

İNSANSIZ HAVA ARACI KAZALARININ ÖNLENMESİ İÇİN RISK ÖLÇÜMÜ VE YÖNETİMİ MODELİ

Hüdayim BAŞAK*, Murat GÜLEN,**

*Gazi Üniversitesi, Teknik Eğitim Fakültesi, Makine Eğitimi Bölümü, Teknikokullar/Ankara

**Kara-Havacılık Okul Komutanlığı, Plan ve Programlama Şube Müdürlüğü, Güvercinlik/Ankara

Geliş Tarihi : 30.04.2007

ÖZET

Bu çalışmada, İnsansız Hava Aracı (İHA) sistemlerinde bakım ve uçuş faaliyetleri esnasında ortaya çıkabilecek tehlikelerin analizi yapılarak, operasyonel açıdan riskli sahaların incelenmesi amaçlanmıştır. Çalışmada genel olarak, risk analizi metodolojisi ortaya konulmuş ve uygulama çerçevesinde örnek bir risk yönetimi modeli geliştirilmiştir. Model oluşturulurken İnsansız Hava Aracı sistemleri üzerinde uzmanlaşmış personelin tecrübelerinden yararlanılmış, uçuş emniyetine öncülük eden uluslararası havacılık şirketlerinin kullandığı beş adımdan oluşan risk yönetim tekniği kullanılmıştır.

Anahtar Kelimeler : İnsansız hava aracı, Risk Yönetimi, Kaza.

A RISK MEASUREMENT AND MANAGEMENT MODEL FOR PREVENTING UNMANNED AIR VEHICLE ACCIDENTS

ABSTRACT

In this study, it is aimed to investigate operationally risky areas by analyzing dangers which can arise during the maintenance and flight activities of Unmanned Air Vehicles (UAVs). For this purpose, a risk analysis methodology was introduced and then within the framework of the application, a sample of risk management model was developed. During the development of the model, personal experiences in the area of UAVs were benefited and a risk management technique consisting of five steps used by pioneering international aviation companies in flight safety was utilized.

Key Words : Unmanned Air Vehicle, Risk Management, Accident.

1. GİRİŞ

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. 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 (Akgün, 2000). 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 (Altenburg, 2002). İHA'lar bir hedefe gönderilebilir veya kumandası geri alınabilir. Türkiye'deki 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. Günümüzdeki İHA'ların kullanımına daha uygun olan terim "İnsansız Hava Aracı" değil, "İçinde Pilot Bulunmayan Hava Aracı" terimidir (Roland, 2003). 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. 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 (Dandridge, 2003; Anon., 2004). Gelecekte İHA sistemlerinin üstleneceği askeri görevlerden en önemlisi taarruz olacaktır. İnsansız savaş hava araçları içerisinde pilot olmadan gelişmiş bir savaş uçağının yaptığı tüm taktik görevleri yapabilecektir (Muradian, 2004). 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 (Lewis, 2003; Kaufman, 2003).

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 dahilinde 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, iyi ölçülmesi, doğru bir sistematik yaklaşım ile izlenmesi, sonucu ve etkisine yönelik isabetli kararların alınması, etkin yönetimi gerekmektedir (Yılmaz, 2003). Fransızca'da risk (risque) sözcüğü olası olaylara ilişkin olup, çoğunlukla olumsuz anlamlar içerir (Ansell and Wharton, 1992). Türkçe ve İngilizce'de ise, risk ya da riziko isim olarak kayıp, hasar tehlikesi, hasar tehlikesi olasılığı, sigorta edilen şey ya da kimse, fiil

