum bilgisi ile görev planına göre olması gereken, durum bilgisi karşılaştırılarak sapmanın belli bir değerin altında kaldığı görülür. Aksi durumlarda operatör uyarılarak, görevin yeniden planlanması

veya acil durum planının uygulanması sağlanır. Operatör görevin herhangi bir anında gerekli görmesi durumunda ilgili irtibat elemanlarını kullanarak hava aracına, faydalı yüke ve datalinkte daha önceden belirlenen sınırlar içinde komuta edebilir [1, 24].

Datalink alt sistemi

İnsansız Hava Aracı sisteminin anahtar alt sistemlerinden olup hava aracı ve faydalı yük için yaşamsal bir önem taşımaktadır [1, 6-8]. Datalink hava ve yer olmak üzere iki ana alt sisteme ayrılmaktadır. Hava Veri Terminali (HVT) olarak adlandırılan, hava aracı üzerindeki alt sistem ile Yer Veri Terminali (YVT) olarak adlandırılan, linkin yerde kalan alt sistemi RF alıcı ve gönderici, modem ve antenlerden oluşmaktadır. Kimi uygulamalarda, faydalı yük verilerinin aktarıldığı linkin bant genişliği sınırlamalarını sağlamak üzere, veri sıkıştırılmaya yönelik işlemciler HVT içinde, sıkıştırılmış bu veriyi çözmeye yönelik işlemciler de YVT içinde yer almaktadır. Aktif bir sistem (RF güç yayan) olması nedeni ile güvenilirlik açısından YVT mümkün olduğunca YKI'den uzaklaştırılmakta ve aradaki iletişim kablolarla sağlanmaktadır [1, 24].

Linkin temel işlevleri

- Hava aracının ve üzerindeki faydalı yüklerin kontrol edildiği, 10-100 kHz.'lik bant genişliğine sahip yerden havaya link (uplink),
- Biri hava aracı ile faydalı yük durum bilgilerini içeren ve 10-100 KHz.'lik bant genişliğine sahip, diğeri faydalı yük verilerinin aktarıldığı ve bant genişliği, kullanılan faydalı yüke göre 100 KHz. ile 10 MHz. arasında değişebilen iki kanallı havadan yere link (downlink),
- Görüş hattı dışında kalan uçuşlarda röle olarak çalışan hava aracı üzerinden, görev hava aracını ve üzerindeki faydalı yükü kontrol etmek, bu hava aracından gelen durum ve faydalı yük bilgilerini Yer Kontrol İstasyonuna aktarmak,

- Hava aracını izleyerek konum bilgisini çıkarmak ve bu sayede seyrüsefer ile hedef pozisyonunu belirleme işlemlerine yardımcı olmaktır [1, 24-26].

Datalinklerin sınıflandırılması

- Görüş hattı linkleri: İki yönde de gerçek zamanlı veri aktarımına olanak tanıdığından, uygulamada en sık karşılaşılan yöntemdir. Linkin sağlanabilmesi için hava aracı ve yerdeki antenin birbirini görmesi gerekmekte ve bu nedenle uçuş sırasında bunu engelleyecek dağ, tepe gibi yeryüzü şekilleri dikkate alınmalıdır [1, 28].
- Uydu linkleri: Röle platformu bulunmayan, görüş hattı dışında kalan uçuşlarda hava aracı ile yer arasındaki bağlantıyı sağlamak üzere kullanılır. Uydu linkler özellikle menzil konusunda büyük bir esneklik sağlamalarına rağmen, veri aktarımındaki gecikmeler nedeni ile gerçek zamanlı iletişime olanak tanımaması, hava aracı üzerindeki antenin boyutları ve yüksek doğrulukta yerleştirilme gereksinimi gibi sınırlamalara sahiptir [1, 28].
- Fiber optik linkler: Genellikle kısa mesafeli taktik uçuşlarda (10-20 km.) karıştırma / aldatma gibi düşmanca etkilerin yoğun olduğu ve yüksek hızda veri aktarımı gereken uygulamalarda tercih edilirler. Gerek yerde ve gerekse hava aracı üzerinde ağır, pahalı datalink birimlerine gerek duyulmaması gibi önemli bir avantaja sahip olmakla birlikte, kablo salma mekanizmasının karmaşıklığı yaygın kullanımlarını engellemektedir [1, 28].

Datalinkin sahip olması gereken nitelikler

- Geniş bant,
- EMI / RFI direnci,
- Düşük algılanma olasılığı,
- Emniyet,

- Aldatmaya karşı direnç,
- Bastırmaya karşı direnç olarak sıralanabilir.

Bu niteliklerin öncelik sırası göreve ve kullanım senaryosuna göre değişmektedir. Özellikle askeri uygulamalarda, düşmanca hareketlere karşı koyacak linklere gereksinim olduğundan, karmaşık ve pahalı sistemler ortaya çıkabilmektedir [1, 24-26, 28].

Datalinkin yedeklenerek kullanımı

Datalink, hava aracı ve üzerindeki faydalı yük için kritik bir alt sistem olması nedeniyle genellikle yedeklenerek kullanılmaktadır. Yedek link kullanım gereksinime bağlı olarak, geniş veya dar bantlı olabilmektedir [1, 28].

Geniş bantlı yedek datalink

- Görevin herhangi bir aşamasında, ana linkte bir sorun çıkması durumunda bu linkin yerine kullanımı,
- Görüş hattı dışında kalan uçuşlarda röle görevini üstlenmesi,
- Aynı anda birden fazla faydalı yükün görev aldığı durumlarda ek haberleşme kanalı olarak kullanımı,
- Aynı anda birden fazla kullanıcıya Yer Kontrol İstasyonuna (YKİ) veri aktarımı, olanaklı hale gelmektedir [1, 28].

Dar bantlı yedek datalink

- Dar bantlı yedek datalinkin temel işlevi hava aracının ve faydalı yükün kontrol edildiği ve bunlardan gelen durum bilgisinin yere aktarıldığı, komuta kontrol linkinin yedeklenmesidir. Buna ek olarak;
- Tek bir YKİ üzerinden aynı anda ikinci bir hava aracının kontrol edilmesi ve izlenmesi,

- Hava aracının aynı anda birden fazla YKİ tarafından kontrol edilmesi ve izlenmesi (bu özellik hava aracı kontrolünün bir YKİ'den diğerine aktarılması sırasında önem kazanmaktadır),
- Faydalı yük verisinin kalitesi düşük olarak, yakın mesafedeki ikinci bir YKİ'ye aktarılması, görevlerini üstlenmektedir [1, 28].

Yer destek alt sistemi

İnsansız Hava Aracı sisteminin görev öncesi hazırlıklarının yapılmasını sağlayacak çeşitli test birimlerinden, yakıt doldurma / boşaltma ekipmanından, görev sonrası bakım ve onarım için gereken özel araç gereçler ile yedek parçalardan oluşmaktadır [1, 24-26].

3.6. İnsansız Hava Araçlarının Avantaj ve Dezavantajları

İHA sistemlerinin askeri konseptlerde kullanımından kaynaklanan bir seri avantaj ve dezavantajı vardır [1, 27, 29]. Bunlar genellikle askeri kullanıma yönelik olmakla birlikte, sivil kullanım alanlarına yönelik olarak da avantaj ve dezavantajlar sıralanabilir.

3.6.1. Avantajları

- Bir modern savaş uçağının maliyetine göre bir İHA daha ucuzdur.
- İHA'ların küçük boyutlu olmaları nedeniyle radarla tespit ve füze ile vurulma ihtimali zayıftır.
- Mobil ve kolay kullanım imkanı vardır.
- Eğitim harcamaları düşük ve eğitimi kolaydır.
- Pilotunun vurulma riski yoktur.
- İnsan psikolojisinden kaynaklanan hatalar yoktur.
- Çevreye zarar vermemektedir.

3.6.2. Dezavantajları

- Sistemin tam güvenilir olmaması durumunda, yerleşim merkezleri üzerine düşme ihtimali mevcuttur.
- Üzerinde pilot olan bir uçağın kullanım esnekliğine sahip değildir. Yerdeki kontrol aletleri ve kontrol personelinin yeteneği ile sınırlı görev yapabilir.
- Üzerine monte edilebilecek keşif-gözetleme teçhizatı veya mühimmat miktarı kısıtlıdır.
- Komuta kontrol devreleri elektronik harp uygulamalarına açıktır.

3.7. İnsansız Hava Aracı Sistemlerinin Maliyet Etkinliği

Günümüzde gelişmiş ülkelerin Silahlı Kuvvetleri İnsansız Hava Aracı sistemlerini keşif ve istihbarat faaliyetlerinde diğer vasıtalarla göre oldukça ucuz maliyetlerle ve etkin olarak kullanmaktadır. Yakıt, amortisman ve ABD'den yedek parça alımı dahil olmak üzere bir saatlik uçuş süresi dikkate alındığında, İnsansız Hava Aracı sistemi ve diğer hava araçlarının uçuş maliyetleri Çizelge 3.2'de sunulmuştur [30].

Çizelgeden anlaşılacağı üzere, İnsansız Hava Aracı sisteminin bir saatlik keşif maliyeti, diğer araçlara ve özellikle keşif uçağına göre oldukça düşüktür. Ortalama tedarik maliyetleri düşünüldüğünde, bir İHA sisteminin ortalama maliyeti 10 milyon dolar, bir helikopterin ortalama maliyeti 20 milyon dolar, bir D/K uçağının (P-3 Orion) maliyeti ise 350 milyon dolar civarındadır. Uçak ve helikopterin hem tedarik hem de işletme maliyetleri çok yüksektir. Bunların kaybı durumunda yerine yenilerinin konulması maddi açıdan oldukça zordur. Pilot kayıplarının telafi edilmesi ise, gerek eğitim masrafları gerekse aynı tecrübede pilot yetiştirmek için gerekecek zaman hesaplandığında daha da ağır bir kayıp olarak karşımıza çıkmaktadır [30].

Çizelge 3.2. Çeşitli hava araçlarının uçuş maliyetleri

Hava Aracı	Bir Saatlik Uçuş Maliyeti
GNAT-750 İHA Sistemi	350 Dolar
UH-1H Helikopteri	993 Dolar
UH-60 Skorsky Helikopteri	3075 Dolar
Kobra Helikopteri	4200 Dolar
RF-4E Phantom Keşif Uçağı	12500 Dolar

Hava aracından insanın fiziksel olarak uzaklaştırılması, insan kaybının önlenmesi yanında, hava aracını geliştirme ve idame işletme masraflarında da önemli azalmalara neden olmaktadır. Özellikle F-22 uçağının dizayn aşamasında günümüzde *pilot-uçak uyumu / pilot-vehicle interface* olarak adlandırılan kavram için 17 milyar ABD doları harcanmıştır [31]. F-22 programında insan için yapılan bu masraf tüm program maliyetinin % 30'unu oluşturmaktadır. Bununla beraber yüksek idame işletme masrafları ile bu oran daha da yükselecektir. Ayrıca ABD'de bir savaş pilotunun yetişmesi için yaklaşık iki milyon ABD doları harcanmaktadır [31]. Bu masraf yalnızca başlangıç eğitim masrafıdır. Aktif olarak uçan 2000 F-16 pilotunun Hava Kuvvetleri bünyesinde muhafazası için yaklaşık her yıl bir milyar dolar para harcanmaktadır. Bu nedenle hava aracından insanın fiziksel olarak uzaklaştırılması ile hem dizayn, hem idame, işletme, hem de personel masrafları büyük oranda azaltılabilecektir. Bunun yanında hava aracı diğer savaş uçaklarına nazaran çok daha kısa sürelerde ve daha özgün dizaynlara sahip olacak şekilde geliştirilebilecektir. Ayrıca, hava aracı fiziksel büyüklüklerinde de nispi bir azalma meydana gelebilecektir [32].

İHA'ların fiziksel büyüklüklerdeki özgün nitelikleri yanında insanlı uçaklara nazaran oldukça düşük tedarik ve idame, işletme masrafları vardır. İHA'ların ömür devri maliyetleri çok düşüktür. Bu nedenle, ülkelerin son yıllarda savunma harcamalarını azaltmaları, savunma alanında maliyet etkin çözümler arayışlarında İHA'ların göz ardı edilemeyecek bir alternatif olarak havacılık gündemine girmesine neden

olmuştur [33]. Bunun yanında özellikle savaş uçaklarının giderek artan maliyetleri İHA'lar taktik ve teknolojik anlamda olgunlaşmaya kadar envanter dışı bırakılan savaş uçaklarının yeniden insansız olarak kullanımlarını veya aynı görevlerde kullanılabilecek alternatif çözüm arayışlarına neden olmaktadır. Maliyet ve eğitim harcamaları oldukça düşük olan İHA sistemi, altyapı gereksinimlerinin azlığı ve mobil olmalarından dolayı da bir çok ülke tarafından tercih edilmeye başlanmıştır.

3.8. Günümüz İnsansız Hava Aracı Sistemleri

Günümüzde kullanılan İnsansız Hava Aracı sistemleri kalkış ve iniş prensipleri açısından iki temel başlık altında değerlendirilmektedir [1, 28, 34]. Bunlar:

- Pistten kalkıp, piste inen İHA'lar,
- Pampadan fırlatılan ve paraşütle inen İHA'lardır.

3.8.1. Pistten kalkıp, piste inen İHA'lar

Bu İHA'lar insanlı uçaklarda olduğu gibi iniş takımlarına sahiptir. İniş ve kalkış, riskli bir kademe olarak görüldüğünden bir pilotun uzaktan kontrolü ile gerçekleştirilmektedir. Bu tip İHA'ların kalkış ve inişlerinde pistin uzunluğu ve pistin yüzey kaplaması kalitesi önemli bir parametredir. Gün geçtikçe daha kısa mesafeli pistlerden kalkabilen ve bozuk zeminlere inebilen hava araçları geliştirilmektedir. Ayrıca tümü ile otomatik iniş ve kalkışı sağlayan sistemler üzerindeki çalışmalar da sürmektedir [2].

3.8.2. Rampadan fırlatılan ve paraşütle inen İHA'lar

Özellikle pist gereksinimini ve buna bağlı olarak iniş takımlarının kullanımını ortadan kaldıran bu tip hava araçları, genellikle paraşütle inmektedir. Son zamanlarda inişi daha güvenilir hale getirebilmek ve hava aracı üzerindeki değerli birimlerin zarar görmesini engellemek amacıyla, paraşüt ile birlikte hava yastığı da

kullanır hale gelmiştir. Rampadan fırlatılabilecek ağırlığın sınırlı olması ve ilk denemelerde fazlaca kırım yaşanması, bu sistemin dezavantajıdır [1].

Bu temel kullanımlar dışında güncel konulardan biri de, özellikle deniz üzerindeki platformlar için uygun olan dikine kalkış ve iniştir. Bu yeteneğe sahip hava araçları üzerindeki çalışmalar yoğun bir şekilde sürdürülmekte olup Bombardier (Kanada) Firması'nın *CL-227 Sentinel* adı verilen sistemi kullanımda olan bir örnektir [34].

Amerika Birleşik Devletleri'nin kıtalararası ve çok yüksekten uçabilen, uydu aracılığı ile kontrol edilip 48 saatten fazla havada kalabilen sistemler üzerindeki çalışmaları günümüzün ilginç konularındandır. Bunlardan 65000 feet yüksekliğe çıkabilen *Global Hawk* sistemi, Nisan 1998'de ilk uçuşunu başarı ile tamamlamıştır [35].

Gerek hava aracının geometrisi ve gerekse yapımında kullanılan malzemelerin özellikleri sayesinde radarlara yakalanmayan *Dark Star* sistemi ise, biri başarılı diğeri sorunlu iki uçuştan sonra üçüncü denemesinde başarılı bir uçuşu gerçekleştirebilmiştir [34].

Farklı hava aracı konfigürasyonları için ortak alt sistemlerin geliştirilmesi, günümüzün İnsansız Hava Aracı sistemleri için belki de üzerinde en yoğun çalışmanın yapıldığı ve parasal kaynak ayrıldığı konudur. Amerika Birleşik Devletleri'nde, Ortak Yer Kontrol İstasyonu ve Ortak Datalink konseptleri ile başlayan ve belli bir olgunluğa erişen çalışmalar, Ortak İniş Sistemleri ve Ortak Aviyonik Sistemler konularının da gündeme gelmesine olanak sağlamıştır. Ortak alt sistem konsepti, hava araçlarının taşıma kapasitelerinin uygun olması halinde, faydalı yükler için de geçerlidir [34]. Sistemlerin bakım, onarım ve eğitim giderlerini önemli ölçüde azaltacak ve kullanım ömrünü artıracak ortak alt sistemlerin ve birimlerin;

- Açık Sistem Mimarisi'ni desteklemeleri,
- Farklı platformlarda kullanılabilmeleri için *ölçeklendirilebilir* olmaları,

- Kullanıcı gereksinimlerinin değişmesi durumunda, sadece ilgili modüllerin değiştirilmesi ile gereksinime yanıt verecek şekilde *modüler* ve *esnek* olmaları,
- Sisteme ekleme yapılabilmesine (örneğin, yeni bir faydalı yük kullanımı gibi) olanak tanıyacak şekilde "genişletilebilir" olmaları önem kazanmaktadır.

Sivil alanda, özellikle orman yangınlarında yangının sıcak noktasının (hot spot) belirlenmesinde, karayolları trafik kontrolünde ve sınır gözetlemede yoğun olarak kullanılan İnsansız Hava Aracı sistemlerinin, atmosferik araştırmalar ve meteorolojik veri aktarımında da görev almaları için gereken çalışmalar tüm hızıyla sürmektedir [23].

3.9. Gelecekteki İnsansız Hava Aracı Sistemleri

3.9.1. İHA sistemlerinin teknolojik gereksinimleri

Gelecekte ortak alt sistem kullanım konseptinin yaygın bir şekilde uygulandığı, gerek savunma ve gerekse saldırı amaçları için kullanılacak Taktik İnsansız Hava Araçlarının popüler olacağı açıktır. Her ne kadar bu sistemlerin gelişiminde teknolojik bir sınırlama görülme de, bazı konuların yeterli olgunluğa erişebilmesi için çalışmaların sürmesi kaçınılmazdır. Taktik İnsansız Hava Araçlarının teknolojik gereksinimleri aşağıda sunulmuştur [36].

Kontrol istasyonu teknolojileri

- Harekat esnekliği sağlamak için, birden fazla kontrol opsiyonuna olanak tanıyacak sistem mimarisi,
- Kullanım gereksinimine bağlı olarak kara, hava veya deniz platformlarından herhangi birine konuşlandırılabilme yeteneği,
- Birden fazla hava aracının gerçek zamanlı (real-time) olarak tek bir istasyondan kontrol edilebilmesi,
- Acil kullanım değişikliklerine hızlı şekilde yanıt verecek esnek ve modüler yapı,

- Üç boyutlu, yüksek dinamik alan ve yüksek-çözünürlüğe sahip ekranlar,
- Yüksek hesaplama hızı,
- Yoğun veriler için gerçek zamanlı veri yönetimi,
- Geliştirilmiş veri tabanları [36].

Haberleşme teknolojileri

- Yüksek kapasiteli haberleşme kanalı,
- Düşük gecikmeli veri aktarımı,
- Haberleşme güvenliği,
- Elektromanyetik ve Radyo Frekans girişimine (enterferans) direnç,
- Bastırma ve aldatma gibi düşmanca etkilere karşı direnç,
- Hava aracı üzerinde akıllı, geniş bantlı, güvenilir yerel ağ şebekeleri ve protokoller,
- Uydu haberleşmesi,
- Multi-bant, multi-mod radyolar,
- Faz dizinli antenler [36].

Faydalı yük teknolojileri

- Değişken görüş açısı (field of view) ve yüksek çözünürlük,
- Odak düzlemlili dizinler (focal plane arrays),
- Soğutma gereksinimi olmayan sensörler,
- Otomatik hedef teşhis ve tanıma,
- Yüksek doğrulukta stabilizasyon,
- Küçük hacimli, hafif ve az güç harcayan sistemler (gündüz ve kızıl ötesi kameralar, radarlar, elektronik harp sistemleri vb.) [36].

Veri sıkıştırma teknolojileri

- Multi-spektral görüntü işleme algoritmaları,

- Akıllı filtreleme ve korelasyon algoritmaları,
- Otomatik hedef teşhisi,
- Nesnel uyumlu veri tabanları,
- Hedef sistem analiz / karar verme algoritmaları,
- Multi-spektral veri sıkıştırma algoritmaları,
- Görüntü ve otomatik hedef tanımayla yönelik veri sıkıştırma algoritmaları [36].

Hava aracı teknolojileri

- Yüksek manevra yeteneğine sahip hava araçlarına uygun güç sistemleri,
- Düşük maliyetli ve hafif kompozit malzemeler,
- Uçuş gereksinimlerine uygun, kullanım ömrü uzun yapısal tasarım teknikleri,
- Düşük radar, kızıl ötesi, akustik ve görüntü izli hava araçları [36].

Otonom kontrol teknolojileri

- Multi-spektral görüntü yönetimi,
- Multi-spektral otomatik hedef teşhisi,
- Küçük hacimli, yüksek hızlı işlemciler,
- Akıllı filtreleme ve korelasyon algoritmaları,
- Akıllı planlama ve yönlendirme algoritmaları [36].

3.9.2. İHA sistemlerine yönelik teknolojik gelişme alanları

2020’li yılların havacılık konsepti oluşturulurken, başlangıçta sabit hedeflere yönlendirilebilen ve gelecekte ise hareketli hedeflere yönlendirilebilen, manevra kabiliyeti yüksek Taktik İnsansız Hava Araçlarının kullanılması öngörülmektedir [25, 36]. Gerek maliyet, gerek etkinlik ve gerekse insan kaybının önlenmesi amacıyla İnsansız Hava Araçları sistemlerine ilişkin teknik ve teknolojik gelişmelerin;

- Komuta ve kontrol yapısı,
- Otomatik kontrol sistemleri,
- Yakın, gerçek zamanlı ve uzun menzilli data muhaberesi,
- İşletme ve destek için insan gücünün azaltılması,
- Motor ve araç sistemlerinin uzun süre depolanması,
- Uçuş esnasında otomatik kontrol,
- Bağımsız harekatta bakım devamlılığı,
- Uçakların yapısı,
- Ağırlığın azaltılması,
- İnsan ve makine uyumu alanlarında olacağı değerlendirilmektedir [36].

3.10. İnsansız Hava Aracı Sistemlerindeki Muhtemel Gelişmeler

ABD İHA programlarında, Körfez Savaşı'ndan elde edilen tecrübelerle dayanarak, kısa menzilli İHA yerine orta menzilli İHA üzerinde çalışmalar yoğunlaşmıştır. Bu gelişmenin en önemli gerekçeleri, SCUD füzelerinin tespit ve teşhis sorununun ile Bosna ve Kosova'da icra edilen hava hareketlerinin istihbarat gereksinimi olmuştur [37].

ABD Hava Kuvvetleri gelecekteki ihtiyaçlarına uygun olarak, İHA sistemlerinin % 80 oranında pistten kalkmasını / yerden lançer ile atılmasını, % 20 oranında ise F-16 uçaklarından atılmasını öngörmüştür. ABD hareket ihtiyacı olarak 500 deniz mili hareket yarıçapı, 24 saat esasına göre istihbarat faaliyetine devam edebilme, 25000 feet irtifa tavanı ve stealth teknolojisi öngörmüştür [37]. İHA sistemlerinin havada kalış süresini ve uçuş yüksekliklerini artırmak için kapalı çevrim piston motorlar ve güneş enerjisi kullanımı üzerinde araştırmalar yapılmaktadır.

3.10.1. Mikro hava araçları (Micro aerial vehicles)

Teknolojiye paralel olarak gelişen İnsansız Hava Aracı sistemleri; insanlı uçaklara göre sağlamış oldukları araştırma, geliştirme, işletme gideri maliyeti, tehlikeli

bölgelerde kullanıcı personel riskinin bulunmaması, görünür ses, kızılötesi ve radar izlerinin düşük olması gibi avantajları ile çok farklı görev ve konfigürasyon yelpazesi içinde üretilmekte ve kullanılmaktadır. Kullanım amacına uygun olarak bir böcek veya kuş büyüklüğünde olan, elle fırlatılabilen, uçak gibi pistten kalkıp inebilen küçük bir helikopter görünümünde ve kabiliyetinde olabilen, bir roket gibi rampadan fırlatılan ve paraşütle hava yastığı üzerine inebilen İHA'lar mevcuttur [26].

