



**PİLOTLARDAKİ
DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI İLE
UZAYSAL UYUMSUZLUK ARASINDAKİ
KAVRAMSAL BAĞIN İNCELENMESİ**

Yüksek Lisans Tezi

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

Eskişehir, 2019

**PİLOTLARDAKİ DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI İLE UZAYSAL UYUMSUZLUK
ARASINDAKİ KAVRAMSAL BAĞIN İNCELENMESİ**

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Pilotaj Anabilim Dalı

Danışman: Doç. Dr. Kürşad Melih GÜLEREN

Eskişehir

Eskişehir Teknik Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Ocak, 2019

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ'nün “PİLOTLARDAKİ DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI İLE UZAYSAL UYUMSUZLUK ARASINDAKİ KAVRAMSAL BAĞIN İNCELENMESİ” başlıklı tezi 07/01/2019 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından değerlendirilerek “Eskişehir Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim-Öğretim ve Sınav Yönetmeliği” nin ilgili maddeleri uyarınca, Pilotaj Anabilim dalında Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

	<u>Unvanı-Adı Soyadı</u>	<u>İmza</u>
Üye (Tez Danışmanı) :	Doç.Dr. Kürşad M. GÜLEREN	
Üye :	Dr.Öğr.Üyesi Uğur Özdemir	
Üye :	Dr.Öğr.Üyesi Mustafa KAYA	

Prof.Dr. Ersin YÜCEL

Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürü

ÖZET

PILOTLARDAKİ DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI İLE UZAYSAL UYUMSUZLUK ARASINDAKİ KAVRAMSAL BAĞIN İNCELENMESİ

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

Pilotaj Anabilim Dalı

Eskişehir Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ocak, 2019

Danışman: Doç. Dr. Kürşad Melih GÜLEREN

Yaşamını yeryüzünde sürdüren insanoğlunun uçmaya başlamasıyla beraber fizyolojik yetersizlikleri uçuş ortamında uzaysal uyumsuzluk yanılgıları yaşamasına sebep olmuştur. Bu yanılgılar pilotların durumsal farkındalık kaybı veya daralmasına maruz kalmalarından kaynaklanan bir takım kazaların meydana gelmesi sonucunu doğurmuştur. Bu tez çalışmasında genel olarak literatürde birbiriyle ilişkisi muğlak olan durumsal farkındalık kaybı ile uzaysal uyumsuzluk arasındaki bağ ortaya konan bir modelle kavramsal olarak incelenmiş ve uzaysal farkındalık durumsal farkındalığın bir bileşeni olarak ele alınmıştır. Durumsal farkındalık kaybı, uzaysal uyumsuzluk ve uzaysal uyumsuzluk yanılgıları, durumsal farkındalık bileşenlerine ilişkin örnek olaylar ile 1975-2018 yılları arasında açık kaynaklarda rapor edilmiş olan F-16 kazaları istatistiki olarak incelenerek uzaysal uyumsuzlukla başa çıkmaya yönelik öneriler sunulmuştur.

Anahtar Sözcükler: Uzaysal Uyumsuzluk, Durumsal Farkındalık, Durumsal Farkındalık Kaybı

ABSTRACT

EXAMINING THE CONCEPTUAL RELATIONSHIP BETWEEN LOSS OF SITUATIONAL AWARENESS AND SPATIAL DISORIENTATION IN PILOTS

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

Department of Flight Training

Eskişehir Technical University, Graduate School of Sciences, January, 2019

Supervisor: Assoc. Prof. Dr. Kürşad Melih GÜLEREN

With the beginning of flying of human being who maintains his life in a terrestrial environment, his physiological inadequacies have caused him to experience spatial disorientation illusions in flight environment. These illusions have resulted in the occurrence of some accidents since pilots have been subjected to loss or reduction of situational awareness. In this thesis, the relationship between Loss of Situational Awareness (LSA) and Spatial Disorientation (SD), which is ambiguous in the literature, have been examined conceptually by means of a proposed model and SD is considered as a component of LSA. LSA, SD and SD illusions, sample occurrences concerning Situational Awareness components and F-16 accidents reported between 1975 and 2018 in the open literature have been examined statistically and countermeasures have been offered in coping with SD.

Keywords: Spatial Disorientation (SD), Situational Awareness (SA), Loss of Situational Awareness (LSA)

ÖNSÖZ

Bu tez çalışmasında havacılık tıbbi literatüründeki önemli konulardan olan durumsal farkındalık kaybı ile uzaysal uyumsuzluk arasındaki ilişki kavramsal olarak ortaya bir model konarak örnek olaylarla incelenmiştir. Uzaysal uyumsuzluk yanılğı türleri detaylı bir şekilde literatürden taranarak çalışmada kapsanmıştır. Çalışmada uzaysal uyumsuzluk ile mücadelenin önemine tekrar dikkat çekmek için açık kaynaklardan 1975-2018 yılları arasındaki F-16 kazaları incelenerek istatistiki çalışma yapılmıştır. Çalışma sonunda ise uzaysal uyumsuzlukla mücadeleye yönelik öneriler sunulmuştur.

Tez çalışmamda gerek konu belirlenmesinde gerekse yürütülmesinde ilgi ve desteğini esirgemeyen, bilgi ve deneyimlerinden faydalandığım sayın tez danışmanım Doç. Dr. Kürşad Melih GÜLEREN'e teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca yoğun hayat döngüsü içerisinde bu çalışmayı yapacak zamanı yaratmamda bana destek olan sevgili eşim ve hayat arkadaşım Mine BİNGÖLLÜ'ye sonsuz sevgimin yanı sıra şükranlarımı da sunarım.

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

Bandırma - 2019

ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ

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

Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ

İÇİNDEKİLER

Sayfa

BAŞLIK SAYFASI	i
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI	ii
ÖZET	iii
ABSTRACT	iv
ÖNSÖZ	v
ETİK İLKE VE KURALLARA UYGUNLUK BEYANNAMESİ	vi
İÇİNDEKİLER.....	vii
ŞEKİLLER DİZİNİ	xiv
GÖRSELLER DİZİNİ	xv
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	xvii
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER	3
1.1. Çalışma Probleminin İfade Edilmesi	8
1.2. Çalışmanın Amacı.....	9
1.3. Çalışmanın Önemi.....	9
1.4. Çalışmanın Kabulleri	9
1.5. Çalışmanın Kısıtlılıkları.....	10
1.6. Tanımlar	10
2. DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI	14
2.1. Durumsal Farkındalık	14

2.2. Durumsal Farkındalığın Seviyeleri.....	15
2.3. Durumsal Farkındalığın Bileşenleri.....	18
2.3.1. Bireysel farkındalık.....	21
2.3.2. Sistem farkındalığı	26
2.3.3. Görev farkındalığı.....	28
2.3.4. Çevresel farkındalık	30
2.3.4.1. Kısıtlı görüş farkındalığı.....	31
2.3.4.2. Konum farkındalığı.....	33
2.3.4.2.1. Coğrafik konum farkındalığı.....	33
2.3.4.2.2. Göreceli konum/Taktik arena farkındalığı.....	33
2.3.5. Zaman farkındalığı.....	37
2.3.6. Uzaysal farkındalık	39
2.4. Durumsal Farkındalığı Etkileyen Faktörler	40
2.4.1. Görev işbası.....	42
2.4.2. Dikkatin kanalize olması	43
2.4.3. Alışkanlık sektesi.....	43
2.4.4. Teknik/Prosedürel bilgi eksikliği	43
2.4.5. Halinden Memnun Olma.....	43
3. UZAYSAL UYUMSUZLUK.....	47
3.1. Görüş Sistemi.....	49
3.1.1. Gözün anatomisi.....	50
3.1.2. Merkezi görüş	50
3.1.3. Çevresel görüş.....	51

3.1.4. Göz-vestibüler sistem geçişmesi	51
3.2. Vestibüler Sistem	52
3.2.1. Vestibüler anatomi.....	52
3.2.2. Vestibüler bilgi işleme süreci	54
3.3. Diğer Hareket ve Pozisyon Duyuları	55
4. UZAYSAL UYUMSUZLUK YANILGILARI.....	57
4.1. Görsel Yanılgılar	57
4.1.1. Merkezi görüş yanılgıları.....	57
4.1.1.1. <i>şekil sabitliği</i>	59
4.1.1.2. <i>Boyut sabitliği</i>	60
4.1.1.3. <i>Arazi eğimi ve kompozisyonunun neden olduğu görsel yanılgılar</i>	62
4.1.1.4. <i>Hava perspektifinin neden olduğu görsel yanılgılar</i>	64
4.1.1.5. <i>Odak görüş ipucu eksikliğinin neden olduğu görsel yanılgılar</i>	65
4.1.2. Çevresel görüş yanılgıları.....	65
4.1.2.1. <i>Çevresel görüş ipucu eksikliğinin neden olduğu görsel yanılgılar</i>	65
4.1.2.1.1. <i>Kara delik yaklaşması</i>	65
4.1.2.1.2. <i>White-out yaklaşması</i>	67
4.1.2.1.3. <i>Dip yanılgısı</i>	68
4.1.2.2. <i>Otokinezis yanılgısı</i>	69
4.1.2.3. <i>Veksiyon yanılgıları</i>	71
4.1.2.4. <i>Yanlış ufuk hattı ve yüzey düzlemi yanılgıları</i>	73
4.2. Vestibüler Yanılgılar	74
4.2.1. Somatogyrar yanılgı	75
4.2.2. Oculogyral yanılgı.....	78

4.2.3. Coriolis yanılması.....	78
4.4.4. Somatogavic yanılması	80
4.2.5. Inversion yanılması	82
4.2.6. G-excess etkisi.....	83
4.2.7. Oculogavic yanılması.....	85
4.2.8. Leans yanılması	85
4.2.9. Devlin eli fenomeni	87
5. MEYDANA GELEN F-16 KAZA ÖRNEKLERİ VE ANALİZLERİ	89
5.1. Gece Kalkışından Kısa Bir Süre Sonra Yere Çarpma	89
5.1.1. Olayın özeti	89
5.1.2. Olayın irdelenmesi.....	89
5.1.3. Değerlendirme ve öneriler.....	91
5.2. Atış Sahasını Terkediş Esnasında Suyu Çarpma	92
5.2.1. Olayın özeti	92
5.2.2. Olayın irdelenmesi.....	92
5.2.3. Değerlendirme ve öneriler.....	93
5.3. Gece Kalkışı Müteakiben Yere Çakılma.....	94
5.3.1. Olayın özeti	94
5.3.2. Olayın irdelenmesi.....	95
5.3.3. Değerlendirme ve öneriler.....	96
5.4. Su Üzerinde Gece Önleme Eğitimi Uçuşu Esnasında SD Olma	97
5.4.1. Olayın özeti	97

5.4.2. Olayın irdelenmesi	97
5.4.3. Değerlendirme ve öneriler	98
5.5. Hava-Hava Eğitimi Esnasında Yere Çarpma	99
5.5.1. Olayın özeti	99
5.5.2. Değerlendirme ve öneriler	99
5.6. Gece Önleme Eğitimi Esnasında Yere Çarpma	101
5.6.1. Olayın özeti	101
5.6.2. Değerlendirme ve öneriler	103
5.7. Sol Ana İniş Takım Lastiğinin ILS Anteni Direğine Çarpması	104
5.7.1. Olayın özeti	104
5.7.2. Olayın irdelenmesi	105
5.7.3. Değerlendirme ve öneriler	105
5.8. Top Atışı Esnasında Yere Çarpma	106
5.8.1. Olayın özeti	106
5.8.2. Olayın irdelenmesi	106
5.8.3. Değerlendirme ve öneriler	107
5.9. G-LOC	108
5.9.1. Olayın özeti	108
5.9.2. Olayın irdelenmesi	108
5.9.3. Değerlendirme ve öneriler	108
5.10. Air Show Provası Esnasında A/B'nin Devreye Girmemesi	109
5.10.1. Olayın özeti	109

5.10.2. Olayın irdelenmesi	110
5.10.3. Değerlendirme ve öneriler	110
5.11. Touch and Go Çalışması Esnasında Touchdown Sonrası Kalkıştan Hemen Sonra Uçağın Gövde Üzerine İnişi	111
5.11.1. Olayın özeti.....	111
5.11.2. Olayın irdelenmesi	111
5.11.3. Değerlendirme ve öneriler	112
5.12. G-LOC Nedeniyle Yere Çarpma.....	112
5.12.1. Olayın özeti.....	112
5.12.2. Olayın irdelenmesi	113
5.12.3. Değerlendirme ve öneriler	113
5.13. Hava-Hava Eğitimi Esnasında Mid-Air Collision.....	114
5.13.1. Olayın özeti.....	114
5.13.2. Değerlendirme ve öneriler	114
5.14. Gece Önleme Eğitimi Esnasında Mid-Air Collision.....	114
5.14.1. Olayın özeti.....	114
5.14.2. Değerlendirme ve öneriler	115
5.15. İstenmeden Emercensi Güç Ünitesinin Devreye Konması.....	116
5.15.1. Olayın özeti.....	116
5.15.2. Değerlendirme ve öneriler	116
6. SONUÇ.....	118
6.1. Bulgular.....	118

6.2. Sonuç ve Öneriler	121
KAYNAKÇA	125
ÖZGEÇMİŞ	



ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 2.1 Endsley'in SA modeli.....	16
Şekil 2.2 Uzaysal Uyum ile durumsal farkındalık arasındaki ilişki.....	19
Şekil 2.3 Önerilen durumsal farkındalık bileşenleri	21
Şekil 3.1 SD tipleri	49
Şekil 4.1 Oryantasyon/Disoryantasyon döngüsü.....	58
Şekil 6.1 1975-2018 yılları arası rapor edilen A sınıfı F-16 kaza sayısı/oranı	118
Şekil 6.2 1975-2018 yılları arası rapor edilen kazalarda operasyon kaynaklı olanların sayısı/oranı.....	118
Şekil 6.3 1975-2018 yılları arası rapor edilen A sınıfı kazalarda CFIT kaynaklı olanların sayısı/oranı.....	119
Şekil 6.4 1975-2018 yılları arası rapor edilen CFIT kazalarında SD kaynaklı olanların sayısı/oranı.....	119
Şekil 6.5 1975-2018 yılları arası rapor edilen A sınıfı kazalarda SD kaynaklı olanların sayısı/oranı.....	120
Şekil 6.6 1975-2018 yılları arası rapor edilen A sınıfı kazalarda meydana gelen can kayıplarında SD kaynaklı olanların sayısı/oranı	120
Şekil 6.7 1975-2018 yılları arası rapor edilen SD kaynaklı kazalardan ölümle sonuçlananların sayısı/oranı.....	121
Şekil 6.8 SD ile mücadele stratejisi	122

GÖRSELLER DİZİNİ

Sayfa

Görsel 1.1 Leonardo Da Vinci'nin ornitopter tasarımı.....	3
Görsel 1.2 Sir George Cayley'in planör tasarımı	5
Görsel 2.1 I'M SAFE checklisti.....	23
Görsel 2.2 Çarpışma sonucu hasar gören bölgelerin temsili gösterimi.....	30
Görsel 2.3 Bireysel durumsal farkındalığı etkileyen faktörler.....	42
Görsel 2.4 Durumsal farkındalık şemsiyesi - SA brella.....	44
Görsel 4.1 Normal bir son yaklaşma görüntüsü	59
Görsel 4.2 Yukarı eğimli bir piste son yaklaşma görüntüsü	59
Görsel 4.3 Aşağı eğimli bir piste son yaklaşma görüntüsü.....	60
Görsel 4.4 Normal bir son yaklaşma görüntüsü	60
Görsel 4.5 Dar bir piste son yaklaşma görüntüsü	61
Görsel 4.6 Geniş bir piste son yaklaşma görüntüsü	61
Görsel 4.7 Alçalan arazi üzerinde son yaklaşma görüntüsü	62
Görsel 4.8 Yükselen arazi üzerinde son yaklaşma görüntüsü.....	63
Görsel 4.9 Alışılan boydaki ağaç kompozisyonu üzerindeki son yaklaşma hattı ...	63
Görsel 4.10 Alışılardan kısa ağaç kompozisyonu üzerindeki son yaklaşma hattı .	64
Görsel 4.11 Kara delik yaklaşması.....	66
Görsel 4.12 Kara delik yaklaşması.....	67
Görsel 4.13 Brown-out şartlarında iniş/kalkış.....	68
Görsel 4.14 Doğrusal veksasyon yanılgısı.....	72
Görsel 4.15 Gece yanlış ufuk hattı algısı	74

Görsel 4.16 Graveyard spin/spiral	76
Görsel 4.17 Graveyard spiral	77
Görsel 4.18 Somatogravic yanılğı.....	81
Görsel 4.19 Inversion yanılğısı.....	82
Görsel 4.20 G-Excess mekanizması	84
Görsel 4.21 Yatış esnasında G-excess etkisi	85
Görsel 4.22 Leans yanılğısı	86
Görsel 5.1 Gece kalkışı sonrası yere çarpma kazasının gelişimi	91
Görsel 5.2 Atış sahasını terk ediş esnasında suya çarpma kazasının gelişimi.....	93
Görsel 5.3 Hava-hava eğitimi esnasında yere çarpma kazasının gelişimi	101
Görsel 5.4 Uçağın çarptığı ILS anteni direği	104
Görsel 5.5 Touch-and-go çalışması esnasında gövde üzerinde piste oturmuş uçak	111
Görsel 5.6 Pilotu G-LOC olan uçağın çarptığı yamaç	113
Görsel 5.7 Gece önleme eğitimi esnasında mid-air kazasına karışan uçak.....	115

SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

A/B	: Afterburner	(Art Yakıcı)
ACM	: Air Combat Maneuvers	(Hava Muharebesi Manevraları)
ACT	: Air Combat Tactics	(Hava Muharebesi Taktikleri)
AGL	: Above Ground Level	(Yer Seviyesinin Üstünde)
AGSM	: Anti G Straining Maneuver	(G Yüküne Dayanma Manevrası)
ALOW	: Altitude Low	(İrtifa Düşük)
AOA	: Angle of Attack	(Hücum Açısı)
AOS	: Angle of Sideslip	(Kayış Açısı)
ASI	: Air Speed Indicator	(Hava Sürati Göstergesi)
BFM	: Basic Fighter Maneuvers	(Temel Av Manevraları)
CAP	: Combat Air Patrol	(Muharebe Hava Devriyesi)
CAS	: Calibrated Air Speed	(Kalibre Hava Sürati)
CARA	: Combined Altitude Reporting Radar	(Yerden Yükseklik Bildirim Radarı)
CFIT	: Controlled Flight Into Terrain	(Kumanda Edilebilir Uçakla Araziye Çarpma)
CSFDR	: Crash Survivable Data Recorder	(Çarpmaya Dayanıklı Veri Kaydedici)
DACT	: Dissimilar Air Combat Tactics	(Farklı Uçak Tipleriyle Hava Muharebesi Taktikleri)
DWAT	: Descent Warning After Take-Off	(Kalkış Sonrası Alçalış/Çöküş İkazı)
ECS	: Environmental Control System	(Çevresel Kontrol Sistemi)