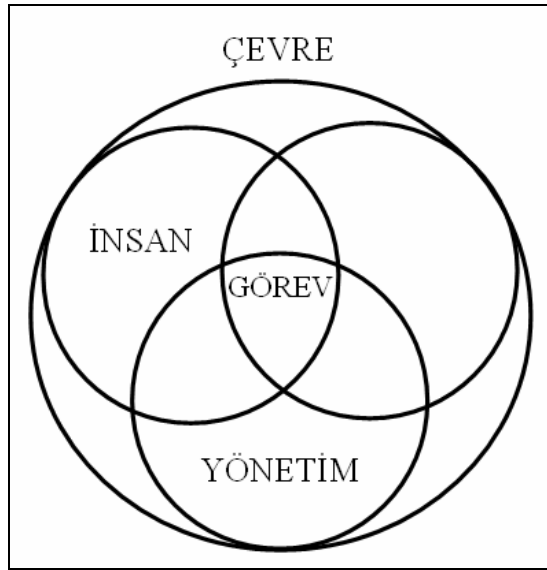
olarak tehlikeye girmek ya da göze almak, sıfat olarak tehlikeli anlamına gelmektedir (Avery, 1974; Ayyub, 2003). Eski İtalyanca'da risicare olarak kullanılan risk, cesaret etmek, meydan okumak anlamındadır. Bu tanıma göre risk, kaderden ziyade bir tercihtir (Bernstein, 1996). Riziko ise, bir denizcinin karşılaştığı kayalık gibi bir engel olarak tanımlanabilir. Burada riziko, olası ve istenmeyen kötü bir sonuç anlamına gelmektedir (Tevfik, 1997). Bazı araştırmacılara göre risk, hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen bir olayın oluşma olasılığıdır ve belirsizlikler potansiyel risk kaynaklarıdır (Lay and Strasser, 1987; Chapman and Ward, 2002; Fıkrkoca, 2003). Proje Yönetim Enstitüsü ise riski, ortaya çıktığında proje hedeflerini olumlu veya olumsuz etkileyecek olaylar ve şartlar olarak tanımlamıştır (Brehmer, 1994; Anon., 2000c). Avustralya ve Yeni Zelanda hükümetleri tarafından belirlenen risk yönetimiyle ilgili dünyanın ilk standardında risk; bir uygulamanın sonucu olarak ekonomik kayıp veya kazanca, zarar veya gecikmeye sebep olan bir olayın ortaya çıkması olasılığıdır (Anon., 1994). Riske maruz kalma durumunda yaşanabilecek kayıplar; insan hayatı, insan sağlığı, maddi zararlar, çevrenin tahrip olması, sosyal problemler olarak sıralanabilir (Doderlein, 1994).

Bu çalışmada; 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.

2. HAVACILIKTA UÇUŞ EMNİYETİ VE KAZA ÖNLEME

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, riskli kabullenme kararları olarak ifade edilmektedir (Yılmaz, 2005; Anon., 2000). 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 (Anon., 1986). ICAO'nun uluslararası tanımına göre; bir hava aracının çalıştırma, ısıtma, taksi yapma (uçağın 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 (Anon., 1986). Hava aracı kazaları meydana gelen hasar durumuna göre “büyük hasar”, “kısmî hasar”, “küçük hasar” ve “sınıfsız hasar” olmak üzere dört hasar derecesinde sınıflandırılır (Yılmaz, 2005; Anon., 1986). Uygulamanın güvenliğini etkileyebilen, uçuş faaliyetiyle ilgili kaza dışındaki oluşumlar ise hava aracı olayı olarak ifade edilir. Kaza nedeni; kaza veya olaya yol açan aksaklık, eksiklik, eylem, hadise, şartlar veya kazaların birleşimidir (Anon., 1989). FAA'nın uçuş güvenliği kurallarına göre kaza kırımının 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 (Department of the Army, 1994). Her görev tipi, kabul edilmesi gereken farklı tehlikeleri içerir. Bir çok havacılık kazası, Şekil 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 (Anon., 2002).

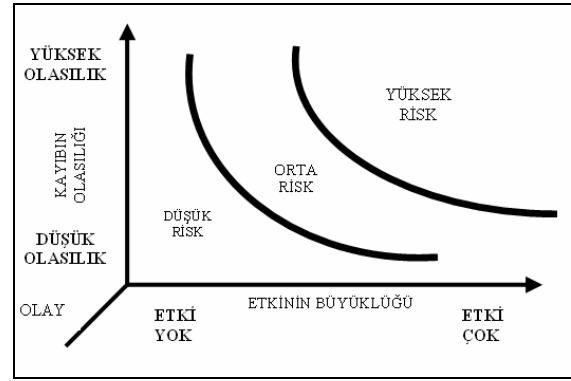


Şekil 1. Kaza oluşturan faktörlerin etkileşimleri (Anon., 2002).

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 (Anon., 2005).

3. HAVACILIKTA RİSK VE RİSK YÖNETİMİ

Hedeflenen bir sonuca ulaşamama olasılığı ya da istenmeyen bir olayın oluşma olasılığı ve oluşması durumunda yaratacağı sonucun şiddetinin bir fonksiyonu (Brehmer, 1994; Vaughan, 1997; Adler v.d., 1999; Ruan, 2001) 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 (Kerzner, 1998). Riskin başlıca öğeleri ve fonksiyonları Şekil 2'deki gibidir.



Şekil 2. Riskin başlıca öğeleri ve fonksiyonları (Kerzner, 1998).