ABD Savunma İleri Araştırma Projeleri Ajansına (DARPA) göre, uzunluğu 15 cm.den küçük, toplam ağırlığı 150 gr.dan az, hızı saatte 20-40 mil ve havada kalma süresi 20-60 dk. olan sistemlere *Mikro İHA* sistemleri; uzunluğu 200 cm.den küçük, maksimum ağırlığı 5 kg.dan az, hızı 40-90 km./s. ve havada kalma süresi 2 saatten az olan sistemlere ise *Mini İHA* sistemleri denilmektedir [35].

Pek çok havacılık ve uzay teknolojisinde olduğu gibi mini ve mikro İHA'ların da esas olarak askeri alanlarda kullanılması hedeflenmektedir. Mikro İHA'ların genellikle elde bulunan teknolojik keşif ve gözetleme vasıtalarıyla gözetlenemeyen nokta hedefleri hakkında bilgi toplamak veya hedefi yok etmek maksatlarına yönelik olarak kullanılması planlanmaktadır [35].

Mikro hava araçları 50 gram kadar ağırlıkta olacak, minyatür faydalı yük ve datalink taşıyacaklardır. Çok küçük boyutlu olması ve küçük bir motor gerektirmesi nedeniyle gizli operasyonlar için ideal bir istihbarat toplama vasıtası olacaktır. Mikro Hava Araçları uçuş esnasında gözle bakıldığında bir kuş gibi görünecek, radar ekranındaki izi yine bir kuşun radar ekosu kadar olacaktır. Küçük boyutu ve saniyede 10-15 m. gibi düşük hızı sayesinde, Mikro Hava Araçlarının radarlar ile tespit edilmesi hemen hemen imkansız olacaktır. Motor sisteminin çok küçük olması ve düşük bir güç seviyesi gerektirmesi nedeni ile kızıl ötesi tespit sistemleri ile tespiti de kolay olmayacaktır. Mikro Hava Araçları keşif-gözetleme, hedef tespit ve teşhisi, hedefi izleme ve işaretleme, NBC keşfi, arama-kurtarma, elektronik harp, hasar tespiti, muhabere ve data rölesi, mayın tespiti gibi hareket görevlerinde kullanılabilecektir. Mikro Hava Araçlarının minimum 10 km. menzilde ve 20 dakika ile 2 saat arasında olabilecek görev periyotlarında kullanılabileceği değerlendirilmektedir [2, 35].

Mikro İHA'ların askeri alanlarda kullanılmasının dışında sivil alanlarda da kullanılması mümkündür. Örneğin, zararlı böceklerin öldürülmesinde, kimyasal bulutların emisyonunun ölçülmesinde, sınır güvenliğinin kontrolünde, kaçakçılığın önlenmesinde, yanan binalarda mahsur kalanlara ulaşılmasında ve doğal afetlerden sonra hayatta kalanların yerlerinin belirlenmesinde mikro İHA'lar kullanılabilir [25].

Mini İHA'ların boyutlarının ve motor güçlerinin mikro İHA'lara oranla fazla olması sebebiyle görev sahaları da mikro İHA sistemlerine kıyasla çeşitlilik arz etmektedir [25]. Mini İHA'lar;

- Yakın menzil keşif ve gözetleme,
- Topçu tanzimi,
- Hasar tespiti,
- Elektronik harp,
- Muhabere rölesi maksatlarıyla kullanılır.

Taktik ve operatif İHA sistemlerine göre daha maliyeti daha düşük olan ve muharebe şartlarında daha yoğun kullanılacağı beklenen Mini ve mikro İHA sistemlerinin Tabur ve daha alt seviyelerde manevra birlik komutanlarına hava keşif desteği sağlayacağı değerlendirilmektedir [1, 25, 35].

Mikro Hava Araçları boyutları 15 cm.den daha küçük, kabul edilebilir bir maliyetle hareket görevlerini icra edebilen insansız hava araçlarıdır. Mikro hava araçları 50 gram kadar ağırlıkta olacak, minyatür faydalı yük ve data link taşıyacaklardır. Çok küçük boyutlu olması ve küçük bir motor gerektirmesi nedeniyle gizli operasyonlar için ideal bir istihbarat toplama vasıtası olacaktır. Mikro Hava Araçları uçuş esnasında gözle bakıldığında bir kuş gibi görünecek, radar ekranındaki izi yine bir kuşun radar ekosu kadar olacaktır. Küçük boyutu ve saniyede 10-15 m. gibi düşük hızı sayesinde, Mikro Hava Araçlarının radarlar ile tespit edilmesi hemen hemen imkansız olacaktır. Motor sisteminin çok küçük olması ve düşük bir güç seviyesi gerektirmesi nedeni ile kızıl ötesi tespit sistemleri ile tespiti de kolay olmayacaktır.

Mikro Hava Araçları keşif, gözetleme, hedef tespit ve teşhisi, hedefi izleme ve işaretleme, NBC keşfi, arama, kurtarma, elektronik harp, hasar tespiti, muhabere ve data rölesi, mayın tespiti gibi hareket görevlerinde kullanılabilecektir. Mikro Hava Araçlarının minimum 10 km. menzilde ve 20 dakika ile 2 saat arasında olabilecek görev periyotlarında kullanılabileceği değerlendirilmektedir. Muhtemel sivil kullanım alanları ise sınır güvenliğinin kontrolü, kaçakçılığın önlenmesi ve doğal afetlerden sonra felaketzedelerin bulunması görevleri olabilecektir [1, 25, 35].

İHA'ların asıl vazifesi, keşif, istihbarat, gözetleme ve hedef tespiti olmakla birlikte durumun geliştirilmesi, muharebenin sevk ve idaresi, hasar tespiti ve geri bölge emniyetini de önemli ölçüde destekler. Bu vazifelerin yerine getirebilmesi taşıyıcı platform görevi üstlenen İHA'lara takılabilecek faydalı yüklere bağlıdır [35].

Faydalı yük taşıma kapasiteleri İHA'nın büyüklüğü ve kanat açıklığı ile doğru orantılıdır. Mikro İHA sistemlerine takılabilecek faydalı yükler ise elektro-optik ve kızıl ötesi kameralarla sınırlı olmakla birlikte, tespit edilen hedeflerin imhası için özel mühimmat yüklenmesi konusu da hedeflenmektedir [1, 25].

Mini İHA'lara takılabilecek faydalı yükler ise;

- Haberleşme rölesi,
- Geliştirilmiş gündüz ve gece kameraları,
- Lazer mesafe bulucu ve işaretleyici,
- Mayın tespit sensörleri,
- Elektronik istihbarat faydalı yüküdür.

Mini ve mikro İHA'lardaki gelişmeler; dört alanda hızla sürmektedir. Bu alanlar; aerodinamik, itki sistemleri, avionik ve kontrol ile yapıdır [36].

Aerodinamik alanındaki çalışmalar: Mikro İHA'ların boyutları minimuma indirilirken, kaldırma yüzeyinin maksimize edilebilmesi için kanat eni ve boyu

birbirine yakın seçilmektedir. Bu da küçük boyutlardaki motorlarla maksimum irtifa ve menzilin teminine imkan sağlamaktadır [1, 36].

İtme ile ilgili alanındaki çalışmalar: Ağırlık sorununu yok etmek isteyen araştırmacılar bilgisayar çipi boyutlarında bir mikro turbojet üretme yönünde çalışmalarını sürdürmektedir [1, 36].

Avionik ve kontrol alanındaki çalışmalar: İrtifadaki rüzgarların hızları, mikro İHA'ların seyir hızlarıyla aynıdır, hatta daha büyük olma olasılığı da vardır. Bu nedenle, mikro İHA'nın bir insan tarafından, uzaktan kontrol edilmesi güçtür. Bu da İHA'ların kendi kendilerini kontrol etmeleri gerekliliği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Bu sorunun çözümü için çok küçük boyutlarda olan otopilot sistemlerinin üretilerek mikro İHA'lara otonom uçuş kabiliyeti kazandırılması çalışmaları devam etmektedir [1, 36].

Yapı alanındaki çalışmalar: Tüm diğer alanlarda olduğu gibi yapıda da esas sorun ağırlıktır. Malzemenin hafif olması gerekliliği araştırmacıları kompozite yöneltmiştir. Mikro İHA'ların hareket özellikleri dolayısıyla, kanatların özel zar yapıda malzemelerden yapılması veya kanat çırpın mikro İHA'larda kanatlara binen yüklere malzemenin verdiği tepkilerin incelenerek yapının bu tepkilere uygun oluşturulması yönünde çalışmalar mevcuttur [1, 36].

İnsansız Hava Araçlarının 2020'li yıllarda insanlı hava araçlarının yapmış olduğu görevleri yapabilecek seviyeye ulaşması beklenmektedir. Gelecekte insansız hava araçlarının aşağıdaki özelliklere sahip olacağı değerlendirilmektedir [1, 25, 35, 36];

- Sessiz uçuş,
- Kendi kendini onarabilme,
- Görünmezlik ve yüksek beka kabiliyeti,
- Güneş enerjisi ile çalışabilme,
- Elektronik karıştırmaya karşı tam donanım,

- İnsansız savaş uçağı.

Bir yandan araştırmalar sürerken, bir yandan da giderek daha küçük boyutlarda İHA üretme çalışmaları devam etmektedir. Aralarında üniversitelerin de bulunduğu birçok havacılık ve silah sanayi kuruluşları, mikro ve mini İHA teknolojisi ile ilgili araştırmalarını sürdürmektedir [1, 25, 36].

3.10.2. İnsansız savaş hava araçları (Unmanned combat air vehicles)

Gelecekte İHA sistemlerinin üstleneceği diğer bir rol ise taarruz olacaktır. İnsansız savaş hava araçları içlerinde pilot olmadan gelişmiş bir savaş uçağının yaptığı tüm taktik görevleri yapabilecektir. Bu araçlar görevlerini icrayı müteakip, üslerine geri dönüp, yeni bir görevde tekrar kullanılabilir. Her ne kadar insansız savaş hava araçları ön istihbarat bilgilerine sahip olarak göreve sevk edilse de görev esnasında gelişecek önceden tahmin edilememiş durumlarda kararı yerdeki pilot verecektir. İnsansız savaş hava araçlarında pilotun varlığı temel unsur olacak ancak pilot artık uçakta olmayacaktır. Sisteme uzaktan kumanda eden pilot, karada veya gemide bulunan kontrol istasyonunda veya komuta-kontrol uçağında bulunarak bir veya birkaç insansız muharip hava aracını kontrol edebilecektir. Dolayısıyla insansız savaş hava araçları sadece pilotu uçaktan alınmış bir savaş uçağı olarak düşünülebilir [37].

İnsansız Savaş Hava Araçları, risk oranının çok yüksek olduğu görevler için geliştirilmektedir. Bu görevler *DDD* (Dull-Zor, Dirty-Kirli, Dangerous-Tehlikeli) olarak sembolize edilmektedir. *Dull* görevler, uçağın zor paternlerde uçuşmasını gerektiren uzun görevlerdir. *Dirty* görevler, NBC ortamında icra edilen görevlerdir. *Dangerous* görevler ise, düşmanın aktif ve yoğun hava savunma ateşine maruz kalınarak icra edilen, hayatta kalma ihtimalinin çok düşük olduğu görevlerdir. Gelişmiş ülkeler tarafından *DDD* karakterindeki görevler için, hem materyal hem insan kayıplarını önlemek maksadıyla, İnsansız Savaş Hava Araçları geliştirilerek bunların çok yakın bir gelecekte harp sahnesinde etkin olarak yer alacakları değerlendirilmektedir [37].

3.10.3. İnsansız hava araçları hakkında genel değerlendirme

İnsansız Hava Araçlarındaki gelişmelerin hızla devam ettiği izlenmektedir. İHA'lar modern orduların muhabere sahasında kullanılmak üzere tasarlanmıştır. İHA teknolojisinin görevi, komutana gerçek zamanda görüntü, istihbarat, keşif bilgisi sağlamak, E/H desteğinde bulunmak, bunları yaparken de dost kuvvetleri hiç ya da çok az miktarda riske maruz bırakmaktır [26].

ABD'nin Afganistan Harekatında füze fırlatan taarruz silahı olarak kullandığı İnsansız Hava Araçları, Irak'ın işgali sırasında geleneksel keşif rollerine geri dönmüştür. İHA'lar, kötü hava koşullarından dolayı, mevcut zamanının ancak % 40'ında görevlendirilebilmiştir. Kötü hava koşulları nedeniyle özellikle İngiliz Ordusunun, Irak Harekatında İHA kaybı fazla olmuştur [38]. Alınan dersler, hava koşullarına daha fazla dayanıklı İHA ihtiyacını ortaya koymuştur. Bunun sonucu olarak, yeni tip İHA dizayn edilmesi ve mevcut İHA'ların tadil edilmesi faaliyetlerine başlandığı gözlenmektedir. Buna paralel olarak, ABD Müşterek İHA Test ve Değerlendirme Bürosu, harekatta alınan dersler ışığında; hedef belirlemede İHA'ların kullanılması ve hedeflerin lazerle belirlenmesi, hedefleri hızlı bir şekilde bulma ve imha etme, komuta ve kontrol ve görev usulleri, İHA'ların yakın hava desteğinde görevlendirilmesi, ileri seviyede istihbarat toplama ve gayri muhriplerin tahliyesinde kullanılması konularında doktrin geliştirme çalışmalarına devam etmektedir [39].

Sistemlerin gelişmesi, İHA'ların kullanım konseptlerini de geliştirmektedir. Öncelikle hepsi sadece belki bir görev için üretilmiş zamanla edinilen tecrübelerle kullanım alanları da genişletilmiştir. Özellikle belirtmek gerekirse, İHA'lar, pilotlu uçaklarla rekabet etmek yerine onların kullanım maksatlarına uygun olarak desteklenmiş ve tamamlanmıştır. Bununla birlikte 1990 yılına kadar yetersiz talep, boyutlardaki teknolojik sınırlamalar uçak üstündeki sistem ve faydalı yüklerin gözlük ve performans eksikliği sebebiyle gelişmeler engellenmiştir [38, 40].

Avrupa’da ise Fransız-Hollanda ortak programı, orta irtifa yüksek dayanımlı (MALE) İHA aracı üretimi için çalışmalarını hızlandırmış durumdadır [41]. İHA’ların havada daha uzun süre kalabilmesi için havada yakıt ikmalini sağlayacak proje geliştirilmesine devam edilmektedir. Havada yakıt ikmal konusunda sahip olunan yeteneğin, İHA’lara da kazandırılmasının gelecekte önem arz edeceği kıymetlendirilmektedir [42].

İHA’lar değerlendirilirken sadece hava platformları değil, sistemin tüm unsurları bütün olarak değerlendirilmelidir. İHA’ların avantajlarının yanında dezavantajları vardır. Mevcut teknolojik gelişmeler, İHA’ların, pilotlu uçakların tüm görevlerini üslenmesine yetecek düzeyde değildir. Gelişmelere göre önümüzdeki on yıl içerisinde modern hava kuvvetlerinin en önemli bölümünü İHA’lar oluşturacaktır. Gelişmiş İHA’lar birçok görevi, dost kuvvetleri riske atmadan başaracak güçtedir. Doktrinler sadece İHA’ların desteğine göre değiştirilmemeli aynı zamanda İHA’lardan gelecek tehditler de göz önünde alınmalıdır. Yakın zamanda İHA ve pilotlu uçak kullanımında avantaj ve dezavantajlar dikkate alınarak denge sağlanmalıdır [26].

4. UÇUŞ EMNİYETİ VE KAZA ÖNLEME

4.1. Uçuş Emniyeti

Emniyet; ölüm, yaralanma, meslek hastalığı, teçhizatı zarara uğratan veya kaybına neden olan, çevreye zarar veren her türlü tehlikenin olmadığı durumdur. Bir diğer tanıma göre ise, riski kabullenme kararları olarak ifade edilmektedir [17, 43]. Ancak uçuş ortamında ve özellikle yüksek performanslı uçaklar dikkate alındığında tamamen tehlikeden arındırılmış bir ortamdan bahsetmek çok zordur. Dolayısıyla emniyet; algılanan ve kabul edilen risk seviyesini ifade eden bağıl bir terimdir [17, 43].

4.2. Hava Aracı Kaza ve Olayı

Hava aracı terimi; havalanabilen ve havada seyredebilme kabiliyetine sahip her türlü aracı, *uçuş harekâtı* terimi ise plânlanmış bir uçuş için hava aracının motorunun çalıştırıldığı andan motorunun durdurularak sorumlulara teslim edildiği ana kadar geçen süre içindeki tüm faaliyetlerini ifade eder [17].

ICAO'nun uluslararası tanımına göre; bir hava aracının çalıştırma, ısıtma, taksi yapma (uçanın yerde yol alması) ve uçuş esnasında kazaya uğramasına, kırılmasına, şahısların yaralanmasına, ölümüne veya diğer hava aracı, kamu ya da özel mal ve mülkün hasarına sebep olması olayına hava aracı kaza kırımı denir [44]. Hava aracı kazaları meydana gelen hasar durumuna göre *büyük hasar*, *kısmî hasar*, *küçük hasar* ve *sınıfsız hasar* olmak üzere dört hasar derecesinde sınıflandırılır [17, 44].

Büyük kaza terimi; uçuş harekâtı esnasında bir veya daha fazla hava aracının ağır hasara uğraması ile sonuçlanan kazaları, küçük kaza ise; uçuş harekâtı esnasında bir veya daha fazla hava aracının hafif hasara uğraması ile sonuçlanan hasarları ifade eder [17, 45].

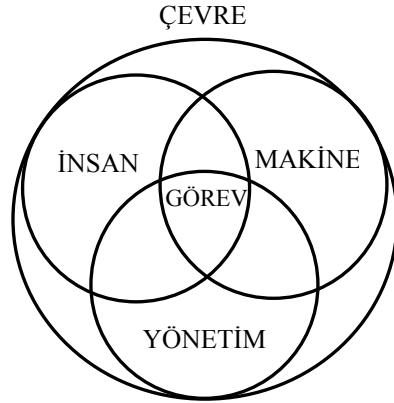
Uygulamanın güvenliğini etkileyebilen, uçuş faaliyetiyle ilgili kaza dışındaki oluşumlar ise hava aracı olayı olarak ifade edilir [17, 45]. Aşağıdaki durumlar hava aracı olayı olarak değerlendirilirler:

- Hava aracına kuş çarpması (kaza ile neticelenmeyen),
- Başka hasar olmadığı takdirde Yabancı Madde Hasarı (YAMAHA) nedeni ile motor değiştirilmesi,
- Uçuş esnasında malzeme faktörü veya hatalı kullanma nedenleriyle kapı, kapak, motor ve gövde kaportaları, harici yakıt depoları gibi haricen takılan teçhizat ve malzemenin kaybı,
- Durmuş motorla tehlikeli inişler,
- Uçuşta motor durması veya durdurulması,
- Uçuşta kumanda, otopilot ve fletner (yardımcı kumanda) sisteminde meydana gelen arızalar nedeniyle normal durum kontrolünü muhafaza etmede zorluk çekilmesi,
- Uçuş esnasında tıbbi sebeplerle ciddi ve emniyetsiz durumlar yaratan fizyolojik durumlar [17, 45].

4.3. Kaza Nedenleri

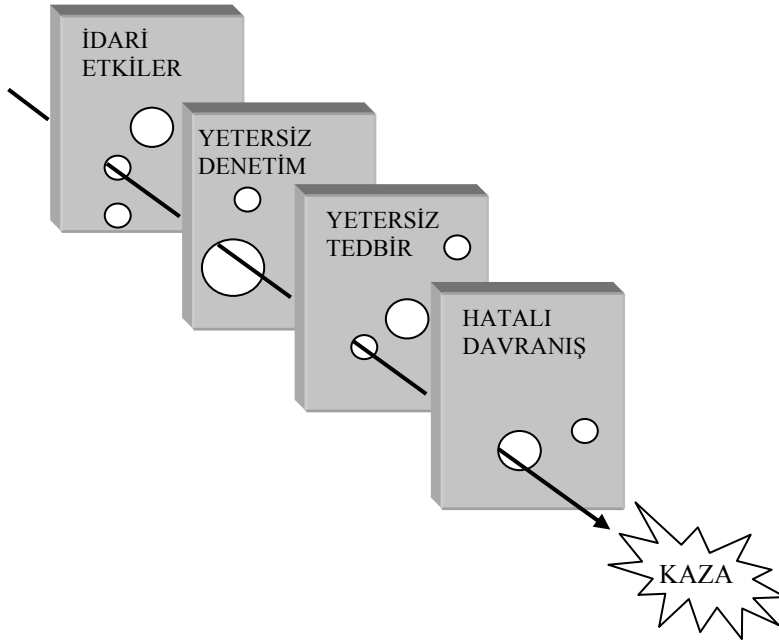
Kaza nedeni; kaza veya olaya yol açan aksaklık, eksiklik, eylem, hadise, şartlar veya kazaların birleşimidir [17, 45]. Amerikan Havacılık Otoritesinin uçuş güvenliği kurallarına göre kaza kırımın oluşmasını etkileyen faktörler; insan, makine, yönetim, görev ve çevre olarak 5M modeli ile temsil edilmektedir. Bu unsurların inceleme ve değerlendirmeleri, kazaya sebebiyet veren insan, makine ve/veya çevresel şartların etkilerini ortaya koyar. Bu faktörler, genellikle bir veya birden çok sistem arızasına neden olur [17, 46]. Her görev tipi, kabul edilmesi gereken farklı tehlikeleri içerir.

Bir çok havacılık kazası, Şekil 4.1’de görüldüğü gibi bu faktörlerin etkileşimi sonucu oluşmaktadır. İnsan, faktörlerin tümünde yer aldığından, personele ait sınırlamalar dikkate alınmalı ve havacılıktaki insan etkisi üzerinde önemle durulmalıdır [17, 47].



Şekil 4.1. Kaza oluşturan faktörlerin etkileşimleri [47]

Avrupa ülkelerinin hava kuvvetlerinde 1999-2004 yıllarını kapsayan dönemde meydana gelen kaza ve olaylar; %33 pilotaj, %10 bakım, %13 çevre, %35 malzeme ve %9 sebebi bilinmeyen faktörlerden kaynaklanmış, genel değerlendirme sonucunda bu kazaların %56'sının önlenabilir nitelikte olduğu belirlenmiştir [17, 48].



Şekil 4.2. James Reason'un "İsviçre Peyniri" modeli [49]

4.3.1. İnsan faktörü

Bir organizasyona ait olan ve her biri bir sonrakini etkileyen insan hataları Şekil 4.2'deki kaza sebepleri modelinde gruplandırılmıştır. Kazadan geriye doğru gelindiğinde ilk aşama olan *hatalı davranış*, kaza oluşumuna en son etki eden uçuş mürettebatı / pilot hatalarıdır ve sebebi bulunamayan kazalarda, kaza inceleme uzmanlarının en çok yoğunlaştıkları aşamadır [17, 49].

Pilot hataları

- Muhakeme Faktörü: Mevcut durum ve şartlara uygun olmayan ve pilot tarafından verilen yanlış karar sonucu meydana gelen kaza-kırım ve olaylar,
- Kullanma Tekniği Faktörü: Hava aracının kumanda ve sistemlerinin kullanılmasında yetersizlik ve çeşitli göstergelerin yanlış kıymetlendirilmesi gibi nedenlerden kaynaklanan kaza-kırım ve olaylar,
- Dikkatsizlik Faktörü: Dikkatin taksim edilememesi ve odaklanma problemleri nedeniyle meydana gelen kaza-kırım ve olaylar,
- Bilgisizlik Faktörü: Hava aracı ile ilgili teknik bilgi eksikliği ile hava aracına ait karakteristiklerdeki bilgi veya uçuş görevinin yapılışına ait bilgilerdeki eksikliklerden ileri gelen kaza-kırım ve olaylar,
- Disiplinsizlik Faktörü: Kanun, yönetmelik, yönerge ve emir esaslarını tam olarak uygulamama ve aykırı davranışlar sonucu meydana gelen kaza-kırım ve olaylar,
- Sağlık Faktörü: Vücut yapısı, ruhi bozukluklar ve oryantasyon bozukluğu durumu gibi tıbbi yönleri ihtiva eden sebepler sonucu meydana gelen kaza-kırım ve olaylar hava aracı kaza faktörleridir [17, 45].