EGI	: Embedded GPS/INS	(Gömülü GPS/INS Sistemi)
FCR	: Fire Control Radar	(Atış Kontrol Radarı)
FLCS	: Flight Control System	(Uçuş Kontrol Sistemi)
G LOC	: G Induced Loss of Consciousness	(G Kaynaklı Şuur Kaybı)
GCA	: Ground Controlled Approach	(Yer Kontrollü Yaklaşma)
GGG	: Gece Görüş Gözlüğü	
G/K	: Gaz Kolu	
HUD	: Head-Up Display	(Baş Yukarda Ekranı)
IAF	: Initial Approach Fix	(İlk Yaklaşma Fiksi)
IFR	: Instrument Flight Rules	(Aletle Uçuş Kuralları)
ILS	: Instrument Landing System	(Aletle İniş Sistemi)
IMC	: Instrument Meteorological Conditions	(Aletle Uçuş Şartları)
INS	: Inertial Navigation System	(Ataletsel Seyrüsefer Sistemi)
ISA	: Integrated Servo Actuator	(Entegre Servo Tahrik Düzeneci)
İ/T	: İniş Takımları	
LSA	: Loss of Situational Awareness	(Durumsal Farkındalık Kaybı)
MFD	: Multi-Functional Display	(Çok İşlevli Ekran)
MFL	: Maintenance Fault List	(Bakım Ekibi Arıza Listesi)
MSL	: Mean Sea Level	(Ortalama Deniz Seviyesi)
NVG	: Night Vision Goggle	(Gece Görüş Gözlüğü)
OCA	: Offensive Counter Attack	(Taarruzi Karşı Hücum)
PAR	: Precision Approach Radar	(Hassas Yaklaşma Radarı)
PBG	: Pressure Breathing for G	(G Altında Basınçlı Soluma)

PFL	: Pilot Fault List	(Pilot Arıza Listesi)
PGCAS	: Predictive Ground Collision Avoidance System	(Yere Çarpmayı Önleyen Tahmin Sistemi)
PIREP	: Pilot Report	(Pilot Hava Raporu)
RATD	: Radar Assisted Trail Departure	(Radar Destekli Trail Departure)
RMD	: Radar Missile Defense	(Radar Güdümlü Füze Savunması)
SA	: Situational Awareness	(Durumsal Farkındalık)
SD	: Spatial Disorientation	(Uzaysal Uyumsuzluk)
TACAN	: Tactical Air Navigation	(Taktik Hava Seyr�seferi)
TAM	: Temel Av Manevraları	
TEF	: Trailing Edge Flaps	(Firar Kenarı Flapları)
TOT	: Time Over Target	(Hedef �zerinde Bulunma Zamanı)
USAF	: United States Air Force	(Amerikan Hava Kuvvetleri)
VFR	: Visual Flight Rules	(Görerek U�u� Kuralları)
VID	: Visual Identification	(G�zle Te�his)
VMC	: Visual Meteorological Conditions	(Görerek Uçuş �artları)
VOR	: VHF Omni-directional Range	
VSI	: Vertical Speed Indicator	(Dikey Sürat Göstergesi)

GİRİŞ

Hint Mitolojisinde körlerin fili tarifi yaygın bir hikayedir. Bu hikayeye göre; “Bir grup kör Hindistan’da dolaştıktan sonra memleketlerine geri dönerler. Memleketlerinden bir kişi, “Fili gördünüz mü?” diye sorduğunda evet cevabını alınca onlardan fili tarif etmelerini ister. Onlar aslında fili görmemiş, ancak filin bazı âzalarına dokunmuşlardır. Filin ayaklarına dokunan, ‘bu hayvan sütundur’, der, göbeğini elleyen ise ‘hayır sütunsuzdur’ der. Hortumuna dokunan ‘fil ejderdir’ der, dişlerini elleyen ise ‘fil dediğin iki kemiktir’ der. Kuyruğunu elleyen filin asılmış bir yılan olduğunu, başına dokunan onun kaya ucu olduğundan bahseder. Kulaklarından tutan ise ‘bu hareketli bir yelpazedir’, der.”

İşin aslı bu yaptıkları tasvirlerin hepsi doğrudur ama söylediklerinde bir bütünlük yoktur. Hepsi de fili bildiği kadar anlatmış, birinin sözü diğerininkine uymasa da her biri kendince doğru söylemiştir. Çünkü hepsi de fili gözle görmeden kendi bilgisine göre anlatmıştır. Gerçekte söyledikleri bu sıfatları bir araya getirirlerse fil hakkında doğru bir tasvir ortaya çıkacaktır. Çünkü bir kavramın veya nesnenin özelliklerini saymak, o kavramın veya nesnenin tanımını yapmaktır.

Havacılık tıbbi literatüründeki sorulardan bir tanesi de Durumsal Farkındalık/Durum Farkındalığı Kaybı (Loss Of Situation(al) Awareness) ile Uzaysal Uyumsuzluk (Spatial Disorientation) arasındaki ilişkinin ne olduğu sorusudur. Bu konuyla ilgili havacılık literatürüne bakıldığında konuyla ilgili olarak ya muğlak cevaplarla karşılaşmakta ya da iki kavramın birbirinin yerine kullanılması söz konusu olmaktadır. Aynı zamanda pilotlara “Spatial Disorientation (SD), Loss of Situational Awareness (LSA) ve vertigo nedir? Bunların ilişkileri nedir?” diye sorulduğunda genel olarak SD’nin ne olduğunu bildikleri ve başlarına geldiğinde teşhis ettikleri ancak SD ile vertigoyu aynı kavram olarak algıladıkları ve tanımladıkları ve LSA ile ilişkilendirilmede çok net cevap veremedikleri görülmüştür. “Galat-ı meşhur, lügat-ı fasihden evladır” sözünde olduğu gibi, gerçekte hangi kavramın neye tekabül ettiğini bilmektense başlarına SD yanılgılarından biri geldiğinde pilotların bunun ne olduğunu algılayıp anlamaları ve bu durumdan emniyetli bir şekilde kurtulmayı sağlayacak doğru hareket

tarzlarını sergilemeleri onlara bu konuyla ilgili verilen akademik ve fizyolojik eğitimlerin en önemli amacıdır. Ancak öte yandan doğru hareket tarzlarını sergilemenin yanısıra doğru bilgiye sahip olmak, yapılan işin ehemmiyeti gereği tüm havacılık profesyonellerinden beklenen diğer bir önemli bir husustur. Bu bağlamda yapılan ve eklektik bir yapı ve eleştirel bir bakış açısına sahip olan bu tez çalışmasının birinci bölümünde havacılığın gelişimine paralel olarak havacılık tıbbında meydana gelen gelişmeler ve SD'nin seyrettiği gelişim süreci, ikinci bölümünde durumsal farkındalık kaybı (LSA), üçüncü bölümünde uzaysal uyumsuzluk (SD), dördüncü bölümünde uzaysal uyumsuzluk türleri, beşinci bölümünde başta SD olmak üzere durumsal farkındalık kaybına sebep olan alt bileşenlere ilişkin seçilen örnek kazalar öneriler sunularak ele alınmış ve altıncı bölümde de 1975-2018 yılları arasında tüm dünya çapında rapor edilen F-16 olayları açık kaynaklardan yola çıkılarak incelenmiş ve SD'nin bu kazaların oluşmasındaki rolünün altı çizilmiştir.

1. GENEL BİLGİLER

Tarih öncesi dönemlerden itibaren insanoğlu kuşların uçuşunu izlemiş ve onları taklit etmeye çalışmıştır. Çünkü mantık kuşların sahip olduğu küçük kaslar onları havaya kaldırıp orada tutabiliyorsa daha büyük ve geniş olan insan kasları da insanlar için aynı şeyi yapması gerektiğini dikte ettirmekteydi. Kuşlar gibi uçma uğruna sayısız “kuş adamlar” kanatlar takıp tepelerden kendilerini aşağı bırakarak hayatlarını kaybetselede, her bir başarısızlık uçmak isteyen insanoğluna cevaplanması gereken sorular bırakmıştır 1500’lü yıllar boyunca Leonardo Da Vinci not defterlerini zihnindeki uçan makine çizimleriyle doldurmuş olmasına rağmen fikirlerinin büyük kısmı kuşlarınkine benzer kanat (birdlike wing) (Görsel 1.1) fikrine dayandığı için yanlıştı. 1655 yılıyla birlikte matematikçi, fizikçi ve mucit olan Robert Hooke insan vücudunun yapay kanatlara takat sağlayacak güce sahip olmadığına bu nedenle insanın uçabilmesinin yapay itki kuvvetiyle gerçekleşebileceği sonucuna varmıştır [1].



Görsel 1.1 *Leonardo Da Vinci'nin ornitopter tasarımı [1]*

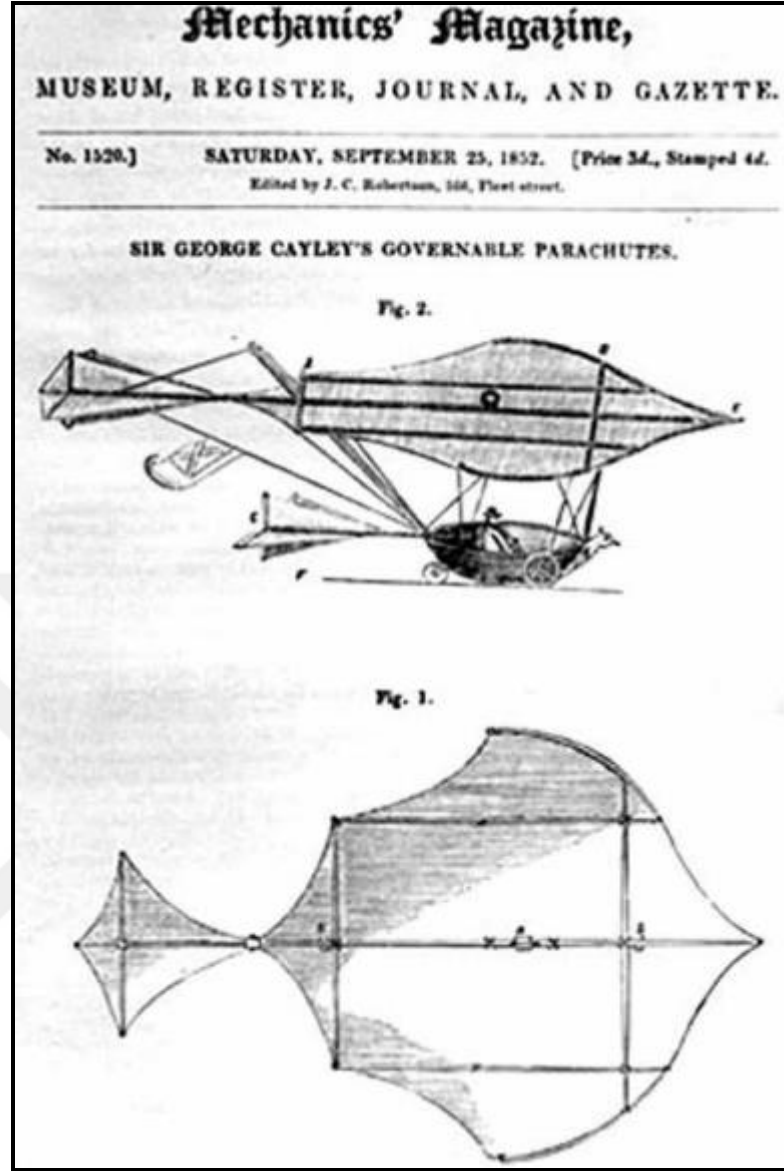
Dünya yüzeyinden ayrılan ilk insan bunu bir balonda gerçekleştirmiştir. İlk balonlar havanın içerisinde havayla –sıcak havayla- hareket etmiştir. 1783 yılında, Fransız Joseph ve Etienne Mongolfier, ilk insanlı sıcak hava uçuşunu gerçekleştirerek havada 23 dakika kalmışlardır [2]. On gün sonra Profesör Jacques

Charles ilk gaz balonu uçurmuştur. Balon havadaki bütün ihtişamına rağmen, sadece rüzgarı kullanarak ve ona bağımlı olarak uçuş gerçekleştirmiştir. Balonla uçuş kaldırma kuvveti problemini çözmüş, ancak bu durum insan uçuşunun problemlerinden sadece biri olarak kalmıştır. Ortada mevcut olan sürat ve istikamet problemlerinin çözümü doğu kültürünün 2000 yıldır aşına olduğu ancak batı kültürüyle 13'üncü yüzyılda tanışmış olan "uçurtma" adı verilen bir çocuk oyuncağındadır. Uçurtmalar üzerinde yapılacak olan çalışmanın havadan ağır olan cisimlerin havaya kaldırılmasını sağlayacak olan kanatlı uçuşun (winged flight) gizemini çözeceğine inananlardan biri de Sir George Cayley (1773-1857) olmuştur. "Havacılık Seyrüseferinin Babası" olan Sir George Cayley ömrünün 84 yılını uçurtma şekilli kanatlarla desteklenmiş havadan daha ağır bir aracın geliştirilmesine adanmıştır (Görsel 1.2) [1].

Sir Cayley'in ölümünden sonraki 50 yıl içerisinde sayısız bilim adamı, uçuş meraklısı ve mucit itki gücüne sahip uçan bir makine icat etme yolunda çaba sarfetmişlerdir. Gövdesinin içerisine yerleştirilmiş bir buhar motoruyla hareket ettirilen devasa bir tek kanatlı uçak (monoplane) tasarlayan William Samuel Henson ile insan uçuşunun havadan ağır hava araçlarında gerçekleştirmenin mümkün olduğunu ispatlayan Otto Lilienthal gibi insanlar itki gücüne sahip uçuş hayalini gerçekleştirmek için çalışmışlardır [2].

Bu rüya, 17 Aralık 1903 tarihinde Kitty Hawk, North Caroline'da bisiklet tamircisi olan Willbur ve Orville Wright kardeşler tarafından neredeyse trajik sonuçlarla gerçeğe dönüştürüldü. Uçan makine kalkıştan hemen sonra stall olmuş ve yere çarpmıştır. Ancak 3 gün sonra gerekli tamirat yapıldıktan sonra Wright kardeşler tarih yazmak için tekrar havalandı; balonlar, planörler ve itki kuvvetine sahip planörlerle yapılan önceki araştırmalardan elde edilen tecrübelerin doğal sonucu olarak başarılı bir şekilde uçuşlarını gerçekleştirmişlerdir [3].

Ulaşılmaması güç bir hayalin gerçeğe dönüşmesiyle daha hızlı, daha yüksek ve daha konforlu uçuşlar yapmayı hayal etmeyi sürdüren insanoğlu arayışlarına devam etmiş ve Wright kardeşlerin basit uçağından günümüzün yüksek teknoloji cihazlar ile donatılmış modern uçaklarına gelinmiştir.



Görsel 1.2 Sir George Cayley'in planör tasarımı [1]

Havacılık alanında bu büyük gelişmelerle beraber, gelişmeye giden yol birçok risk barındırmıştır. İnsanoğlu uçmasını engelleyen soyoluşsal bir sorunu aşmış olmasına rağmen, hala aşılması gereken bir çok engelle karşılaşmıştır. Girilmiş olan bu yeni uçuş çevresinde insanoğlunun fizyolojik sınırlılıkları bir sorun alanı olarak hızlı bir şekilde ön plana çıkmıştır. Balon pilotlarının karşılaştığı ilk problemlerden biri yüksek irtifalarda düşen kısmi oksijen basıncı olmuştur. 1804 yılında hidrojen dolu bir balon üç İtalyan havacısını 23.000 feet irtifa yüksekliğe çıkarmış ve üçü de soğuk yakması, kusma ve şuur kaybına uğramıştı. Müteakip balon uçuşlarında 34.000 feet irtifaya çıkan iki balon pilotu siyanoz, bulanık görme ve aşırı yorgunluk gibi çoklu fizyolojik sorunlar yaşamıştır [4].

19'uncu yüzyılın başından beri uçuş çevresine yönelik olarak birçok insan sınırlılığı tespit edilmiş olup bunlara örnek olarak hipoksi, hiperventilasyon, yorgunluk, jet lag, irtifada düşük basınç altında alkol ve diğer ilaçların etkisi, kokpit dizaynının ergonomik tasarımı ve uzaysal uyumsuzluk (spatial disorientation) verilebilir [5] [6].

İnsanoğlu manevra yapabilen hava araçlarıyla uçmaya başladığı andan itibaren SD yani 'uzaysal uyumsuzluk' yaşamıştır. Bunun nedeni insanların görsel ve görsel olmayan duyu sistemlerinin uzaysal uyumunu karasal çevrede sürdürmek üzere milyonlarca yılı aşkın bir süredir geçirdiği memeli evrim sürecidir [7] [8]. Previc ve Gillingham'ın aşağıdaki alıntıda belirttiği üzere, insanoğlunun duysal sistemleri, tipik olarak yeryüzünde karşılaşılmayan uzamış açısal (angular) ve doğrusal (lineer) akselerasyonları içerebilen ve insanoğlu için anormal olan ivmesel uçuş ortamına kolay kolay uyum gösteremez.

"İnsanoğlunun gelişim evrimi, bizlerin milyonlarca yılın üzerindeki bir süre boyunca suda, karada ve ağaçlarda yaşayan bir canlı olarak gelişimine tanıklık etti ama hiçbir zaman havada yaşayan bir canlı olarak değil. Bu gelişim sürecinde, bizler kendimizi kalıcı olmayan kısa süreli (geçici) birçok değişik hareket türlerine maruz bıraktık veya maruz kaldık, ama hiçbir zaman yaygın bir şekilde havacılıkta karşılaşılan göreceli olarak uzun süreli doğrusal ve açısal akselerasyona maruz bırakmadık ya da kalmadık. Bunun sonucunda, insanlar, uçmak için çok uygun olmayan ancak yeryüzünde kendi kontrolünde hareket edebilmesini sağlayacak duysal sistemlere sahip oldu. Öncelikli hareket yeteneği uçmak olan kuşlar bile sis veya bulutlar nedeniyle görüşten yoksun kaldıklarında uzaysal uyumlarını sürdürememekte ve emniyetle uçamamaktadırlar. Sadece yarasarlar, görüşün yerine sesle yer belirleme yöntemini (ekolokasyon) koyarak, görüş olmaksızın uçuş kabiliyetini geliştirmiş görünmektedirler. Soyoluşsal (filogenetik) mirasımız göz önüne alındığında, uçuş ortamına bu ani girişimizin, bu yeni çevrenin uyumsal (oryantasyon) gerekleri ile bizim doğuştan sahip olduğumuz uyum yeteneklerimiz arasında uyumsuzlukla sonuçlanması bize sürpriz gelmemelidir. İşte bu uyumsuzluğun tezahürü uzaysal uyumsuzluk yani SD'dir" [8].