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 itibarıyla 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 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 (Vaughan, 1997). Risk yönetimi; istenmeyen olayların ya da etkilerinin oluşma olasılığını azaltmak için risklerin planlanması, risk alanlarının

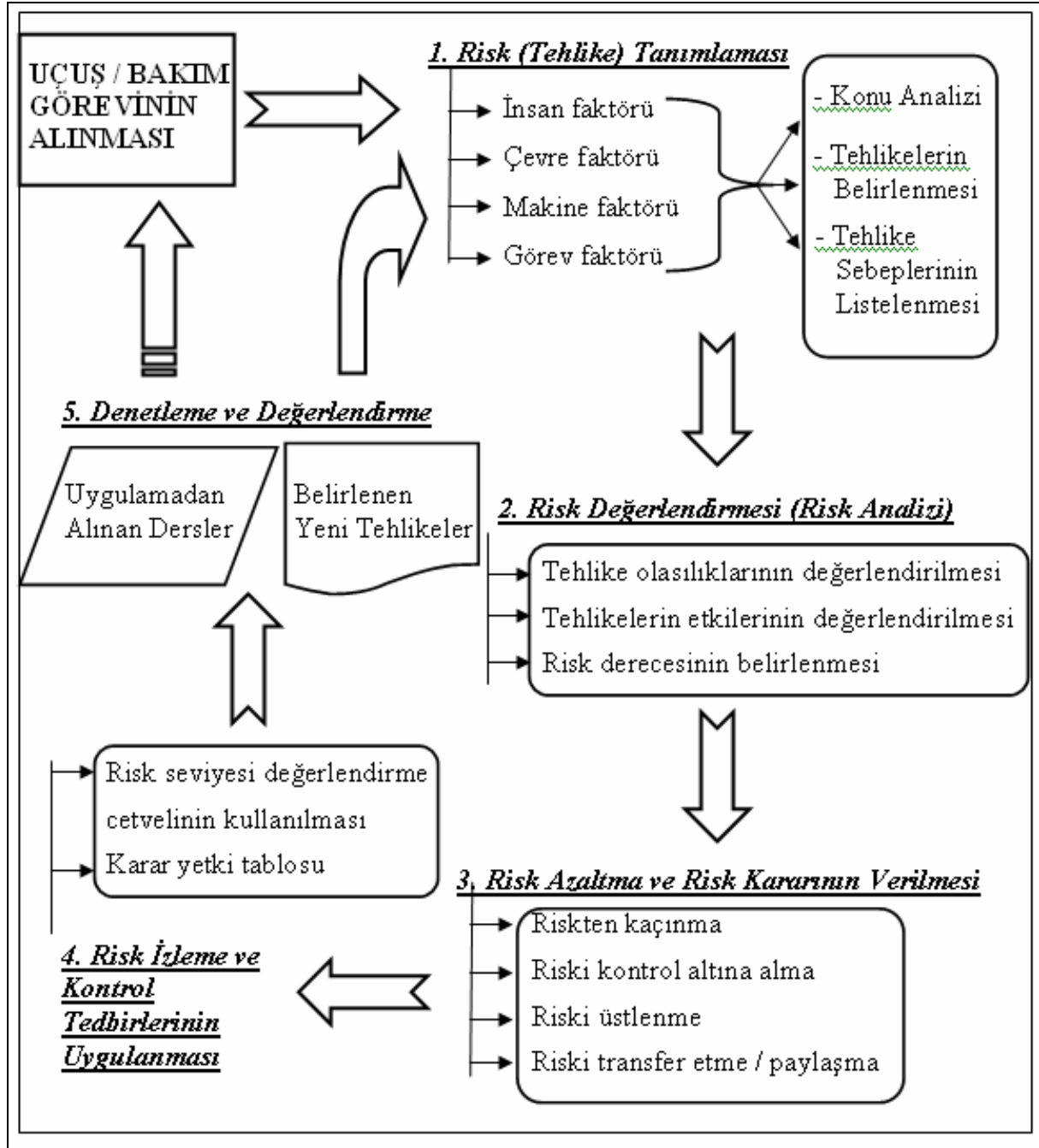
değerlendirilmesi, risk azaltma faaliyetlerinin yürütülmesi, risklerin izlenmesi ve tüm risk yönetim programının dokümanite edilmesi faaliyetlerini kapsar (Vaughan, 1997). Risk yönetimi gelecekte olması muhtemel ve sonuçları tam olarak bilinmeyen olaylarla ilgilenir. Genel olarak olayların neticesi olumlu ya da olumsuz olarak sınıflandırılabilir. Bu anlamda risk yönetimi, gelecekte olacak olayların sonuçlarının olumlu olması için, bunları planlama, değerlendirme ve yönetme sanatı olarak tanımlanabilir. Başarılı bir risk yönetiminin anahtarı erken tanımlama, planlama ve kararlı bir uygulamadır. İyi planlama; kapsamlı ve yinelenen bir yaklaşımla risk tanımlama, değerlendirme ve tepki geliştirmeyi mümkün kılar (Özbek, 2004). Risk yönetimi başlı başına bir yönetim disiplini, ancak belirsizlikleri ve riskleri tamamen ortadan kaldıracak sihri bir yönetim disiplini değil, potansiyel risklerin sistematik olarak değerlendirilerek, olası zararlarının etkisini azaltıcı yönde, verilere dayalı karar vermeyi sağlayan bir disiplindir ve diğer disiplinlerle bir bütünlük içerisinde uygulanması gerekir (Fıkrkoca, 2003; Özbek, 2004).