4.3.2. Malzeme faktörü

Malzemenin yıpranması, özelliğinin bozulması, kendi kendine kırılması, yetersiz ya da hatalı bakım ve kontrol sonucu meydana gelen kaza-kırım ve hava aracı olayları bu faktör altında değerlendirilir. Hava aracı motor/motorları, aksesuarları ve

teçhizatlarıyla, diğer parçalarında hiçbir kimsenin kusuru bulunmayan sadece teknik özellikler, malzeme yorgunluğu ve yapım yetersizliği gibi sebepler sonucu meydana gelen kaza-kırım ve olaylar teknik faktör olarak isimlendirilir. Bakım faktörü ise, hava aracının teknik el kitaplarına göre yapılmayan hatalı bakım, onarım, arıza giderme, revizyon, normal bakım, kontrol ve tadilat işlemleri sonunda meydana gelen kaza faktörüdür [17, 45].

4.3.3. Görev faktörü

Görev; sistemin amacı veya merkezi fonksiyonudur. Diğer faktörlerin bir araya getirilmesindeki amaç budur [17, 43]. Havacılık kazalarında görev faktörü uçuşun safhalarına ilişkin olarak; yerde çekme, taksi, kalkış, tırmanış, yol, yaklaşma ve iniş şeklinde tanımlanmaktadır.

4.3.4. Çevre faktörü

Çevre; sistemin, içinde çalıştığı, muhafaza edildiği ve tesis edildiği ortamdır. Bu ortam, operasyonel ve harici koşulları içerir. Operasyonel çevre; görevin planlandığı ve icra edildiği durumları ifade eder. Bunlar trafik yoğunluğu, haberleşme yoğunluğu, iş yükü gibi durumlardır. Operasyonel çevrenin bölümleri, görevin tipi (hava trafik kontrolü, hava taşımacılığı, genel havacılık vb.) ve uçuşun safhasıyla (yerde çekme, taksi, kalkış, tırmanış, yol, yaklaşma, iniş) tanımlanabilir [17]. Harici koşullar ise; ısı, nem, ışık durumu, elektromanyetik etkiler, radyasyon, yağış, titreşim gibi durumları ifade eder.

4.3.5. Yönetim faktörü

Yönetim faktörü; mevcut durum ve şartlar ile görevin özelliklerine uygun olarak personel ve malzemenin kullanılması, gerekli önlemlerin alınması, yerde ve uçuşta kontrol görevinin tam olarak yapılması ile sevk ve idare kademesinde mevcut esasların uygulanmasıdır [17, 45].

Yönetim; standartları, usulleri ve kontrol tedbirlerini belirleyerek, süreci oluşturur, etkileşimleri yönetebilmek için yöntem ve kuralları sağlar, ancak sistemin tüm elemanlarını kontrol altında tutamaz. Örneğin bireysel kararlar, personeli, yönetim politikasından daha fazla etkiler [17].

Emniyetli bir uçuşun yapılabilmesi için gereken en iyi durum kimin, neyi, ne zaman ve nasıl yapacağını bilmesidir. Bu maksatla; uçuş emniyeti ve hava aracı kazalarını direkt olarak etkileyen, *potansiyel tehdit sahaları* olarak adlandırılan hususlar ayrı ayrı ele alınıp incelenerek, uçuş görevlerinin emniyetle yerine getirilmesi için dikkat edilmesi gereken detaylar üzerinde durulmalıdır [45].

5. RİSK YÖNETİMİ

Günümüz havacılık sistemleri gün geçtikçe daha karmaşık ve detaylı hale gelmektedir. Yeni sistemlerin tamamının dizaynında baskın ve etkin olan yüksek seviyeli teknolojiler, bu sistemlerin performans özellikleri, kaza olasılıkları ve kaza kırım sahaları hakkında önceden fikir yürütülmesini ve tahminlerin yapılabilmesini zorlaştırmaktadır. Bu nedenle yukarıda sayılan özellikleri taşıyan havacılık sistemlerinin bakım ve işletilmesi sürecinde başarısızlıkla karşılaşma ihtimal dâhilinde olduğundan risk kapsamındadır. Bu sistemlerle çalışmak durumunda olanlar, hem operasyonel seviyede hem de yönetim seviyesinde risk yönetimine hazır olmalı ve risk yönetimi bilincini taşımalıdır. Buradan hareketle, risklerin;

- Doğru tanımlanması,
- İyi ölçülmesi,
- Doğru bir sistematik yaklaşım ile izlenmesi,
- Sonucu ve etkisine yönelik isabetli kararların alınması,
- Etkin yönetimi gerekmektedir [12].

Havacılıkta risk yönetimiyle ilgili ilk çalışmalar, Birinci Dünya Savaşı'nın sonlarına doğru uzay ve hava bilimcilerinin aynı işlevi gören sistemleri sayısal olarak karşılaştırmaya başlamasıyla birlikte ortaya çıkmıştır. Yapılan çalışmalarda çift motorlu uçakların tek motorlu uçaklara nazaran daha az arıza yaptığı görülmüş ve buradan hareketle her tip araç için bir arıza oranı tespit edilmiştir. Daha sonraları meydana gelen olayları karşılaştırmak için kullanılan bu oranlar ileride meydana gelebilecek olayları tahmin etmek için kullanılmış ve böylece *Emniyet Teorisi* adıyla yeni bir disiplin anlayışı ortaya çıkmıştır [12].

İkinci Dünya Savaşı'nın sonlarına gelindiğinde, üretilen sistemlerin istenilen başarıyı göstermemesi sonucunda çalışmalar genişletilmiş ve sistemin genelinin yanı sıra alt sistemlerin de incelenmesine geçilmiştir. 1980'li yıllardan itibaren günümüze kadar olan çalışmalarda risk ve risk yönetimi tüm üretim ve hizmet sahalarında

yaygınlaşmış bulunmakta ve daha da yaygınlaştırılması için çalışmalar devam etmektedir. Bu faaliyetlerde;

- Güvenlik bilgilerinin toplanması,
- Analiz yöntemlerinin geliştirilmesi,
- İnsan faktörünü de dikkate alan yönetmeliklerin oluşturulması,
- İnsan hatalarının saptanması ve azaltılması yöntemlerinin geliştirilmesi gibi çalışmalar yer almaktadır [12].

5.1. Risk Yönetimi Terminolojisi

Geçmişte yaşanan tecrübelerden elde edilen bilgiler ışığı altında tanımlarda karmaşa ve problemler olduğu bilinmektedir. Risk kavramının tanımı disiplinler arasında farklılık göstermektedir. Bu konuda ortak bir karara ulaşılmış ve otoriteler tarafından belirlenmiş kısıtlayıcı herhangi bir tanımlar topluluğu bulunmamaktadır [8].

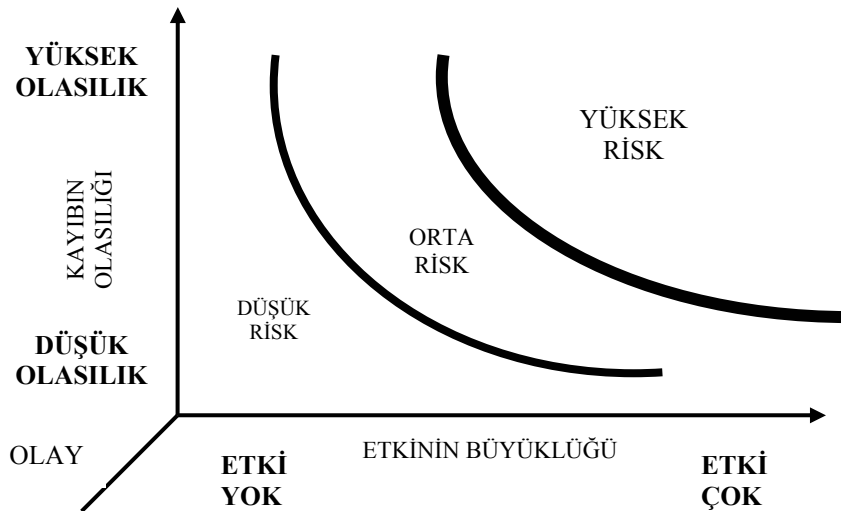
5.1.1. Risk kavramı

Risk sözcüğünün kökeni Arapça rızık/rısk (risq) ve Latince riziko (risicum) sözcükleridir [7, 50]. Rızık, kişiye Tanrı tarafından verilen ve üzerinden kâr elde edilen herhangi bir şey olarak tanımlanabilir. Burada rızık, olası ve istenen iyi bir sonuç anlamı kazanır. Riziko ise, bir denizcinin karşılaştığı kayalık gibi bir engel olarak tanımlanabilir. Burada riziko, olası ve istenmeyen kötü bir sonuç anlamına gelmektedir [51].

Fransızca'da risk (risque) sözcüğü olası olaylara ilişkin olup, çoğunlukla olumsuz anlamlar içerir [7]. Türkçe ve İngilizce'de ise, risk ya da riziko isim olarak kayıp, hasar tehlikesi, hasar tehlikesi olasılığı, sigorta edilen şey ya da kimse, fiil olarak tehlikeye girmek ya da göze almak, sıfat olarak tehlikeli anlamına gelmektedir [50, 52]. Eski İtalyanca'da risicare olarak kullanılan risk, cesaret etmek, meydan okumak anlamındadır. Bu tanıma göre risk, kaderden ziyade bir tercihtir [53].

Fıkırkoca'ya göre risk, hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen bir olayın oluşma olasılığıdır ve belirsizlikler potansiyel risk kaynaklarıdır [4, 54, 55]. Proje Yönetim Enstitüsü ise riski, ortaya çıktığında proje hedeflerini olumlu veya olumsuz etkileyecek olaylar ve şartlar olarak tanımlamıştır [56, 57]. Avustralya ve Yeni Zelanda hükümetleri tarafından belirlenen risk yönetimiyle ilgili dünyanın ilk standardında risk; bir uygulamanın sonucu olarak ekonomik kayıp veya kazanç, zarar veya gecikmeye sebep olan bir olayın ortaya çıkması olasılığıdır [58]. Riske maruz kalma durumunda yaşanabilecek kayıplar; insan hayatı, insan sağlığı, maddi zararlar, çevrenin tahrip olması, sosyal problemler olarak sıralanabilir [59]. Yani buradan da anlaşılabileceği gibi riskin ve dolayısı ile riski azaltmanın bir maliyeti vardır [55].

Bir başka açıdan, hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen bir olayın oluşma olasılığı ve oluşması durumunda yaratacağı sonucun şiddetinin bir fonksiyonu [8, 57, 60, 61] olarak tanımlanan risk, karmaşık bir kavramdır. İnsanların bir kısmı günlük yaşamlarında ve işlerinde risk alırken, bir kısmı da riskten kaçınma yolunu seçerler. Bu nedenle, riskle ilgili evrensel kurallar geliştirmek zordur. Riskin başlıca üç bileşeni vardır; bir olay yani istenmeyen bir değişiklik, bu olayın ortaya çıkma olasılığı ve bu olayın ortaya çıktığında yaptığı etkidir [62]. Riskin başlıca öğeleri ve fonksiyonları Şekil 5.1'deki gibidir.



Şekil 5.1. Riskin başlıca öğeleri ve fonksiyonları [8]

Risk; bir tehdit veya tehlikeli bir durumun varlığından ileri gelen hasarlardan kaynaklanabilecek potansiyel kaybın ifadesidir. Risk anlayışı kişiden kişiye değişir. Birisi için riskli ve tehlikeli olan bir diğeri için olmayabilir. Anlayış farklılıkları liderlerin kararlarını etkiler [63]. Riski etkin olarak yönetmedeki başarısızlık bir faaliyetin maliyetini her yönden artırabilir (politik, ekonomik ve savaş gücü olarak).

Risk her programın doğasında olan bir durum olarak kabul edilmektedir. Gelecekte ortaya çıkabilecek olayları analiz ederek potansiyel riskleri belirlemek mümkündür. Risklerin yönetilebilmesi için riskler ölçülebilir kavramlar haline getirilmeye çalışılmaktadır [12]. Riskin derecesi ise, gerçekleşme olasılığı ile ilişkilidir. Gerçekleşme olasılığı yüksek olan durum ve olaylar, olasılığı düşük olanlardan daha riskli olarak tanımlanır [8].

5.1.2. Havacılıkta risk

Havacılık görevlerinde risk, genel olarak hem olumlu hem de olumsuz sonuçları içeren belirsizlik anlamına gelir. Yani risk kavramı tehlike ve tehdit unsurlarını da içermektedir. Bu olumsuz yönü itibariyle risk, görevin hedeflerine ulaşmayı etkileyen belirsiz olayların etkisi olarak ifade edilebilir. O halde riskin varlığı için; görevin hedefleri, belirsiz olayların varlığı ve belirsiz olayların görevin hedefleri üzerine etkisinin olması gerekmektedir.

Risk; uçuş görevinin başarılmaya yönelik gerçekleşebilecek bir olayın etkisine açık kalmasıdır. Risk, bir olayının oluşma olasılığı ve olayın meydana gelmesinden kaynaklanan zarar veya kazancın boyutu ile açıklanabilir. Risk yönetimi, riskleri belirlemek ve kabul edilebilir bir seviyede tutabilmek için gerekli adımlar üzerine odaklanmıştır [17].

Risk; faaliyetlerin büyüklük ya da küçüklüğüne, basitlik ya da karmaşıklığına bağlı değildir, faaliyetlerin bir parçasıdır. Faaliyetlerin karmaşıklığı yada büyüklüğü, faaliyetin taşıdığı riskin potansiyeline işaret edebilir.

Risk yönetimi, görevi etkileyebilecek kaynakların kullanımına, görevin önmine, gerçekleşme zamanına, teknik performanslara ve yönetimin karar vermesinde etken olan diğer etkenlere uygulanabilir.

5.2. Risk Yönetimi Nedir?

Risk yönetimi kavramı ilk olarak 1950'lerin başlarında kullanılmaya başlanmıştır. İlk başlarda sigortacılık kavramı içerisinde değerlendirilen risk yönetimi kavramı, risk yönetiminin akademik bir disiplin olma sürecine paralel olarak değişmiş ve günümüzde kullanılan anlamını almıştır. Zaman içerisinde akademik anlamda da gelişen bu kavram şu anda mühendislik uygulamaları, askeri ve havacılık programları, finans teorisi ve sigortacılık alanlarında sıklıkla kullanılmakta ve uygulama alanı bulmaktadır [8].

Riskin arttığı yerde mevcut pozisyonu korumak yada iyileştirmek için çaba sarf edilmesi gerekmektedir. Riskler, görevin gidişini ters yönde değiştirebilir, plânı aksatabilir, görev sonucunu etkileyebilir. Risk yönetimi bu gibi durumların tanımlanmasını, değerlendirilmesini, etkilerinin önlenmesi ya da etkilerinin azaltılması yönünde gerekli denetimlerin uygulanmasını ve alternatiflerin plânlamasını içerir [8].

Risk yönetimi; istenmeyen olayların ya da etkilerinin oluşma olasılığını azaltmak için risklerin plânlanması, risk alanlarının değerlendirilmesi, risk azaltma faaliyetlerinin yürütülmesi, risklerin izlenmesi ve tüm risk yönetim programının dokümente edilmesi faaliyetlerini kapsar [8].

Risk yönetimi gelecekte olması muhtemel ve sonuçları tam olarak bilinmeyen olaylarla ilgilendirir. Genel olarak olayların neticesi olumlu ya da olumsuz olarak sınıflandırılabilir. Bu anlamda risk yönetimi, gelecekte olacak olayların sonuçlarının olumlu olması için, bunları plânlama, değerlendirme ve yönetme sanatı olarak tanımlanabilir. Başarılı bir risk yönetiminin anahtarı erken tanımlama, plânlama ve

kararlı bir uygulamadır. İyi plânlama; kapsamlı ve yinelenen bir yaklaşımla risk tanımlama, değerlendirme ve tepki geliştirmeyi mümkün kılar [63].

Risk yönetimi başlı başına bir yönetim disiplini, ancak belirsizlikleri ve riskleri tamamen ortadan kaldıracak sihirli bir yönetim disiplini değil, potansiyel risklerin sistematik olarak değerlendirilerek, olası zararlarının etkisini azaltıcı yönde, verilere dayalı karar vermeyi sağlayan bir disiplindir [54] ve diğer disiplinlerle bir bütünlük içerisinde uygulanması gerekir [63]. Risk yönetim yaklaşımı, ileri bakış açısı ile, disiplinli, yapılandırılmış, bilgiye dayalı ve sürekli olarak yürütülmelidir. Başarılı bir risk yönetimi için kritik olan husus, erken planlama ve proaktif yaklaşımdır. Risk yönetimi, yalnızca belli zaman periyotlarında ya da programın belli aşamalarında uygulanan bir disiplin değildir [17].

Risk yönetimi; görevden kaynaklanan riskleri tanımlama, değerlendirme ve kontrol etme, risk maliyetleri ile görev önceliklerini dikkate alarak karar verme işlemidir. Her seviyedeki liderler ve yöneticiler risk yönetimini kullanır. Bu yöntem çok çeşitli görevlere ve sahalarda uygulanabilmektedir. Risk yönetimi kendinden emin ve yetenekli liderler ve çalışanların geliştirilmesinde temeldir. Yöneticiler, halihazırdaki ve gelecekteki liderleri, beş basamaklı risk yönetimi faaliyetlerine hazır hale getirmelidir [63].

Etkili bir risk yönetimi, idarecisinden uygulayıcısına kadar uçuş görevinin her aşamasında yer alan personelin risk yönetimine katılımını gerektirir. Uçuş ekibi dışından kritik risk alanlarıyla ilgili uzman yardımı alınması da gerekebilir.

5.3. Risk Yönetiminin İlkeleri

Literatürde etkin ve verimli risk yönetiminin uygulanması için belirlenmiş olan ve risk yönetimi plânlamasında önemli yer tutan yedi ilkedен bahsedilmektedir [10, 62]:

- Küresel perspektif,
- Geleceğe dönük bakış açısı,

- Açık iletişim,
- Bütünleştirilmiş yönetim,
- Sürekli süreç,
- Paylaşılmış ürün vizyonu,
- Takım çalışması.

Küresel perspektif; işletme faaliyetlerine dair belirleme, tasarım ve gelişim için önem taşımaktadır. Ayrıca küresel perspektif ile potansiyel fırsatların ve bunların olası ters etkilerinin gerçekleşmeden fark edilmesi sağlanabilmektedir [10, 62].

Geleceğe dönük bakış açısı, belirsizlikleri ve bu belirsizliklerin olası sonuçlarını belirlemek, belirsizlikler beklenirken işletme kaynaklarının ve aktivitelerinin yönetilmesi açısından gereklidir [10, 62].

Açık iletişim, faaliyetlerin her aşamasında serbest bilgi akışının teşvik edilmesi, resmi, gayri resmi ve rapor edilmemiş bilgilerin paylaşılması için önemlidir. Bütünleştirilmiş yönetim ile, risk yönetiminin işletme yönetim plânının temel ve önemli parçası haline getirilmesi belirtilmektedir. Burada amaç risk yönetimi araç ve yöntemlerinin işletmenin yapısı ve kültürüne adapte edilmesidir [10, 62].

5.4. Risk Yönetiminin Prensipleri

Aşağıda sunulmuş dört prensip, risk yönetimi ile bağlantılı bütün işlemleri yönlendirir. Bu prensipler herhangi bir görevden önce, görev boyunca ve görevden sonra devamlı olarak uygulanmalıdır [10, 17].

Gereksiz risk alınmamalıdır: Gereksiz riskler, gerçek fayda ya da imkanlar açısından uygun şartlar olmaksızın ortaya çıkar. Uçuş görevleri ve günlük rutin çalışmalar mutlaka belirli bir oranda risk içerir. Bu nedenle, bütün faaliyetlerde tehlike ve risklerle birlikte uygun kontrol tedbirlerinin çok iyi anlaşılmış olması gerekir. Gereksizlik kavramı burada riskten kaynaklanabilecek kaybın karşılanabilirliğini

ifade etmektedir. Risk yönetimi, hangi riskin veya risk düzeyinin gereksiz olduğunun belirlenmesi için araçlar sağlamaktadır. Bu kabulün diğer açılımı, bir görev veya işin başarılı olarak tamamlanabilmesi için sadece *gerekli riskin* kabul edilmesidir [8, 10, 17, 64].

Risk kararları uygun seviyede alınmalıdır: Risk kararlarının uygun düzeylerde alınması, sorumluluğu açıklığa kavuşturur. Görevin başarı yada başarısızlığından sorumlu olan herkes, karar alma sürecine alınmalıdır. Risk kararları için en uygun düzey; riski azaltacak ya da tehlikeyi ortadan kaldıracak düzeydir [8, 10, 17, 64].

Fayda, maliyetin üzerinde ise risk kabul edilebilir: Fırsat ve faydalara karşı risklerin kıyaslanma süreci, görevin başarısını arttırmaya yardımcı olur. Fayda ve maliyetin dengelenmesi subjektif bir süreçtir ve liderin kararı olmalıdır. Ayrıca, küçük bir kazanç için büyük riskler alınmamalıdır [8, 10, 17, 64].

Risk tahmini ve yönetimi plânlama ile yapılmalıdır: Risk yönetimi, tüm seviyelerdeki plânlamalara dahil edilmelidir. Bunun için riske ilişkin olasılıklar bütün yönleriyle değerlendirilmelidir. Risk yönetimini, plânlamayla olabildiğince çabuk bütünlemek, karar veren yöneticiye doğru kararlar almasında ve etkili risk tedbirlerini uygulamasında büyük fırsat sağlar [6, 17].

5.5. Riskle Başa Çıkma Teknikleri

Risk istenmeyen sonuçlar içerdiğinden, riskle başa çıkmak için beş farklı teknikten birisini kullanmak gereklidir [50]. Bu tekniklerden kimi zaman birisinin kullanımı yeterli olurken, bazen sürecin farklı safhalarında farklı teknikleri kullanmak gerekmektedir [8]. Risk yönetim sürecinin önemli bir basamağı kullanılacak olan tekniği doğru belirlemektir. Risk yönetiminin temel amacı olan riski kabul edilebilir seviyelere indirmek veya tamamen ortadan kaldırmak ancak doğru tekniğin seçimi ile mümkün olabilecektir [50].

5.5.1. Riskten kaçınma

Eğer kişi ya da organizasyon bir an için bile riski almayı reddediyorsa, kaçınma tekniğinin kullanılması gerekmektedir [8]. Bu durumda riskli durum ya da olayın gerçekleşmesine kesinlikle izin verilmez. Riski artırıcı faaliyetler yapılmayarak kaçınma tekniği uygulanır. Riskten kaçınma riskle başa çıkma tekniklerinden birisidir ancak, bu olumsuz bir tekniktir. Bu yüzden her zaman tatmin edici sonuçlar doğurmaz. Sıklıkla kullanılması durumunda, yakalanması olası fırsatlar kaçırılabilir, hatta görev başırlamayabilir [8, 50].

5.5.2. Riski azaltma

Risk iki yolla azaltılabilir. Birinci yol kaybı kontrol altına alma ve önlemedir. Alarm sistemleri, itfaiye teşkilatları gibi koruma programları riskli durumun oluşma olasılığını düşürerek riski azaltır. Riski azaltma tekniği içerisinde yer alan bazı metotlar kaybın gerçekleşmesini önlemeye çalışırken, bazı metotlar ise, riskin gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkacak kaybın şiddetini kontrol altına almaya çalışır [50].