Havacılık tıbbının ortaya çıkışı tıp tarihi açısından nispeten yeni bir kavramdır. 1919 öncesinde havacılık tıbbına temel teşkil eden çalışmalar akışkanlar mekaniğine büyük katkılarda bulunan Avusturya-Çek kökenli Fizikçi Ernst Mach (mach sayısını bulmuştur) ile Avusturyalı Otolojist (kulak doktoru) Robert Barany'ye dayanmaktadır. 1. Dünya Savaşı'ndan önce bugün bildiğimiz uzaysal uyumsuzluk (SD) yanılgıları biliniyor olmasına rağmen, SD Ernst Mach tarafından

yapılan çalışmalar vasıtasıyla ancak ciddi bir sorun olarak ele alınmaya başlanmıştır. 1919-1945 yılları arasındaki dönemde ise ciddi bir sorun olarak görülen SD yanılığlarına yönelik bilimsel çalışmalar artmış ve SD yanılıklarını bertaraf etmeye yönelik karşı tedbir çalışmaları başlamıştır. Pilotların yaşadıkları SD yanılıkları sonucu hissettiklerine ilişkin anlatımlar o dönemde tıpta geçerli olan vertigo hastalığı ile uyum gösterdiğinden olsa gerek bu duruma vertigo ismi verilmiştir. 1945-1970 yılları arasındaki dönemde SD araştırmaları; SD mekanizmaları, SD nedenli kazalar ve olaylar, birincil uçuş aletleri ve SD eğitim alanlarında yoğunlaşmıştır. İlk resmi SD araştırmaları ve kaza analizleri 2. Dünya Savaşı'ndan sonra 1948 yılında bilim insanı W.E. Vinacke tarafından The Journal of Aviation Medicine dergisinde (Aviator's Vertigo adı altında) yayımlanmış ve böylece literatürde vertigo kavramının yerine ilk defa "havacı vertigosu" veya "havacılık vertigosu" kavramı kullanılmıştır. 1970 sonrasında günümüze kadar olan süreçte SD mekanizmaları, uçuş göstergeleri ve eğitim gibi konularda çalışmalar devam etmiş özellikle 1990'lı yıllarda o ana kadar yapılmış olan SD çalışmalarının yarısı kadar bilimsel çalışma yapılarak havacılık tıbbi dokümanlarına katkıda bulunulmuş ve havacılık tıbbının önde gelen kitap ve kaynaklarında havacılık vertigosunun yerini '-Spatial Disorientation - Uzaysal Uyumsuzluk" almıştır [7]. Bu arada USAF yani ABD Hava Kuvvetleri de 1980'li yılların ortalarından itibaren tüm resmi dokümanlarından vertigo ibaresini kaldırtmış ve yerine 1989 yılından itibaren SD kavramını kullanmaya başlamıştır.

Bu gelişmelere paralel olarak Türkiye'deki gelişmeler incelendiğinde; havacılık tıbbına ilişkin faaliyetlerin eski ismiyle Eskişehir Hava (Asker) Hastanesi bünyesinde 1952 yılında eski model bir hipobarik çember (hypobaric chamber - alçak basınç odası) ve basit bir vertigo cihazı ile başladığı ve 1980'li yıllara kadar sürdüğü görülmektedir. 1990 yılının sonunda bugünkü modern cihazlarına ve bağımsız binasına kavuşan Uçucu Sağlığı ve Araştırma Merkezi Başkanlığı 1991 yılının başından itibaren Türk Silahlı Kuvvetleri'nde görev yapan tüm uçuculara hizmet vermiştir. Bahse konu merkezde tüm uçuculara öğrenci pilotken her uçak geçişinde, pilot iken uçak tipi değişikliklerinde ve her 4 yılda bir (2015 senesine kadar 5 yılda bir) fizyolojik eğitim kapsamında akademik dersler ve cihaz eğitimleri verilmiş ve halen de verilmektedir. Verilen bu akademik derslerde

1990'lı yılların başında literatürde SD kavramı kullanılmasına rağmen 2014 yılına kadar bu kavram vertigo olarak anlatılmış, 2014 senesinde ise pilotlara verilen havacılık fizyolojisi akademik eğitim broşüründe “uçucu vertigosu” olarak güncellenmiştir.

1.1. Çalışma Probleminin İfade Edilmesi

Uzaysal Uyumsuzluk/Spatial Disorientation, onlarca yıldır havacılık kazalarına sebep olan bir faktör olarak değerlendirilmekte ve SD'nin bu rolünü azaltmak için yapılan çabalar pilotlar için oluşturduğu tehdit göz önüne alındığında uygun oranda seyretmemektedir. SD neredeyse % 100 ölüm oranıyla tüm kazaların yaklaşık % 33'ünü kapsamaktadır. Böyle olmasına rağmen SD kaza soruşturmalarındaki doğruyu yansıtmayan geçmiş raporlamalar ve araştırmalarda SD verilerinin olduğunun altında gösterilmesi nedeniyle üst yönetim ve pilotlar tarafından gösterilmesi gereken saygı ve farkındalığı henüz kazanamamıştır [9].

SD, geçmişte vertigo-ilişkili belirtilerinden yola çıkılarak genelleştirilmiş bir fenomen olarak incelenirken Bellenks ve arkadaşları 1980-1989 yılları arasında Amerikan Deniz Kuvvetlerinde meydana gelen 33 adet A Sınıfı kazayı 3 farklı SD tipi bağlamında incelemişler ve bu 33 adet A sınıfı kazanın tamamında da SD'yi neden faktör (causal factor) olarak tespit etmişlerdir [10].

Poisson ve Miller'da 1993-2014 yılları arasındaki periyotta Amerikan Hava Kuvvetlerinde meydana gelmiş A Sınıfı kazaların incelenmesi sonucunda 72 SD kazasını incelemişler ve bunun sonucunda da 101 pilotun/uçucunun öldüğünü, 65 uçağın kaybedildiğini ve bunun da yaklaşık 2.32 milyar USD'ye mal olduğunu tespit etmişlerdir. Ayrıca kaza oranlarının F-16 uçaklarında diğer av uçaklarına nazaran marjinal olarak daha fazla olduğunu ve gece zaman diliminde meydana gelen A Sınıfı kaza oranlarının gündüzden daha fazla olduğunu belirtmişlerdir. İlaveten, ulaşılan sonuçlardan yola çıkarak SD araştırmalarının av/taarruz uçakları ve helikopter platformlarına odaklanması gerektiğini ifade etmişlerdir [11].

Araştırmanın konusu, tüm dünyada F-16 uçağı kullanılan ülkelerde rapor edilmiş olan F-16 olaylarının açık kaynaklardan yola çıkılarak ortaya konan Durumsal Farkındalık/Situational Awareness modeli bağlamında Uzaysal

Uyumsuzluk/Spatial Disorientation bileşeni yönünden ele alınması ve bu bağlamda da başta SD kaynaklılar olmak üzere Durumsal Farkındalık Kaybı/Loss of Situational Awareness (LSA) sonucu ortaya çıkan kaza örneklerinin incelenmesidir.

1.2. Çalışmanın Amacı

Durumsal Farkındalık Kaybı (LSA) ve onun alt unsurlarından biri olan Uzaysal Uyumsuzluğun (SD) ana veya tali olarak sebep olduğu F-16 kazalarını inceleyerek pilotlardaki durumsal farkındalık ile uzaysal uyumsuzluk arasındaki kavramsal bağın açıklığa kavuşturulmasıdır.

1.3. Çalışmanın Önemi

Uçuş emniyetini son derece olumsuz yönde etkileyerek bugüne kadar birçok ölümcül kazaya yol açan Durumsal Farkındalık Kaybı ve Uzaysal Uyumsuzluk fenomenleri, mevcut havacılık literatüründe çoğunlukla birbirinden ayrı olarak incelenmiş; aralarında bir ilişkiden söz edilmiş olsa da konuyla ilgili açıklığa kavuşturmak adına ciddi bir çalışma yapılmamıştır. Dolayısıyla, üyelerini ağırlıklı olarak dünyanın değişik ülkelerinde/bölgelerinde çalışmış olan F-16 teknisyenlerinin oluşturduğu ve F-16 uçaklarında yaşanan ve rapor edilen havacılık olaylarını uçakların kuyruk numaraları bazında takip eden bir web sitesi ile Amerikan Hava Kuvvetlerinin yayınlamış olduğu Kaza İnceleme Kurulu Raporları gibi açık ve güvenilir kaynaklar kullanılarak hazırlanan bu çalışma sayesinde ortaya konan Durumsal Farkındalık Kaybı/Loss of Situational Awareness (LSA) ile Uzaysal Uyumsuzluk/Spatial Disorientation (SD) arasındaki kavramsal bağın, literatürde önemli bir boşluğu doldurması; ayrıca, başta F-16 pilotları olmak üzere diğer tüm pilotların bilincinde muğlak olan bu ilişkinin netliğe kavuşmasıyla uçuş emniyeti adına son derece önemli bir katkı sağlaması beklenmektedir.

1.4. Çalışmanın Kabulleri

Bilgi kaynağı olarak kullanılan web sitesi ile Amerikan Hava Kuvvetleri'nin 1998-2008 yılları arasında yaşanan kazaları yıl bazında değerlendirdiği Flight Safety dergilerinden elde edilen bilgiler karşılaştırılmış ve yapılan çapraz kontrol

sonucunda küçük değerlendirme farklılıkları hariç sunulan bilgilerin neredeyse paralellik arz ettiği görülmüştür. Bu sebeple ilgili site üyelerinin görgü tanıklıkları ve/veya görev yapma nedeniyle kazalara ait aktardıkları bilgiler doğru kabul edilmiştir.

1.5. Çalışmanın Kısıtlılıkları

Meydana gelen kazalara ait bilgi ve veriler açık kaynaklar kullanılarak elde edilmiş bu bağlamda ulaşılabilen raporlar doğrultusunda örnek olay seçimi ve değerlendirmesi yapılmıştır.

1.6. Tanımlar

Tez metninde geçen kavramlara ilişkin tanımlar bu bölümde; EK’te sunulan istatistiki çalışmaya ilişkin kaza kategorilerine ait tanımlar ise EK bölümünün başlangıcında sunulmuştur.

Aletle Uçuş Şartları/Instrument Meteorological Conditions

Görerek uçuş için gerekli olandan daha düşük limitlere sahip meteorolojik şartlar. Normal olarak görüş, bulutlardan olan uzaklık ve bulut alt tavanı olarak ifade edilir. Gözle görülebilir/ayırddedilebilir bir ufuk hattı yoktur.

A Sınıfı Kaza

Aşağıdaki şartlardan bir veya daha fazlasıyla sonuçlanan kazalar;

- Doğrudan kaza maliyeti 2,000,000 USD veya üzerinde (2010 mali yılı öncesi 1,000,000 USD veya üzerinde),
- Ölüm durumu veya sürekli tam malüliyet,
- Savunma Bakanlığına ait uçağın harap/tahrip olmasıdır.

B Sınıfı Kaza

Aşağıdaki şartlardan bir veya daha fazlasıyla sonuçlanan kazalar;

- Doğrudan kaza maliyeti 500,000 USD veya üzerinde ancak 2,000,000 USD altında (2010 mali yılı öncesi 200,000 USD veya üzerinde ancak 1,000,000 USD altında),

- Sürekli kısmi malüliyet,
- 3 veya daha fazla personelin yatakta tedavi görmesidir (gözetim, teşhis ve idari maksatlarla yatırılanları kapsamaz) [12].

Durumsal Farkındalık/Situational Awareness

Belirli bir zaman ve uzay diliminde çevredeki faktörleri/bileşenleri algılama, anlamlarını kavrama ve bu bileşenlerin yakın gelecekteki durumunu tahmin etme/öngörmedir [13].

Fovea

Retinanın kon (cone) hücrelerinden oluşan merkezi odaklanan alanı. Fovea küçük bir alandır ve öncelikli olarak nesne tanımada kullanılır [14].

Hava Muharebesi Manevraları/Air Combat Maneuvers

En az 3 veya daha fazla uçağın Temel Av Manevraları (TAM) mekaniklerini kullanarak gerçekleştirdiği hava muharebesi manevralarıdır (Air Combat Tactics (ACT), en az aynı tip 3 uçağın Hava Muharebesi manevralarını kullanarak uygun taktikleri uygulaması, Dissimilar Air Combat Tactics (DACT) ise farklı tipteki en az 3 uçağın Hava Muharebesi manevralarını kullanarak uygun taktikleri uygulamasıdır).

Kara Delik Yanılgısı/Black Hole Illusion

Çevresel görüş ipuçlarının yokluğu nedeniyle meydana gelen görsel yanılgıdır. Sadece pist ışıkları görülüyor ve geri kalan alan karanlıksa, odak/fokal görüş tek başına odak ve çevresel görüşün normal şartlar altında birlikte yaptığı işi yapmaya çalışır. Çevresel görüş ipuçları olmaksızın, pilot uçağın sabit kaldığını ancak pistin hareket ettiğini veya pistin doğru olmayan bir pozisyonda olduğunu hissedebilir. Kara delik yanılgıları genellikle piste göre kısa kalmakla sonuçlanır [14].

Coriolis Yanılgısı/Coriolis Illusion

Vestibüler organda bulunan sıvının çapraz bağlaşımı (cross-coupling) sonucu ortaya çıkar. Bu etkiye maruz kalan kişi aynı anda birden fazla yarım daire kanalı

uyarıldığından gerçekte dönüş olmamasına rağmen sanki o düzlemde dönüş varmış algısına sahip olur.

Otolit Organlar/Otolith organs

Başın öne arkaya ve yanlara doğru pozisyonunu belirlemek amacıyla kullanılan mekanizmadır. Otolit organlar iç kulakta bulunurlar ve dikey düzlemlerde konumlandırılmış Utricle ve Saccule'de bulunan iki hissedici mekanizmadan oluşurlar. Saç hücreleri (cilia) kütle olarak kalsiyum karbonat kristalleri (otolitler) içeren jelatinöz yapıların içerisine uzanmaktadır ve endolenf adı verilen bir sıvıyla çevrilidir. Ataletsel yerçekimi kuvvetlerindeki (gravitoinertial forces) değişiklikler saç hücrelerinin baş pozisyonundaki değişikliği gösterecek şekilde hareket etmelerine sebep olacaktır.

Önleme/Intercept

Uçağı görsel tanımlama (visual identification) gerçekleştirme, görerek bir angajmana başlatma veya silahları ateşleyecek pozisyona getirmek için yapılacak manevraların tümüdür.

Parafovea

Fovea merkezi (fovea centralis) adı verilen göz çukurunun hemen çevresindeki alandır. Bu alan rod ve cone hücrelerinin karışımından oluşmaktadır ve ışık durumu fovea centralis için yetersiz olduğunda nesnelerin tanınması maksadıyla kullanılmaktadır [14].

Somatogravic Yanılgı

Yerçekiminin yanlış hissedilmesi nedeniyle ortaya çıkan yanılgı türüdür. Düşük görüş şartlarının geçerli olduğu uçuşlarda algılama mekanizmaları (otolit organlar) akselerasyon ve yerçekimini ayırt edemediğinden yanlış uçak (burun) pozisyonu (attitude) algılamalarına sebep olmaktadır.

Somatogyral Yanılgı

Dönme hareketinin yanlış algılanmasından kaynaklanan yanılgılardır. Algı mekanizmaları (vestibuler apparatus) doğru bilgiyi uzayan dönüşlerin sadece ilk

saniyelerinde (10-20 saniye) vermektedir. Bu yanlış dönüş yönünün yanlış algılanmasına yol açarak graveyard spin veya graveyard spiral ile sonuçlanabilir.

Temel Av Manevraları/Basic Flight Maneuvers

Savaş uçaklarının düşman uçaklarla it dalaşı/dog fight esnasında kullanım özelliklerini daha iyi anlamak ve öğrenmek/öğretmek maksadıyla biri dost diğeri düşman uçak olarak kabul edilen 2 uçakla yapılan manevralardır.

Uçak Burun Pozisyonu/Attitude

Uçağın ufuk hattına göre durumudur. Ufuk hattına paralel olan durum düz/seviyede uçuş (level attitude) anlamına gelmektedir. Tırmanma burun yukarı pozisyonu, alçalış burun aşağı pozisyonu gerektirmektedir. Bir pilot durumsal farkındalığını ve oryantasyonunu sürdürmek için her şartta uçağın pozisyonunun kesinlikle farkında olmak zorundadır.

Uzaysal Uyumsuzluk/Spatial Disorientation

Uçağın pozisyonunu, yunuslamasını ve hareketini doğru ve şüpheye bırakmayacak şekilde algılamada yaşanan sorundur [15].

Pilotun ve uçağın yeryüzüne göre mesafesinin, yunuslamasının ve hareketinin yanlış algılanmasıdır [16].

Vestibüler Organ/Vestibuler Apparatus

Angular/açısal akselerasyonu değerlendirmede kullanılan mekanizmadır. Vestibüler organ iç kulakta bulunmakta olup endolenf sıvısıyla dolu ve birbirlerine göre dik olan üç düzlemde bulunan yarım daire kanallarından (semicircular ducts) oluşmaktadır. Akselerasyon jelatinöz bir yapı olan cupula'ya kadar uzanan crista ampullaris saç hücreleri (cilia tüycükleri) tarafından tespit edilmektedir. Eylemsizlik kuvvetlerinin cupulayı hareket ettirdiği her durumda cilia tüycükleri bükülmekte ve böylece angular akselerasyon algılanmaktadır.

2. DURUMSAL FARKINDALIK KAYBI

2.1. Durumsal Farkındalık

Farklı şartlar altında insan farkındalığı karmaşık ve anlaşılması zordur. Bununla beraber, bir çok alanda, özellikle de havacılık alanında, farkındalığın emniyet ve etkinlik açısından ifade ettiği önem nedeniyle felaketlere yol açabilecek eylemlerin/hareket tarzlarının seçimi aşamasındaki muhtemel hataları ortadan kaldırmak için durum farkındalığının arkasındaki süreçlerin ele alınması gereklidir. Durumsal Farkındalık, İngilizce ‘Situational Awareness’ teriminin Türkçe karşılığı olup havacılık tıbbında zaman zaman “Situation Awareness” yani “Durum Farkındalığı” olarak da karşılaşılmaktadır [17]. Durum Farkındalığı’nı Endsley “Belirli bir zaman ve uzay diliminde çevredeki faktörleri/bileşenleri algılama, anlamlarını kavrama ve bu bileşenlerin yakın gelecekteki durumunu tahmin etme/öngörme” olarak tanımlamıştır [7]. Durumsal Farkındalık, bir uçağı ve uçuş ekibini etkileyen tüm faktörlerin ve durumların doğru olarak algılanması, anlaşılması yani doğru resmedilmesidir. Bir başka deyişle, çevrede olup bitenlerin doğru bir zihinsel modelinin çıkarılması yani etrafta olup biten gerçeklerin doğru bir şekilde kavranmasıdır [18]. Reinhart Durumsal Farkındalığı “sizi (ve mürettebatınızı, kolunuzdaki elemanınızı, kolunda olduğunuz liderinizi, öğrencinizi, öğretmeninizi), uçağınızı ve sizi çevreleyen dünyayı şu an etkileyen ve yakın gelecekte de etkileyecek olan faktörleri doğru bir şekilde algılamak” şeklinde tanımlamış ve “algıladığınızla gerçek olan örtüştüğünde durumsal olarak farkındalığınız yerindedir” demiştir [17].