Risk istenmeyen sonuçlar içerdiğinden, riskle başa çıkmak için beş farklı teknikten birisini kullanmak gereklidir. Bu tekniklerden kimi zaman birisinin kullanımı yeterli olurken, bazen sürecin farklı safhalarında farklı teknikleri kullanmak gerekmektedir. 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. Eğer kişi ya da organizasyon bir an için bile riski almayı reddediyorsa, kaçınma tekniğinin kullanılması gerekmektedir. Kaybı kontrol altına alma ve önleme risk azaltma olarak kabul edilir. 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. Riski kabullenme, riskle başa çıkma teknikleri arasında en yaygın olarak kullanılanıdır (Ayyub, 2003; Vaughan, 1997). Kimi zaman bilinçli olarak, kimi zaman ise, bilinçsiz bir şekilde; bazen isteyerek, bazen de istemeyerek risk kabullenilmek durumunda kalınabilir. Risk bazen onu taşımaya daha istekli olan bir kişi ya da kuruluşa aktarılabilir. Riskin aktarılması durumunda riski devralan kişi veya kuruluş bu tür risklere yönelik olarak daha deneyimli ve hazır bir durumdadır. Riski paylaşma, riski aktarmanın özel bir durumu, riski kabullenmenin bir başka şeklidir (Vaughan, 1997; Ruan v.d., 2001; Lay ve Strasser, 1987; Ayyub, 2003).

Risk yönetim süreci; planlama ve yürütme safhalarından oluşur. Planlama sürecinde, risk yönetiminin program boyunca, nasıl uygulanacağı planlanır (Yılmaz, 2005). Risk yönetiminin yürütme aşamasında, risk yönetim planına ve risk azaltma planına göre, risk değerlendirme, azaltma, izleme ve kontrol faaliyetleri gerçekleştirilir (Ansell ve Wharton, 1992; Vaughan, 1997). 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 (Anon., 1998; Anon., 2000a; 2001). Bu sürecin ilk iki aşamasında risk tanımlama ve değerlendirmesi yapılır. Birinci aşamada, görevin icrasında karşılaşılabilecek her türlü tehlikeli durum tespit edilir ve her tehlikenin harekate tesiri saptanır. Risk analiz aşamasının değişkenleri olasılık ve etkidir. Daha sonraki adımlarda risklerin etkin yönetimi gerçekleştirilir. Yürütme aşamasında da uygulamada olduğu gibi, devamlı olarak göreve etki edecek riskler değerlendirilmelidir. Tehlike şiddet kıymetlendirmesinin negatif sonuçlara yol açma olasılığının tespit edilmesi gereklidir. Tehlikenin insan, ekipman veya teşkilat üzerinde gösterebileceği potansiyel etkinin büyüklüğünün tespiti de aynı derecede önemlidir. Etki değerlendirmesi, gerçekçi olarak, beklenebilecek en kötü sonuç temeline dayandırılarak yapılmalıdır. 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 (Fıkrkoca, 2003; Anon., 1998; 2000a;).

4. İHA KAZALARININ ÖNLENMESİ İÇİN GELİŞTİRİLEN RISK YÖNETİM MODELİ

İnsansız Hava Aracı (İHA) uçuş ve bakım bölümlerinde var olan riskler, "Risk Yönetim Modeli" uygulaması içerisinde gösterilmiştir (Şekil 3). Şekil 3'te verilen model oluşturulurken Amerika Kara Kuvvetleri ile Kara-Hava-Deniz İşbirliği Uygulama Merkezi "risk yönetimi" ve Amerika Hava Kuvvetleri "operasyonel risk yönetimi" yayınlarından faydalanılmıştır (Anon., 1998; 2001). 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 işleteceğine bir örnek teşkil etmesi amacıyla hazırlanmıştır.



Şekil 3. Oluşturulan İHA risk yönetimi modeli.

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.

Geliştirilen Risk Yönetim Modeli İşlem Basamakları:

- Risk (Tehlike) tanımlaması.
- Risk değerlendirmesi (Risk analizi).
- Risk azaltma ve risk kararının verilmesi.

- Kontrol tedbirlerinin uygulanması.
- Denetleme ve değerlendirme.