Bir bakış açısına göre kaybı önleme, riskle başa çıkma tekniklerinden en çok tercih edilenidir. Eğer kayıp oluşma olasılığı tamamen yok edilebilirse, aynı zamanda risk de ortadan kaldırılmış olacaktır. Bir başka açıdan kaybı önleme tekniği riskle başa çıkma konusunda yetersiz bir yaklaşım olarak kabul edilmektedir. Bu bakış açısına göre, ne kadar çabalsak da bütün kayıpları önlemek mümkün değildir. İlave olarak, bazı durumlarda da kaybı önlemenin maliyeti kaybın kendisinden daha fazla olabilir [8].

5.5.3. Riski kabullenme

Riski kabullenme, riskle başa çıkma teknikleri arasında en yaygın olarak kullanılanıdır. Organizasyonlar, bireyler gibi sınırsız sayıda riskle karşı karşıyadırlar.

Riskten kaçınma, riski azaltma veya riski aktarma yollarından birisine ilişkin bir tedbir alınmadığı takdirde, olası kayıplar kabullenilir [8].

Riski kabullenme kimi zaman bilinçli olarak, kimi zaman ise, bilinçsiz bir şekilde olur [8, 55]. Riskin algılanmasına rağmen azaltılamaması ya da aktarılamaması durumu bilinçli olarak riski kabullenmeye neden olur. Riskli durum fark edilemediğinde yaşanan durum ise bilinçsiz olarak riskin kabullenilmesidir.

Riski kabullenme bazen isteyerek, bazen de istemeyerek olur [8, 55, 61]. İsteyerek riski kabullenme durumunda, varolan riskin farkına varılır ve riskin içerdiği kayıplar yüklenilir. Eğer mevcut durumda daha cazip başka seçenekler yoksa istekli olarak riski kabullenme kararı tercih edilebilir. Bilinçsiz olarak riskin kabullenilmesi, riskten kaçınılamaması, azaltılamaması veya aktarılamaması istemeyerek riski kabullenme durumunu ortaya çıkarır [8].

Riski kabullenme pek çok durumda akılcı olduğu kadar en iyi yöntemdir [8]. Organizasyonlar kendi kriterleri ve olası kayıpları göze alma kabiliyetleri çerçevesinde hangi tür risklerin kabullenileceğine karar vermelidir [50]. Herhangi bir kayıp bir organizasyon için çok yıkıcı olabilirken, bir diğeri için kolaylıkla baş edilebilir büyüklükte olabilir [55]. Genel bir kural olarak, kesin ancak küçük kayıplara neden olacak riskler kabullenilmelidir [8].

5.5.4. Riski aktarma (transfer etme)

Risk bazen onu taşımaya daha istekli olan bir kişi ya da kuruluşa aktarılabilir. Riski aktarma tekniğine verilebilecek en iyi örnek sigortacılıktır. Riski aktarmak için genellikle ekonomik antlaşmalar kullanılır. Riskin aktarılması durumunda riski devralan kişi veya kuruluş bu tür risklere yönelik olarak daha deneyimli ve hazır bir durumdadır. Ancak kimi zaman riski aktarma tekniğinin maliyeti yüksek olabilir. Bu yüzden genellikle olasılığı düşük de olsa, büyük kayıplar içeren risklere karşı tercih edilen bir metottur [8, 50].

5.5.5. Riski paylaşma

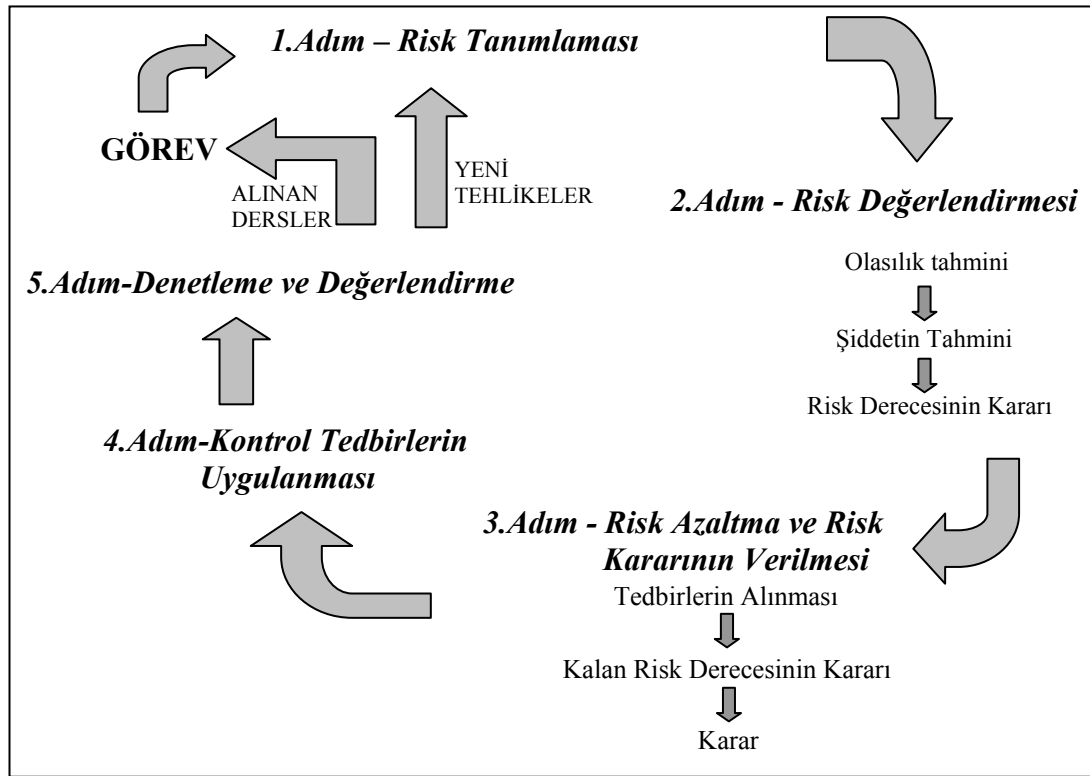
Riski paylaşma, riski aktarmanın özel bir durumu, riski kabullenmenin bir başka şeklidir. Riskler paylaşıldığında, kayıp olasılığı bir bireyden bir gruba aktarılmış olur. Gruba aktarılan riskler, o grup tarafından kabullenildiği için riski paylaşma metodu riski kabullenmenin bir başka şeklidir [8].

Bireyler ve organizasyonlar tarafından risk paylaşımı pek çok yolla yapılabilir. Ekonomik anlamda risk paylaşımına verilebilecek en iyi örnek şirketleşmedir. Bu tür organizasyon yapısında birçok birey bir araya gelerek işin içerdiği riskleri birlikte üstlenir, yani paylaşır. Aynı zamanda yatırımcılar şirket hisselerini alarak mevcut risklerin bir kısmını üzerine alabilir. Sigortacılık da riski paylaşma örneklerinden bir başkasıdır [50, 61].

5.6. Risk Yönetim Süreci

Risk yönetim süreci; plânlama ve yürütme safhalarından oluşur. Plânlama sürecinde, risk yönetiminin program boyunca, nasıl uygulanacağı plânlanır [17]. Risk yönetiminin yürütme aşamasında, risk yönetim plânına ve risk azaltma plânına göre, risk değerlendirme, azaltma, izleme ve kontrol faaliyetleri gerçekleştirilir [7, 8, 17]. Risk yönetim süreci temel olarak beş adımdan oluşur.

- Risk tanımlaması,
- Risk değerlendirmesi (Risk analizi),
- Risk azaltma ve risk kararının verilmesi,
- Kontrol tedbirlerinin uygulanması,
- Denetleme ve değerlendirme.



Şekil 5.2. Risk yönetim modeli [8]

Bu sürecin ilk iki aşamasında risk tanımlama ve değerlendirilmesi yapılır. Birinci aşamada, görevin icrasında karşılaşılabilecek her türlü tehlikeli durum tespit edilir ve her tehlikenin harekâta tesiri saptanır [17, 64]. Risk analiz aşamasının değişkenleri olasılık ve etkidir. Daha sonraki adımlarda risklerin etkin yönetimi gerçekleştirilir. Bu kısımda liderlere düşen görev, mevcut riskleri, politik, ekonomik, çevresel ve harekât gücü ile dengelemek ve uygun kontrol tedbirlerini alarak gereksiz riskleri azaltmak veya tamamen ortadan kaldırmaktır. Yürütme aşamasında da uygulamada olduğu gibi, liderler devamlı olarak harekâta etki edecek riskleri değerlendirmelidir [5, 17, 64].

5.6.1. Risk tanımlaması

Riskin algılanabilmesi için riskin ne olduğunun bilinmesi gerekmektedir. Risk belirleme, risk yönetim sürecinde genellikle en kritik adım olarak ele alınmaktadır. Risk belirleme; risklerin ve kaynaklarının problem haline gelmeden tespit

edilmesidir. Risklerin ne, niçin ve ne zaman olduğu veya olabileceğinin saptanması aşamasıdır [12]. Herhangi bir tehlike tanımlanmadan kontrol altına alınamaz. Tehlikelerin tanımlanmasında sarf edilecek çaba risk yönetiminin tamamında olumlu etkisini gösterecektir.

Risk belirlemede öncelikle amaç, risk içeren olay ve durumların saptanması ve listelenmesidir. Bunlar olası risk nedenleri ve senaryolarının oluşturulabilmesi için gereklidir. Risklerin birçok nedeni olabilir. Risk sebeplerinin etkisinin ve sonucunun şiddetinin belirlenmesi yoluyla risk proaktif şekilde yönetilmiş olur. Bu nedenle risklerin sınıflandırılması ve listelenmesi risk belirleme ve analizine yardımcı olacak çalışmalardır. Risklerin sınıflandırılması çalışmasına ilişkin en yaygın yaklaşım risk kaynaklarının sınıflandırılmasıdır. Risk belirleme faaliyeti bir kez değil, risk yönetimi süreci boyunca yapılır.

Risk belirleme safhasında risk olasılığını artıran dört faktörden bahsedilebilir. Bu faktörler olası risklerin oluşmasına ve kaza ile olaylara kaynaklık teşkil eder. Bu faktörler; insan, malzeme, görev ve çevre faktörleridir ve kendi içlerinde de alt faktörle ayrılabilir. Bir riski oluşturan bu alt faktörlerin bir araya gelmesidir [17].

İnsan faktörleriyle ilgili dört alt faktör [17]

- Fizyolojik nedenler: Hareket ve duyularla ilgili sorunlar, patofizyolojik nedenler, kullanım tekniği, pilotaj (sert iniş, pistten çıkma vb.).
- Psikolojik nedenler: Yeterlilik, durum değerlendirmesi, yorgunluk, algılama yeteneği ve karar verme ile ilgili nedenler (oryantasyon kaybı, planlama ve muhakeme yetersizlikleri vb.).
- Kişisel nedenler: Ruh hali, davranışlar ve iletişimle ilgili sorunlar (ilaç, alkol kullanımı vb.).
- Yönetim faktörleri: Liderlik zafiyeti, koordinasyon eksikliği, kontrol zafiyeti, talimatlara uymama, ödül ve ceza uygulamaları (yetersiz mürettebat koordinasyonu ve çeklist kullanımı, aşırı yükleme, kontrol ünitesinin talimatlarına uymama vb.).

Malzeme faktörleriyle ilgili dört alt faktör [17]

- Motordan kaynaklanan sorunlar: Hareketli kısım, pervane, elektrik ve yakıt donanımı sorunları.
- Gövde sorunları: İniş takımları, uçuş kabini, fren sistemi, kumanda, kabin basıncı ve havalandırma sorunları.
- Hidrolik sistem sorunları: Uçuş kumandaları, fren sistemi sorunları.
- Muhtelif kaynaklı sorunlar: Yangın, otopilot, elektronik uçuş ve diğer sistem sorunları.

Görev riskleriyle ilgili dört alt faktör [17]

- Uçuş safhasının zorluğu, iş yükü fazlalığı,
- Göreve uygun bilimsel eğitim yapılmaması,
- Eğitimde uygun geri besleme yapılmaması,
- Görevin zorluğu ve standardizasyon sağlanamaması.

Çevre riskleriyle ilgili beş alt faktör [17]

- Yabancı madde hasarları (YAMAHA),
- Kuş çarpması hasarları,
- Meteorolojik şartların olumsuzluğu,
- Arazi yapısı ve pist yüzeyinin olumsuz etkileri,
- Çalışma ortamının oluşturduğu nedenler.

5.6.2. Risk analizi

Tehlikelerin saptanması ve tehlikelerin sebep olabileceği risklerin hesaplanması amacıyla bilimsel yaklaşımların kullanılması sonucunda riskler sınıflandırılır ve sıralanır [12]. Risk analizi, genel olarak sigorta ve yatırım konularında kullanılan analitik bir metot olmakla birlikte, iş yerini inceleme, tehlike belirleme ve bu

tehlikelerin üstesinden gelmek için stratejiler geliştirmede kullanılmaktadır. Analiz işlemi riskin iki temel bileşeni üzerinde odaklanmaktadır; *belirli bir olayın meydana gelme olasılığı* ve *olayın sonuçlarının program, görev ve performans üzerindeki etkileri*. Risk analizi sürecinde her risk, olasılık ve etki faktörleriyle analiz edilir [65, 66].

Olasılık değerlendirme

Tehlike şiddet kıymetlendirmesinin negatif sonuçlara yol açma olasılığının tespit edilmesi gereklidir. Bu olasılık, tehlike sebeplerinin ortaya çıkma olasılıklarının toplamıyla doğru orantılıdır. Olasılıklar, gerçek veriler kullanılarak veya tahmin yoluyla belirlenir [17, 66]. Liderler, her tehlikeli olayın gerçekleşme ihtimaline göre tüm tehditleri değerlendirmelidir. Her tehlike için tahmin edilen olasılık seviyesine, benzer görevlerden veya hareket tarzlarından faydalanılarak karar verilebilir. Çizelge 5.1’de olasılık düzeyleri gösterilmektedir [5, 17].

Çizelge 5.1. Olasılık düzeyleri

<u>Kategori</u>	<u>Düzy</u>	<u>Risk Olayının Oluşma Olasılığı ve Yaklaşım</u>
A	(Çok sık).....	Belirsizliğe yakın, çok yüksektir. Sistemin ömrü süresince sık sık ve kişinin kariyeri boyunca sık sık oluşabilen olaylardır. Olay her gün yaşanabilir. Standart uygulamalarla risk önlenemez, riski hafifletmek mümkün olmayabilir.
B	(Sık).....	Çeşitli zamanlarda olma ihtimali yüksektir. Haftada bir gün görülebilecek olaylar bu kategoride düşünülebilir. Risk önlenemeyebilir, farklı yaklaşımlar gereklidir.
C	(Ara sıra).....	Bazen olması muhtemeldir. Ayda bir görülebilecek olaylar bu kategoride düşünülebilir. Risk önlenabilir, sistemli bir çalışma gereklidir.

Çizelge 5.1. (Devam) Olasılık düzeyleri

D	(Seyrek).....Olasılığı düşük, fakat mümkündür. 1 ile 10 yıl arasında görülebilen olaylar bu kategoride düşünülebilir. Risk türüne göre minimum çaba ile risk önlenabilir.
E	(Çok seyrek)....Yok denecek kadar azdır. Standart uygulamalar yeterlidir.

Etki değerlendirme

Tehlikenin insan, ekipman veya teşkilat üzerinde gösterebileceği potansiyel etkinin büyüklüğünün tespit edilmesi anlamına gelir. Sebep-sonuç diyagramları risk etkisini değerlendirmede kullanılabilecek en uygun metottur. Etki değerlendirmesi, gerçekçi olarak, beklenebilecek en kötü sonuç temeline dayandırılarak yapılmalıdır. Etki kategorileri; değişik faktörler sonucu oluşabilecek en kötü olaylar hakkında sayısal ölçekler sağlamak amacıyla tanımlanır [17]. Her tür tehlikenin oluşturacağı etki derecesinin tahmini, bilgiye ve daha önce gerçekleşmiş benzer olaylara dayandırılabilir. Çizelge 5.2’de etki düzeyleri gösterilmektedir [5, 12, 17].

Çizelge 5.2. Etki düzeyleri

<u>Kategori</u>	<u>Düzy</u>	<u>Risk Olayı Gerçekleştiğinde Etkisinin Büyüklüğü</u>
1	(Felaket).....	Tüm sistem performansı kabul edilemez derecede eksik ve hatalıdır. Ölüm, külli hasar ve ciddi ölçüde çevre zararı gerçekleşir.
2	(Önemli).....	Tüm sistem performansı kabul edilebilir limitin dışındadır. Ağır yaralanma, ciddi şekilde sonuçlanan mesleki hastalık, sistemin veya çevrenin büyük bir kısmının hasar görmesi gibi sonuçlar gerçekleşir.

Çizelge 5.2. (Devam) Etki düzeyleri

3	(Orta).....	Belirli teknik alanlarda orta seviyede performans eksikliği olur. Hafif yaralanma, küçük mesleki rahatsızlıklar, sistemin veya çevrenin küçük bir kısmının hasar görmesi gibi sonuçlar oluşur.
4	(Marjinal).....	Sistem limit dahilinde etkilenir. Çok hafif yaralanma, çok küçük mesleki rahatsızlıklar, sistemin veya çevrenin çok küçük bir kısmının hasar görmesi gibi sonuçlar oluşur.
5	(Önemsiz).....	Bu risk gerçekleştiğinde belirli teknik alanlarda az miktarda performans eksikliği olur. Önemsiz olabilecek derecede yaralanma ve mesleki rahatsızlık sonuçları oluşur. Sistem veya çevre herhangi bir hasar görmez.

Değerlendirme kılavuzu (Risk matrisi)

Riske ait olasılık ve etki değerlendirmeleri yapıldıktan sonra, değerlendirme kılavuzu kullanılarak risk matrisi oluşturulur ve riskin seviyesi, büyüklüğü veya bir başka ifade ile derecesi bulunur. Risklerin etkisi; düşük, orta ve yüksek olarak derecelendirilebilir. Buna göre; *yüksek* dereceli riskler için yönetimin acil olarak harekete geçmesi gerekir. *Orta* dereceli risklerde makul yönetim faaliyeti gereklidir. *Düşük* dereceli risklerde minimum etki söz konusudur ve standart prosedürlerin uygulanması riski kontrol altına almaya yeterli gelecektir. Daha sonra bu risk değerleri öncelik sırasına konulur. Risk listesi, risk analizi sonuçlarına dayanılarak önceliklendirilir. Değişen koşullara göre, risklerin önem derecesi de değişebilecektir, bu nedenle risk listesinde, risklerin önem dereceleri güncellenmelidir [54].

Tehlikenin meydana gelme olasılığı ile etki büyüklüğü birleştirilerek risk matrisi oluşturulur. Risk matrisi hem bir riskin kabul edilebilirliğini değerlendirme, hem de

bu kabul edilebilirlik kavramının yönetimin hangi seviyesinde verileceği konusunda temel teşkil eder [17].

Çizelge 5.3. Risk matrisi

		ETKİ				
		1	2	3	4	5
OLASILIK	A	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK	YÜKSEK	ORTA
	B	YÜKSEK	YÜKSEK	ORTA	ORTA	DÜŞÜK
	C	YÜKSEK	ORTA	ORTA	DÜŞÜK	DÜŞÜK
	D	YÜKSEK	ORTA	ORTA	DÜŞÜK	DÜŞÜK
	E	YÜKSEK	ORTA	DÜŞÜK	DÜŞÜK	DÜŞÜK

Matris, aynı zamanda tehlikeler ile alınan riskleri çözümlemek veya tehlike uyarılarını standart hale getirmek amacıyla kullanılacak kaynakları öncelik sırasına koymak için kullanılabilir. Çizelge 5.3'te örnek risk matrisi görülmektedir [17, 66].

Yüksek dereceli olarak belirlenen riskler için detaylı analiz gereklidir. Faaliyetin türüne göre analizin tipi ve derinliği değişecektir. Etki, olasılık ve risk kıymetlendirme çalışmaları gelecekteki analizlerde kullanılmak üzere kayda geçirilmelidir. Dokümantasyon analizin hedeflerini ve amacını, yöntemini ve sonuçlarını kapsamalıdır. Detaylı analiz sonuçlarına dayanarak tahmin edilmiş risk seviyesinde meydana gelecek herhangi bir değişiklik önceki kararları da değiştirecektir [5].

Risk matrisinde gösterilen orta düzeyli riskler kurulmuş olan sistemin ara birimlerini olumsuz olarak etkileyebilir. Bu tür riskler olduğunda plânların bazı kısımlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu tür riskler emniyeti ciddi şekilde tehdit etmektedir [5].

Risk matrisinde düşük düzeyli olarak gösterilen risklerin meydana gelme olasılığının ve / veya etkisinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Bu riskler için risk azaltma plânları gerekli değildir [5].

5.6.3. Risk azaltma ve risk kararı

Risk azaltma stratejisi, kuruluş risk kültürüne ve risk stratejisine bağlı olarak belirlenir. Risk stratejisinde, hangi durumlarda risk alınacağı, hangi durumlarda riskin transfer edileceği ve risklerin üstlenilmesi durumunda risk azaltma faaliyetlerini başlatma için eşik değerinin ne olduğu saptanmalıdır [17].

Risk azaltma stratejilerinde, ortamdaki belirsizliğin derecesi de dikkate alınmalıdır. Belirsizliğin çok yüksek olduğu bir durumda, risk azaltma yöntemlerini belirlemek daha zordur, risk alma konusunda daha dikkatli karar verilmelidir. Risk değerlendirme sürecinde, nicellenen risklerin büyüklüğüne bağlı olarak risk azaltma yöntemleri belirlenir. Risk azaltma faaliyetleri, aşağıdaki kararlara bağlı olarak planlanır ve uygulanır [17, 54];

- Riskten kaçınma,
- Riski kontrol altına alma / azaltma ya da ortadan kaldırma,
- Riski üstlenme,
- Riski transfer etme / paylaşma,
- Bilgi ve araştırma.

5.6.4. Risk izleme ve kontrol tedbirlerinin uygulanması

Bu safha, tasarım ve yapılanma sürecinde yerleştirilmiş ölçümler yoluyla risk yönetimi uygulaması faaliyetinin performansını sistematik olarak değerlendirmek ve izlemek için uygulanan sürekli bir süreçtir. Etkin bir izleme, risklerin uygun yürütme faaliyetlerine karşın gerçek bir problem haline gelip gelmediğinin gösterilmesine dair bilgi verir. Bu bilgi, düzeltici faaliyetleri desteklemek için uygun zamanda

kullanılabilir olmak zorundadır. Risk izleme sürecinde oluşturulan risk durum raporları, hedeflenen değerlere ulaşılması sırasında uygun ve yeterli hafifletme planları için oluşturulur. Risk yöneticileri, risk yönetimi bilgi sistemindeki risk bilgilerini güncellemekle sorumludur.

Risk izleme, faaliyet süresince karşılaşılabilecek risklere, risk yönetim plânı doğrultusunda geliştirilen uygulamaları kapsar. Değişiklikler olduğu zaman, temel döngü olan belirleme, değerlendirme, analiz ve risk yönetimi uygulaması tekrarlanır. Önemle dikkat edilmesi gereken nokta, dikkatli ve kapsamlı yapılan analizlerin tüm riskleri belirlemeye ve değerlendirmeye yetmeyeceği; izleme ve kontrolün gerekli olduğudur [12].

Riskin kontrolü, işletme faaliyetlerinin akışı içerisinde risk olaylarına tepki vermek amacıyla yapılan uygulamaların risk yönetim planına uygunluğunun araştırılmasıdır. Risk sorumluları riskleri inceler ve gerekli ölçümleri yapar. Ölçülemeyen bir şeyin kontrolü de yapılamaz. Ölçülmesi gereken temel hususlar; zaman çizelgesi, maliyet ve müşteri tatmini (kalite) dir. Değişiklikler oldukça risk tanımlama, sayısallaştırma ve tepki verme çevrimi tekrarlanır. En kapsamlı çalışmaların dahi maruz kalınabilecek tüm riskleri ortaya koyamayacağını kabul etmek gerekir. Risk kontrolü ile gerektiğinde düzeltici işlemler başlatılır ve risk plânı güncelleştirilir [17].