Sürekli farklı kaynaklardan girdi alan ve bu sebeple doğası gereği dinamik bir çevrede cereyan eden uçuş faaliyeti esnasında durumsal farkındalığı sürdürmek;

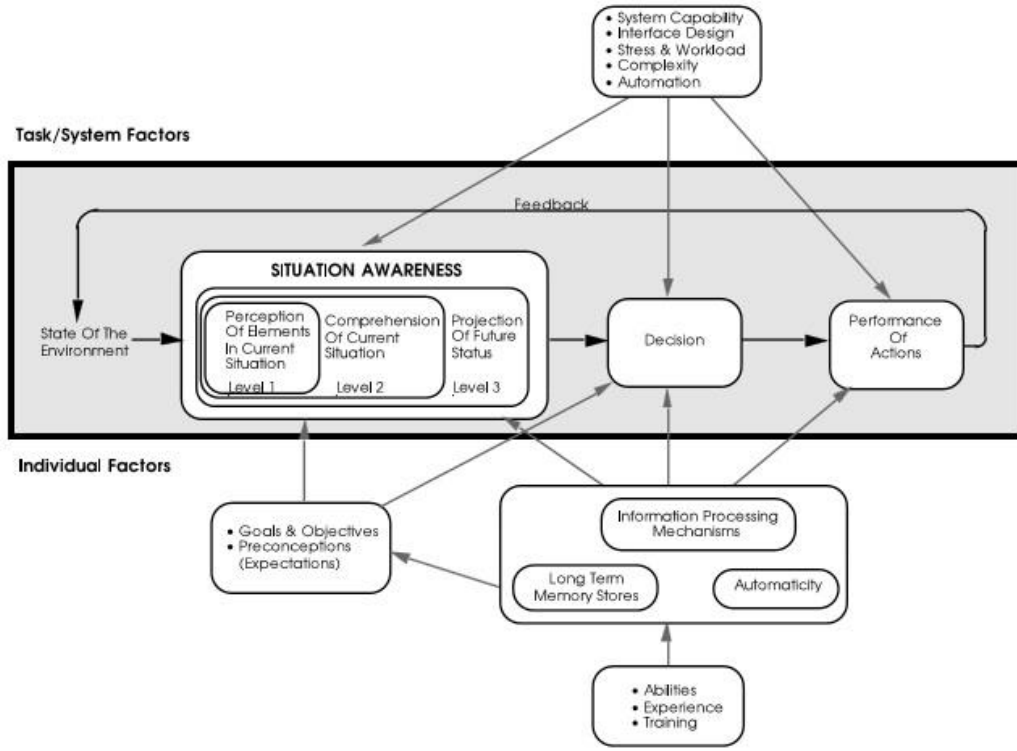
- Bulunulan noktaya (lokasyon), telsiz konuşmalarına, etraftaki diğer trafiklere, hava durumuna ve sayılabilecek daha bir çok faktöre karşı devamlı uyanık olmayı,
- Uçuş mürettebatının her birinin çok çeşitli ipuçlarını, uçuş aletlerini, kendi gözlemlerini ve diğer veri kaynaklarını da kullanarak sürekli değişkenlik gösteren uçak performansı ve birçok sistemine uyum sağlama zorunluluğunu,

- Her bir pilotun etrafında ve uçak içerisinde, içerisinde uçuğu hava sahasında ve çevresinde neler olup bittiğine ilişkin farkındalığa kısaca ‘büyük resim’ farkındalığına sahip olmasını,
- Son olarak, uçuş mürettebatı tüm bu parametreleri değerlendirip mevcut durum bir krize dönüşmeden önce doğru kararı alabilme yeteneğine sahip olmalarını gerektirir [17].

Bahsekonu bu hususların tamamı görme, işitme, koklama, tatma, dokunma ve proprioseptif duyuların tamamının kullanılmasını gerektirmektedir. Ayrıca sahip olunan mental kapasite de durumsal farkındalığın sürdürölmesi bağlamında doğru işlemlerin yapılabilmesi için doğru doğru kararların alınması gibi kritik bir görevi yerine getirmekte, hipoksi, açlık, ilaç kullanımı, hiperventilasyon gibi faktörler sahip olunan beyinsel yetenek işlevini yerine getirirken onu sekteye uğratmamalıdır. Örneğin durumsal farkındalığı yerinde olan bir pilot, gürültölü bir kokpitte ve 8000 feet kabin irtifasında, gözlüklerini takmamış ve yorgunsa, yavaş yavaş performansı düşecek ve önce durumsal farkındalığında daralma olacak ardından da durumsal farkındalığını kaybedecektir. Bundan sonra ne olacağı, bir havacılık olayı/hadisesi (incident) kazaya (accident) dönüşmeden hemen önce durumu nasıl değerlendirdiğinize göre değişkenlik gösterecektir. Endsley belirtilen bu hususların tamamını içeren ve Şekil 2.1’de sunulan Durumsal Farkındalık Modeli’ni geliştirmiştir.

2.2. Durumsal Farkındalığın Seviyeleri

Durumsal Farkındalık Kaybı, havacılık ve diğer alanlardaki insan kaynaklı kazalara katkıda bulunan önemli bir faktördür. Durumsal Farkındalık Kaybı, kişinin çevresine veya önemli olaylara ilişkin algılaması ve idraki doğru olmadığında ortaya çıkar [19].



Şekil 2.1 Endsley'in SA modeli [13]

Endsley, Durum Farkındalığı'nı hiyerarşik bir yapıda ve üç seviye olarak tanımlamıştır. Birinci Seviye - Çevresel Faktörlerin Algılanması, İkinci Seviye - Mevcut Durumun Anlaşılması ve Üçüncü Seviye - Gelecekteki Duruma İlişkin Tahminde Bulunulması'dır [13]. Mevcut durumu etkileyen faktörleri algılama (perception) Durumsal Farkındalığın (SA) birinci seviyesi, bu faktörlerin anlamlarının/ne anlama geldiklerinin idrak edilmesi (comprehension) Durumsal Farkındalığın (SA) ikinci seviyesi ve yakın gelecekteki durumlarına ilişkin tahminde bulunma (projection) ise Durumsal Farkındalığın (SA) üçüncü seviyesidir [7].

- **Birinci Seviye - Algılama** : Yakın geçmişte meydana gelmiş olan ve etkisi halen devam eden durumun/durumların ipuçlarından yola çıkarak algılanmasıdır.
- **İkinci Seviye - İdrak Etme** : Algılanan ipuçlarının zihinsel süreçten geçirilerek mevcut durumun yani gerçek durumun mental resminin doğru olarak oluşturulmasıdır.

- **Üçüncü Seviye – Tahminde/Öngörüde Bulunma** : Oluşturulan ve gerçek durumu yansıtan zihinsel resimden yola çıkılarak öncelikle yakın gelecekte ne olacağına dair öngörüde bulunarak doğru/uygun karar alma için uygun zeminin hazırlanmasıdır.

Örneğin;

- “Yağ tazyik ikaz lambası yandı (algılama düzeyi), yağ tazyiği 10 PSI altında (idrak düzeyi), düzeltici işlem yapılmazsa motor 5 dakika içerisinde kazıklayacak (öngörüde bulunma)”.
- “Oil press warning light **HAS COME ON** (perception), Oil press **IS** below 10 PSI (comprehension), The engine **WILL FREEZE** within five minutes unless corrective action implemented (projection)”.

Durumsal farkındalığa ilişkin hatalar; birinci seviye, ikinci seviye ve üçüncü seviye durumsal farkındalık hataları olarak üçe ayrılmaktadır. Birinci seviye durumsal farkındalık hataları, basit bir şekilde ifade etmek gerekirse, kişi, kendisine verilen görevi icra ederken durumsal farkındalık için önemli olan belirli bir bilgiyi algılayamadığı durumda ortaya çıkar [13]. Genel olarak bu seviyedeki hatalar algılamayı engelleyecek fiziksel bazı engeller nedeniyle veya kullanıcıya verilmesi gereken bilgilerin sistem tasarımından kaynaklanan nedenlerle pilota verilmemesi sonucu algılanması gereken problemleri sinyal veya işaretin tespit edilemediği durumlarda ortaya çıkabilir. Örneğin, yakıt sistemi göstergesinin side-stick controller’ın arka tarafında kalacak şekilde yerleştirilmesi nedeniyle ‘fuel imbalance’ durumunun tespit edilememesi durumu gibi. Keza SD yani Uzaysal Uyumsuzlukta olduğu gibi vestibüler sistemin yaratmış olduğu yanılgı nedeniyle pilotun mevcut durumu yanlış algılayarak gerçek duruma göre değil, algıladığı duruma göre uçağı kumanda etmeye çalışması birinci seviye durumsal farkındalık hatasına örnek verilebilir.

İkinci seviye durumsal farkındalık hataları, çoğunlukla veriler algılanmış olmasına rağmen pilot tarafından bu bilgilerin uygun bir şekilde entegrasyonunun sağlanamaması veya anlamlarının idrak edilememesinden kaynaklanabilir [13]. Bu hatalarda yeteri kadar çevresel ipucu olmasına rağmen pilot bu ipuçlarının

birbirleriyle ilişkilerinin belirlenmesinde sorun yaşamaktadır. Örneğin uçurduğu hava aracına ait sistem bilgisi eksik olan yani sistem farkındalığı sorunlu olan bir uçucunun almış olduğu ikazın ne anlama geldiğini bilmemesi/hatırlayamaması ya da aynı anda birden fazla ikaz aldığı anda önceliklendirmede sorun yaşamaması gibi.

Üçüncü seviye durumsal farkındalık hataları, bir durum ne kadar açık bir şekilde anlaşılırsa anlaşılсын, yüksek seviyede mental modeli olmadan bu durumun gelecekteki dinamikleri hakkında doğru öngöründe bulunmanın zor olduğu şartlarda ortaya çıkabilir [13]. Klein, bazı insanların basitçe söylemek gerekirse zihinsel simülasyon konusunda iyi olmadıklarına işaret etmektedir [20] [21].

Yüksek düzeyde durumsal farkındalığa sahip olmak, havacılıkta başarılı bir performansa erişmek için belkide en önemli boyuttur. Askeri havacılık kazaları gözden geçirildiğinde durumsal farkındalığa ilişkin problemler başı çeken sebep faktör olarak tespit edilmiştir [22].

2.3. Durumsal Farkındalığın Bileşenleri

Durumsal Farkındalık, uçağın uzaydaki konum (pozisyon ve yunuslama) bilgisine sahip olunması, çevrenin farkında olunması (arazi coğrafyası ve özellikleri, türbülans ve buzlanma gibi havayla ilişkili şartlar), iletişimin anlaşılması (kokpit içi ve hava trafik kontrolörüyle), aletlerin doğru okunması ve arızalanan kumanda ve/veya aletlere ilişkin bilgiye sahip olmaktır [23].

Uçuşun icra edildiği ortamda, pilotun hedefleriyle uyumlu olarak uçağın emniyetli olarak kullanımı, uçağın operasyonel parametreleri, dışsal koşullar, seyrüsefer bilgileri, diğer uçaklar ve düşman unsurlarına ilişkin detaylar dahil değişim gösteren şartların geçerli değerlendirilmesiyle yüksek oranda bağlantılıdır [13].

Previc ve arkadaşları uzaysal uyumu yani SD'yi durumsal farkındalığın bir alt bileşeni olarak tartışmışlardır (Şekil 2.2) [24].



Şekil 2.2 Uzaysal uyum ile durumsal farkındalık arasındaki ilişki [7]

Durumsal Farkındalığın bileşenleri literatürde sistematik olarak ilk defa Endsley tarafından ele alınmıştır. Endsley Durumsal Farkındalık Bileşenleri'ni;

- Coğrafi Durum Farkındalığı,
- Uzaysal/Temporal (Şakak yani İç Kulak) Durum Farkındalığı,
- Sistemsel Durum Farkındalığı,
- Çevresel Durum Farkındalığı,
- (Askeri uçaklar için yukarıdaki faktörlere ilaveten) Taktik Durum Farkındalığı olarak belirtmiştir [25].

Yine aynı araştırmacının aynı makalesindeki Durumsal Farkındalık Bileşenleri'nin tanımlarına bakıldığında;

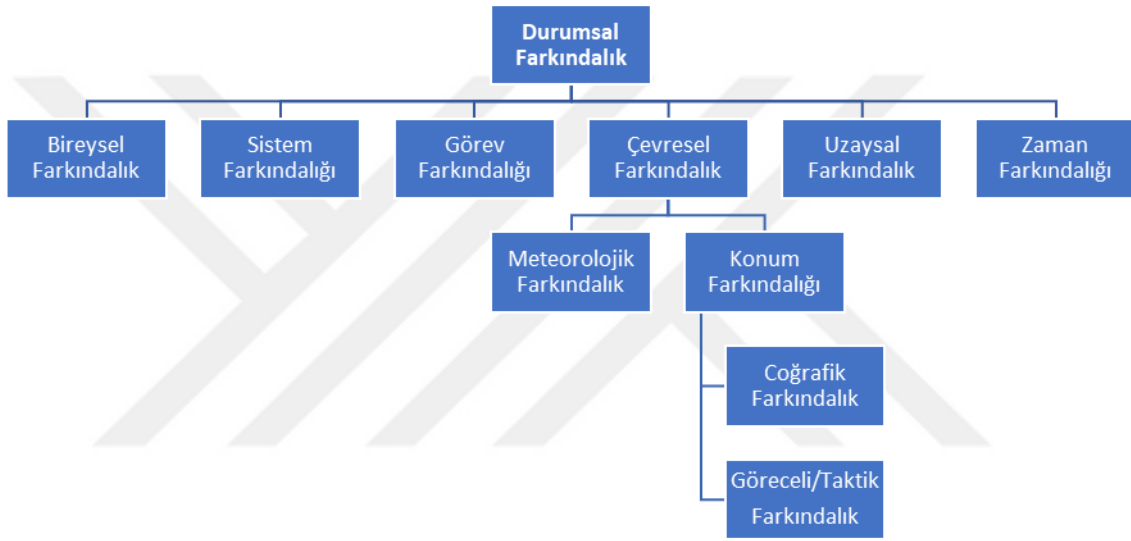
- Coğrafi Durum Farkındalığı; uçulan uçağın ve diğer uçakların konumu, arazi özellikleri, havalimanları, şehirler, aranoktalar (waypoint) ve seyrüsefer fiksleri; belirlenmiş noktalara göre göreceli pozisyon; kullanılan pist ve taksiyolu; varılmak istenen noktalara/konumlara olan yollar; tırmanma ve alçalma noktaları,
- Uzaysal/Temporal (Şakak yani İç Kulak) Durum Farkındalığı; uçağın yunuslaması, irtifası, uçuş başı, hızı, dikey hızı, çektiği 'G', uçuş yolu; uçuş yolundan ve kleranslardan sapma; uçak kabiliyetleri; öngörülen uçuş yolu; öngörülen iniş zamanı,

- Sistemsel Durum Farkındalığı; sistem durumu, çalışması ve ayarlanması; telsiz, altimetre ve transponder'ın ayarlanması; mevcut hava trafik konuşmaları; olması gereken ayarlardan sapma; uçuş modları ve otomasyon girişleri ve ayarları; sistem arızaları/sistem yetersizlikleri ve ayarlamaların sistem performansı ve uçuş emniyeti üzerindeki etkisi; yakıt durumu; mevcut yakıta göre eldeki zaman ve katedilebilecek mesafe,
- Çevresel Durum Farkındalığı; hava oluşumları (etkilenen alan ve irtifa) ve hareketleri; sıcaklık, buzlanma, bulut alt tavanı (bulut tabakaları), bulutlar, sis, güneş, görüş, türbülans, rüzgarlar ve microburst'ler; IFR ve VFR şartları; kaçınılacak alan ve irtifalar; uçuş emniyeti ve öngörülen hava şartları,
- Son olarak askeri uçaklar için ilaveten Taktik Durum Farkındalığı; tanımlama, taktik durum, türü, yeterlilikler ve diğer uçakların konumu ve uçuş dinamikleri; diğer uçaklara göre yetenekler; uçak tespiti, atış yapma yetenekleri ve hedefleme; tehdit önceliklendirmesi, ivediliği ve atanması; mevcut ve öngörülen tehdit niyeti, taktikleri, atış ve manevra kabiliyeti; görev zamanı ve durumu şeklinde tanımlanmıştır.

Endsley tarafından yapılan bu sınıflandırma durumsal farkındalık kavramına ilişkin ilk sınıflandırma olmakla beraber sivil havacılık durumsal farkındalık bileşenlerine askeri havacılık için taktik durum farkındalığını ilave etmesi - havacılığı bir bütün olarak değerlendirmek gerektiğinden- ortaya koyduğu modelin zayıf kısmı olarak görülmektedir. Ortaya konan modele askeri havacılık için ilave bir bileşen vermek yerine, yeterli sayıda ve doğru olarak adlandırılmış, pratiğin teoride karşılığı olabilecek tek bir model üzerinden bir çalışma yapılması bu tezin araştırmacısı tarafından daha doğru olarak değerlendirilmektedir.

Ayrıca, bu modelde bileşenlerin tanımlamalarına bakıldığında kapsadığı konular bakımından yapılan sınıflamanın hem sivil havacılık hem de askeri havacılık için standart olması ve bileşenlerin olması gereken başlıklar altında doğru olarak ifade edilebilmesi için aşağıda Şekil 2.3'deki durumsal farkındalık modeli bu tezin araştırmacısı tarafından önerilmektedir.

Havacılık ve diğer alanlardaki insan kaynaklı kazalarda önemli bir katkı faktörü olan LSA, kişinin çevresine veya önemli olaylara ilişkin algılaması ve idraki doğru olmadığında ortaya çıkar [19]. Bu kavrama ilişkin pratikte olanların doğru olarak sınıflandırılıp altlarının da doğru bileşenlerle doldurulması durumsal farkındalığın artırılması ve durumsal farkındalık daralması ve/veya kaybına neden olan bu bileşenlerle ilgili nasıl bir yol izleneceği konusunda önemli bir mihenk taşı olacaktır.



Şekil 2.3 Önerilen durumsal farkındalık bileşenleri

2.3.1. Bireysel farkındalık

Uçuş faaliyeti hava aracı ve onu kullanan insanla icra edilmekle beraber bu faaliyeti gerçekleştiren ana özne hava aracını kullanan ve bio-psiko-sosyal bir varlık olan ‘insan’ın bizzat kendisidir. Emniyetli bir uçuş doğru çalışan bir hava aracı (sistem) ve onu doğru kullanan ve zamanında mevcut durumun gerektirdiği farkındalığa sahip alternatifler arasından doğru seçeneği tercih eden yani doğru karar veren insanoğluyla mümkündür. Bir sistem olan hava aracının hangi rotayı izleyeceği, nereye gideceği, bu hava aracıyla ne yapılacağı, uçuş esnasında karşılaşılan anormal durumlarda nasıl davranılacağı vb. daha birçok faaliyet insan tarafından planlanır ve yerine getirilir. Başka bir deyişle, yüksek bir uçuş emniyeti seviyesine erişebilmek tam anlamıyla uçuşa hazır bir uçağın yanısıra “tam

anlamıyla uçuşa hazır bir pilot” da gerektirmektedir. Uçağı uçuracak olan pilot, uçuş esnasında ortaya çıkabilecek değişken ve meydan okuyucu durumlarla baş edebilmek için hem “mental” hem de fiziksel anlamda “fit” olmalıdır [26].