İHA kazalarına yönelik olarak yapılan örnek uygulama için muhtemel tehlike risk durumları, Türkiye'de bu çalışmanın içerisinde bulunana görev yapmış uzman askeri 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. Maddeler temel olarak; insan, çevre, makine ve görev olmak üzere dört ana faktör altında gruplanmıştır. Ortaya çıkarılan tehlike durumları, kaynakları ve bu durumların risk seviyeleri üçer düzeyli faktörler halinde aşağıdaki tablolarda listelenmiştir (Tablo 1-4).

Tablo 1. İnsan Faktöründen Kaynaklanan Tehlikeler, Kaynakları ve Risk Seviyeleri.

İNSAN FAKTÖRÜ					
Tehlikeler	Kaynaklar	Tehlike Risk Seviyesi			
1. Görev ekibinin uçuş tecrübelerinin ve bilgilerinin yetersizliği	Arıza oranlarının yüksek, hava aracı sayısının düşük olmasından dolayı uçuş sıklığının az olması, bilgilerin sürekli tazelenmemesi	Uçuş Görev Tecrübesi	Yeterlik Seviyesi		
		Yok	C	B	A
		Az	5	4	3
		Var	4	3	2
2. Uçuş ekibi sayısının azlığı	Personelin hastalanması, izin ve görev planlamalarındaki uygunsuzluk	Dinlenme Süresi	Mevcut		
		½'den Az	½ - ¾ Arası	¾'ten Fazla	
		½ Günden Az	5	4	3
		½-1 Gün Arası	4	3	2
3. Yeni atama görmüş personel	Mesleki gelişim ve dönüşüm stratejisi	Personel Sayısı	Görev Tecrübesi		
		1 Yıldan Az	1-5 Yıl Arası	5 Yıldan Fazla	
		½'den Fazla	5	4	3
		½-¼ Arası	4	3	2
4. Yoğun stres altında çalışma	Hava aracı arızalarının ve kaza kırımlarının sıklığı, üst kademelerin beklentileri, aşırı iş yükü, kişisel problemler	Personel Sayısı	Stres Düzeyi		
		Çok	Orta	Az	
		½'den Fazla	5	4	3
		½-¼ Arası	4	3	2
5. Personelin alt branşlara ayrılmaması ve uzmanlaşmaması	Mesleki gelişim ve dönüşüm stratejisi, eğitim programlarının yeterince detaylı olmaması	Uzmanlık Konusu	Uzmanlık Düzeyi		
		C	B	A	
		Aviyonik	5	4	3
		Motor	4	3	2
6. Değişik uzmanlık alanlarından gelen personelin havacılık sistemleri üzerinde tecrübesinin bulunmaması	Personel politikaları	Motorlu Araç Tecrübesi	Havacılık Geçmişi		
		Yok	Yok	Az	Var
		Az	5	4	3
		Var	4	3	2
7. Acil durumlara müdahalede geç kalınması	Branşlarında uzmanlaşmış uçuş ve bakım personelinin farklı işlerde görevlendirilmesi	Yeterlik Seviyesi	Acil Durumlara Hazırlıklı Olma		
		Düşük	Orta	Yüksek	
		C	5	4	3
		B	4	3	2
8. Personelin motivasyon düşüklüğü, isteksizliği	İzin, sosyal etkinlik, eğlence ve ödül sisteminin adaletli ve moral yükseltici bir şekilde oluşturulmaması	Ödüllendirme	İsteklilik		
		Düşük	Orta	Yüksek	
		Hiç	5	4	3
		Ara sıra	4	3	2
9. Vardiya ve iş bölümünde adil davranmama	Yönetim problemleri, planlama hataları	Çalışma Süresi	Adil İş Dağılımı		
		Yok	Az	Var	
		10 Sa. Fazla	5	4	3
		6-10 Saat	4	3	2
		6 Saatten Az	3	2	1

Tablo 2. Çevre Faktöründen Kaynaklanan Tehlikeler, Kaynakları ve Risk Seviyeleri.