Günlük hayatta plânlanan işlerin doğruluk derecesinin, plânlara uygunluk ölçütlerinin sürekli olarak kontrol edilmesi gereklidir. Bu süreç, plânlama adımının devamı niteliğindedir. Genellikle kontrol süreçleri, plânlama süreçlerinden daha geniş bir zamana yayılmakta ve daha fazla çaba harcanmasına sebep olmaktadır [66].

5.6.5. Denetleme ve değerlendirme

Bu safha; çalışmalar boyunca riskleri kontrol etmek için belirlenen hareket tarzlarının etkinliğinin ölçülmesi anlamına gelir. Bu işlem üç adımdan oluşur, ilki risk kontrollerinin etkinliğinin görüntülenmesidir. İkincisi ise örnek olarak bir faaliyetin tümünün veya bir kısmının beklenmedik bir duruma önlem olarak daha

detaylı kıymetiendirilmesidir. Sonuncusu ise yapılan etkinliklerden öğrenilmesi gereken pozitif veya negatif dersleri, gelecekteki benzer aktivitelerde faydalanmak amacıyla yerli yerine oturtmaktır [17, 64].

Liderler standartların ve kontrollerin güçlendirildiğinden emin olmak için görev prova ve icralarını denetler. Görev boyunca liderler etkili olduğundan emin olmak için kontrolleri sürekli gözetler. Liderler ihtiyaç oldukça tekniklerde yenileme yapar. Sürekli olarak yorgunluk, malzemenin kullanılabilirliği ve çevre gibi bir çok tehlikeyi kıymetlendirir. Liderler riskleri kabul edilebilir seviyede tutmak için kontrolleri sürekli güncelleştirir [64].

Denetim, risk yöneticisi tarafından risk kaynaklarının yönetilmesi, problemler ile başa çıkılması ve risk elemanlarının yönetilmesi için gereklidir. Problemler ortaya çıktığında risk yöneticisi problemleri gidermek ve programı yoluna koymak için denetimi eline almalıdır. Problem tanımlandıktan sonra ek kaynaklar problem üzerine odaklanabilir, elemanlar yeniden düzenlenebilir ya da zamanlama yeniden tanımlanabilir [17].

Değerlendirme sistematik olmalıdır. Varlıklar risk kontrollerine açıldıktan sonra maliyet ve faydaların dengede olup olmadığı gözden geçirilmelidir. Sistemdeki değişiklikler saptanmalı ve uygun risk yönetimi kontrolleri uygulanmalıdır. Etkin bir değerlendirme için denetçi maliyetin beklentilerle orantılı olup olmadığına bakmalıdır. Buna ek olarak denetçi, kontrol ölçeklerinin görev performansı üzerinde nasıl etki bıraktığını gözlemlemelidir [17].

Denetleme kendi başına yeterli değildir. Düzeltici veya önleyici aktivitelerin etkin bir şekilde yürütüldüğünden ve faaliyet sırasında yeni fark edilen tehlikelerin tanımlanmış, analiz edilmiş ve karşı önlemleri alınmış olduğundan emin olunmalıdır. Bir riskin varlığı kabul edilerek bir karar alındığında, maliyet ve fayda analizine ait bilgiler kaydedilmelidir. Böylece bir kaza olduğunda veya negatif bazı olaylarla karşılaşıldığında risk kararı işlemlerini inceleyerek, hataların nerelerden kaynaklanmış olabileceği tespit edilebilir [17]. Risk analizlerinin önemsememe veya

abartma hatalarını içermesi durumunda, bu hataların tanımlanıp düzeltilmesi büyük önem taşır [64].

- Başarıların sonraki görevlerde de devam edebilmesinin nasıl yapılacağı belirlenmelidir.
- Tecrübelerden diğerlerinin de istifade edebilmesi için derslerin tutulması ve dağıtılması gerekmektedir.
- Görev derecesinin düşürülmesi neticesinde tehlikenin ihtimalinin ve şiddetinin belirlenmesi ve doğru bir şekilde değerlendirilmesinin risk değerlendirmesine etkisi değerlendirilmelidir.
- Her tehlike ve bütün görev için kalan risk miktarının doğru bir şekilde tahmin edilip edilmediği belirlenmelidir.
- Kontrollerin etkin bir şekilde karşılıklı görüşüldüğü, icra edildiği ve mecbur edildiği de düşünülerek her kontrolün risk azaltma veya kaldırmanın etkinliğinin değerlendirilmesi lazımdır.

Denetleme ve değerlendirme faaliyetleri sonrasında düzeltici ve önleyici aktivitelerin etkin bir şekilde uygulamaya konulduğundan ve görev esnasında yeni tespit edilen tehlikelerin analiz edilip, düzeltici önlemlerin alındığından emin olmak için, bir geri besleme sistemi tesis edilmelidir. Geri besleme, tedbirlerin uygulanması işleminin nasıl çalıştığı ve kontrollerin etkin şekilde yürütülüp yürütülmediği hakkında bilgiler verecektir [66]. Sebep gösterilmeksizin kontrol işlemlerinde yapılan değişiklikler, aşağı seviyelerdeki personelde ortak sahiplik duygusunu zayıflatır. Mümkün oyuğu kadar fazla kişinin faydalanabilmesi için uygulamaya konan kontrollerin etkinliği hakkındaki bilgiler, benzer risklerle karşılaşabilecek diğer organizasyonlarla paylaşılmalıdır. Geri besleme çemberi olmaksızın; önceki tahminlerin ne kadar doğru olduğunu, küçük hatalar mı içerdiğini, yoksa tümüyle yanlış mı olduğunu belirlemek mümkün olmayacaktır [10].

6. HAVACILIKTA RİSK YÖNETİMİ UYGULAMALARI

Havacılık örgütleri açısından risk yönetimine ilişkin Uluslar Arası Sivil Havacılık Teşkilatı tarafından bir takım uygulamaları standartlaştırmak amacıyla dokümanlar yayınlanmıştır. Bu dokümanları esas alarak Amerika Ulusal Havacılık Otoritesi, Avrupa Havacılık Otoriteleri Birliği, Transport Canada, Sivil Havacılık Otoritesi, Avustralya ve Yeni Zelanda Standartlar Komitesi risk yönetimine ilişkin kılavuz ve standartlar yayınlamışlardır. Havayolu işletmeleri bu kılavuz dokümanları ve standartları referans alarak kendi risk yönetimi sistemlerini kurmaktadır. Sivil Havacılık Kuralları risk yönetiminin hukuki çerçevesinin doğru algılanması açısından önem taşımaktadır [12].

Bu bölümde öncelikle havacılıkta risk yönetimi uygulamalarına neden ihtiyaç duyulduğu konusu sorgulanacak, daha sonra Türkiye içinden ve dışından çeşitli havacılık kurum ve işletmelerin risk yönetimi uygulamalarına yer verilecektir.

6.1. Havacılıkta Risk Yönetimi Uygulama Gereksinimi

En basit içerikteki çoğu kararlar bile risk içermektedir veya risk almayı gerektirmektedir. Örnek olarak, iş gezisine uçakla gitmek veya araba kullanmak kararında, maliyet ve zaman farklılıkları kolaylıkla elde edilmektedir. Fakat güvenlik faktörü ve toplantıya zamanında varma olasılığı bu basit durumu güçleştirebilir. Risk değerlendirmede bu örneğin verdiği fikirden yola çıkarak, en önemli elemanları tespit etmek için çalışmada öncelikle başarı ölçüsü gereklidir. Eğer maliyet tek başına başarı kriteri ise, o zaman riskin belirlenmesi basittir, uçakla yolculuğun maliyeti ve araba ile yolculuğun maliyeti karşılaştırılır. Yeni başarı kriteri emniyet olabilir. Taşımacılığın bir türü diğerinden daha emniyetli olacaktır. İstatistiksel olarak kazalar ile ilgili her 100 km. seyahat bu kriteri değerlendirmek için kullanılabilir. Eğer toplantıya zamanında varmak gibi üçüncü bir kriter daha eklenirse o zaman taşımacılık yönteminin güvenilirliği hesaba katılmış olmak zorundadır. Havayolu ile zamanında varmaya ilişkin istatistikler, otomobilin güvenilirliğini ve yol şartlarını hesaplamaya katmış olmak zorundadır. Başarı kriteri

genişletilmiştir ve daha karmaşık bir hale dönüşmüştür. Böylelikle karar uygulamaları da daha karmaşık hale gelmiştir [12].

Bu örnekten ortaya çıkan; belli olan bazı riskler (belki artan maliyet) kabul edilebilir. Bunun nedeni kabul edilemeyecek risklerin ortaya çıkmaması için bazı risklerin kabul edilebilmesidir. Açıkça sağ salim ulaşamama riski kesinlikle kabul edilemez.

Hava Sahası Sistemlerinde teknik karmaşıklıklar artmaktadır ve bu artan karmaşıklık riski de artırmaktadır. Program kararları yoğun biçimde maliyet ve program (tarife) amaçlarına eğilmiştir. Maliyet ve program anlaşılmışken, teknik performans riskleri ile ilgili olarak maliyet/program kararlarının etkileri genellikle açık değildir.

Uygun risk yönetimi, problemlerin belirlenmesi için sistematik bir yaklaşım gerektirmektedir. Büyüklüğüne göre ayırmlar ve bu problemlerin açıklamaları, seçeneklerin saptanmasında, nedenlerin ve sonuçların kesinleştirilmesinde yardımcı olabilir.

Risk yönetiminin önemi ve gereği Amerika Ulusal Havacılık Otoritesi tarafından aşağıdaki cümlelerle ifade edilmektedir [12];

- Risk yönetimi politika olarak gereklidir,
- Risk yönetimi bilimsel ve sistematik olmalıdır,
- Risk yönetimi, karar verme ve uygulamanın tamamlayıcı parçasıdır,
- Havacılık otorite ve organizasyonlarının gereklilikleri etkin ve verimli risk yönetimi üzerinde oldukça etkilidir,
- Hemen hemen tüm işletmeler dokümante edilmiş risk yönetim faaliyetlerine sahip olmalıdır.

Risk yönetimi olayların olması ihtimalinin azaltılmış olabilmesi için önerilmiş bir uygulama fikridir veya olayların olumsuz sonuçlarının minimize edilmesidir. Sivil havacılıkta bu terim; havacılık emniyetine etki eden durumun nasıl idare edileceği,

nasıl ele alınacağı hakkında karar vermeyi çevreleyen koşullar içerisinde sıkça kullanılmaktadır. Etkili risk yönetimi, riskten en fazla yararı elde etmeye çalışır ki bunlar genellikle zaman veya maliyette azaltmadır. Risk yönetimi riskin kendisini azaltırken yararlarını arttırmaya çalışır. Risk yönetimi; risklerin tanımlanması, belirlenmesi süreci, onların içeriklerinin ve anlamlarının değerlendirilmesi, faaliyetler boyunca belirlemeler, karar vermeler ve sonuçların değerlendirilmesidir. Ayrıca risk yönetiminde etkili iletişim sürecin başarılı olması için anahtar bir kavramdır [12].

Risk yönetimi sivil havacılık organizasyonunda önemlidir, çünkü hizmet sunumunun etkililiği, emniyetin izlenmesi ve denetim altında olması buna bağlıdır. Riski yönetebilmek, riski istikrarlı ve uygun yönetebilmek tamamen işin kalitesi hakkında algılamayı pekiştirmenin etkili bir yoludur. Organizasyon yapısı, kontrol, denetim birimleri ve bu birimlere ait sorumluluklar işletme çevresinin anlaşılmasında önemlidir. Riski yönetebilmek, istikrarlı ve etkili tarzda bu yönetim tarzının sürekliliği işin kalitesine de yansımaktadır. Ayrıca risk yönetimiyle işletme personelinin çoğunluğunun sorumluluk paylaşımı da işin kalitesini etkileyen bir unsurdur [12].

Risk yönetimi gibi bir kaynak emniyet önceliklerini ve gereklerini karşılamak için mümkün olan en iyi yöntemdir. Havacılık işletmesindeki tüm departmanların emniyet için yükü paylaşmış olmaları risk yönetiminin önemli bir getirisi. Ancak yükün karşılanacak şekilde sınırlandırılabilmiş olması hassas bir noktadır ve risk yönetimi bu konuyu da içermektedir.

Havayolu sektöründe faaliyetlerin her boyutu yoğun bir risk tehdidi altındadır. Havayolu işletmelerinin karşı karşıya kaldıkları riskler ve risklerin sonuçları ani ve şiddetli olarak oluşmaktadır ve trajik sonuçlar doğurmaktadır. Havayolu işletmeleri yaptıkları her uçuşta yoğun risk altındadır. Geçmişte birçok havayolu işletmesi karşı karşıya bulundukları riskleri belirleyememiş, belirlediklerini yönetememiş olduğu için faaliyetlerini sona erdirmek zorunda kalmıştır [12].

Havayolu işletmelerinde emniyet programlarının temel amacı, faaliyetlerin hedeflendiği şekilde kaza-kırım yapmadan emniyetle yapılmasıdır. Bu nedenle emniyet programları iki fonksiyonu bünyesinde bulundurmaktadır. Bu fonksiyonlardan birincisi; faaliyetler içerisinde meydana gelebilecek kaza-kırımları önleme çabalarını gösteren faaliyet emniyetidir. İşletme yöneticilerinin bir sorumluluğu da çalışanları ve mevcut teçhizatlarını faaliyetlerini yapabilecek şekilde hazır tutmalarıdır. Emniyet programlarının ikinci fonksiyonu da *mesleki emniyetin* sağlanmasıdır [12].

Risk yönetiminin amacı kriz yaratabilecek risk alanlarının analiz edilerek, bu alanların krize dönüşmesini önlemek için müdahale etmektir. Riskler krize dönüştükten sonra hem krizin zararlarının ortadan kaldırılması hem de işletme faaliyetlerine olan etkisinin azaltılması, risk yönetiminden daha karmaşık ve maliyetli bir süreçtir. Bu yüzden bu dönem işletmeler tarafından sürekli olarak değerlendirilmelidir [12].

Son yıllarda oldukça artan bu risklerin yönetilmesi için her işletmeye uygulanabilecek standart, bir dizi ilkeler, programlar ya da önlem paketi bulunmamaktadır. Risk yönetim programları, işletmenin faaliyetlerine, bulunduğu sektöre ve yöneticilerin yaratıcılıklarına göre farklılaşacaktır. İşletmenin bu süreçte yararlanabileceği en önemli kaynak geçmişte yaşadığı risklerle ilgili deneyimleri ya da sektörde yaşanmış benzer olaylardır. Havacılık sektörü kaynak anlamında daha şanslıdır. Çünkü havacılık otoriteleri ve organizasyonları risk analizi ve yönetimi üzerinde odaklanmış durumdadır ve risk yönetimi konusunda çok detaylı çalışmalar yapmaktadır [12].

6.2. Havacılıkta Risk Yönetimi Uygulama Örnekleri

Türkiye içinden ve dışından havacılık işletmelerinde risk yönetimi uygulama örneklerine yer verilen bu bölümde, Civil Air Patrol, Transport Canada ve MNG Havayolu işletmelerinin risk yönetimi süreçleri incelenmiştir.

Civil Air Patrol (CAP)

CAP, 01 Aralık 1941 yılında ABD’de kurulmuştur. II. Dünya Savaşı sırasında sivil savunma çalışmalarında küçük uçakların kullanım becerilerini geliştirmeyi amaçlamıştır. 1948 yılında çıkarılan bir yasa ile CAP, ABD Hava Kuvvetlerine bağlı yardımcı bir kuruluş olarak organize edilmiştir [12].

CAP altı aşamalı risk yönetim sürecini uygulamaktadır. Operasyonel risk yönetimi için hazırladıkları rehberde uyguladıkları risk yönetim süreçleri açıklanmaktadır. Risk yönetim süreci şu adımlardan oluşmaktadır:

- Tehlikelerin tespiti,
- Risklerin değerlendirilmesi,
- Risk kontrol ölçümlerinin analizi,
- Kontrol kararlarını verme,
- Risk kontrollerinin uygulanması,
- Denetim ve inceleme.

Risk yönetimi ile bütünleştirilen tüm faaliyetler dört temel ilke ile yönetilmektedir. Bu ilkeler tüm faaliyet ve operasyonlardan önce, faaliyet ve operasyonlar süresince ve sonrasında uygulanmaktadır. Bu ilkeler şunlardır:

- Doğru risklerin alınması,
- Uygun seviyede / aşamada risk kararları verme,
- Fayda maliyeti geçtiğinde risk alınması ve
- Tüm seviyelerde plânlamanın risk yönetimi içerisinde bütünleştirilmesidir [12].

Transport Canada

Kanada Standartları Birliği geliştirdikleri karar verme uygulama yöntemini Q 850 olarak adlandırmıştır. Bu altı adım yöntemi risk yönetiminin temel noktalarını kapsamaktadır. Bu yapı karar vericilere tanımlama, analiz ve değerlendirme konularında yardımcı olmaktadır. Bu yöntem tüm risklerin emniyet ve verimlilik kontrolünü içermektedir [12].

Risk yönetimi sivil havacılık felsefesinin *emniyet için paylaştırılmış sorumluluk* ilkesine uymak için iyi bir yöntemdir. Kullanıcılar bu yöntemi kullanırken takip eden her adımdan birisini sürecin bitimi için seçebilmektedir. Önceki adıma yeniden dönülebilir veya bir sonraki adımla sürece devam edilebilir.

Transport Canada havacılık risk yönetim sistemi yedi adımdan oluşmaktadır. Bu adımlar;

- Risk belirleme,
- Hazırlık analizi,
- Tahmin riski,
- Risk yönetimi aktivitelerinin değerlendirilmesi,
- Risk kontrolü,
- Risk yönetimi uygulaması,
- İzleme sırası ile uygulanmaktadır.

Risk yönetim adımlarının uygulamaya konması için risk yönetim kontrol listesi kullanılarak aşamalara gerek duyulup duyulmadığı veya konu hakkında danışılacak bir hususun varlığına karar verilmektedir. Her bir adım için oluşturulmuş risk yönetim kontrol listesi sorularına *evet*, *hayır* veya *danışılmalı* cevapları verilerek adımın uygulanma kararı verilmektedir [12].

MNG Havayolu İşletmesi

MNG yöneticilerinin ifadelerine göre; “Risk yönetimi, havacılık örgütlerinin yönetimi ve temel amaçlarını gerçekleştirmesi sırasında yüksek emniyet standartlarına ulaşmak için gerekli en önemli araçlardan birisidir.” Kaza önleme konusunda risk yönetimi gibi yöntemler ve yaklaşımlar, olaylara bütün olarak bakmayı ve organizasyonun tüm seviyelerinde kaza önleme stratejilerinin dikkate alınmasını kapsamaktadır [12].

Risk yönetimi, MNG Havayolu İşletmesinde emniyet yönetimi kapsamında yer almaktadır. İşletme içi geri bildirim ve eğilim izleme programlarının amacı yöneticilerin riskleri değerlendirmelerini sağlayabilmek ve riskler arasındaki ilişkileri belirleyebilmektir. Risk yönetimi kararları mantıksal adımları izlemektedir. MNG dört adımlı risk yönetim sürecini kullanmaktadır [12];

- Tehlikelerin değerlendirilmesi,
- Riskler karşısında işletmenin mevcut durumunun analizi,
- Ortadan kaldırılabilir risklerin belirlenmesi,
- Ortadan kaldırılamayan risklerin hafifletilmesi.

Emniyetin temeli, iletişim, emniyet kültürü ve yönetim kararlarıdır. İşletmede iletişim kanallarının tüm örgüt çapında, yatay ve dikey olarak açık olması çok önemlidir. Yönetimden personele, personelden yönetime bilgi akışı olmalıdır. Bu temel ilkeler çerçevesinde MNG işletmesinin uyguladığı risk yönetim süreci Uluslar Arası Sivil Havacılık Otoritesi dokümanları temel alınarak hazırlanmıştır. MNG tarafından “mutlak emniyet ulaşılmazdır” düşüncesi kabul edilmekle birlikte, alınan tedbirler ve yapılan uygulamalar kapsamında makul emniyete ulaşılabileceği belirtilmektedir [12]. Bunu sağlamak için risk yönetim araçlarının kullanılması yerinde bir yaklaşımdır.

7. İHA KAZALARININ ÖNLENMESİNDE ÖRNEK BİR RİSK YÖNETİMİ UYGULAMASI

7.1. Genel Hususlar

Bu modelden azami faydayı sağlamak için göz önünde bulundurulması gereken bir kaç önemli nokta aşağıda sıralanmıştır.

Adımların Sırasının Bozulmadan Uygulanması: Her adım kendisinden sonra gelen adım için gerekli koşulları hazırlar niteliktedir. Ne kadar kısa olursa olsun, bir sonraki adıma geçmeden önce üzerinde çalışılan adım tamamlanmalıdır. Yani risk kararları alınmadan, uygulama basamağına geçilmemelidir [4, 5, 57, 59].

Zaman Dengesinin Korunması: Beş adımın tamamı önemlidir. Örneğin; risk yönetim modelinin uygulanması için ayrılan süre yalnızca bir saat ise ve basamakların hepsini ele almak gerektiğine göre, tehlikeleri tanımlamaya elli dakika ayırmak, diğer dört adımın etkili bir şekilde tanımlanmasını engelleyecektir. Her adıma eşit süre ayrılması da, her durumda doğru bir yaklaşım olmayabilir. Bu bakımdan temel yaklaşım, en iyi sonucu alacak şekilde zaman ve diğer kaynakların bu beş basamağına paylaştırılması olmalıdır [4, 5, 57, 59].

Modelin Bir Çevrim Olarak Uygulanması: Önceki uygulamalardan çıkarılacak dersler, birinci adıma yönelik geri besleme sağlar. Risk yönetimine sürekli gelişme karakteristiği kazandıran, bu çevrimsel özelliğidir. Alınan dersler sonucunda bazı risklerin önemli ölçüde azaltıldığı görülürse, “Tehlikelerin Tanımlanması” adımı yeni tehlike hedefleri bulmak üzere tekrar uygulanmalıdır [4, 5, 57, 59].

Personelin Dahil Edilmesi: Risk yönetim modelinin en etkin şekilde uygulanabilmesi için; gerçekten riskle karşı karşıya gelen personelin de bu çalışmanın içine alınması gerekmektedir. Bu sayede risk yönetimi çalışmalarında bizzat yer alan personelin bilinçlenmesi ve uygulamada daha hassas olması sağlanacaktır [4, 5, 57, 59].

Entegrasyonun Sağlanması: Risk yönetiminin temel esaslarından birisi de, risk yönetimini asıl faaliyetlerin bir parçası haline getirmek ve standart uygulamalar içinde yer almasını sağlamak olmalıdır. Risk yönetimi, tek başına bir faaliyet alanı olarak değil, diğer faaliyet alanları ile iç içe olarak ele alınmalıdır. Risk yönetiminin etkin bir şekilde uygulanabilmesi için; yöneticilerin, bu konuyu planlama faaliyetlerine dahil ederek yeterli zaman ve kaynağı bu maksat için ayırmaları gereklidir [4, 5, 57, 59].

7.2. Örnek Uygulama

Aşağıdaki örnekte, İnsansız Hava Aracı (İHA) uçuş ve bakım bölümlerinde var olan riskler, *Risk Yönetim Modeli* uygulaması içerisinde gösterilmiştir. Belirlenen tehlikeler uygulamaya doğrudan yansıtılmamalıdır. Her birimin kendi tehlikeleri, durumsallık yaklaşımı esasları doğrultusunda, mevcut durum ve şartlara göre sürekli değişebileceğinden; aşağıdaki örnek uygulama sadece risk yönetim modelinin nasıl işletileceğine bir örnek teşkil etmesi amacıyla hazırlanmıştır.