Bir pilot, emniyetli uçabilmek için, sağlıklı olmalı ve aynı zamanda kendi sağlığını korumaya ilişkin kişisel farkındalık duygusuna sahip olmalıdır. Uçuşa elverişliliğini sürdürmesini sağlayacak sağlık ve yaşam stratejileri geliştirmelidir. Pofesyonellik gereği bir pilot ne zaman uçuşa elverişli (fit) olduğunu veya ne zaman uçuşa elverişli olmadığını bilebilecek yeterlilikte olmalı ve bu elverişlilik durumunu etkileyebilecek faktörleri bilmelidir.

Uçucular, her insan gibi gündelik yaşamın ekonomik, ekolojik, ailevi, mesleki vb. gibi problemlerin yanında; uçuş esnasında gürültü, vibrasyon, ısı değişiklikleri, düşük basınç, hipoksi, akselerasyon, G kuvvetleri, hava muharebesi gibi değişik özel stresörlerin etkisindedirler. Stres toleransı düşük olan kişilerin psikosomatik bozukluklar, kişilerarası çatışmalar, ruhsal hastalıklar göstermesi olasıdır. Fakat genellikle sağlıklı kişiler olan uçucular, uçuş streslerine de aşina oldukları için çok ciddi yetmezlik göstermezler [18].

Stres ya dış kaynaklıdır ya da bireyin kendisi tarafından yaratılır. Dış kaynaklı stresler kişinin kontrolü dışında olmakla beraber alkol ve sigara kullanımı, düzensiz beslenme, kendi kendine ilaç kullanımı, düşük fiziksel kondüsyon gibi durumlar kaçınılabılır/sakınılabılır nitelikte olduğu halde kişinin isteyerek kendine yüklediği stresörlerdir (**Self-Imposed Stresses**).

Self-Imposed Stress’ler, kendimizi gönüllü olarak maruz bıraktığımız ya da kendi kendimize yüklediğimiz streslerdir. Sadece uçucular değil bütün insanların kendilerine gönüllü olarak yüklemiş olduğu stresler şunlardır:

- Kontrolsuz ve gereksiz ilaç kullanımı (**Drug Abuse**),
- Yorgunluk (**Exhaustion**),
- Alkol kullanımı (**Alcohol**),
- Tütün kullanımı (**Tobacco**),
- Düzensiz ve dengesiz beslenme (**Hypoglicemia**) [17] [18].

Bu hususa dikkat çekebilmek için yukarda bahsedilen stresörlerin baş harfleri birleştirildiğinde “**DEATH**” kelimesi elde edilir. Ayrıca “I’M SAFE Checklist”i de pilotlara uçuş eğitimlerinin erken dönemlerinde öğretilen ve pilotlar tarafından tüm profesyonel kariyerleri boyunca uçuş için hazırlık durumlarını belirlemeye yönelik kullandıkları bir checklist’tir (Görsel 2.1) [27].



Görsel 2.1 I'M SAFE checklisti [27]

Genel kural olarak hasta olan uçucuların uçmaması veya bir uçuş tabibinin kontrolünde uçuşunu gerçekleştirmesi gerekmektedir. İlgili uzman ve uçuş hekimi kontrolü olmaksızın uçuş öncesinde ilaç alan bir uçucu, hem ilaç kullanmasını gerektiren hastalık hem de ilaç yan etkileri nedeniyle kendini riske attığını bilmelidir. Uçucular doktor kontrolü olmaksızın ilaç kullanmamalı ve kesinlikle şu gerçeği hatırlamalıdır: “Tedavi doktorun işidir” [18].

Yorgunluk, yeterli dinlenme ve yenilenme (regeneration) imkanı olmaksızın, uzun süreli/monoton veya kısa süreli/yoğun fiziksel ve zihinsel aktivite sonucu kasların ve beynin çalışma kapasitesinin ve veriminin azalmasıdır. Yorgunluğun ana sebeplerinden biri olan uykusuzluğun uyuşturucu bir ilaç gibi olduğu

unutulmamalıdır. Dinlenme ve yenilenme araları olmadan yapılan aktiviteler kümülatif yorgunluk yaratır. Unutulmamalıdır ki, yorgunluğa alışılmaz, sadece katlanılır [18].

Dünya havacılığında genel bir kural olarak, uçuş öncesi gün veya gece alkol alan ve ertesi sabah 'hangover' yaşayan kişilerin uçuşları günlük olarak kesilir. Alkol kullanımının açık belirtileri; baş ağrısı, bulantı, baş dönmesi ve yorgunluktur. Sinsi ve gizli olan sonuçları ise refleks yavaşlaması, kas koordinasyon bozukluğu, karar vermede zorlanma ve muhakeme bozuklukları, hipoksi, disoryantasyon ve G kuvvetlerine karşı tolerans azalmasıdır. Alkolün kan şekeri ve iç kulak üzerine gecikmeli etkileri olabileceği unutulmamalıdır. İç kulak üzerine olan etkileri daha uzun süreli olmakta ve Spatial Disorientation (SD) ile Hareket Hastalığı (Motion Sickness) riskini artırmaktadır.

Karbonmonoksit (CO), nikotin ve tar tütünde bulunan birçok zararlı maddenin sadece üç tanesidir. CO'nun hemoglobinle birleşme (tutunma) kapasitesi oksijen'den yaklaşık olarak 250 kat fazladır. Uçuştan önce içilen 1-2 adet sigara 10,000 feet'e çıkıldığında sanki 15,000 feet irtifaya çıkmış gibi hipoksi etkileri yaratır ve karanlık adaptasyonunu zorlaştırır [18].

Karın doyurma ve beslenme iki ayrı kavramdır. Beslenme yapılacak olan aktiviteler için ihtiyaç duyulan enerjiyi karşılamaya yönelik yiyecek ve içecek tüketimi anlamına gelmekteyken, karın doyurma adından da anlaşılacağı üzere çoklukla açlık belirtilerini giderecek şekilde midenin (karnın) doyurulmasıdır. Dengeli bir beslenmede; protein, karbonhidrat, yağ, vitamin, mineral ve su yeterli miktarda bulunmalıdır. Aktif bir pilot için günlük ihtiyaç 3200-3500 kaloridir. Sıkı perhiz ve diyet uçuşla bağdaşmayan hususlardır. Uçuş öncesi ve uçuş sırasındaki öğünler karbonhidrat yönünden zengin (yıkımı için daha az oksijen gerektirmesi nedeniyle), uçuştan sonraki öğünler ise protein ağırlıklı olmalıdır. Uçuş öncesinde ve esnasında gaz yapıcı gıdalardan sakınmalı ve mümkün oldukça iki öğün arasında 4 saatten fazla zaman olmamalıdır [18].

Bireysel Farkındalık bileşeni bağlamında askeri havacılık kazalarında en çok göze çarpan neden yüksek performanslı askeri uçaklarda fiziksel ve zihinsel olarak tam bir hazır bulunuşluğun ve fit olmanın gerekli olduğu hava muharebesi gibi

yüksek G'ye maruz kalınan görevlerde G Induced Loss of Consciousness (G-LOC) yaşanması sonucu meydana gelen ölümcül kazalardır.

Örnek olay 1 - Bireysel farkındalık

2006 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri'nde vuku bulan 10 adet A sınıfı F-16 kazasından biri Temel Av Manevraları eğitimi sortisinde F-16 C uçağında kontrolün kaybedilmesi sonucu meydana gelmiştir. TAM görevi icra edilirken pilot atlama sandalyesi ile uçağı terketmiştir. Atlama işlemi 6,720 feet Mean Sea Level (MSL) irtifada, yaklaşık 80 derece burun aşağıda, 656 kalibre hava süratinde (KCAS) ve saniyede 1100 feetlik bir alçalış oranında iken başlatılmıştır. Pilot yüksek süratteki bu atlama esnasında büyük (major) yaralar almıştır. Bu kaza pilot tarafından yaşanan G-LOC'ın (azalmış olan bilişsel yeterliliğine dayanarak) pilotun da doğru değerlendirdiği şekilde kurtarılamaz bir uçak irtifasıyla sonlanması neticesinde gerçekleşmiştir. Resmi bir askeri okula katılmak için uçuşa verilen uzun bir ara, üç günde yüksek G'li sortilerin uçulmasının yarattığı fiziksel yorgunluk ve öğretmen pilot olma eğitimine başlanmasının yaratmış olduğu mental stresörler bu kazaya katkıda bulunan faktörler olarak tespit edilmiştir [28].

Örnek olay 2 - Bireysel farkındalık

2008 yılında Amerikan Hava Kuvvetlerinde meydana gelen 3 adet A sınıfı F-16 kazasından biri, iki F-16 uçağıyla benzetilmiş hava-hava muharebesi manevralarının yapıldığı Temel Av Manevraları eğitim sortisinde meydana gelmiştir. Kaza Araştırma Kurulu/Accident Investigation Board Raporu'na göre, kazaya uğrayan uçak yüksek G kuvvetleriyle gerçekleşen kısa bir yüksek süratli dönüş manevrasına girmiş ve manevrayı kestiğinde uçak artık pilot tarafından kullanılmadığına işaret eden bir uçuş yolunu takip ederek alçalmaya başlamıştır. 14 saniye sonra uçak pilot tarafından herhangi bir atlama kumandası denemesi olmadan 600 KCAS'ın üzerinde bir süratle yere çarpmıştır. Kaza Araştırma Kurulu, bu kazanın sebebini kazazede pilotun etkin bir AGSM yapmaması kaynaklı G-LOC olarak belirlemiştir [29].

2.3.2. Sistem farkındalığı

Sistem; belirli bölümlerden/alt sistemlerden oluşan bir bütündür. Burada önemli olan, bütünü oluşturan bu parçaların her birinin kendine has işleyiş özelliği olması, fakat her birinin etkinliğinin de birbirlerine bağlı olmasıdır [31]. Tanımdan da anlaşılacağı üzere sistem; ortak bir amacı yerine getirmek üzere birbirleriyle ilişkili olan ancak farklı işlevleri yerine getiren alt bileşenlerin/sistemlerin oluşturduğu bütündür. Sistem farkındalığı da uçuşu gerçekleştirmek için kullanılan hava araçlarını ana sistem olarak kabul edip bu sistemi oluşturan uçak kumanda, elektrik, hidrolik, yağ, yakıt, silah, ECS, dost-düşman tanıma sistemleri, uçak motoru, uçak radarı gibi alt sistemlerin ve işlevlerinin yanısıra bunların birbirleriyle olan ilişkilerinin farkında olmayı ifade etmektedir. Bir başka deyişle, yapılacak uçuşta kullanılacak olan ana sistem/teçhizat olan uçakla ilgili karakteristiklerin, sahip olduğu sistemlerin kabiliyetleri ile limitlerinin farkında olunmasıdır.

Uçağın çeşitli sistemlerine ilişkin farkındalığı anlamaya yardımcı olacak birkaç örneği aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür;

- Uçağın hidrolik sistem basıncının 30 saniye süre boyunca 10 PSI altına düştüğü durumda HYD/OIL PRESS ikaz lambasının yağ sistemi kaynaklı yanması,
- Uçağın sahip olduğu iki hidrolik sistemden (HYD SYS A ve B) herhangi birinin basıncının 1000 PSI altına düştüğü durumda HYD/OIL PRESS ikaz lambasının hidrolik sistemi kaynaklı yanması,
- Motor devrinin % 60 altına düştüğü durumda ENGINE ikaz lambasının yanması,
- HYD/OIL PRESS lambasının yağ sistemi kaynaklı yandığı durumlarda yağ tazyiği 10 PSI'nın altında ise motorun muhtemelen 5 dakika içerisinde kazıklayacağını bilmesi,
- Uçağı hidrolik sistemlerinin her ikisi de devre dışı kaldığında Emergency Power Unit (EPU)'nun devreye girmesi ve yaklaşık 10 dakika boyunca kumandalar için hidrolik takat sağlaması gerektiğinin ve bu 10 dakikalık sürenin bulunulan irtifaya bağlı olarak G/K % 82-90 arasında RPM

sağlayacak rejimde tutulduğunda -kullanılan hidrazin yakıt tüketimi azalacağından- ve MSL 20.000 feet altında JFS devreye konduğunda daha da uzatılabileceğinin bilinmesi,

- Uçağın İ/T kolu ile TEF'lerin koordineli çalıştığını ve touch-and-go sonrası yeterli akselerasyona ve sürata ulaşmadan ve yerden yeterince uzaklaşmadan İ/T kolu yukarı alındığında kaldırmanın azalarak uçağın gövde üzeri piste oturacağı gibi uçulan uçak tipine ilişkin spesifik sistem bilgilerinin yanı sıra;
- Uçağın hava basıncıyla çalışan saatlerinin sürat saati (ASI), altimetre ve varyometre (VSI) olduğunun bilinmesi,
- Sürat saatinin dinamik basıncı gösterdiğinin yani toplam (pitot) basıncından statik basıncın çıkarılması sonucu elde edilen basıncı gösterdiğinin bilinmesi,
- Pitot hattında bir blokaj meydana geldiğinde sürat saatinin alçalışlar esnasında sürati olduğundan daha düşük göstereceğinin, tırmanışta ise daha yüksek göstereceğinin bilinmesi [32],
- Motor türlerinin (Turbo-prop, Turbo-jet, Turbo-fan) ve özelliklerinin bilinmesinin yanı sıra uçağın hangi tip motora sahip olduğu ve uçuşta göstereceği tepkilerin bilinmesi,

Uçağın mükerrer arızalarının, ayrıca uçulan güne özel olarak uçağın istisnai durumunun, taşınan yük ve mühimmata göre iniş-kalkış bilgilerinin ve uyulması gereken limitlerinin (sürat ve G limiti) bilinmesi de yine sistem farkındalığı kapsamına girmektedir.

Örnek olay 3 - Sistem farkındalığı

2006 yılında Amerikan Hava Kuvvetlerinde meydana gelen 10 adet A sınıfı F-16 kazasından biri TAM eğitimi sortisinde F-16 uçağında kontrolün kaybedilmesi sonucu meydana meydana gelmiştir. Pilot uçağın kontrolünü tekrar ele almayı başaramamış ve emniyetli bir şekilde uçağı terketmiştir. Bu kaza Uçuş Kontrol Sistemi (FLCS)'nde meydana gelen arızalar zinciri sonucunda yaşanmıştır. Beşinci TAM angajmanı esnasında uçak Integrated Servo Actuator All Fail (ISA ALL FAIL) PFL'i almış ancak FLCS resetlenmemiştir. Beşinci ve altıncı TAM angajmanı esnasında uçak Branch D FLCS COMPUTER FAIL ve FLCS AOS FAIL PFL'lerini

almıştır. Yedinci TAM angajmanı esnasında uçak düşük sürat rejimindeyken, Branch C FLCS COMPUTER FAIL PFL'i almış ve bu durum önceki arızalarla da birleşince uçağı Dual FLCS Branch Failure durumuna zorlamıştır. Aynı anda ortaya çıkan ISA ALL FAIL ve Dual FLCS Branch Failure kombinasyonu yatay stabilizeye herhangi bir kumanda girdisinin iletilememesine sebep olmuştur. Zaten düşük süratte olan uçağın pitch (yunuslama) eksenine hiç bir girdi yapılamaması neticesinde uçak deep stall ve 'out of control'a girmiştir. Her ne kadar FLCS olaylar zinciri uçağın anormal duruma girmesine sebebiyet verse de pilot en az üç defa uçağın kontrolden çıkarak anormal duruma girmesini engellemek için FLCS arızasını tespit etme ve düzeltme şansına sahip olmuştur [13].

2.3.3. Görev farkındalığı

İnsanoğlu hava araçlarını belirli görevleri yerine getirerek istedikleri amaçlara ulaşmak maksadıyla kullanmaktadır. Bu görevler sivil havacılıkta bir kişiyi veya kargoyu bir yerden alıp başka bir yere ulaştırmak olacağı gibi askeri havacılıkta da askeri bir malzemeyi veya asker kişileri bir bölgeden alıp başka bir bölgeye intikal ettirmek, belirlenmiş olan hedefleri bombalamak veya tecrit etmek, dost bir satıh kuvvetine yakın hava desteği sağlamak ya da düşman hava kuvvetlerine karşı mukabil bir hava harekatı düzenlemek şeklinde de olabilir. Hava faaliyetlerinin sivil ya da askeri olanına bakılmaksızın ortak özelliklerinden biri belirli bir amacı yerine getirmek maksadıyla icra ediliyor olmasıdır. Özellikle icra edilen görevlerle ilgili olarak büyük resmin farkında olmak ve bu resimde kendinden ne beklendiğini ve ne yapması gerektiğini bilmek havacıların kendilerine yerine getirmek üzere verilmiş olan görev farkındalıklarına işaret etmektedir. Örneğin düzenlenecek askeri bir tatbikatta hangi rolde olduğunun (kırmızı ya da mavi kuvvet), kendisiyle aynı rolde olan dost ve müttefik güçlerin kimler olduğunun, bunların konumlarının, ihtiyaç ve kabiliyetlerinin, kendisinden ne beklendiğinin bilinmesinin yanı sıra bu görevi yerine getirirken yüzyüze geleceği düşman kuvvetlerinin kimler olduğunun, imkan ve kabiliyetlerinin bilinmesi görev farkındalığına işaret etmektedir.

Düşman topraklara geçerken en ileride olan dost kuvvetlerin nerede konuşlandığının, teşhis ve atış imkan ve kabiliyetlerinin nereye kadar uzandığının,

keza cephe hattında bulunan düşman kuvvetlerinin nerede konuşlandığının, imkan ve kabiliyetlerinin, icra edilecek göreve yapacakları etkilerin bilinmesi ve bu etkileri bertaraf edecek tedbirlerin alınması görev farkındalığı kapsamına girmektedir.

Genel olarak, neyin, ne zaman, nerede, nasıl, ne maksatla ve kim tarafından yapılacağını bilinmesi taktik arenadaki farkındalığa işaret ederken kişinin neyi, nerede, ne zaman, ne maksatla ve nasıl yapacağını biliyor olması kendi görev farkındalığına işaret edecektir.

İcra edilecek olan görevin barındırdığı risklerin neler olduğu (örneğin Önleme, Temel Av Manevraları, Hava Muharebesi gibi çoklu uçaklar şeklinde kol düzeninde uçulan görevlerde mid-air collision riskiyle, bu görevlerde yüksek 'g' kuvvetlerine maruz kalınması nedeniyle G-LOC riskinin fazla olduğunun bilinmesi gibi), bu görevlerin hangi prosedürlere ve el kitaplarına göre nasıl icra edileceğinin bilinmesi yapılacak olan görev ile ilgili farkındalığa işaret etmektedir.