ÇEVRE FAKTÖRÜ					
Tehlikeler	Kaynaklar	Tehlike Risk Seviyesi			
1. Bakım hangarının ısı düzeyinin kontrol edilememesi	Yazın aşırı sıcak, kışın soğuk olan ortamı çalışmaya uygun ısı düzeylerine getirecek bir sistemin bulunmaması	Mevsim	Hissedilen Hava Sıcaklığı		
			Soğuk	Çok Sıcak	Normal
		Kış	5	4	3
		Yaz	4	3	2
2. Yüksek voltaj ile çalışma	Sistemin ve bakım/test cihazlarının tasarımı	Yeterlik Seviyesi	Yüksek Voltaj ile Çalışma		
			2 Sa. Fazla	1-2 Saat	1 Sa. Az
		C	5	4	3
		B	4	3	2
3. Hava aracı üzerindeki kompozit malzemelerin kanserojen etkileri	Hava aracı tasarımı	Çalışma Süresi	Boyanın Koruyucu Etkisi		
			Yok	Az	Var
		2 Sa. Fazla	5	4	3
		1-2 Saat	4	3	2
4. Kontrol istasyonunun sıcaklığının sürekli olarak düşük olması	Sistemin elektronik parçalarının fazla ısınmasını engellemek üzere klimanın sürekli çalışması	Mevsim	Hissedilen Hava Sıcaklığı		
			Soğuk	Çok Sıcak	Normal
		Kış	5	4	3
		Yaz	4	3	2
5. Meteorolojik şartların sistem üzerine olumsuz etkileri	Hava aracı ve diğer sistemlerin üretimden kaynaklanan hassasiyeti	Mevsim	Hava Olayları		
			Şimşek/Yağış	Rüzgar	Yok
		Kış	5	4	3
		Bahar	4	3	2
Yaz	3	2	1		

Tablo 3. Görev Faktöründen Kaynaklanan Tehlikeler, Kaynakları ve Risk Seviyeleri.

GÖREV FAKTÖRÜ					
Tehlikeler	Kaynaklar	Tehlike Risk Seviyesi			
1. Antenlerin birbirini görmemesi	Hava aracının radyo frekans çalışma sistemine arazinin uygun olmaması, kesiklikler yaşanması	Menzil	Görev İrtifası		
			5000 ft.den Az	5000-10000 ft.	10000 ft.den Fazla
		200 km.den çok	5	4	3
		100-200 km.	4	3	2
2. Frekans bağlantısında kesiklikler	Uçuş bölgesinde yüksek çıkışlı radyo rekanslarının bulunması, cep telefonları baz istasyonları	Almaç/Gön. Çıkış Gücü	Bulut Durumu		
			Çok	Parçalı	Az
		1 mWatt-10 Watt	4	3	2
		+10 Watt	3	2	1
3. Hava aracının kuyruk dikmelerinin aşağı doğru ve iniş takımlarının çok yüksek olması	Hava aracının aerodinamik tasarımı	Uçuş / Görev Süresi	Pilotun İHA Tecrübesi		
			- 50 Saat	50-250 Saat	+250 Saat
		+ 5 Saat	5	4	3
		2 – 5 Saat	4	3	2
4. Acil durum prosedürlerinin sistem tarafından otomatik olarak ve vakit kaybetmeksizin başlamaması	Sistem yazılımlarının uygun olmaması	Uçuş Ekibinin Tecrübesi	Pilotun İHA Tecrübesi		
			- 50 Saat	50-250 Saat	+250 Saat
		Düşük	5	4	3
		Orta	4	3	2
Yüksek	3	2	1		

Tablo 4. Makine Faktöründen Kaynaklanan Tehlikeler, Kaynakları ve Risk Seviyeleri.

MAKİNE FAKTÖRÜ					
Tehlikeler	Kaynaklar	Tehlike Risk Seviyesi			
1. Uçuş öncesi ve sonrasında yapılan bakımlarda alet, set ve avadanlıkların kontrolünün/sayımının yapılmaması	Aşırı iş yükü, acelecilik, eğitim eksikliği	Yeterlik Seviyesi	Çalışma Süresi		
			4 Sa. Fazla	2-4 Saat	2 Sa. Az
		C	5	4	3
		B	4	3	2
2. Kalibre edilmemiş veya kalibrasi geçmiş cihaz kullanımı	İkmal problemleri, eğitim eksikliği, aşırı iş yükü	A	3	2	1
		Sorumlu Durumu	İş Yükü		
			Çok	Orta	Az
		Mesaide Yok	5	4	3
3. Uçuş için hayati öneme sahip sistemlerin yedekli olmaması	Sistem tasarımı, maliyet-etkinlik yaklaşımı	Ek Görevli	4	3	2
		Mesaide	3	2	1
		Uçuş / Görev Tecrübesi	Sistem Performansı		
			Düşük	Orta	Yüksek
4. Sistem limitlerinin kesin olarak belirlenememesi	Teknik yayımların uygun standartlarda olmaması	Az	5	4	3
		Orta	4	3	2
		Çok	3	2	1
		İngilizce Bilgi Düzeyi	Yeterlik Seviyesi		
5. Servo, almaç ve göndermeçlerin çabuk ısınmaları ve arızalanmaları	Parçaların limitlerinin uygun olmaması, hatalı servo ayarları	C	5	4	3
		Düşük	5	4	3
		Orta	4	3	2
		Yüksek	3	2	1
6. Teknik bülten ve yazılımların güncel olmaması	Değişikliklerin zamanında gelmemesi, ikmal problemleri, ihmal	Yeterlik Seviyesi	Hava Sıcaklığı		
			40 °C'den Fazla	20-40 °C Arası	20 °C'den Az
		C	5	4	3
		B	4	3	2
		A	3	2	1
		Sorumlu Durumu	İş Yükü		
			Çok	Orta	Az
		Mesaide Yok	5	4	3
		Ek Görevli	4	3	2
		Mesaide	3	2	1