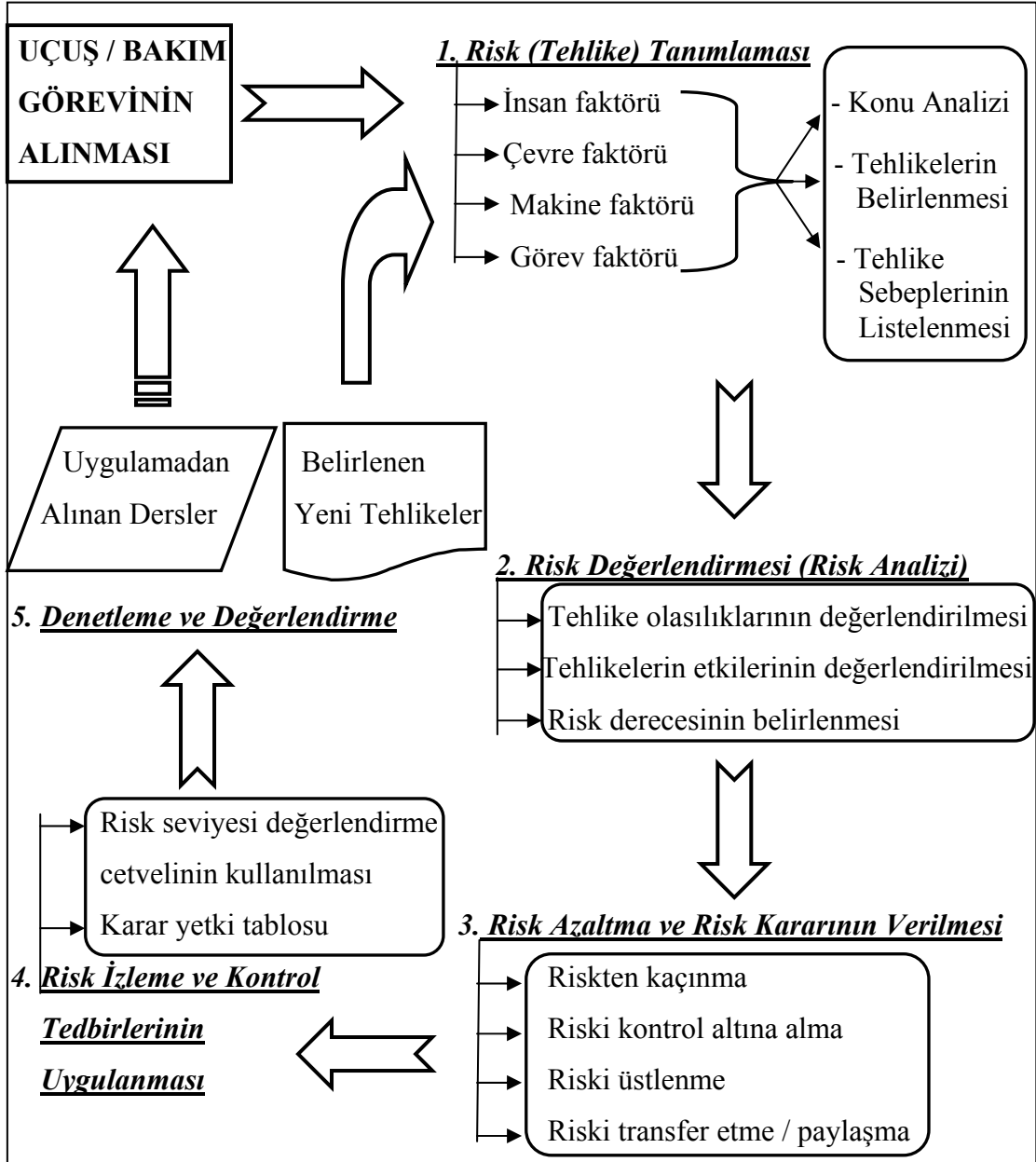
İHA uçuş birimi; kalkış öncesi kontrollerden itibaren uçağın bakım ünitesinden alınıp, uçuş sonu kontroller için bırakıldığı, uçuş faaliyetinin yürütüldüğü birimdir. İHA bakım ünitesi ise; uçuş saati ya da takvim esaslı olarak belirli zamanlarda tekrarlanan planlı bakım, parça değişimi, kontrol, yıkama, yağlama gibi faaliyetlerin icra edildiği birimdir. Hava aracı bakım faaliyetlerini en az risk seviyesiyle yürütebilmek ve kazalara yol açması muhtemel faktörlerin oluşumuna sebebiyet vermemek için, öncelikle tüm tehlikeler ortaya konmalı ve işlem basamakları eksiksiz uygulanmalıdır.

Risk Yönetim Modeli İşlem Basamakları [7, 8, 66]

- Risk (tehlike) tanımlaması;
- Risk değerlendirmesi (Risk analizi);
- Risk azaltma ve risk kararının verilmesi;

- Kontrol tedbirlerinin uygulanması;
- Denetleme ve değerlendirme.

Örnek uygulama çerçevesinde kullanılacak risk yönetim modeli Şekil 7.1’de özetlenmiştir.



Şekil 7.1. İHA risk yönetimi modeli

7.2.1. Risklerin (tehlike) tanımlanması

Risk belirlemede öncelikle amaç, risk içeren olay ve durumların saptanması ve listelenmesidir. Bunlar olası risk nedenleri ve senaryolarının oluşturulabilmesi için gereklidir. Risklerin birçok nedeni olabilir. Risk sebeplerinin etkisinin ve sonucunun şiddetinin belirlenmesi yoluyla risk proaktif şekilde yönetilmiş olur. Bu nedenle risklerin sınıflandırılması ve listelenmesi risk belirleme ve analizine yardımcı olacak çalışmalardır. Risklerin sınıflandırılması çalışmasına ilişkin en yaygın yaklaşım risk kaynaklarının sınıflandırılmasıdır. Risk belirleme faaliyeti bir kez değil, risk yönetimi süreci boyunca yapılır [7, 8, 66].

Risk belirleme safhasında risk olasılığını artıran dört faktörden bahsedilebilir. Bu faktörler olası risklerin oluşmasına ve kaza ile olaylara kaynaklık teşkil ederler. Bu faktörler; insan, malzeme, görev ve çevre faktörleridir ve kendi içlerinde de alt faktörle ayrılabilir. Bir riski oluşturan bu alt faktörlerin bir araya gelmesidir [7, 8, 66].

İHA kazalarına yönelik olarak yapılan örnek uygulama için muhtemel faktörler, sistemde görev yapmış uzman personelin geçmiş deneyimlerinden faydalanılarak ortaya çıkarılmıştır. Bu aşamada 30'a yakın personel ile mülakat yöntemiyle birebir görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler sonucunda oldukça kapsamlı bir liste meydana çıkmıştır. Ancak yapılan hassas bir çalışma ile, listede var olan tekrarlar ayıklanmış, sadeleştirilmiş ve uygulamada kullanılacak 24 maddelik listeye ulaşılmıştır. Ortaya çıkarılan faktörler müteakip maddelerde listelenmiş ve çizelgelerde kaynakları ile birlikte gösterilmiştir (Bkz. Çizelge 7.1-Çizelge 7.4).

İnsan faktörü

- Görev ekibinin uçuş tecrübelerinin ve bilgilerinin yetersizliği,
- Uçuş ekibi sayısının azlığı,
- Yeni atama görmüş personel,

- Yoğun stres altında çalışma,
- Personelin alt branşlara ayrılmaması ve uzmanlaşamaması,
- Değişik uzmanlık alanlarından gelen personelin havacılık sistemleri üzerinde tecrübesinin bulunmaması,
- Acil durumlara müdahalede geç kalınması,
- Personelin motivasyon düşüklüğü, isteksizliği,
- Vardiya ve iş bölümünde adil davranmama.

Çevre faktörü

- Bakım hangarının ısı düzeyinin kontrol edilememesi,
- Yüksek voltaj ile çalışma,
- Hava aracı üzerindeki kompozit malzemelerin kanserojen etkileri,
- Kontrol istasyonunun sıcaklığının sürekli olarak düşük olması,
- Meteorolojik şartların sistem üzerine olumsuz etkileri.

Makine faktörü

- Uçuş öncesi ve sonrasında yapılan bakımlarda alet, set ve avadanlıkların kontrolünün/sayımının yapılmaması,
- Kalibre edilmemiş veya kalibresi geçmiş cihaz kullanımı,
- Uçuş için hayati öneme sahip sistemlerin yedekli olmaması,
- Sistem limitlerinin kesin olarak belirlenememesi,
- Servo, almaç ve göndermeçlerin çabuk ısınmaları ve arızalanmaları,
- Teknik bülten ve yazılımların güncel olmaması.

Görev faktörü

- Antenlerin birbirini görmemesi,
- Frekans bağlantısında kesiklikler,

- Hava aracının kuyruk dikmelerinin aşağı doğru ve iniş takımlarının çok yüksek olması,
- Acil durum prosedürlerinin sistem tarafından otomatik olarak ve vakit kaybetmeksizin başlamaması.

Tehlikelerin tanımlanması aşamaları aşağıya çıkarılmıştır.

- Konu Analizi,
- Tehlikelerin Listelenmesi,
- Tehlike Sebeplerinin Listelenmesi.

Kısaca ifade etmek gerekirse; oluşabilecek tehlikeler risk kıymetlendirme tablosuna şiddet ve olasılık seviyelerine göre yerleştirilir. Burada önemli olan, tehlikelerin meydana gelmesi durumunda ne tür bir hasar oluşturabileceğini doğru olarak tespit edebilmek ve geçmiş bilgilere dayanarak kapsamlı bir çalışma ile tehlikelerin ne kadar sıklıkla meydana geldiğini belirleyebilmektir [7, 8, 66].

Çizelge 7.1. İnsan faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri

İNSAN FAKTÖRÜ	
TEHLİKELER	KAYNAKLAR
1. Görev ekibinin uçuş tecrübelerinin ve bilgilerinin yetersizliği	Arıza oranlarının yüksek, hava aracı sayısının düşük olmasından dolayı uçuş sıklığının az olması, bilgilerin sürekli tazelenmemesi
2. Uçuş ekibi sayısının azlığı	Personelin hastalanması, izin ve görev planlamalarındaki uygunsuzluk
3. Yeni atama görmüş personel	Mesleki gelişim ve dönüşüm stratejisi
4. Yoğun stres altında çalışma	Hava aracı arızalarının ve kaza kırımlarının sıklığı, üst kademelerin beklentileri, aşırı iş yükü, kişisel problemler
5. Personelin alt branşlara ayrılmaması ve uzmanlaşamaması	Mesleki gelişim ve dönüşüm stratejisi, eğitim programlarının yeterince detaylı olmaması
6. Değişik uzmanlık alanlarından gelen personelin havacılık sistemleri üzerinde tecrübesinin bulunmaması	Personel politikaları

Çizelge 7.1. (Devam) İnsan faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri

7. Acil durumlara müdahalede geç kalınması	Branşlarında uzmanlaşmış uçuş ve bakım personelinin farklı işlerde de görevlendirilmesi
8. Personelin motivasyon düşüklüğü, isteksizliği	İzin, sosyal etkinlik, eğlence ve ödül sisteminin adaletli ve moral yükseltici bir şekilde oluşturulamaması
9. Vardiya ve iş bölümünde adil davranmama	Yönetim problemleri, planlama hataları

Çizelge 7.2. Çevre faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri

ÇEVRE FAKTÖRÜ	
TEHLİKELER	KAYNAKLAR
1. Bakım hangarının ısı düzeyinin kontrol edilememesi	Yazın aşırı sıcak, kışın soğuk olan ortamı çalışmaya uygun ısı düzeylerine getirecek bir sistemin bulunmaması
2. Yüksek voltaj ile çalışma	Sistemin ve bakım/test cihazlarının tasarımı
3. Hava aracı üzerindeki kompozit malzemelerin kanserojen etkileri	Hava aracı tasarımı
4. Kontrol istasyonunun sıcaklığının sürekli olarak düşük olması	Sistemin elektronik parçalarının fazla ısınmasını engellemek üzere klimanın sürekli çalışması
5. Meteorolojik şartların sistem üzerine olumsuz etkileri	Hava aracı ve diğer sistemlerin üretimden kaynaklanan hassasiyeti

Çizelge 7.3. Makine faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri

MAKİNE FAKTÖRÜ	
TEHLİKELER	KAYNAKLAR
1. Uçuş öncesi ve sonrasında yapılan bakımlarda alet, set ve avadanlıkların kontrolünün/sayımının yapılmaması	Aşırı iş yükü, acelecilik, eğitim eksikliği
2. Kalibre edilmemiş veya kalibresi geçmiş cihaz kullanımı	İkmal problemleri, eğitim eksikliği, aşırı iş yükü
3. Uçuş için hayati öneme sahip sistemlerin yedekli olmaması	Sistem tasarımı, maliyet-etkinlik yaklaşımı
4. Sistem limitlerinin kesin olarak belirlenememesi	Teknik yayınların uygun standartlarda olmaması
5. Teknik bülten ve yazılımların güncel olmaması	Değişikliklerin zamanında gelmemesi, ikmal problemleri, ihmal

Çizelge 7.4. Görev faktöründen kaynaklanan tehlikeler ve sebepleri

GÖREV FAKTÖRÜ	
TEHLİKELER	KAYNAKLAR
1. Antenlerin birbirini görmemesi	Hava aracının radyo frekans çalışma sistemine arazinin uygun olmaması, kesiklikler yaşanması
2. Frekans bağlantısında kesiklikler	Uçuş bölgesinde yüksek çıkışlı radyo rekanslarının bulunması, cep telefonları baz istasyonları
3. Hava aracının kuyruk dikmelerinin aşağı doğru ve iniş takımlarının çok yüksek olması	Hava aracının aerodinamik tasarımı
4. Acil durum prosedürlerinin sistem tarafından otomatik olarak ve vakit kaybetmeksizin başlamaması	Sistem yazılımlarının uygun olmaması

7.2.2. Risk değerlendirmesi (analizi)

Tehlikelerin saptanması ve tehlikelerin sebep olabileceği risklerin hesaplanması amacıyla bilimsel yaklaşımların kullanılması sonucunda riskler sınıflandırılır ve sıralanır [7, 8, 12]. Risk analizi, genel olarak sigorta ve yatırım konularında kullanılan analitik bir metot olmakla birlikte, iş yerini inceleme, tehlike belirleme ve bu tehlikelerin üstesinden gelmek için stratejiler geliştirmede kullanılmaktadır. Analiz işlemi riskin iki temel bileşeni üzerinde odaklanmaktadır; “belirli bir olayın meydana gelme olasılığı” ve “olayın sonuçlarının program, görev ve performans üzerindeki etkileri”. Risk analizi sürecinde her risk, olasılık ve etki faktörleriyle analiz edilir [66].

Yukarıdaki çizelgelerde İHA kazalarına ilişkin olarak belirlenen tehlikeler Çizelge 7.5’te olasılık ve etkilerine göstermek üzere tekrar listelenmiştir. Ayrıca aynı çizelgede tehlikelerin risk derecelendirmesi risk matrisi esaslarına göre yapılmış ve en sağ sütunda belirtilmiştir.

Çizelge 7.5. Tehlikelerin olasılık ve etkileri ile risk derecesi (Olasılık düzeyleri: A-Çok sık, B-Sık, C-Ara sıra, D-Seyrek, E-Çok seyrek), (Etki düzeyleri: 1-Felaket, 2-Önemli, 3-Orta, 4-Marjinal, 5-Önemsiz)

TEHLİKE	OLASILIK DÜZEYLERİ	ETKİ DÜZEYLERİ	RİSK DERECEŚİ
1. Görev ekibinin uçuş tecrübelerinin ve bilgilerinin yetersizliğı	C	2	ORTA
2. Uçuş ekibi sayısının azlığı	D	1	YÜKSEK
3. Yeni atama görmüş personel	E	2	ORTA
4. Yoğun stres altında çalışma	C	2	ORTA
5. Personelin alt branşlara ayrılmaması ve uzmanlaşamaması	E	3	DÜŞÜK
6. Değışik uzmanlık alanlarından gelen personelin havacılık sistemleri üzerinde tecrübesinin bulunmaması	B	2	YÜKSEK
7. Acil durumlara müdahalede geç kalınması	B	3	ORTA
8. Personelin motivasyon düşüklüğü, isteksizliğı	B	5	DÜŞÜK
9. Vardiya ve iş bölümünde adil davranmama	E	5	DÜŞÜK
10. Bakım hangarının ısı düzeyinin kontrol edilememesi	B	4	ORTA
11. Yüksek voltaj ile çalışma	D	5	DÜŞÜK
12. Hava aracı üzerindeki kompozit malzemelerin kanserojen etkileri	E	5	DÜŞÜK
13. Kontrol istasyonunun sıcaklığının sürekli olarak düşük olması	B	5	DÜŞÜK
14. Meteorolojik şartların sistem üzerine olumsuz etkileri	A	2	YÜKSEK
15. Uçuş öncesi ve sonrasında yapılan bakımlarda alet, set ve avadanlıkların kontrolünün/sayımının yapılmaması	D	4	DÜŞÜK
16. Kalibre edilmemiş veya kalibresi geçmiş cihaz kullanımı	D	3	ORTA
17. Uçuş için hayati öneme sahip sistemlerin yedekli olmaması	C	1	YÜKSEK

Çizelge 7.5. (Devam) Tehlikelerin olasılık ve etkileri ile risk derecesi

18. Sistem limitlerinin kesin olarak belirlenememesi	B	3	ORTA
19. Servo, almaç ve göndermeçlerin çabuk ısınmaları ve arızalanmaları	A	4	YÜKSEK
20. Teknik bülten ve yazılımların güncel olmaması	C	3	ORTA
21. Antenlerin birbirini görmemesi	A	5	ORTA
22. Frekans bağlantısında kesiklikler	E	5	DÜŞÜK
23. Hava aracının kuyruk dikmelerinin aşağı doğru ve iniş takımlarının çok yüksek olması	A	2	YÜKSEK
24. Acil durum prosedürlerinin sistem tarafından otomatik olarak ve vakit kaybetmeksizin başlamaması	B	1	YÜKSEK

7.2.3. Risk azaltma ve risk kararı

Risk azaltma stratejisi, kuruluş risk kültürüne ve risk stratejisine bağlı olarak belirlenir. Risk stratejisinde, hangi durumlarda risk alınacağı, hangi durumlarda riskin transfer edileceği ve risklerin üstlenilmesi durumunda risk azaltma faaliyetlerini başlatma için eşik değerinin ne olduğu saptanmalıdır [7, 8, 66].

Risk azaltma stratejilerinde, ortamdaki belirsizliğin derecesi de dikkate alınmalıdır. Belirsizliğin çok yüksek olduğu bir durumda, risk azaltma yöntemlerini belirlemek daha zordur, risk alma konusunda daha dikkatli karar verilmelidir. Risk değerlendirme sürecinde, nicellenen risklerin büyüklüğüne bağlı olarak risk azaltma yöntemleri belirlenir. Risk azaltma faaliyetleri, aşağıdaki kararlara bağlı olarak planlanır ve uygulanır [17, 54].

- Riskten kaçınma,
- Riski kontrol altına alma / azaltma ya da ortadan kaldırma,

- Riski üstlenme,
- Riski transfer etme / paylaşma,
- Bilgi ve araştırma.

Risk yönetimi, her uçuş riskini en aza indirebilmek için, durumsal farkındalık, problem tanımlama ve doğru muhakemeye dayalı karar verme işleminin bir unsurudur. Kararların doğrulanmış verilerden elde edilmiş bilgiye dayalı olması, doğru ve isabetli karar verme oranını artıracaktır. Veriler, belirlenmiş hedefler doğrultusunda, gerekli olduklarında toplanmalı, analiz edilmeli, karar verme mekanizmalarının işine yarar bilgiye dönüştürülmeli ve ilgili süreçlere girdi oluşturulmalıdır [7, 8, 66].

Çizelge 7.5'te risk dereceleri belirlenen tehlikeler için verilecek kararlara yönelik temel yaklaşım şu şekilde olacaktır:

Yüksek dereceli olarak belirlenen riskler için detaylı analiz gereklidir. Faaliyetin türüne göre analizin tipi ve derinliği değişecektir. Detaylı analiz sonuçlarına dayanarak tahmin edilmiş risk seviyesinde meydana gelecek herhangi bir değişiklik önceki kararları da değiştirecektir [5]. Yüksek dereceli riskler genellikle kabul edilemeyen veya istenmeyen risklerdir. Bu risklere ilişkin karar yetkisi ise üst yönetimdedir. Burada üst yönetim ile ifade edilmek istenen kademe örneğimizde İHA birlik komutanı ve alay komutanına karşılık gelmektedir.

Orta düzeyli riskler, kurulmuş olan sistemin ara birimlerini olumsuz olarak etkileyebilir. Bu tür riskler olduğunda planların bazı kısımlarının yeniden düzenlenmesi gerekir. Bu tür riskler emniyeti ciddi şekilde tehdit etmektedir [5]. Orta dereceli riskler ancak yönetimin tekrar incelemesiyle kabul edilebilir. Burada bahsi geçen yönetim, örneğimiz için bakım ve uçuş birlik komutanlıkları düzeyidir.

Düşük dereceli olarak gösterilen hücreler; bu sınıftaki risklerin meydana gelme olasılığının ve / veya etkisinin düşük olduğunu ifade etmektedir. Bu riskler için risk

azaltma planları gerekli değildir [5]. İnceleme gerektirmeden kabul edilebilen bu riskler için karar uçuş veya bakım faaliyetini yürüten çalışanların ekip lideri tarafından verilebilir [7, 8, 66].

7.2.4. Risk izleme ve kontrol tedbirlerinin uygulanması

Bu safha, tasarım ve yapılanma sürecinde yerleştirilmiş ölçümler yoluyla risk yönetimi uygulaması faaliyetinin performansını sistematik olarak değerlendirmek ve izlemek için uygulanan sürekli bir süreçtir. Etkin bir izleme, risklerin uygun yürütme faaliyetlerine karşın gerçek bir problem haline gelip gelmediğinin gösterilmesine dair bilgi verir. Bu bilgi, düzeltici faaliyetleri desteklemek için uygun zamanda kullanılabilir olmak zorundadır [7, 8, 66].

Risk izleme, faaliyet süresince karşılaşılabilecek risklere, risk yönetim planı doğrultusunda geliştirilen uygulamaları kapsar. Değişiklikler olduğu zaman, temel döngü olan belirleme, değerlendirme, analiz ve risk yönetimi uygulaması tekrarlanır. Önemle dikkat edilmesi gereken nokta, dikkatli ve kapsamlı yapılan analizlerin tüm riskleri belirlemeye ve değerlendirmeye yetmeyeceği; izleme ve kontrolün gerekli olduğudur [12].

Risk kontrolünün uygulamaya konması aşamasında üzerinde önemle durulması gereken üç nokta vardır [66];

- Uygulamanın açık hale getirilmesi,
- Sorumluluğun belirlenmesi,
- Desteğin sağlanması.

Uygulamanın açık hale getirilebilmesi için, bir risk yönetim kontrol listesi oluşturulmalıdır. Bu kontrol listesinde, daha önceden belirlenmiş olan riskler yer almalı ve risklerin seviyeleri tespit edilerek, karar makamı net olarak belirtilmelidir. Hiçbir personel, risklerin sorumluluğunu rastgele üstlenerek görev yapmamalıdır [7, 8, 66].

Risk yönetim kontrol listeleri çalışma grupları bazında belirlenmelidir. Grup liderleri günlük faaliyetlerden önce riskleri değerlendirip, karar yetkisi dahilindeki riskleri çözüme kavuşturduktan sonra göreve başlanmalıdır [7, 8, 12].

Daha önce belirlenmemiş bir risk ile karşılaşıldığında ne yapılacağı herkes tarafından bilinmelidir. Böyle bir durumda yapılması beklenen; derhal faaliyeti durdurup, riskin sebep olabileceği hasar derecesine göre risk kıymetlendirilmeli, karar yetki makamı tespit edilerek alınacak direktife göre hareket edilmelidir [66].

Çizelge 7.6'da İHA uçuş ve bakım faaliyetlerine ilişkin olarak tespit edilen tehlikeler için kontrol listesi hazırlanmış ve risk seviyeleri sayısal terimlerle ifade edilmiştir. Çizelgede kullanılan en yüksek risk değeri 5, hiçbir faaliyette sıfır risk olamayacağından en düşük risk değeri ise 1 dir.