Örnek olay 4 - Görev farkındalığı

2004 yılında Amerikan Hava Kuvvetlerinde meydana gelen 3 adet A sınıfı F-16 kazasından biri 2 F-16 C uçağının havada birbiriyle çarpışmasıdır. Uçaklar lokal olarak gündüz 4'ün 2'liye Taarruzi Karşı Hava (OCA) sortisinin bir parçası olarak görevini icra etmekte ve görevi müteakip temel Yer Hedeflerine Taarruz görevi icra edilecektir. İkinci Taarruzi Karşı Hava senaryosu öncesi, 4 uçak 180 derecelik taktik dönüşü tamamlarken, 2 numara 1 numaraya yani kol liderine çarpmıştır. 1 numaralı uçağın pilotu çarpışma sonucunda ölümcül şekilde yaralanmıştır. 2 numaralı uçağın pilotu ise emniyetli bir şekilde uçağını terketmiştir.

Kaza sonrası yapılan analiz sonucunda, 2 numaralı uçağın sağ kanat harici tankı ve gövde ve sağ kanadın birleştiği kısmın altıyla (right lower strake) 1 numaralı uçağın kokpit ve radome kısmına çarptığına ilişkin açık ve ikna edici delil elde edilmiştir. Bu çarpma 1 numaralı uçağın kanopisini parçalamış, pilotunu ölümcül bir şekilde yaralamış ve 2 numaralı uçağın sağ kanat harici tankını patlatarak tutuşmasına ve her iki uçağa da zarar vermesine sebep olmuştur.

Bu çarpışmanın 2 numaralı pilotun 180 derecelik taktik dönüşün yaklaşık olarak yarısında 1 numaralı uçak tarafından talep edilen uçak üzerindeki silah envanter durumunu (on-board weapon inventory state) kontrol ederken anlık olarak durumsal farkındalığını kaybetmesi sonucunda meydana geldiğine dair açık delil bulunmaktadır. Bu kontrol esnasında 1 numaralı pilot uçuş kontratı parametrelerini muhafaza etmeyerek alçalmış ve süratini düşürmüş, bu durum ise bu kazanın oluşmasına katkıda bulunmuştur. Çeşitli veri kaynaklarının analizleri silah kontrolünü müteakiben 2 numaralı uçağın 3 numaralı uçağı kendi lideri yani 1 numara olarak değerlendirdiğine işaret etmektedir. 2 numaralı uçak 3 numaralı uçağı 1 numaralı uçak olarak algıladığından 1 numaralı uçağı kaybettiğini farkedememiştir. 2 numaralı uçak bu algıladığı duruma göre dönüşün geri kalan kısmını 3 numaralı uçağı göre devam ettirerek tamamlarken 1 numaralı uçakla mid-air collision durumu yaşanmıştır (Görsel 2.2) [33].



Görsel 2.2 Çarpışma sonucu hasar gören bölgelerin temsili gösterimi [34]

2.3.4. Çevresel farkındalık

Çevresel Farkındalık; hava aracının içerisinde hareket ettiği üç boyutlu hava küre (atmosfer), bu hava kürede aynı anda havada olan diğer hava araçları ve üzerinde uçulan yerküreye ilişkin farkındalığı kapsamaktadır.

Hava oluşumları (etkilenen alanlar ve irtifası, hareket yönü), sıcaklık, buzlanma, bulut tavanları, bulut türleri, sis, pus, güneş durumu, görüş, türbülans, rüzgar durumu, microburstler, muhtemel hava tahminleri [25] gibi etkenler meteorolojik farkındalığı etkileyen faktörlerdir.

Uçuş esnasında havadaki diğer uçakların tanımlanması, uçulan uçağa göre konumu, diğer uçakların kabiliyetleri, savaş uçağı ise uçurulan uçağın hasım uçağa göre avantajlı ve dezavantajlı yönleri, hasım uçağın uçurulan uçağa göre avantajları ve dezavantajları gibi etkenler de Taktik Arena/Göreceli Durum Farkındalığını etkileyen faktörlerdir.

Üzerinde uçulan arazinin yapısı (dağlar, vadiler, su üzeri olunması vb.), bulunulan noktanın kabul edilmiş coğrafi koordinat sistemlerine ve/veya herhangi bir seyrüsefer yardımcısına göre kerteriz, mesafe ve irtifa olarak bilinmesi, uçulan arazi üzerindeki insan yapımı yükseklikler, gidilecek meydanın yeri, meydan özellikleri (taksiyolları, emercensi pistleri, çevresindeki manialar vb.) coğrafi farkındalığı etkileyen faktörlerdir.

2.3.4.1. Kısıtlı görüş farkındalığı

Her zaman olmasa da tipik olarak SD'nin vuku bulduğu IMC ile gece uçuş şartları düşük/kısıtlı görüş şartları olarak adlandırılmaktadır [19]. Düşük görüş şartları insan fizyolojisinin doğası gereği baskın denge organı olan gözü etkilemekte ve görsel illüzyonlara sebep olmakta ya da ikincil denge organı olan vestibüler sistemin baskın hale geçmesine sebep olarak SD'ye neden olmaktadır. Bu sebeple bahse konu şartlarda yapılacak uçuşlarda maruz kalınacak risklerin bilinmesi, görevin icra edileceği zaman dilimindeki görüş şartlarının gece ve gündüz periyodu açısından değerlendirilmesi kısaca ilgili bölge ve zaman dilimindeki meteorolojik şartların göz önünde bulundurulması uçuş emniyeti açısından önem arz etmektedir.

Örnek olay 5 – Kısıtlı görüş farkındalığı

Kazazede pilot gece şartlarında GGG olmaksızın taktik önleme eğitimi görevi uçan dördüncü kolun üç numaralı olarak uçmaktadır. Birkaç sorunsuz önleme sonrası kazazede pilot diğer kol elemanlarından önce BINGO yakıtı ulaşmış ve çalışma

sahasını tek uçak olarak terk etmiştir. Kazazede pilot IAF'a devam etmiş ve ILS yaklaşması için serbest kılınmıştır. Kazazede pilot GCA'yla temas kurduğunda radar yaklaşma kontrolörü tarafından (kontrolör için) eğitim maksatlı PAR yaklaşması yapıp yapamayacağı sorulmuş ve pilottan olumlu yanıt alınmıştır. Varış esnasında pilota verilmiş olan hava durumu AGL 3000 feetten itibaren bulutlanmanın var olduğu ve görüşün de 2 mil olduğunu belirten doğru olmayan bir PIREP'tir. Kazanın meydana geldiği anda son yaklaşımdaki hava hafif yağışlı, bulut alt tavanı 500 feet ve görüş 2 mildir. Pilot, gözetim altında eğitimde olan Radar Son Kontrolör (Radar Final Controller)'ü ile temas kurmuş ve iki yönlü olarak telsiz temasının olduğunu teyit etmiştir. Pilot touchdown noktasına 4 milden biraz daha yakın bir noktada yaklaşma hattının 232 başta sağına doğru kaymış ve eğitimde olan Son Kontrolör tarafından sola 236 başa dönmesi yönünde talimatlandırılmıştır. Pilot (aslında sola dönmesi yönünde talimatlandırılması gerekirken) talimat gereği kendisini yaklaşma course'unun iyice sağına bırakacak şekilde sağa 236 başa dönmüştür. Touchdown noktasına 3 mil kala son kontrolör pilota uçağı yaklaşma course'unun orta hattına getirecek şekilde tekrar sola bir dönüş yapması talimatı vermiştir. Bu noktadan hemen sonra kontrolör pilota yaklaşma hattının oldukça sağına (too far right) olduğunu bildirmiş ve eğer pist yaklaşma ışıklarını görmüyorsa lokal tırmanış usüllerini (local climb-out – MAP) uygulaması talimatını vermiştir. Pilot bu bilgiyi anladığını çağrı adıyla karşılık vererek teyit etmiştir. CSFDR'dan elde edilen veriler pilotun dalış açısını 0.7 G'lik bir push-over'la artırdığını ve bu esnada 1100 feetten 900 feete alçaldığını aynı zamanda 19 derecelik yatışla yaklaşma hattını yakalamak için sola dönüş yaparak hafif takat azalttığını göstermiştir. Pilot uçuş yolu açısını (flight path angle) 11 dereceye artırmış (PAR alçalması uçuş yolu açısı 3 derecedir) ve dakikada 3800-4700 feetlik alçalma oranlarına ulaşmıştır. Pilot burun 14 derece aşağıda iken uçağı burun yukarı çekmeye başlamış ve 2 saniye sonra uçak yaklaşma hattının sağına, touchdown noktasına 1.9 mil kala yere çarpmıştır. Uçak parçalanmış ve pilot gözle görülür bir atlama denemesi olmaksızın ölümcül bir şekilde yaralanmıştır.

Gecenin sebep olduğu görüş şartları nedeniyle ölümcül olabileceği unutulmamalıdır. Bu sebeple çok basit kurallar takip edilmeli ve uçuş aletleri

uygun şekilde çapraz kontrol altına alınmalıdır. Kokpitte durumsal farkındalığı (SA) sürdürebilmek adına mevcut her sistem mutlaka kullanılmalıdır. Defalarca kötü hava şartlarında veya simülatör ya da gerçek gece şartlarında PAR yaklaşması yapılmasına rağmen her biri kısıtlı görsel ipuçları nedeniyle pilotun tüm dikkatini gerektirmektedir [35] .

2.3.4.2. Konum farkındalığı

2.3.4.2.1. Coğrafi konum farkındalığı

Hava araçları uçuş esnasında herhangi bir hava kontrol ünitesi ile temasta yerlerini bildirirken mümkünse en yakın seyrüsefer yardımcısına göre (VOR, TACAN vb.) radyal (kerteriz), mesafe ve irtifa bilgilerini verirler. Bunun yanı sıra GPS, INS veya her ikisinde bir arada kullanıldığı Embedded GPS/INS (EGI) sistemlerini kullanan modern hava araçları coğrafi koordinat sistemine göre de yerlerini bildirebilirler (N 40 19 925, E 025 59 928 gibi). Bu koordinatlar veya pozisyon bilgisi hava aracının coğrafi olarak nerede olduğunu bildirmekte olup uçak üzerindeki seyrüsefer cihazları kullanılarak elde edilirler.

Özellikle uçuş eğitimleri/pilotaj eğitimleri esnasında hesabi seyrüsefer yapılarak yani belirli bir sürat sabit tutularak ve harita takibiyle yapılan seyrüseferlerde meydana gelen kaybolma bu kategoriye girmekte olup SD'den ayrı olarak sınıflandırılmalıdır. Yine aynı şekilde aletle uçuş eğitimleri veya aletle uçuş şartları esnasında belirli bir seyrüsefer yardımcısına göre kerteriz, mesafe ve irtifa bilgisi alınmasına rağmen uçağın ve dolayısıyla kendisinin nerede olduğunu tahmin edemeyen pilot da yine bu kategori içerisine girmektedir.

2.3.4.2.2. Göreceli konum/Taktik arena farkındalığı

Gerek sivil uçuşlarda gerekse icra edilen askeri görevlerde gökyüzünü aynı anda birçok uçak kullanmaktadır. Sivil uçuşlar belirlenmiş havayolları kullanılarak ilgili Hava Trafik Kontrolü Birimi'nin kontrolü ve kleransı ile gerçekleştirilmektedir. Aynı Hava Trafik Kontrol Biriminin sorumluluğunda ve aynı sektörde bulunan uçakların coğrafi konumlarının/pozisyonlarının telsiz konuşmaları kanalıyla takibini yapmak göreceli durumsal farkındalığa büyük oranda katkı sağlayacak ve mid-air collision'ı önleyecektir. Keza hava sahasının savunulmasına yönelik askeri

uçuşlar esnasında elemanı olunan kolda bulunan diğer uçakların göreceli pozisyonu ile tatbikatlar esnasında üstlendiği role (kırmızı veya mavi rol) ilişkin görevi icra ederken aynı ve karşı rolü üstlenen hava araçlarının pozisyonunu ve kendilerinin de onlara göre konumunu bilmek göreceli ya da taktik alan farkındalığını artırarak hem görev etkinliğini artıracak hem de uçuş emniyetine katkı sağlayacaktır.

Örnek olay 6 – Coğrafik konum farkındalığı

2006 yılında Amerikan Hava Kuvvetlerinde meydana gelen 10 adet A sınıfı F-16 kazasından biri F-16 C uçağının yere çarpmasıdır. Uçak piste görerek paternle uçulurken Category II Aletle İniş Sistemi için kullanılan uzak alan gözetleme antenine çarpmıştır. Çarpmanın sonucunda uçak sol ana iniş takımı dikmesine ciddi hasar almıştır. Sonuç iniş için olmayan bir iniş takımı konfigürasyonu olmuş ve kontrollü atlama bölgesine gidilerek kontrollü bir atlama işlemi yapılmasına karar verilmiştir [28].

Örnek olay 7 – Taktik arena farkındalığı

İki uçakla Gece Görüş Gözlüğü yetkilendirme sortisinde, iki numara bir numaraya karşı düşük süratli gözle tanımlama (VID) önlemesini gerçekleştirmektedir. Kol uçucusu olan iki numara minimum turning room (dönüş alanı) ile alçaktan yükseğe önleme (low-to-high) gerçekleştirir ve aşırı yaklaşma hızı ile çok erkenden conversion turn'e başlar. İki numara liderinin konumuna göre kendi pozisyon bilgisine ilişkin durumsal farkındalığını büyük oranda kaybederek çarpmanın hemen öncesine kadar herhangi bir düzeltici işlem yapmaz. İki numaranın sağ kanadı liderinin sol yatay stabilizesine (irtifa dümenine) çarparak ağır hasara uğratar ve hidrolik sistemine önemli düzeyde zarar verir. Lider uçak "dual hydraulic failure"a uğrar ve ardından da kontrolden çıkar. Kol lideri uçaktan emniyetle ayrılma işlemini gerçekleştirir. Koldaki uçak önemli seviyede hasarlanmasına rağmen üssüne dönerek inişini gerçekleştirir [37].

Örnek olay 8 – Taktik arena farkındalığı

2001 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri'nde meydana gelen 13 adet A sınıfı F-16 kazasında 14 adet F-16 uçağı kaybedilmiş ve 6 ölüm meydana gelmiştir. Bu

kazalardan 7 tanesi motor arızasıyken geri kalanlardan 2 tanesi mid-air kazası (3 uçak kaybı), 1 tanesi CFIT, 1 tanesi kuş çarpması, bir tanesi G-LOC ve bir diğeri de SD yani Uzaysal Uyumsuzluk'tur.

Birinci kazazede pilot alçak irtifa Havadan Yere Taarruz Taktikleri görevini uçan ikili kolun iki numarasıdır. İkinci kazazede pilot ise görerek uçuş şartları altında uçan ancak Yaklaşma Kontrol'ün verdiği radar vektörlerini takip eden Cessna 172'yi kullanan sivil bir pilottur. Meydana gelen mid-air collision kazasının hemen öncesinde, F-16 kolu IFR uçuşunu iptal etmiş ve yayınlanmış alçak irtifa giriş noktasına (low level entry point) doğru görerek uçuş kuralları (VFR) kapsamında alçalmıştır. Ancak, kol lideri olarak uçan pilotun uçağı INS'inde 9-11 millik bir pozisyon hatası yapmıştır. Kol lideri bu hatayı tespit edememiş ve farkında olmaksızın uçuş kolunu Cessna'nın bulunduğu kontrollü hava sahasına yöneltmiştir. F-16 ve Cessna uçakları çarpışma course'unda olmalarına rağmen pilotlardan hiçbiri bu durumu zamanında farkedememiş ve çarpışmadan kaçınılamamıştır. Cessna uçağının pilotu ölümcül yaralar almış, F-16 uçağının pilotu ise başarılı bir şekilde uçağı terketmiştir. Çeşitli faktörlerin kombinasyonu sonucu bu kaza meydana gelmiştir;

- Öncelikle Durumsal Farkındalık Kaybı ve INS'in pozisyon hatasını farkedememe F-16 kolunun izin olmaksızın (klerans almadan) Class B hava sahasını delmesine sebep olmuştur.

- İkinci olarak tüm pilotlar birbirlerini görüp kaçınma işlemini gerçekleştirememişlerdir (see and avoid).

- Son olarak da, Yaklaşma Kontrol kendi radar sistemi 'Conflict Alert/Çarpışma İkazı' uyarısı verdiğinde Cessna uçağına "Safety Alert/Emniyet Uyarısı" yapmamıştır [38].

Örnek olay 9 – Taktik arena farkındalığı

Kazaya karışan uçaklar su üzerinde hava savunma tatbikatına katılan ve DACT (farklı uçak hava muharebesi taktikleri) görevini uçan dört uçaklık kolun sırasıyla

bir ve iki numaralıdır. Kendilerine verilmiş olan CAP (Combat Air Patrol)¹ noktasına giderken, görev kolu bir 90 derecelik bir de 180 derecelik olmak üzere G-Awareness (G Farkındalığı) manevrası yapmıştır. Spread Four kol düzeninde iken G-Farkındalığı manevrasına başlanmış ve sağa 90 derecelik yerinde dönüşle her bir kol elemanı bir diğerinin trailinde çıkmıştır - 4 numara lider uçak olarak, 3 numara ikinci uçak olarak, ardından sırasıyla birinci kazazede pilotun uçağı ve ikinci kazazede pilotun uçağı. Birinci kazazede pilot soldan yerinde 180 derecelik dönüş vermiş ve bu dönüş esnasında yaklaşık olarak 13-14'üncü saniyede birinci kazazede pilotun uçağı ile ikinci kazazede pilotun uçağı çarpışmıştır.

Her iki uçak da çarpışma sonucunda büyük hasara uğrayarak kontrolden çıkmıştır. Çarpışmanın ardından 15-18 saniye sonra kazaya karışan 2 numaralı uçağın pilotu başarılı bir atlayış gerçekleştirmiş ve okyanusa paraşütle başarılı bir şekilde inmiştir. Kazanın meydana geldiği görev kolundaki hiçbir pilot birinci kazazede pilotun uçaktan atladığını görmemiş ve uzun aramalar sonucu bulunamayan pilot denizde kaybolmuş olarak ilan edilmiştir. Çarpışan bu iki uçağın enkazı okyanustan çıkarılmamıştır. Bu kazaya çeşitli faktörlerin kombinasyonu sebep olmuştur;

- Birinci kazazede pilot 180 derecelik dönüş esnasında ikinci kazazede pilotun uçağını görsel olarak takip etmemiş ve uçuş yollarının çakışmamasını (flight path deconfliction) sağlayamamıştır.
- Ayrıca ikinci kazazede pilot 180 derecelik dönüş öncesinde kendi uçağıyla birinci kazazede pilotun uçağı arasındaki mesafeyi yeterli miktarda koruyamamış ve bu durum 180 derecelik dönüş esnasında birinci kazazede pilotun ummadığı şekilde uçuş yolu çakışmasıyla sonuçlanmıştır (flight path conflict).
- Son olarak, Trail Formation düzeninde görerek yapılan 180 derecelik G-farkındalık dönüşü her iki kazazede pilot için de yeterli uçuş yolu ayrımı fırsatı sunmamıştır.