Tehlikelerin tanımlanması sırasında öncelikle konu analizi yapılmış, tehlikeler ve tehlike sebepleri listelenmiştir. Kısaca ifade etmek gerekirse; oluşabilecek tehlikeler risk kıymetlendirme tablosuna şiddet ve olasılık seviyelerine göre yerleştirilmiştir. 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. Tehlikelerin saptanması ve tehlikelerin sebep olabileceği risklerin hesaplanması amacıyla bilimsel yaklaşımların kullanılması sonucunda riskler sınıflandırılmış ve sıralanmıştır. Analiz işlemi, “belirli bir olayın meydana gelme olasılığı” ve “olayın sonuçlarının program, görev ve performans üzerindeki etkileri” olmak üzere riskin iki temel bileşeni üzerinde odaklanmaktadır. İHA uçuş ve bakım faaliyetlerine ilişkin olarak tespit edilen tehlikeler için kontrol listesi hazırlanmış ve risk seviyeleri sayısal terimlerle ifade edilmiştir (Tablo 1-4). Risk durumlarının değerlendirilmesi Tablo 5 ve Tablo 6’da 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 Tablo 5’de sunulan şekilde yapılmıştır. Ulaşılan tehlike risk seviyesinde karar yetkisinin kimde olduğu ise, Tablo 6’da gösterilmektedir.

Denetleme ve değerlendirme safhası, 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. Sonucusu ise yapılan etkinliklerden öğrenilmesi gereken pozitif veya negatif dersleri, gelecekteki benzer aktivitelerde faydalanmak amacıyla, yerli yerine oturtmaktır. İHA 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.

Tablo 5. Risk Seviyesi Değerlendirme Cetveli.

Risk Sayısı<X<Risk sayısı*2	Risk sayısı*2<X< Risk sayısı*3	Risk sayısı*3<X< Risk sayısı*4	Risk sayısı*4<X< Risk sayısı*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 risk	Ön dikkat	Yüksek dikkat	Yüksek risk
İhmal edilebilir	Önemli	Kritik	Felaket
İnceleme gerektirmeden kabul edilebilir	Yönetimin tekrar incelemesi ile kabul edilebilir	İstenmez	Kabul edilmez

Tablo 6. Karar Yetki Tablosu.

Tehlike Risk Seviyesi	Karar Yetkisi
Yüksek risk	Organizasyon yöneticisi (üst yönetim)
Yüksek dikkat	Bakım / uçuş birlik yöneticisi
Ön dikkat	Bakım / uçuş görev komutanı
Düşük risk	Bakım / uçuş ekip şefi

5. 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 bulunmaktadır. 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, 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. 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

teğhizatı kaybı ya da hasarlanmasının önlenmesi, bakım tesislerinin zarar görmesinin engellenmesi ve bakım hizmeti üretiminde devamlılığın sağlanmasıdır. Bu düşüncelerle; oldukça karmaşık yapıdaki İHA 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 tekrarlarından 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 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 geçilebileği veya azaltılabileceği düşünülmektedir.

Bundan sonraki çalışmalarda:

- İHA kazalarının önlenmesinde kullanılabilecek risk yönetim programlarında 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.
- Model temelinde uygun veri girişleri ile İHA kazalarının önlenmesinde kullanılabilecek bir uzman sistem geliştirilebilir.
- Modelin örnek uygulaması İHA kazaları dışında farklı disiplinlere de uygulanabilir.

6. KAYNAKLAR

Adler, R. T., Leonard, R. K. and Nordgren, R. K. 1999. Improving Risk Management: Moving From Risk Elimination To Risk Avoidance, Information and Software Technology, 29-34.

Akgün, Y. 2000. İnsansız Hava Araçlarının Kullanımı Hangi Aşamada?, 2020 ve Ötesi 4, 24-31.

Altenburg, G. 2002. Unmanned Air Vehicles, NATO Senior Politico-Military Group on Proliferation (SGP) 1-14.

Anonymous, 1986. International Civil Aviation Organization, "Manual of Aircraft Accident Investigation (Doc 6920-an/855/4)", DoD Press, Montreal, Canada.

Anonim, 1989. 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.

Anonymous, 1994. Guidelines for Managing Risk in the Australian Public Service, Management Advisory Board and Management Improvement Advisory Committee, Avustralya 40-78.