Çizelge 7.6. Tehlikelerin risk seviyeleri

1. PERSONEL KATEGORİSİ			
UÇUŞ / GÖREV TECRÜBESİ	YETERLİK SEVİYESİ		
	C	B	A
YOK	5	4	3
AZ	4	3	2
VAR	3	2	1
2. PERSONEL DURUMU			
DİNLENME SÜRESİ	MEVCUT		
	½'DEN AZ	½ - ¾ ARASI	¾'DEN FAZLA
½ GÜNDEN AZ	5	4	3
½ - 1 GÜN ARASI	4	3	2
1 GÜNDEN FAZLA	3	2	1
3. YENİ ATAMA GÖRMÜŞ PERSONEL DURUMU			
PERSONEL SAYISI	GÖREV TECRÜBESİ		
	1 YILDAN AZ	1 - 5 YIL ARASI	5 YILDAN ÇOK
½'DEN FAZLA	5	4	3
½ - ¼ ARASI	4	3	2
¼'DEN AZ	3	2	1

Çizelge 7.6. (Devam) Tehlikelerin risk seviyeleri

4. STRES ALTINDA ÇALIŞMA DURUMU			
PERSONEL SAYISI	STRES DÜZEYİ		
	ÇOK	ORTA	AZ
½'DEN FAZLA	5	4	3
½ - ¼ ARASI	4	3	2
¼'DEN AZ	3	2	1
5. PERSONELİN UZMANLAŞAMAMASI DURUMU			
UZMANLIK KONUSU	UZMANLIK DÜZEYİ		
	C	B	A
AVİYONİK	5	4	3
MOTOR	4	3	2
GÖVDE	3	2	1
6. FARKLI ALANLARDAN GELEN PERSONEL DURUMU			
MOTORLU ARAÇ TECRÜBESİ	HAVACILIK GEÇMİŞİ		
	YOK	AZ	VAR
YOK	5	4	3
AZ	4	3	2
VAR	3	2	1
7. ACİL DURUMLARA MÜDAHALEDE GEÇ KALINMASI			
YETERLİK SEVİYESİ	ACİL DURUMLARA HAZIRLIKLIL OLMA DURUMU		
	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
C	5	4	3
B	4	3	2
A	3	2	1
8. PERSONELİN MOTİVASYONU			
ÖDÜLLENDİRME	İSTEKLİLİK		
	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
HİÇ	5	4	3
ARA SIRA	4	3	2
HER ZAMAN	3	2	1
9. VARDİYA VE İŞ BÖLÜMÜNDE ADALET			
ÇALIŞMA SÜRESİ	ADİL İŞ DAĞILIMI		
	YOK	AZ	VAR
10 SAATTEN FAZLA	5	4	3
6 – 10 SAAT	4	3	2
6 SAATTEN AZ	3	2	1

Çizelge 7.6. (Devam) Tehlikelerin risk seviyeleri

10. HANGAR İÇİ SICAKLIK DURUMU			
MEVSİM	HİSSEDİLEN HAVA SICAKLIĞI		
	SOĞUK	ÇOK SICAK	NORMAL
KIŞ	5	4	3
YAZ	4	3	2
BAHAR	3	2	1
11. YÜKSEK VOLTAJ			
YETERLİK SEVİYESİ	YÜKSEK VOLTAJ İLE ÇALIŞMA SÜRESİ		
	2 SAATTEN FAZLA	1 – 2 SAAT	1 SAATTEN AZ
C	5	4	3
B	4	3	2
A	3	2	1
12. KOMPOZİT MALZEMELERİN KANSEROJEN ETKİLERİ			
ÇALIŞMA SÜRESİ	BOYANIN KORUYUCU ETKİSİ		
	YOK	AZ	VAR
2 SAATTEN FAZLA	5	4	3
1 – 2 SAAT	4	3	2
1 SAATTEN AZ	3	2	1
13. KONTROL İSTESYONUNUN SICAKLIK DÜZEYİ			
MEVSİM	HİSSEDİLEN HAVA SICAKLIĞI		
	SOĞUK	ÇOK SICAK	NORMAL
KIŞ	5	4	3
YAZ	4	3	2
BAHAR	3	2	1
14. METEOROLOJİK ŞARTLARIN SİSTEM ÜZERİNE ETKİSİ			
MEVSİM	HAVA OLAYLARI		
	ŞİMŞEK / YAĞIŞ	RÜZGAR	YOK
KIŞ	5	4	3
BAHAR	4	3	2
YAZ	3	2	1

Çizelge 7.6. (Devam) Tehlikelerin risk seviyeleri

15. ALET, SET VE AVADANLIK SAYIMI YAPILMAMASI			
YETERLİK SEVİYESİ	ÇALIŞMA SÜRESİ		
	4 SAATTEN FAZLA	2 – 4 SAAT	2 SAATTEN AZ
C	5	4	3
B	4	3	2
A	3	2	1
16. ÖLÇÜ ALETLERİNİN KALİBRELERİNİN GÜNCEL OLMAMASI			
SORUMLU DURUMU	İŞ YÜKÜ		
	ÇOK	ORTA	AZ
MESAİDE YOK	5	4	3
EK GÖREVLİ	4	3	2
MESAİDE	3	2	1
17. UÇUŞ İÇİN HAYATİ ÖNEME SAHİP SİSTEMLERİN YEDEKLİ OLMAMASI			
UÇUŞ / GÖREV TECRÜBESİ	SİSTEM PERFORMANSI		
	DÜŞÜK	ORTA	YÜKSEK
AZ	5	4	3
ORTA	4	3	2
ÇOK	3	2	1
18. SİSTEM LİMİTLERİNİN KESİN OLARAK BELİRLENEMEMESİ			
İNGİLİZCE BİLGİ DÜZEYİ	YETERLİK SEVİYESİ		
	C	B	A
DÜŞÜK	5	4	3
ORTA	4	3	2
YÜKSEK	3	2	1
19. SERVO, ALMAÇ VE GÖNDERMEÇLERİN ÇABUK ISINMALARI VE ARIZALANMALARI			
YETERLİK SEVİYESİ	HAVA SICAKLIĞI		
	40 °C'DEN FAZLA	20 – 40 °C ARASI	20 °C'DEN AZ
C	5	4	3
B	4	3	2
A	3	2	1

Çizelge 7.6. (Devam) Tehlikelerin risk seviyeleri

20. TEKNİK BÜLTEN VE YAZILIMLARIN GÜNCEL OLMAMASI			
SORUMLU DURUMU	İŞ YÜKÜ		
	ÇOK	ORTA	AZ
MESAİDE YOK	5	4	3
EK GÖREVLİ	4	3	2
MESAİDE	3	2	1
21. ANTENLERİN BİRBİRİNİ GÖRMEMESİ			
MENZİL	GÖREV İRTİFASI (AGL)		
	5.000 FT.DEN AZ	5.000-10.000 FT. ARASI	10.000 FT.DEN FAZLA
200 KM.DEN ÇOK	5	4	3
100-200 KM. ARASI	4	3	2
100 KM.DEN AZ	3	2	1
22. FREKANS BAĞLANTISINDA KESİKLİKLER			
ALMAÇ / GÖNDERMEÇLERİN ÇIKIŞ GÜCÜ	BULUTLULUK DURUMU		
	ÇOK BULUTLU	PARÇALI BULUTLU	AZ BULUTLU
1 mWatt	5	4	3
1 mWatt-10 Watt	4	3	2
10 Watt'dan FAZLA	3	2	1
23. HAVA ARACININ KUYRUK DİKMELERİNİN AŞAĞI DOĞRU VE İNİŞ TAKIMLARININ ÇOK YÜKSEK OLMASI			
UÇUŞ / GÖREV PERİYODUNUN SÜRESİ	PİLOTUN İHA UÇUŞ TECRÜBESİ		
	50 SAATTEN AZ	50-250 SAAT ARASI	250 SAATTEN FAZLA
5 SAATTEN FAZLA	5	4	3
2 – 5 SAAT ARASI	4	3	2
2 SAATTEN AZ	3	2	1
24. ACİL DURUM PROSEDÜRLERİNİN SİSTEM TARAFINDAN OTOMATİK OLARAK VE VAKİT KAYBETMEKSİZİN BAŞLAMAMASI			
UÇUŞ EKİBİNİN TECRÜBESİ	PİLOTUN İHA UÇUŞ TECRÜBESİ		
	50 SAATTEN AZ	50-250 SAAT ARASI	250 SAATTEN FAZLA
DÜŞÜK	5	4	3
ORTA	4	3	2
YÜKSEK	3	2	1

Yukarıdaki tablolarda yer alan risk durumlarının değerlendirilmesi Çizelge 7.7 ve Çizelge 7.8’de belirtilen kıstaslar çerçevesinde yapılmaktadır. Her bir risk durumunda en düşük risk değeri “1”, en yüksek risk değeri ise, “5” olarak belirlenmiştir. Bu durumda 24 risk durumu için toplam risk sayısı en az “24”, en çok “120” olabilecektir. Bu aşamada risk sınıflandırması Çizelge 7.7’de sunulan şekilde yapılmıştır. Ulaşılan tehlike risk seviyesinde karar yetkisinin kimde olduğu ise, Çizelge 7.8’de gösterilmektedir.

Çizelge 7.7. Risk seviyesi değerlendirme cetveli

RİSK SAYISI<X<RİSK SAYISI*2	RİSK SAYISI*2<X< RİSK SAYISI*3	RİSK SAYISI*3<X< RİSK SAYISI*4	RİSK SAYISI*4<X< RİSK SAYISI*5
$24 < X < 24*2$	$24*2 < X < 24*3$	$24*3 < X < 24*4$	$24*4 < X < 24*5$
$24 < X < 48$	$48 < X < 72$	$72 < X < 96$	$96 < X < 120$
DÜŞÜK RİSK	ÖN DİKKAT	YÜKSEK DİKKAT	YÜKSEK RİSK
İHMAL EDİLEBİLİR	ÖNEMLİ	KRİTİK	FELAKET
İNCELEME GEREKTİRMEDEN KABUL EDİLEBİLİR	YÖNETİMİN TEKRAR İNCELEMESİ İLE KABUL EDİLEBİLİR	İSTENMEZ	KABUL EDİLMEZ

Çizelge 7.8. Karar yetki tablosu

TEHLİKE RİSK SEVİYESİ	KARAR YETKİSİ
YÜKSEK RİSK	ORGANİZASYON YÖNETİCİSİ (ÜST YÖNETİM)
YÜKSEK DİKKAT	BAKIM / UÇUŞ BİRLİK YÖNETİCİSİ
ÖN DİKKAT	BAKIM / UÇUŞ GÖREV KOMUTANI
DÜŞÜK RİSK	BAKIM / UÇUŞ EKİP ŞEFİ

7.2.5. Denetleme ve değerlendirme

Bu safha; çalışmalar boyunca riskleri kontrol etmek için belirlenen hareket tarzlarının etkinliğinin ölçülmesi anlamına gelir. Bu işlem üç adımdan oluşur, ilki risk kontrollerinin etkinliğinin görüntülenmesidir. İkincisi ise örnek olarak bir faaliyetin tümünün veya bir kısmının beklenmedik bir duruma önlem olarak daha detaylı kıymetlendirilmesidir. Sonuncusu ise yapılan etkinliklerden öğrenilmesi gereken pozitif veya negatif dersleri, gelecekteki benzer aktivitelerde faydalanmak amacıyla, yerli yerine oturtmaktır [64].

Örneğimiz açısından değerlendirildiğinde; bakım ekibi şefi ile uçuş görev komutanı, birlik komutanının yapacağı yönlendirmeler doğrultusunda, bakım / uçuş faaliyetleri esnasında oluşabilecek tehlikelere yönelik tüm önlemlerin zamanında ve etkin olarak alındığından emin olmalıdır. Sürekli olarak alınan önlemler denetlenmeli, değerlendirilmeli ve aksaklıklar zamanında tespit edilerek, kayıt altına alınmalıdır. Bu şekilde tespit edilen aksaklıklar en kısa sürede, alternatif çözüm önerileri ile birlikte birlik komutanına aktarılmalı ve uygulamaların standart prosedürlere dönüştürülmesi sağlanmalıdır.

7.3. İnsansız Hava Araçları İçin Örnek Bir Risk Yönetim Programı

Çalışmanın bu aşamasında, yukarıda açıklanan risk yönetim basamakları Delphi 7.0 tabanlı olarak hazırlanan risk yönetim programına aktarılmış ve oluşturulan arayüzler aracılığı ile risk kararlarının doğru kademeler tarafından, etkin bir şekilde alınmasına yardımcı olacak bir program geliştirilmiştir.

İnsansız Hava Aracı Risk Yönetim Programı (İHA_RYP), Windows 98 ve üzeri işletim sistemine sahip herhangi bir bilgisayarda, hiçbir ilave yazılım gerektirmeden çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Program genel anlamı ile daha önceden elle, çizelgeler üzerinden yapılan hesaplama ve analizleri bilgisayar aracılığı ile çok daha kısa zamanda, hata oranı minimize edilmiş bir şekilde yapma imkanı sağlamaktadır.

Programın alt yapısını *Örnek Uygulama* bölümünde açıklanan veriler oluşturmaktadır. Örnek uygulama çerçevesinde İHA sisteminin değişik kademelerinde çalışmış, tecrübe düzeyi yüksek personelin bilgilerinden faydalanılmıştır. Birinci aşamada, bilimsel yaklaşım içerisinde bu personelin sağladığı bilgiler incelenmiş, sınıflandırılmış, tekrarlar giderilmiş ve örnek uygulamaya uygun bir hale getirmek amacıyla sadeleştirilmiştir. Daha sonra elde edilen veriler tablolar halinde listelenmiştir (Çizelge 7.1-Çizelge 7.4).

Klasik yöntemde, elde edilen bu çizelgeler bir kontrol listesi gibi kullanılmakta ve bu aşamayı takip eden analizler, yorumlar ve değerlendirmeler elle yapılmaktadır. Risk Yönetim Programı ise, bu çalışmanın bilgisayar aracılığı ile yapılmasına olanak sağlamaktadır.

Çalışmanın bu aşamasında, oluşturulan çizelgelerdeki veriler İHA_RYP'nin altyapısını oluşturmak üzere sisteme girilmiştir. Bu esnada, Çizelge 7.6'da yer alan risk durum matrisleri tanımlanmıştır. İHA_RYP çalıştırıldığında ekrana gelen pencerede ilk altı risk durumu görülmektedir (Şekil 7.2).

Üst satırda yer alan dört adet sekmede, toplam 24 adet olan risk durumları altışarlı gruplar halinde listelenmiştir (Risk Durumu 1-6, Risk Durumu 7-12, Risk Durumu 13-18, Risk Durumu 19-24). Her bir sekmeye basıldığında alt alta sıralanmış altı adet risk durumu, başlıkları ve aşağı doğru açılan listeleri ile görüntülenmektedir. Burada her bir risk durumuna dair girişler, risk durum başlığının altında yer alan boş kutuya, aşağı oka basarak uygun seçeneğin üzerine gelip, fare yardımıyla seçerek yapılmaktadır. Her bir risk durumu için 0 ile 5 arasında değerler alabilen on seçenek sunulmaktadır. Tüm risk durumlarında birinci seçenek olarak *Cevap Yok* seçeneği konulmuştur ve 0 değeri sadece bu seçenek karşılığında alınmaktadır. Bu seçenek risk analizi yapılan faaliyette, adı geçen risk durumunun bulunmaması halinde kullanılmak üzere konulmuştur.

RİSK YÖNETİM PROGRAMI

RİSK DURUMU 1-6 | RİSK DURUMU 7-12 | RİSK DURUMU 13-18 | RİSK DURUMU 19-24

1.PERSONEL KATEGORİSİ

2.PERSONEL DURUMU

3.YENİ ATAMA GÖRMÜŞ PERSONEL DURUMU

4.STRES ALTINDA ÇALIŞMA

5.PERSONELİN UZMANLAŞAMAMASI

6.FARKLI ALANLARDAN GELEN PERSONEL

TOPLAM RİSK SAYISI: **RİSK DEĞERLENDİRMESİ** **TEHLİKE RİSK SEVİYESİ** **KARAR YETKİSİ**

RAPOR AL

Şekil 7.2. İHA Risk Yönetim Programı (İHA_RYP) ana penceresi

İHA_RYP penceresinin alt bölümünde *Toplam Risk Sayısı*, *Rapor Al* düğmesi, toplam risk sayısının karşılığı olan; *Risk Değerlendirmesi*, *Tehlike Risk Seviyesi* ve *Karar Yetkisi* bölümleri yer almaktadır (Şekil 7.2).

Her bir risk durumu için 10 satır bilgi girişi yapılmıştır. Tüm risk durumlarında birinci satırda, bu durumun yokluğunu ifade etmeye yarayan *cevap yok* ifadesi kullanılmıştır. Bu seçenek seçildiğinde adı geçen risk durumu için 0 değeri atanmaktadır. *Cevap yok* seçeneği altında sıralanan dokuz satırda ise, adı geçen risk durumunun oluşabileceği ve Çizelge 7.6'da yer alan matrislerden çıkarılan dokuz adet seçenek verilmektedir (Şekil 7.3). Bu seçeneklerden uygun olan seçildiğinde, program otomatik olarak yine Çizelge 7.6'da yer alan matrislerdeki risk sayısı

atanmaktadır. Seçim işlemi yapıldıkça program geri planda atanan risk sayılarını toplamaktadır.

RISK YÖNETİM PROGRAMI

RISK DURUMU 1-6 | RISK DURUMU 7-12 | RISK DURUMU 13-18 | RISK DURUMU 19-24

1.PERSONEL KATEGORİSİ

- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ YOK & YETERLİK SEVİYESİ "B"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ YOK & YETERLİK SEVİYESİ "A"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ AZ & YETERLİK SEVİYESİ "C"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ AZ & YETERLİK SEVİYESİ "B"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ AZ & YETERLİK SEVİYESİ "A"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ VAR & YETERLİK SEVİYESİ "C"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ VAR & YETERLİK SEVİYESİ "B"
- UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ VAR & YETERLİK SEVİYESİ "A"

5.PERSONELİN UZMANLAŞAMAMASI

6.FARKLI ALANLARDAN GELEN PERSONEL

TOPLAM RISK SAYISI: 0 | **RISK DEĞERLENDİRMESİ** | **TEHLİKE RISK SEVİYESİ** | **KARAR YETKİSİ**

RAPOR AL

Şekil 7.3. İHA_RYP “Personel Kategorisi” penceresi

Yapılan girişler sonucunda, *Rapor Al* düğmesine basıldığında, elde edilen toplam risk sayısına uygun olarak Çizelge 7.7 ve Çizelge 7.8’de ifade edilen dört grup sonuçtan birisine ulaşılmaktadır.

RİSK YÖNETİM PROGRAMI

RİSK DURUMU 1-6 | RİSK DURUMU 7-12 | RİSK DURUMU 13-18 | RİSK DURUMU 19-24

1.PERSONEL KATEGORİSİ
 UÇUŞ GÖREV TECRÜBESİ YOK & YETERLİK SEVİYESİ "C"

2.PERSONEL DURUMU
 DİNLENME SÜRESİ 1/2 GÜNDEN AZ & MEVCUT 1/2 DEN AZ

3.YENİ ATAMA GÖRMÜŞ PERSONEL DURUMU
 PERSONEL SAYISI 1/2DEN FAZLA & GÖREV TECRÜBESİ 1 YILDAN AZ

4.STRES ALTINDA ÇALIŞMA
 PERSONEL SAYISI 1/2DEN FAZLA & STRES ÇOK

5.PERSONELİN UZMANLAŞAMAMASI
 UZMANLIK KONUSU AVİYONİK & UZMANLIK DÜZEYİ "C"

6.FARKLI ALANLARDAN GELEN PERSONEL
 MOTORLU ARAÇ TECRÜBESİ YOK & HAVACILIK GEÇMİŞİ YOK

TOPLAM RİSK SAYISI: 30 **RİSK DEĞERLENDİRMESİ** **TEHLİKE RİSK SEVİYESİ** **KARAR YETKİSİ**

İHMAL EDİLEBİLİR **DÜŞÜK RİSK** **BAKIM/UÇUŞ EKİP ŞEFİ**

30 **İNCELEME GEREKTİRMEYEN KABUL EDİLEBİLİR**

RAPOR AL

Şekil 7.4. İHA_RYP’de elde edilen “Düşük Risk” görüntüsü

İHA_RYP’de bu sonuçlar renk kodları ile desteklenerek görüntülenmektedir. Risk seviyesi değerlendirme cetveline göre (Çizelge 7.7) yapılan hesaplama sonucu *Düşük Risk* seviyesinde olan sonuçlar *Yeşil* renk ile verilmektedir (Şekil 7.4). Bu durumda risk değerlendirmesi sonucu, bu düzeydeki riskin ihmal edilebilir, inceleme gerektirmeden kabul edilebilir olduğunu ve karar yetkisinin ise, bakım/uçuş ekip şefinde olduğunu göstermektedir.

Risk seviyesi değerlendirme cetveline göre (Çizelge 7.7) yapılan hesaplama sonucu *Ön Dikkat* seviyesinde olan sonuçlar *Pembe* renk ile verilmektedir (Şekil 7.5). Bu durumda risk değerlendirmesi sonucu, bu düzeydeki riskin önemli, yönetimin tekrar incelemesiyle kabul edilebilir olduğunu ve karar yetkisinin ise, bakım/uçuş görev komutanında olduğunu göstermektedir.

7 RİSK YÖNETİM PROGRAMI

RİSK DURUMU 1-6 | RİSK DURUMU 7-12 | RİSK DURUMU 13-18 | RİSK DURUMU 19-24 |

7.ACİL DURUMLARA MÜDAHALEDE GEÇ KALINMASI
 YETERLİK SEVİYESİ "C" & ACİL DURUMLARA HAZIRLIKLIL OLMA DÜŞÜK

8.PERSONELİN MOTİVASYONU
 ÖDÜLLENDİRME HIÇ & İSTEKLİLİK YÜKSEK

9.VARDİYA VE İŞ BÖLÜMÜNDE ADALET
 ÇALIŞMA SÜRESİ 10 SAATTEN FAZLA & ADİL İŞ DAĞILIMI AZ

10.HANGAR İÇİ SICAKLIK DURUMU
 MEVSİM KIŞ & HİSSEDİLEN SICAKLIK ÇOK SICAK

11.YÜKSEK VOLTAJ İLE ÇALIŞMA DURUMU
 YETERLİK SEVİYESİ "B" & YÜK. VOLTAJ İLE ÇALIŞMA SÜRESİ > 2 SAAT

12.KOMPOZİT MALZEMELERİN KANSOREJEN ETKİLERİ
 ÇALIŞMA SÜRESİ 1 SAATTEN AZ & BOYANIN KORUYUCU ETKİSİ YOK

TOPLAM RİSK SAYISI: 53 **RİSK DEĞERLENDİRMESİ: ÖNEMLİ** **TEHLİKE RİSK SEVİYESİ: ÖN DİKKAT** **KARAR YETKİSİ: BAKIM/UCUŞ GÖREV KOMUTANI**

RAPOR AL **53** **YÖNETİMİN TEKRAR İNCELEMESİYLE KABUL EDİLEBİLİR**

Şekil 7.5. İHA_RYP’de elde edilen “Ön Dikkat” görüntüsü

7 RİSK YÖNETİM PROGRAMI

RİSK DURUMU 1-6 | RİSK DURUMU 7-12 | RİSK DURUMU 13-18 | RİSK DURUMU 19-24 |

13.KONTROL İSTASYONUNUN SICAKLIK DÜZEYİ
 MEVSİM KIŞ & HİSSEDİLEN SICAKLIK ÇOK SICAK

14.METEOROLOJİK ŞARTLARIN SİSTEM ÜZERİNE ETKİLERİ
 MEVSİM KIŞ & HAVA OLAYI "ŞİMŞEK/YAĞIŞ"

15.ALET, SET VE AVADANLIK SAYIMI YAPILMAMASI
 CEVAP YOK

16.ÖLÇÜ ALETLERİNİN KALİBRELERİNİN GÜNCEL OLMAMASI
 SORUMLU MESAİDE YOK & İŞ YÜKÜ ÇOK

17.UÇUŞ İÇİN HAYATİ ÖNEME SAHİP SİSTEMLERİN YEDEKLİ OLMAMASI
 UÇUŞ_GÖREV TECRÜBESİ AZ & SİSTEM PERFORMANSI DÜŞÜK

18.SİSTEM LİMİTLERİNİN KESİN OLARAK BELİRLENEMEMESİ
 İNGİLİZCE DÜZEYİ DÜŞÜK & YETERLİK SEVİYESİ "B"

TOPLAM RİSK SAYISI: 76 **RİSK DEĞERLENDİRMESİ: KRİTİK** **TEHLİKE RİSK SEVİYESİ: YÜKSEK DİKKAT** **KARAR YETKİSİ: BAKIM/UCUŞ BİRLİK YÖNETİCİSİ**

RAPOR AL **76** **İSTENMEZ**

Şekil 7.6. İHA_RYP’de elde edilen “Yüksek Dikkat” görüntüsü

Risk seviyesi değerlendirme cetveline göre (Çizelge 7.7) yapılan hesaplama sonucu *Yüksek Dikkat* seviyesinde olan sonuçlar *Sarı* renk ile verilmektedir (Şekil 7.6). Bu durumda risk değerlendirmesi sonucu, bu düzeydeki riskin kritik olduğunu, istenmediğini ve karar yetkisinin ise, bakım/uçuş birlik yöneticisinde olduğunu göstermektedir.