¹ Uçakların havada kendilerine tahsis edilmiş bölgede yaptığı devriye görevi

İstatistiksel olarak incelendiğinde;

- Mid-air collision vakalarının büyük çoğunluğunun aynı tip uçaklara arasında olduğu,

Aynı görev kolunda uçan elemanlar arasında meydana geldiği göze çarpmaktadır.

Mid-air collision vakaları ağırlıklı olarak ortak bir düşmana karşı uçulan Hava Muharebesi Taktikleri görevlerini uçan görev kollarının elemanları arasında ortaya çıkmaktadır. Ayrıca bir çoğu kola yavaşmalar ve düzen alma gibi görevlerin taktik olmayan kısımlarında meydana gelmektedir. Savaş uçağı pilotları için mid-air collision avoidance sistemi gibi çeşitli teknolojik çözümler mevcuttur. Ayrıca eğitimler esnasında diğer uçaklara çok yakın mesafelerde görev icra ederken pilotların başlarını dışarı çevirmelerini sağlayacak alışkanlık paternleri öğretilmeli ve pekiştirilmelidir.

Özellikle son yıllarda savaş uçakları gece şartlarında taktik üstünlük sürecine girmişler ve yaşanan teknolojik gelişmeler sonucunda gündüz ki görerek uçuş şartlarını gece ortamına da taşımışlardır. Günümüzde Gece Görüş Gözlükleri (GGG) sayesinde çok karmaşık gece görevleri icra edilebilmektedir. Ancak bu kadar artan oranda GGG kullanımı doğal olarak GGG kaynaklı kazalarda da artışa sebep olmuştur. Bu kazaların çoğu GGG yetkilendirme görevlerinde meydana gelmekte ve neredeyse tamamına yakınının kök nedeni insan faktörleri meseleleridir. Öncelikle GGG kullanımının pilotlarda yanlış bir şekilde güvenlik hissine sebep olduğu ve bu durumunda sinsi bir şekilde SD'ye sebebiyet verdiği görülmektedir [42].

2.3.5. Zaman farkındalığı

Zaman farkındalığı, doğrudan beynin bilgiyi ne kadar hızlı işlediğinin bir fonksiyonudur. Bir faaliyet ya da aktivitenin pilotun zihninde ne kadar zamanı kapladığı veya sürdüğü bu faaliyet ya da aktivitenin seviyesine ve meydana geldiği zamandaki motivasyona dayanmaktadır.

Yüksek aktivite seviyesi periyotları boyunca zaman “genişlemiş” olarak faaliyetleri/işlemleri yerine getirmek için gerçekte olandan daha fazla zamanı

olduğunu düşünür. Öte yandan zaman bir pilota “daralmış” olarak da görünebilir. Pilot gerçekte olandan (sahip olduğundan) daha az bir zamanın geçtiğini hissedebilir. Bu durum daha çok monoton, yavaş ve ilgi çekici olmayan aktiviteler esnasında hissedilir [17]. Zamanın daralmasına dışçı koltuğunda bir türlü geçmeyen zamanı, zamanın genişlemesine ise kız arkadaşla geçirilen zamanın hemen tükenmesi örnek verilebilir. Ya da Albert Einstein’ın görelilik teorisine ilişkin esprili cevabı da örnek olarak verilebilir: “Bir adam güzel bir kızla oturup bir saat geçirdiğinde, bu süre kendisine bir dakika gibi gelir. Bir de onu, bir dakika için sıcak bir fırının üzerine oturtun; bu süre ona bir saatten daha uzun gelecektir” [43].

Uçucular açısından zamanın akışı değerlendirildiğinde karşılaşılan emercensi ve anormal durumlar yüksek aktivite seviyesini gerektirdiğinden zamanın “genişlemiş” olarak algılanmasına sebep olabilir. Yani emercensi bir durumda pilot düzeltici işlem yapmak için mevcut zamandan daha çok zamanı olduğunu düşünebilir veya bir başka deyişle zamanın nasıl akıp gittiğini farketmeyebilir. Örneğin; F-16 savaş uçağında “out-of-control” emercensisi yaşayan bir pilota ilgili doküman en geç AGL 10000 feet irtifada atlaması gerektiğini bildirir. “Out-of-control recovery” esnasında her bir tur yaklaşık 6 saniye sürer ve bu 6 saniyelik sürede yaklaşık 1000-1500 feet irtifa kaybedilir. Dolayısıyla pilot AGL 10000 feet irtifaya geldiğinde hala uçak anormal durumdan çıkmamışsa, uçak yere çakılmadan önce en iyi ihtimalle 10 saniye en kötü ise yaklaşık 7 saniye zamanı vardır. “Out-of-control recovery” uygulayan pilot yoğun aktivite düzeyinde olacağından ve zamanı genişlemiş olarak algılayacağından kendisine AGL 10000 feet irtifada atlaması ilgili dökümanda dikte edilmektedir. Öte yandan rutin bir seyrüsefer görevi uçan pilot için aktivite düzeyi düşük olacağından zaman bir türlü geçmek bilmeyecektir.

Sonuç olarak; havacılıkta karşılaşılan emercensi veya anormal durum derhal müdahaleyi gerektirmektedir. Burada önemli olan “zaman” kavramının doğası gereği limitli bir kaynak olduğunu bilmek, zaman geçecek ve yetmeyecek diye panik bir halde hiçbir şey yapamaz duruma gelmemek, aynı zamanda hiç bitmeyecekmiş gibi de ağır kanlı hareket etmemek gerektiğini bilmektir.

2.3.6. Uzaysal farkındalık

Uzaysal Farkındalık kişinin yeryüzü düzlemine göre doğrusal ve açısız pozisyonu ile hareketine ilişkin farkındalığıdır. Bu farkındalık, içinde bulunulan doğal çevreye insanoğlunun uzaysal oryantasyonunu (uyumunu) sağlamasına katkıda bulunan çevresel/ambient görüş, vestibüler ve diğer duyu sistemleri gibi doğal birincil kaynaklardan elde edilebileceği gibi, uçuş aletleri tarafından sunulan odak görsel, sözel, veya sembolik verilerden yani sentetik yani ikincil kaynaklardan entellektüel yapılandırma yöntemiyle elde edilebilir. Birincil tip doğal oryantasyon algısı irrasyoneldir ve daha ziyade bilinçöncesi zihinsel süreçlemeye (preconscious mental processing) dayanırken ikincil tip sentetik oryantasyon algısı tamamen bilinçli ve rasyoneldir [44].

Endsley tarafından ise Uzaysal/Temporal Farkındalık bileşenleri 'uçanın yunuslaması, irtifası, uçuş başı, hızı, dikey hızı, çektiği 'G', uçuş yolu; uçuş yolundan ve kleranslardan sapma; uçak kabiliyetleri; öngörülen uçuş yolu; öngörülen iniş zamanı' olarak belirtilmiştir.

Uçuş aletleri genel kabul olarak 3 fonksiyonel sınıfa ayrılmaktadır: Kontrol, Performans ve Seyrüsefer aletleri. Kontrol aletleri kategorisinde durum cayrosu (yatış ve yunuslama kontrolü için) ve motor thrust gücünü gösteren RPM saati bulunur. Performans kategorisinde ise sürat saati (airspeed indicator), altimetre (irtifayı gösterir), varyometre, baş göstergesi, dönüş-kayış göstergesi, AOA göstergesi, G (akselerometre) saati vardır. Seyrüsefer kategorisi ise course, bearing, mesafe, enlem-boylam bilgisi ve zaman gibi uçağın yeryüzündeki konumunu belirlemede faydalı olan parametreleri gösteren saatleri ve göstergeleri kapsar. Bu sınıflandırma bize uzaysal disoryantasyon ile coğrafik disoryantasyon'un tanımını yaparak aralarındaki ayrımı anlamamıza yardımcı olur. SD; kontrol ve performans uçuş parametrelerinin herhangi birinin veya bir kaçının büyüklük ve yön olarak yanlış algılanmasına/hissedilmesine denir. Coğrafik ya da konumsal disoryantasyon ise seyrüsefer parametrelerinin herhangi birinin yanlış algılanmasıdır[8]. Bu bağlamda herhangi bir olay sonucunda 'Pilot uçağın gerçek yunuslama pozisyonunu ve dikey hızını (vertical velocity) (ve/veya diğer kontrol ve performans parametrelerini) fark edememiş mi?' şeklindeki bir

soruya verilen cevap 'Evet' ise bu durumda pilotun uzaysal olarak disoryante yani SD olduğu aşıkardır.

Araştırmacı SA ve SD konusunda Previc ve Ercoline'ın yapmış olduğu ayrımı kabul etmekte ve dolayısıyla Endsley'in uzaysal/temporal farkındalık bileşenlerinden saydığı 'uçuş yolundan sapma, öngörülen uçuş yolu'nu 'uzaysal farkındalık' bileşeni olarak değil 'coğrafi farkındalık' bileşeni olarak, 'öngörülen iniş zamanı'nı 'zaman farkındalığı' bileşeni olarak, 'uçak kabiliyetleri'ni ise 'sistem farkındalığı' bileşeni olarak değerlendirmektedir.

Örnek olay 10 – Uzaysal farkındalık

2001 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri'nde meydana gelen 13 adet A sınıfı F-16 kazasında 14 adet F-16 uçağı kaybedilmiş ve 6 ölüm meydana gelmiştir. Bu kazalardan 7 tanesi motor arızasıyken geri kalanlardan; 2 tanesi mid-air kazası (3 uçak kaybı), 1 tanesi CFIT, 1 tanesi kuş çarpması, bir tanesi G-LOC ve bir diğeri de SD yani Uzaysal Uyumsuzluk'tur.

Kazazede pilot Gece Görüş Gözlüğü yetkilendirme eğitiminin bir parçası olarak 2V2 önleme görevinde 2 numara olarak uçmaktadır. Askeri eğitim hava sahasında yaklaşık 20.000 feet itifadayken, kol lideri sola dönüş manevrasını başlatır. NVG Fluid Formation kol düzeninde uçarken, kazazede pilot kol liderinin uçağını takip etmek için sola yatışa başlar. Kazazede pilot dikkatini lider uçağa kanalize eder ve bu durum inkapasitasyona sebep olan SD'ye sebep olur. Müteakip 23 saniye boyunca kazazede pilot yavaş yavaş sola yatışa devam eder ve bunun sonucunda uçak burnu düşerek derin ve terse dönmüş halde dalışlı bir uçuş yoluna sebep olur. 13.000 feet kat edilirken kazazede pilot sağa sola yatışlar ve 2 ila 8 G arasında değişen G kuvvetleriyle karakterize edilen kararsız/düzensiz kumanda girdilerine başlar. İstikrarsız kumanda girdilerinin başlangıcından 13 saniye sonra ve yere çarpmadan sadece 1 saniye sonra, kazazede pilot atlama sisteminin kurtarma zarfının dışında atlama kumandası verir ancak ölümcül şekilde yaralanır [45].

2.4. Durumsal Farkındalığı Etkileyen Faktörler

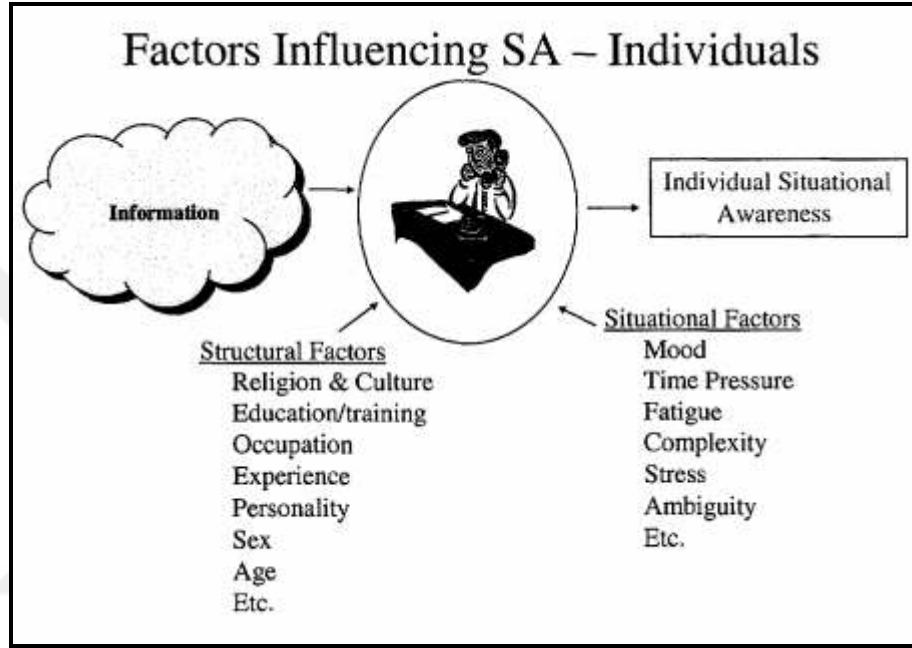
İnsanoğlu etrafındaki dünyayı kültürel geçmişine, eğitimine, tecrübesine ve duyularının güçlü yönleri ve sınırlılıklarına dayanarak bireysel bağlamda

değerlendirir [46]. Bireysel SA'yi artıran faktörler yapısal ve durumsaldır. Yapısal faktörler geçmişi, eğitimi, tecrübeyi, kişiliği, ilgileri ve bireysel becerileri kapsamaktayken durumsal faktörler icra edilen görevle kişinin görev yaptığı şartlardır [47].

Bireysel durumsal farkındalığın azalmasına katkı sağlayacak bir çok faktör bulunmakta olup bunların bir çoğu izahtan varestedir. Bu faktörlerden bazıları şunlardır (Şekil 2.3 ve Şekil 2.4) [47]:

- Belirsizlik : Görünürde eşit düzeyde güvenilir olan farklı kaynaklardan elde edilen ve birbiriyle çatışan bilgiler arasındaki uyumsuzlukları mantıklı bir şekilde çözememe durumudur,
- Yorgunluk,
- Beklentiler ve ön yargılar: Ön kabullerin SA'nın gelişmesine etkisi,
- Psikolojik stres/ Aşırı başarı motivasyonu : Kişinin zihninde başarı saplantı haline gelmişse, diğer görev faktörleri göz ardı edilerek emniyetli olmayan durumlara sebep olacaktır,
- Yanlış algılama (misperception): Eğer insanlar bilgiyi doğru bir şekilde algılamıyorlarsa, kesinlikle doğru bir şekilde işleyemeyeceklerdir [48],
- İş yükü yoğunluğu: Yapacak çok fazla işin olması yorgunluk ve strese yol açacaktır,
- İş yükü azlığı: Yapacak yeterli işin olmadığı durumlar konsantrasyon eksikliğiyle sonuçlanacaktır.
- Eksik bilgi durumu,
- Çok fazla bilgi bulunması durumu,
- Bilginin kesilmesi,
- Alakasız bilgi durumu,
- Görev karmaşıklığı: Çok fazla farklı görevin olması kafa karışıklığına sebep olacaktır.

- Sabitletme (Fixation)/Dikkat daralması/Bilgiye odaklanma : İçinde bulunulan durumun belirli noktalarına aşırı yoğunlaşmak 'büyük resim' kaybına sebep olacaktır [13]
- Yanlış beklentiler,
- Tecrübe eksikliği .



Görsel 2.3 Bireysel durumsal farkındalığı etkileyen faktörler [47]

2.4.1. Görev işbası

Tek sandalyeli uçaklar, uçağı uçurmak ve manevra yaptırmak, gerçek dünya durum farkındalığını, tehdit farkındalığını, görevin gerektirdiğı fonksiyon modlarını sürdürme, seyrüsefer ve yakıt ikmali durumu ve randevu noktası, sensör yönetimi, silah yönetimi, telsiz konuşma yönetimi ile taktik koordinasyon ve karar verme gibi pilota yüklenmiş olan çoklu görev sorumluluklarıyla bilinirler. Görev doygunluğına ulaşmış pilot görev doygunluğına ulaşmamış haline nazaran daha çok stres altındadır. Bir miktar stres performans açısından faydalı olabilir. Stres performans eğrisi stres artttıkça pilotun çoklu görev yapma yeteneğinin belirli bir noktaya kadar arttığını bu noktadan sonra ise ilave stresin performansı düşürdüğüne işaret etmektedir. Gerçekte haddinden fazla iş yükü pilotun performansını hızlı bir şekilde düşürecektir.

2.4.2. Dikkatin kanalize olması

Dikkatin kanalize olması, kişinin bilinçli olarak dikkatini sınırlı sayıda çevresel girdi üzerine yoğunlaştırması ve bu esnada subjektif olarak aynı veya daha yüksek önem düzeyine sahip girdiler ile daha ivedi önceliğe sahip olanların –bunlara dikkat edilmemesi nedeniyle- emniyetsiz duruma yol açması durumudur. Dikkatin kanalize olması durumu, sınırlı farkındalık odaklanmasına, dolayısıyla detaylı bilginin dışlanmasına sebep olur.

2.4.3. Alışkanlık sektesi

Daha önceden öğrenilmiş olan ancak halihazırda bulunulan durum için nesnel olarak uygun olmayan davranış modunun yeni durumda ortaya konması durumudur. Alışkanlık paterni sektesi genellikle farkındalığın şuur öncesi seviyesinde ortaya çıkar.

2.4.4. Teknik/Prosedürel bilgi eksikliği

Bilgi eksikliğinden kastedilen eğitim esnasındaki bilgi yetersizliğinden daha ziyade kullanılması gereken ortamda bilgi özümsemiğinden veya öğrenilen bilgi hafızada tutulamadığından kullanılamaması durumudur.

2.4.5. Halinden memnun olma

Gerçek tehlike ve eksikliklerin farkında olmama nedeniyle kendi halinden memnun olma durumudur.



Görsel 2.4 Durumsal farkındalık şemsiyesi - *SAbrella*

Örnek olay 11 – LSA bileşenleri:

2008 yılında Amerikan Hava Kuvvetleri'nde meydana gelen 3 adet A sınıfı F-16 kazasından biri Yer Hedeflerine Taarruz (Surface-Attack) eğitimi sonrası iki kişilik F-16 uçağıyla yaklaşma/iniş eğitimi kısmında meydana gelmiştir. Kaza Araştırma Kurulu raporu, kazazede pilotun touch-and-go çalışması kapsamında sorunsuz bir şekilde iniş takımları aşağıda ve kilitli olarak sorunsuz 3 adet yaklaşma ve iniş gerçekleştirdiğini ifade etmiştir. Ancak touchdown sonrası, kazazede pilot kalkış için gaz kolunu tam ileri açmadan iniş takım kolunu yukarı almış ve uçak hala yerdeyken iniş takımları yukarı alınmıştır. Uçak durmadan önce yaklaşık 500 feet gövde üzerinde kaymış ve durduktan sonra da kazazede pilotlar yara almadan uçağı emercensi olarak terk etmişlerdir. Uçakta 2.6 milyon USD'lık hasar meydana gelmiştir. Kaza Araştırma Kurulu Başkanı kazanın nedenini kazazede pilotun gaz kolunu tam ileri açmadan iniş takım kolunu 'yukarı' pozisyona alması ve bunun sonucu olarak da uçağın uçuşunu sağlayacak yeterli sürat ve kaldırmaya sahip olmaması nedeniyle piste oturması olarak tespit etmiştir. Prosedürel hata, kısıtlı

tecrübe/yeterlilik, dikkat dağılması (distraction) ve yorgunluk (fatigue) gibi çoklu insan faktörü kazazede pilotun aşırı bilişsel görev doygunluğuna (yoğunluğuna) ulaşmasına katkıda bulunmuşlardır [29].