Anonim, 2000. Harp Akademileri Komutanlığı, "Risk Yönetimi ve TSK'daki Uygulamalar", Harp Akademileri Basımevi, İstanbul 11, 12, 18 ve 19 ciltler.

Anonymous, 2000b. PMI, A Guide to the Project Management Body of Knowledge, Project Management Institute, Newtown Square Pennsylvania 81.

Anonymous, 2001. Risk Management, FM 3-100.12, Air Land Sea Application Center, ABD I-2, II-1.

Anonymous, 2002. International Civil Aviation Organization, Doc. 9422 Accident Prevention Manual, 1st ed., ICAO, Kanada 1-24.

Anonim, 2004. İnsansız Hava Aracı Araştırması, Ortaoğlu Teknik Üniversitesi Havacılık ve Uçay Mühendisliği Bölümü Raporu, Ankara 24-32.

Anonim, 2005. Hava Kuvvetleri Komutanlığı, 133. Avrupa Hava Kuvvetleri Uçuş Emniyet Toplantısı, AFFSC (E), Romanya, A2-A6.

Anonymous, 1998. USAF, AFP 91-215, Operational Risk Management (ORM) Guidelines And Tools, Department of the Air Force, ABD, 10, 15, 18-20, 27, 30.

Anonymous, 2000. 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.

Ansell, J. and Wharton, F. 1992. Risk: Analysis, Assessment and Management, John Willey and Sons, New York 25-48.

Avery, R. 1974. Redhouse İngilizce-Türkçe Sözlük, 859s. Redhouse Yayınevi, İstanbul.

Ayyub, B. M. 2003. Risk Analysis in Engineering and Economics, Chapman & Hall/CRC, New York 34-353.

Bernstein, P. L. 1996. Against the Gods: the Remarkable Story of Risk, John Wiley & Sons, New York 69-74.

- Brehmer, B. 1994. *The Psychology of Risk*, Singleton, W. T. and Hovden, J., John Willey & Sons, West Sussex.
- Chapman, C. and Ward, S. 2002. *Managing Project Risk and Uncertainty*, John Willey & Sons, West Sussex.
- Dandridge, M. 2003. A Historical Milestone, *NATO's Nations* 3, 173-181.
- Department of the Army, 1994. *Army Accident Investigation and Reporting*, Pamphlet 385-40, Headquarters, Department of the Army, Washington, ABD.
- Department of the Army, 1998. *Risk Management, FM 100-14*, Headquarters, Department of the Army, Washington, ABD.
- Doderlein, J. M. 1994. *Introduction to the Risk and Risk Management Decisions*, Singleton, W. T. and Hovden, J., John Willey & Sons, West Sussex.
- Fıkrıkoca, M. 2003. *Bütünsel Risk Yönetimi*, 1. Basım, Pozitif Matbaacılık, Ankara.
- Kaufman, G. 2003. The Role of UAV's in the US Army, *Defence News Journal* 49, 15-16.
- Kerzner, R. H. 1998. *Project Management: A Systems Approach to Planning, Scheduling and Controlling*", John Willey & Sons, Canada, 87-88.
- Lay, R. and Strasser, G. 1987. *Risk Management of Complex, Technology-Based Systems: Observations on Similarities and Differences*, Lave, L. B., Plenum Press 179-188.
- Lewis, P. 2003. Robot Wars, *Defence News Journal* 31, 32-25.
- Muradian, V. 2004. A Stealthy, Supersonic UAV", *The ISR Journal* 3, 18-19.
- Özbek, Y. 2004. *Proje Yönetim Sürecinde Risk Yönetimi: Tatbikat Merkezi Uygulaması*, Yüksek Lisans Tezi, Kara Harp Okulu Savunma Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Roland, D. 2003. Uninhabited Air Vehicles From Science to Reality, *Intelligence, Surveillance&Reconnaissance Journal* 3, 16-21.
- Ruan, D., Kacprzyk, J. and Fedrizzi, M. 2001. *Soft Computing for Risk Evaluation and Management*, Physica-Verlag, Heidelberg.
- Tevfik, A. T. 1997. *Risk Analizine Giriş*, ALFA Basımevi, İstanbul.
- Vaughan, E. J. 1997. *Risk Management*, John Willey & Sons, New York 7-123.
- Yılmaz, A. K. 2003. *"Havacılıkta Emniyet Açısından Risk Yönetimi ve Havacılık Örgütlerinden Uygulama Örnekleri"*, Yüksek Lisans Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Eskişehir.
- Yılmaz, U. 2005. *Havacılıkta Risk Yönetimi Ve Sivil Hava Taşımacılığında Risk Sahalarının İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.