Son olarak, risk seviyesi değerlendirme cetveline göre (Çizelge 7.7) yapılan hesaplama sonucu *Yüksek Risk* seviyesinde olan sonuçlar *Kırmızı* renk ile verilmektedir (Şekil 7.7). Bu durumda risk değerlendirmesi, bu düzeydeki riskin oluşması sonucunun felaket, riskin kabul edilemez olduğunu ve karar yetkisinin ise, organizasyon yöneticisinde olduğunu göstermektedir.

RISK YÖNETİM PROGRAMI

RISK DURUMU 1-6 | RISK DURUMU 7-12 | RISK DURUMU 13-18 | RISK DURUMU 19-24

19.SERVÖ, ALMAÇ VE GÖNDERMEÇLERİN ÇABUK ISINMALARI
YETERLİK SEVİYESİ "C" & HAVA SICAKLIĞI 20°-40° ARASI

20.TEKNIK BÜLTEN VE YAZILIMLARIN GÜNCEL OLMAMASI
SORUMLU EK GÖREVLİ & İŞ YÜKÜ ÇOK

21.ANTENLERİN BİRBİRİNİ GÖRMEMESİ
MENZİL 200 KM DEN FAZLA & GÖREV İRTİFASI 5000 FEETTEN AZ

22.FREKANS BAĞLANTISINDA KESİKLİKLER
ALMAÇ/GÖNDERMEÇ ÇIKIŞ GÜCÜ 1 mWATT-10 WATT & PARÇALI BULUTLU

23.KUYRUK DİKMELERİNİN VE İNİŞ TAKIMLARININ ÇOK YÜKSEK OLMASI
UÇUŞ SÜRESİ 5 SAATTEN FAZLA & PİLOTUN İHA UÇUŞU 50 SAATTEN AZ

24.ACIİL DURUM PROSEDÜRLERİNİN OTOMATİK OLARAK BAŞLAMAMASI
UÇUŞ EKİBİ TECRÜBESİ ORTA & PİLOTUN İHA UÇUŞU 250 SAATTEN FAZLA

TOPLAM RISK SAYISI: 99 **RISK DEĞERLENDİRMESİ: FELAKET** **TEHLİKE RISK SEVİYESİ: YÜKSEK RISK 99** **KARAR YETKİSİ: ORGANİZASYON YÖNETİCİSİ (ÜST YÖNETİM)**

RAPOR AL **KABUL EDİLMEZ**

Şekil 7.7. İHA_RYP’de elde edilen “Yüksek Risk” görüntüsü

Bütün risk durumlarında *cevap yok* seçeneği konulmuş olmasına rağmen, hiçbir zaman tüm risklerin sıfırlanmış olamayacağı kabulünden hareketle İHA_RYP’ye bir de uyarı ikazı eklenmiştir. Eğer toplam risk sayısı 24’ün altında olursa program

kullanıcıyı bu durumla ilgili olarak, eksik giriş yapılmış olabileceğine ilişkin ikaz etmektedir (Şekil 7.8). Bu ikaz, henüz hiçbir risk durumu girişi yapılmadan veya eksik giriş yapılarak *Rapor Al* düğmesine basıldığında ortaya çıkmaktadır.

The screenshot displays the 'İHA RİSK YÖNETİM PROGRAMI' window. At the top, there are tabs for 'RİSK DURUMU 1-6', 'RİSK DURUMU 7-12', 'RİSK DURUMU 13-18', and 'RİSK DURUMU 19-24'. Below these, there are six sections with dropdown menus: '1.PERSONEL KATEGORİSİ', '2.PERSONEL DURUMU', '3.YENİ ATAMA GÖRMÜŞ', '4.STRES ALTINDA ÇALIŞ', '5.PERSONELİN UZMANLA', and '6.FARKLI ALANLARDAN GELEN PERSONEL'. A blue dialog box titled 'RİSK DURUMU' is overlaid on the form, displaying the message 'TOPLAM RİSK SAYISI 24 ÜN ALTINDADIR!!!' and an 'OK' button. At the bottom of the window, there is a 'TOPLAM RİSK SAYISI:' label, a 'RİSK DEĞERLENDİRMESİ' label, a 'TEHLİKE RİSK SEVİYESİ' label, and a 'KARAR YETKİSİ' label. A large red button labeled 'RAPOR AL' is positioned below the 'TOPLAM RİSK SAYISI:' label.

Şekil 7.8. Eksik giriş yapıldığının ikazı

İHA Risk Yönetim Programı genel esasları itibari ile bir karar destek yazılımıdır. Programın ana hedefi kullanıcılara risk kararlarını alırken rehberlik etmek ve hata olasılıklarını en aza indirmektir. Ancak bu program kesinlikle asıl kullanıcıların değerlendirmelerinin üzerinde değildir. Yani mevcut koşullar içerisinde en doğru karar yine sorumlu personel tarafından verilmeli ve personelin inisiyatif kullanmasının önü kapatılmamalıdır. Ayrıca bu program içerisinde yer alan risk durumları bir bakım veya uçuş görevi için tüm riskleri kapsamamaktadır. Bu uygulamanın örnek bir uygulama olduğu unutulmamalı, yaygın kullanımı için geliştirilme ihtiyacı göz ardı edilmemelidir.

8. SONUÇ VE ÖNERİLER

Hava aracı ve uçucuların emniyetli bir şekilde görev yapabilmeleri için, ileri teknolojinin son derece hassas ve maliyet etkin bir şekilde kullanımına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu alanda kullanılan sistemlerin her geçen gün gelişen ve yenilenen, dolayısıyla giderek daha da karmaşık bir hal alan teknolojileri; gerek işletme ve gerekse bakım, onarım ve idame maliyetlerini arttırmakta, nitelikli personel temini, uygun donanım ve tesis kurulumu ile etkin bir bakım yönetim ve organizasyonunu zorunlu kılmaktadır.

Yapılan bu çalışma ile, İnsansız Hava Aracı (İHA) ve risk yönetimi literatürü kapsamlı bir şekilde incelenerek İHA kazalarının önlenmesinde etkili bir risk yönetimi modelinin ortaya konulması ve örnek bir uygulama ile modelin işlerliğinin gösterilmesi hedeflenmiştir. Çalışmanın ilerleyen aşamalarında ise, günümüz teknolojisine uygun bir şekilde, hazırlanacak risk yönetim modelinin bilgisayar ortamına aktarılması ve etkinliğinin artırılması ihtiyacı doğmuştur.

Bütün hava aracı uçuş ve bakım organizasyonlarında kolaylıkla uygulanabileceği değerlendirilen ve uçuş / bakım yönetimi faaliyetlerinde, uçuş ve yer emniyetinin sistem yaklaşımı ile tesisine olanak veren bu modelin amaçları; hava araçlarının bakım ve idame çabalarının aksaksız olarak sürdürülmesi, personelin korunması, hava aracı ve yer destek teçhizatı kaybı ya da hasarlanmasının önlenmesi, bakım tesislerinin zarar görmesinin engellenmesi ve bakım hizmeti üretiminde devamlılığın sağlanmasıdır.

Bu düşüncelerle; oldukça karmaşık yapıdaki İnsansız Hava Aracı uçuş ve bakım ünitelerinde var olan ve kaza üreten olumsuz faktörlerin tespiti ile bunların herhangi bir kazaya sebep olmadan önce ortadan kaldırılmasına yönelik, proaktif karakteristikli bir risk yönetim modeli ortaya konulmuştur.

Temel olarak ele alınan risk yönetim modelinin basamaklarının ortaya konulmasından sonra, İHA sistemlerinin değişik görev ve kademelerinde çalışmış

30'a yakın tecrübeli personel ile mülakat yöntemiyle birebir görüşülmüştür. Yapılan görüşmelerde; olası kaza sebepleri, bu tehlikelerin meydana gelme sıklığı, gerçekleşmesi durumunda ortaya çıkaracakları etkinin büyüklüğü boyutlarında veriler toplanmıştır. Daha sonra yapılan hassas bir çalışma ile, oldukça uzun olan bu liste tekrarlardan arındırılmış, sadeleştirilmiş ve örnek uygulama çerçevesinde kullanılan 24 maddelik risk durum listesine ulaşılmıştır. Her bir risk durumu için o risk durumunun gelişmesine neden olacak iki temel faktör belirlenmiş ve bu faktörler çerçevesinde 3x3'lük matrisler oluşturulmuştur. Bu matrislerde yer alan şartlar, adı geçen risk durumunun ortaya çıkabileceği muhtemel kombinasyonları ifade etmektedir. Bu ifadeler daha sonra geliştirilen risk yönetim programının kural cümlelerini oluşturmuştur.

Modelin basamaklarının klasik yöntemlerle, çizelge ve tablolar üzerinden ortaya çıkarılmasından sonra ise, model bir bilgisayar programına aktarılmıştır. Delphi 7.0 tabanlı olarak hazırlanan risk yönetim sisteminde, oluşturulan arayüzler aracılığı ile risk kararlarının doğru kademeler tarafından, etkin bir şekilde alınmasına yardımcı olacak bir program geliştirilmiştir.

İnsansız Hava Aracı Risk Yönetim Programı (İHA_RYP), Windows 98 ve üzeri işletim sistemine sahip herhangi bir bilgisayarda, hiçbir ilave yazılım gerektirmeden çalışabilecek şekilde tasarlanmıştır. Program genel anlamı ile daha önceden elle, çizelgeler üzerinden yapılan hesaplama ve analizleri bilgisayar aracılığı ile çok daha kısa zamanda, hata oranı minimize edilmiş bir şekilde yapma imkanı sağlamaktadır.

Bu modelin uygulanması ile; bakım ortamındaki tehlikelerin belirlenmesi, şiddet ve sıklık ölçütleri baz alınmak suretiyle analiz edilmesi, gerek ortamın bütünü ve gerekse icra edilen belirli faaliyetler için geçerli bir risk haritası oluşturulması, personelin bilinçlendirilmesi ve yönetim sürecine dahil edilmesi, kazalara yol açabilecek faktörlerin potansiyel halde iken teşhisi, bertaraf edilmesi ve nihayet oldukça yüksek maliyetli olmalarının yanı sıra ikame edilmeleri de bir hayli güç olan uzman personel, hava aracı ve yardımcı sistemlerin hasar, yaralanma ya da kaybının önüne geçilebileceği veya azaltılabileceği düşünülmektedir.

Hazırlanan program sadece örnek uygulamaya yönelik verileri kapsamaktadır. Çeşitli alan ve konularda yapılabilecek risk yönetim programları için bir örnek olmaktan öte bir iddiası bulunmamaktadır. Daha profesyonel bir ekip ve materyallerle hazırlanabilecek gelişmiş risk yönetim programları, özellikle havacılıkta vazgeçilmez olan risk analiz sürecini daha etkin ve ekonomik hale getirebilecektir.

Bundan sonraki çalışmalarda;

- İHA kazalarının önlenmesinde kullanılacak İHA_RYP daha kapsamlı bir çalışma ve daha fazla veri ile geliştirilerek etkinliği artırılabilir.
- Bakım ve uçuş faaliyetlerini safhalandıracak detaylı bir çalışma yapılabilir ve her bir safha için seçenekleri olan bir program oluşturulabilir.
- Modelin örnek uygulaması İHA kazaları dışında farklı disiplinlere de uygulanabilir.
- Programa geliştirilebilme kabiliyetleri ilave edilebilir.

Bu çalışmanın, gelecekte yapılabilecek risk yönetim çalışmalarına bir ışık tutması ve konuya farklı bir pencere açmış olması umut edilmektedir.

KAYNAKLAR

1. “İnsansız Hava Aracı Araştırması”, *Ortadoğu Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uzay Mühendisliği Bölümü Raporu*, Ankara, 24-32 (2004).
2. Wilson, J. R., “From half a world way” , *C4 ISR*, 4 (1): 16-21 (2005).
3. “İHA Sistemlerinin Güvenilirlik Geçmişleri”, *ABD AAI Firmasının inceleme yazısı*, 1-15 (1993).
4. Chapman, C. And Ward, S., “Managing Project Risk and Uncertainty”, *John Willey & Sons*, West Sussex, 1-21 (2002).
5. Department of the Army, “Risk Management, FM 100-14”, *Headquarters, Department of the Army*, Washington, ABD, 1-23, 2-2,20, App-2 (1998).
6. Application Center, “Risk Management, FM 3-100.12”, *Air Land Sea Application Center*, ABD, I-2, II-1, (2001).
7. Ansell, J. And Wharton, F., “Risk: Analysis, Assessment and Management”, *John Willey and Sons*, New York, 25-48 (1992).
8. Vaughan, E. J., “Risk Management”, *John Willey & Sons*, New York, 7-123 (1997).
9. Vuuren, V. V., “Cultural influences on risks and risk management: six case studies”, *Safety Science*, 42: 891-905 (2004).
10. Doğu, O., “Hava aracı kazalarının önlenmesine yönelik koruyucu bakım faaliyetlerinde risk yönetimi uygulamaları”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 50-96 (2003).
11. Jo, Y. D. And Park, K. S., Dynamic management of human error to reduce total risk”, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 16: 313-321 (2003).
12. Yılmaz, A. K., “Havacılıkta emniyet açısından risk yönetimi ve havacılık örgütlerinden uygulama örnekleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü*, Eskişehir, 90-116 (2003).
13. Duarte, D., “A performace overview about fire risk management in the Brazilian hydroelectric generating plants and transmission network”, *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*, 17: 65-75 (2004).
14. Kirkland, I. D. L., Caves, R. E., Humpreys, I. M. And Pitfield, D. E., “An improved methodology for assessing risk in aircraft operations at airports, applied to runway overruns”, *Safety Science*, 42: 891-905 (2004).

15. Fan, C. F. And Yu, Y. C., “BBN-based software project risk management”, *The Journal of Systems and Software*, 73: 193-203 (2004).
16. Cacciabue, P. C., “Human error risk management for engineering systems: a methodology for design, safety assessment, accident investigation and training”, *Reliability Engineering and System Safety*, 83: 229-240 (2004).
17. Yılmaz, U., “Havacılıkta risk yönetimi ve sivil hava taşımacılığında risk sahalarının incelenmesi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 6-73 (2005).
18. Gheorghe, A. V., Birchmeier, J., Vamanu, D., Papazoğlu, I. And Kröger, W., “Comprehensive risk assessment for rail transportation of dangerous goods: a validated platform for decision support”, *Reliability Engineering and System Safety*, 88: 247-272 (2005).
19. O'Donnell, E., “Enterprise risk management: A systems-thinking framework for the event identification phase”, *International Journal of Accounting Information Systems*, 6: 177-195 (2005).
20. Sharma, S. And Chakravarti, O., “UAV operations: An analysis of incidents and accidents with human factors and crew resource management perspective”, *Ind. J. Aerospace Med*, 49 (1): 29-36 (2005).
21. Barlas, E., “Uçuş Kazalarının Önlenmesi Amaçlı Görev Planlamasında Risk Yönetimi”, Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 93-94 (2006).
22. Clark, J. G., “A snake's-eye view”, *C4 ISR*, 3 (10): 14-16 (2004).
23. Roberts, F., “A unified vision”, *C4 ISR*, 4 (2): 38-40 (2005).
24. Sünnetçi, İ., “İHA teknolojisindeki gelişmeler”, *Savunma ve Havacılık Dergisi*, 3 (82): 61-65 (1999).
25. Akgün, Y., “İnsansız Hava Araçlarının kullanımı hangi aşamada?”, *2020 ve Ötesi*, 4: 24-31 (2000).
26. Altenburg, G., “Unmanned Air Vehicles”, *NATO Senior Politico-Military Group on Proliferation (SGP)*, 1-14 (2002).
27. Roland, D., “Uninhabited Air Vehicles from Science to Reality”, *Intelligence, Surveillance&Reconnaissance Journal*, 3: 16-21 (2003).
28. Scully, M., “An army of UAVs”, *C4 ISR*, 3 (7): 32-35 (2004).

29. Goodman, G. W., "A drone aims ever higher", *C4 ISR*, 3 (6): 28-31 (2004).
30. "Hava aracı maliyetleri", *Kara Havacılık Dergisi*, 2: 40-41 (2000).
31. Sweetman, B., "Endurance above all for UAVs", *Jane's International Defence Review*, 6: 58-63 (2003).
32. Nolan, R. C., "The Pilotless Air Force", *Intelligence, Surveillance & Reconnaissance Journal*, 2: 22-24 (2003).
33. Blyenburgh, P. V., "The Position of UAVs", *Air Force Magazine*, 8: 58-61 (2003).
34. Steketee, M., "Dassault expands stealthy UAV, UCAV development", *Jane's International Defence Review*, 3 (37): 21-22 (2002).
35. Dandridge, M., "A historical milestone", *NATO's Nations*, 3: 173-181 (2003).
36. Goodman, G. W., "UAVs come of age", *The ISR Journal*, 2: 22-31 (2002).
37. Muradian, V., "A stealthy, supersonic UAV", *The ISR Journal*, 3 (8): 18-19 (2004).
38. Kaufman, G., "The role of UAV's in the US army", *Defence News Journal*, 49: 15-16 (2003).
39. Fulghum, D. A., "Unmanned combat aerial vehicles: A new approach", *Defence News Journal*, 42: 10-13 (2003).
40. Lewis, P., "Robot wars", *Defence News Journal*, 31: 32-25 (2003).
41. Opall, B., "The union of unmanned units", *Defence News Journal*, 39: 17-19 (2003).
42. Becker, J., "Flying platforms", *Defence News Journal*, 50: 26-27 (2003).
43. Federal Aviation Authorities, "System Safety Handbook", *Southern California Safety Institute*, ABD, 3-17, 15-6, 7, 9, 10, 11, A-4, 8, 9, 11, 13, G-2, 3 (2000).
44. International Civil Aviation Organization, "Manual of Aircraft Accident Investigation (Doc 6920-an/855/4)", *DoD Press*, Montreal, Canada, 26-58 (1986).
45. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, "Sivil Hava-Araç Kazaları Soruşturma Yönetmeliği (SHY-13)", *Ulaştırma Bakanlığı*, Ankara, Madde-2 j, k fıkrası, Madde-3 g, h, l, n fıkrası, Madde-6, 40-45, 48-51 (1989).

46. Department of the Army, "Army Accident Investigation and Reporting, Pamphlet 385-40", *Headquarters, Department of the Army*, Washington, ABD, 1-2 (1994).
47. International Civil Aviation Organization, "Doc. 9422 Accident Prevention Manual", 1st ed., *ICAO*, Kanada, 1-24 (2002).
48. Hava Kuvvetleri Komutanlığı, "133ncü Avrupa Hava Kuvvetleri Uçuş Emniyet Toplantısı", *AFFSC (E)*, Romanya, A2-A6 (2005).
49. Shappell, S. A. And Wiegmann, D. A., "The Human Factors Analysis and Classification System", *U.S. Department of Transportation - FAA*, Washington, ABD, 1-3 (2000).
50. Ayyub, B. M., "Risk Analysis in Engineering and Economics", *Chapman & Hall/CRC*, New York, 34-353 (2003).
51. Tevfik, A. T., "Risk Analizine Giriş", *ALFA Basımevi*, İstanbul, 36-53 (1997).
52. Avery, R., "Redhouse İngilizce-Türkçe Sözlük", *Redhouse Yayınevi*, İstanbul, 859 (1974).
53. Bernstein, P. L., "Against the Gods: the remarkable story of risk", *John Wiley & Sons*, New York, 69-74 (1996).
54. Fıkırkoca, M., "Bütünsel Risk Yönetimi", 1. Basım, *Pozitif Matbaacılık*, Ankara, 13-35, 44, 48, 140, 143, 147, 152, 192, 205, 389-427 (2003).
55. Lay, R. And Strasser, G., "Risk management of complex, technology-based systems: Observations on similarities and differences", Lave, L. B., *Plenum Press*, 179-188 (1987).
56. PMI, "A guide to the project management body of knowledge", *Project Management Institute*, Newtown Square Pennsylvania, 81 (2000).
57. Brehmer, B., "The psychology of risk", Singleton, W. T. and Hovden, J., *John Wiley & Sons*, West Sussex, 25-37 (1994).
58. MAB-MIAC, "Guidelines for managing risk in the Australian public service", *Management Advisory Board and Management Improvement Advisory Committee*, Avustralya, 40-78 (1996).
59. Doderlein, J. M., "Introduction to the risk and risk management decisions", Singleton, W. T. and Hovden, J., *John Wiley & Sons*, West Sussex, 1-9 (1994).

60. Adler, R. T., Leonard, R. K. And Nordgren, R. K., “Improving risk management: Moving from risk elimination to risk avoidance”, ***Information and Software Technology***, 45: 29-34 (1999).
61. Ruan, D., Kacprzyk, J. And Fedrizzi, M., “Soft Computing for Risk Evaluation and Management”, ***Physica-Verlag***, Heidelberg, 30-35 (2001).
62. Kerzner, H., “Project management: A systems approach to planning, scheduling, and controlling”, ***John Willey & Sons***, Canada, 87-88 (1998).
63. Özbek, Y., “Proje Yönetim Sürecinde Risk Yönetimi: Tatbikat Merkezi Uygulaması”, Yüksek Lisans Tezi, ***Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 17-50 (2004).
64. Harp Akademileri Komutanlığı, “Risk Yönetimi ve TSK’daki Uygulamalar”, ***Harp Akademileri Basımevi***, İstanbul, V, 11, 12, 18, 19 (2000).
65. Özsu, M., “Hava Araçlarındaki Kazalara Hata Ağacı Analizi Yöntemi Uygulanarak Kaza Nedenlerinin Belirlenmesi”, Doktora Tezi, ***Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü***, Ankara, 62-74 (1999).
66. USAF, “AFP 91-215, Operational Risk Management (ORM) Guidelines and Tools”, ***Department of the Air Force***, ABD, 10, 15, 18-20, 27, 30 (1998).

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Soyadı, adı : GÜLEN, Murat
 Uyruğu : T.C.
 Doğum tarihi ve yeri : 06.11.1973 İzmir
 Medeni hali : Evli
 Telefon : 0 (312) 252 61 10
 Faks : 0 (312) 252 61 10
 e-mail : gulenmurat@gmail.com

Eğitim

Derece	Eğitim Birimi	Mezuniyet tarihi
Lisans	Kara Harp Okulu/Sis.Müh.Bölümü	1995
Lise	Maltepe Askeri Lisesi	1991

İş Deneyimi

Yıl	Yer	Görev
1996-2001	2 nci Kr.Hvcl.A.K.lığı	İHA Pilotu
2001-2006	Kr. Hvcl. Okl. K.lığı	İHA Pilot Öğretmeni

Yabancı Dil

İngilizce

Yayınlar

Hobiler

Futbol, Yüzme, Dalış, Kayak.