Örnek olay 12 –LSA bileşenleri:

19 Mayıs 2004 tarihinde, Arizona’da uçurduğu uçak yere çarpan F-16 pilotu hayatını kaybetmiştir. Singapur Cumhuriyeti Hava Kuvvetleri’ne ait olan pilot ve uçak Luke Hava Üssü’nde konuşludur. Uçak, Tohono O’Odham Nation bölgesinde binalardan uzağa ancak hemen yanlarındaki arazi ve ekili araziye hasar vererek yere çarpmıştır. Kazada kazazede pilot haricinde herhangi bir can ve mal kaybı yaşanmamıştır.

Kazaya karışan uçak 3’lü kolun bir elemanı olarak gece karşı hava yer taarruz taktikleri görevini icra etmektedir. Kaza bu üç uçak arasındaki ikinci angajman esnasında kazaya karışan uçağın yaklaşık MSL 14.000 feet irtifada başladığı manevrasının yaklaşık dik bir açıyla yere çarpmayla sonuçlanması neticesinde meydana gelmiştir. Kazazede pilotun atlama teşebbüsü olmamıştır. Kazanın nedeninin G-LOC veya SD olduğu değerlendirilmiştir. Uçağın durumu, idare, uçuş liderliği, eğitim ya da pilotun sağlık durumuyla alakalı hiçbir katkıda bulunan faktöre rastlanmamıştır.

Her mid-air kazası bir koldaki aynı elemanlar arasında meydana gelmektedir. Eğer bu kazalar arasında ortak bir nokta ortaya konulursa bunların “yanlış görev önceliklendirmesi – task misprioritization” ve “kanalize olmuş dikkat – channelized attention”dir. Ayrıca, temel kol sorumluluklarından sapma/ayrılma da bu kazaların altında yatan bir başka ortak nokta olarak ortaya çıkmaktadır. Uçuş esnasında önceliklendirmenin uçağı uçurmak, ardından seyrüsefer yapmak ve en sonunda da iletişim kurmak olduğu hatırlanırsa (AVIATE, NAVIGATE, AND COMMUNICATE) bu görevlerden birini tamamlamadan diğeri yapılıyorsa yanlış yapılıyor demektir. Radarı kullanarak “targeting” ve “sorting” yapılması çok güzel olabilir ancak diğer uçaklarla göz teması kaybedilmeden brifing edilen kol pozisyonunu muhafaza etmek birinci önceliklidir (görsel sorumluluk, kol yerinde uçma, radar kullanımı önceliklendirme sırası hatırlanmalıdır). Göz temasını kaybetmek ve derhal bunu ikaz etmemek ve aynı zamanda kol elemanının en son

bilinen pozisyonundan uzaklaştıracak manevraların/işlemlerin yapılması etkin ve emniyetli eğitim açısından çok kritiktir. Gece şartlarında savaş uçaklarıyla yapılan eğitimler artmaya devam ettiği müddetçe bu savaş uçaklarının kabiliyetleri akıllı bir şekilde kullanılmalıdır. ALOW, CARA değerleri ile PGCAS irtifa ikaz sistemlerinin kullanılması bu kabiliyetlerden bazılarıdır [33].

Örnek olay 13 - LSA bileşenleri:

Kazaya karışan uçak ve pilot Amerikan Hava Kuvvetleri Gösteri Ekibi'nde yer almaktadır. Kaza, açık hava etkinlikleri kapsamında izleyicilerin önünde senaryosu belirlenmiş 6 dakikalık bir hava gösterisinde meydana gelmiştir. Kazaya neden olan olaylar zincirinin başlangıcında, kazazede pilot immelman² manevrasını yapmış, ardından Split S³ manevrası için hazırlıklarını yaparken yaklaşık 21 saniye ters uçuşa devam etmiştir. Gösteri yapacağı hattı düzeltirken pilotun dikkati yerdeki referanslara kanallanmış olmuştur. Pilot 12 derecelik dalış açısını fark etmemiş veya düzeltmemiş ve normalden daha yüksek bir takat ayarıyla harekete devam etmiştir. Bu ise pilotu, Split-S manevrasına normalden daha düşük bir irtifada ve daha yüksek hızda başlamasına neden olmuştur. Kazazede pilot lövyeyi tam geri çekmiş ve gaz kolunu idle yaparak harekete devam etmiş, tam dik pozisyona gelene kadar bu durumu fark edememiştir. Kazaya karışan uçak yere çarparak parçalanmış ve pilot ölümcül bir şekilde yaralanmıştır [37].

² 180 derece geriye dönerken aynı zamanda kinetik enerjinin (süratin) potansiyel enerjiye (irtifaya) çevirildiği ve tepe noktasında uçağın düz uçuş pozisyonuna getirildiği manevra

³ 180 derece geriye dönerken aynı zamanda potansiyel enerjinin irtifanın kinetik enerjiye (sürate) çevirildiği ve tepe noktasında uçağın ters uçuş pozisyonuna getirilerek başlanan manevra

3. UZAYSAL UYUMSUZLUK

İnsan fizyolojisi insanoğlunun emniyetli bir şekilde uçuş yeteneğini olumsuz yönde etkilemektedir. Del Vecchio havacılık çevresinde/uçuş ortamında faaliyet gösterecek olan insanın uçuş kabiliyetini olumsuz yönde etkileyecek olan fizyolojik faktörlere ilişkin bir taksonomi yani sınıflandırma geliştirmiştir. Bu taksonomi alan yazınında o kadar itibar görmüştür ki uçuşla ilgili yazılan insan fizyolojisi kitaplarında bu konular ele alınmıştır [6][17][26][49][50]. Bu taksonomi düşük atmosferik basınçta solunum ve dolaşım fizyolojisi, basınçlı solunum, hiperventilasyon, hipoksi, irtifa disbarizmi, gürültü ve titreşim, yorgunluk, vücut sıcaklığı dengesi, hipoglisemi, akselerasyon, duyuşsal illüzyonlar ve görüşü kapsamaktadır. Araştırmalar son üç başlığı yani akselerasyon, duyuşsal yanılgılar ve görüşü SD'de kilit bileşenler olarak bildirmektedir [51] [52].

Pilotlar uçağın yeryüzüne göre pozisyonunu, yunuslamasını ve hareketini doğru bir şekilde algılayamadıklarında uzaysal uyumsuzluk yaşıyorlardır ya da başka bir deyişle SD olmuşlardır. Öncelikle SD ya da uzaysal uyumsuzluk görsel ve vestibüler sistemlerin yanlış algılamalarının bir sonucudur. Ancak, insanoğlunun sahip olduğu diğer hislerde kişinin uyum yeteneğini olumsuz yönde etkileyebilir. Bu ilave duyuşlar kasların ve tendonların, eklemlerin, kütanöz exteroceptorlerin yarattığı hisleri ve duyuşsal oryantasyonu kapsar [23] [51]. Binbaşı Ocker'ın SD'yi uçuşta bir insan kısıtlılığı (human limitation) olarak tespit ettiği günden bu yana sayısız kazalar bu fenomene atfedilmiştir. Gillingham ve Previc[8], Ernsting ve King [52], Del Vecchio[6] ve Jaslow[23] pilotlarda SD'nin uçak kazalarında rol oynayan potansiyel ve doğruluğu kanıtlanmış bir neden olduğu sonucuna varmışlardır.

SD, Tip I (tanımlanamayan), Tip II (tanımlanan) ve Tip III (İnkapasite Edici) olarak sınıflandırılmış SD türlerinden herhangi biriyle sonuçlanabilir [8] [52]. Zaman zaman Tip III SD'yi Tip II SD'nin içerisinde değerlendirip SD tiplerini ikiye ayıran birtakım kaynaklar da bulunmaktadır.

Tip I SD'de; disoryantasyona işaret edecek herhangi bir bilinç veya algı mevcut değildir, pilot doğal (birincil) ve sentetik (ikincil) oryantasyon algıları arasında bir çatışma yaşamamaktadır ve herhangi bir uçuş aletinin (örneğin durum cayrosunun) arızalandığını ve kontrol inputlarına uçağın hatalı reaksiyon

gösterdiğini hissetmemektedir. Tanımlanamayan Tip I SD'de, pilot disoryantasyon olup olmadığının farkında olmadığından uçağı tamamen yanlış olan oryantasyon algısına göre hatalı olarak kumanda etmektedir. Tip I SD'yi diğer türlerden ayırmak ve bu tipin sinsiliğinin altını çizmek için bazı pilotlar ve hava ve uzay fizyologları bu SD türünü 'Disoryantasyon' olarak değil 'Misoryantasyon' olarak adlandırmaktadır.

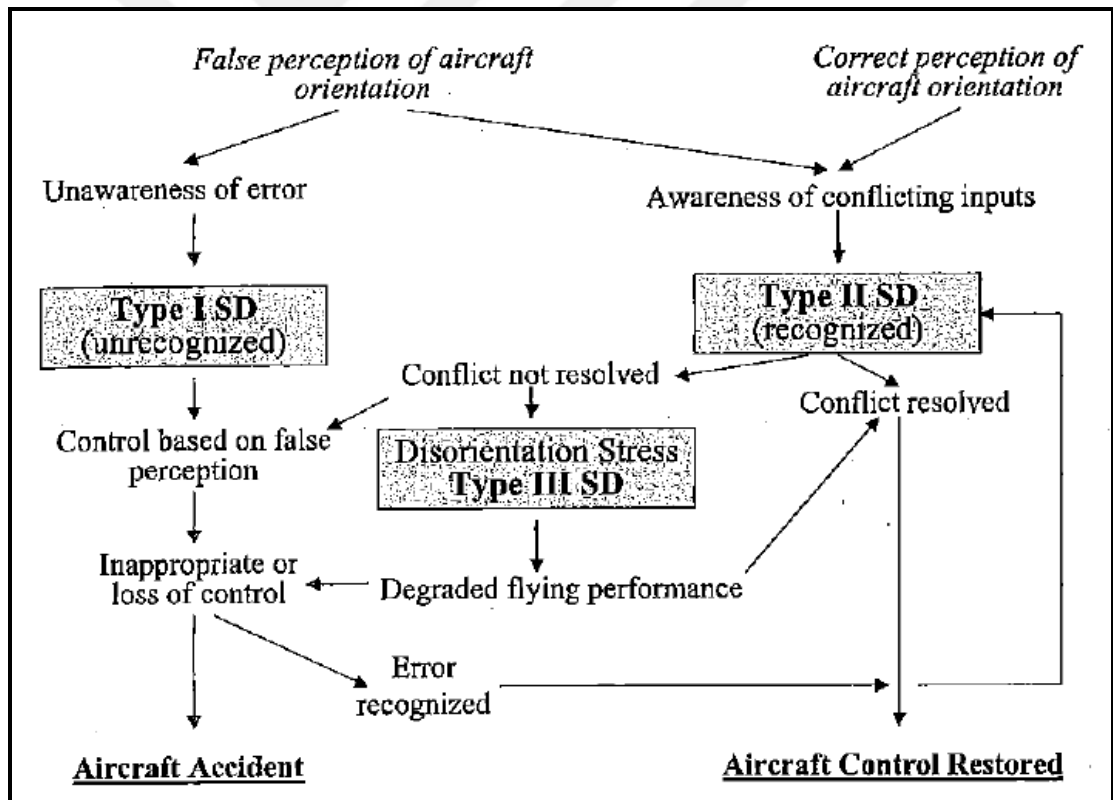
Tip II SD'de; pilot disoryantasyona ilişkin bir takım belirti ve işaretleri algılamakta ve disoryantasyonun bilincindedir. Pilotlar uçağın yapmış olduğu manevraya göre kendi hissettikleri ile uçuş aletlerinin gösterdiği arasında çatışma yaşamaktadır. Bu SD türü pilotların kendi aralarında konuşurken 'vertigo oldum' dedikleri türdür. Bu konuda eğitim almış ve SD'nin yaratabileceği sonuçların vehametini anlamış bir pilot açısından en az tehdit konumundaki SD türüdür.

Tip III SD'de; pilot disoryantasyon olayına ilişkin fiziksel veya duygusal uyarıcıya karşı ezici/bunaltıcı (örneğin etkisizleştiren/saf dışı bırakan) fizyolojik bir reaksiyon/tepki yaşar. Örneğin pilot vestibüler nystagmus nedeniyle 'vestibulo-ocular disorganizasyon' yaşamakta bu sebeple uçuş aletlerini okuyamamakta ve sabit bir dış dünya görüşü elde edilememektedir. Ya da omuz ve kol kaslarını etkileyen güçlü vestibulospinal refleksler nedeniyle uçağı kontrol etmek mümkün olmayabilir. Pilot korku nedeniyle bile inkapasite olup rasyonel karar alamaz duruma gelebilir. Örneğin pilot uçağı kumanda ederken donup kalabilir (freeze-on-the-controls). Tip III SD'nin önemli özelliğı pilot disoryante olduğunun farkındadır fakat birşey yapamamaktadır [8].

Tip I SD olarak sınıflandırılan tanımlanamayan SD türünün gerçekte SD'ye sebep olan ve belirtileri de vestibüler sistem mekanizması nedeniyle pilot tarafından algılanan ile uçuş aletleri tarafından gösterilen mevcut durum arasında yaşanan çatışma olması gerekirken böyle bir çatışma belirtisi olmaması ve pilotun herşey yolundaymış gibi çevrede olup bitenlerin farkında olmaması ya da etrafında gelişen duruma ilişkin farkındalığını kaybetmesi nedeniyle SA kaybına sebep olmaktadır. Yazında genelde CFIT olarak değerlendirilen kazaların bir kısmı bu sebepten kaynaklanmaktadır. Gece veya limitli/kısıtlı görüş şartlarında yeryüzü ve gökyüzü referanslarının karıştırılması nedeniyle uçağın yere çarpması, ya da

arızalı bir sürat saati nedeniyle (statik hattı tıkanmış olan bir sürat saati) irtifa aldıkça süratin artması ve verdikçe süratin azalması şeklinde bir arızayı tespit edememe nedeniyle uçağın stall edilip düşürülmesi, yine uçulan bacaktaki Minimum Sector Altitude ya da Minimum Safe Altitude'a dikkat edilmemesi/bilinmemesi nedeniyle veya bir önceki bacağın daha düşük olan MSA irtifasının yanlışlıkla muhafaza edilerek buluta girilmesi sonucu dağa/araziye çarpılması bu duruma örnek olarak verilebilir.

Denge ve oryantasyon mekanizmaları karmaşık bir yapıya sahiptir ve görsel, vestibüler ve kaslar ile tendonlarda bulunan gerilim reseptörlerini kapsayan çoklu duyuşsal bilgi kaynaklarını kapsamaktadır [53]. Görsel ve vestibüler organlar 3 boyutlu uzayda öncelikli oryantasyon organları olmakla beraber göz bu ikisi arasında baskın olanıdır [8] [53].



Şekil 3.1 SD tipleri [7]

3.1. Görüş Sistemi

Görsel referanslar yerde veya uçuşta, özellikle insan vücudu ve/veya çevre hareket halindeyken, uzaysal uyumun sürdürülmesindeki en önemli duyuşsal

bilgileri sağlar. Ünlü uçucular olan kuşlar bile (bulutlar veya sis nedeniyle) görüşlerini kaybettiklerinde uzaysal uyumlarını sürdürememektedirler. Sadece yarasalar görüşlerinin yerine duyuşsal ekolokasyon yeteneklerini kullanarak görmeden uçabilmektedirler. Dolayısıyla insanoğlunun kısıtlı görüş şartlarında uçarken uzaysal uyumunu sürdürmekte sorun yaşaması sürpriz edici olmamalıdır [54].

3.1.1. Gözün anatomisi

İnsan gözünde yaklaşık 7 milyon adet olarak bulunan conelar ışık enerjisine karşı nispeten daha yüksek bir eşiğe sahiptir. Conelar keskin görsel ayırım ve renkli görüşten sorumludur. Sayıları 100 milyonun üzerinde olan rodler ise ışığa karşı conelardan daha hassas olup alacakaranlık ve gece şartlarında görme kabiliyeti sağlarlar. Cone popülasyonunun maksimum yoğunluğa ulaştığı fovea centralis adı verilen çukur en net görüş keskinliğini sağlar ve merkezi veya foveal görüş için var olan anatomik temeldir. Gözün geri kalan kısmı ise daha düşük görsel keskinlik sağlar ve paracentral ve peripheral görüşe hizmet eder [44].

3.1.2. Merkezi görüş

Fovea görüş olarak da bilinen merkezi görüş nesnelerin tanımlanması ve renklerin algılanmasıyla ilişkilidir. Merkezi görüş, IFR uçuşlarında pilotun beyin tarafından işlenerek oryantasyon bilgisine dönüştürülecek olan gerekli bilgileri uçuş aletlerinden elde etmesini sağlar. VFR uçuşlarda da mesafe, sürat ve derinlik ile ilgili muhakemede bulunabilmesi için (tek ve her iki gözün sağladığı/monocular ve binocular) pilotların dış çevre bilgisini temin etmesine imkan sağlar [54].

Merkezi görüş nesnelerin tanınması ve tanımlanması ile ilişkilidir. Genel olarak 'Ne/What' sorusuna cevap veren merkezi görüş daha ziyade ince detayları ortaya koyar. Merkezi görüş tarafından süreçten geçirilen/işlenen bilgi genel olarak şuurlu/bilinçli/farkında olarak elde edilen bilgidir. Merkezi görüş görsel alanın yaklaşık 30 derecelik merkezi kısmını kullanmakta olup öncelikli amacı kişinin çevresine adaptasyonunu sağlamak olmamasına rağmen, mesafe ve derinlik yargılarından türetilen ve uçuş aletlerini okumayla elde edilen bilinçli oryantasyon algılarına katkıda bulunur [44].

3.1.3. Çevresel görüş

Ambient görüş olarak da bilinen çevresel görüş, (kişinin kendisinin ve etrafındaki çevrenin) hareketinin algılanmasıyla ilişkili olup uzaysal uyumu sürdürebilmek için perifer referans ipuçları sunar. Bu yetenek uzaysal oryantasyonun merkezi görüşten bağımsız olmasını sağlar ve bu durum insanoğlunun okurken nasıl yürüyebildiğini açıklar. Çevresel görüş nedeniyle, kişi hareketsiz bir şekilde ayakta durmasına veya oturmasına rağmen, kişiyi kuşatan çevresinin hareketi kişinin kendisini hareket ediyormuş gibi algılamasına neden olur [54].

Çevresel görüş, uzaysal konumlandırma ve oryantasyona hizmet etmekte olup genel olarak 'Nerede/Where' sorusuna cevap verir. Çevresel/Ambient görüş nispeten kaba/ince olmayan detaylarla ilgilidir. Merkezi görüşün aksine, çevresel görüş tarafından süreçten geçirilen/işlenen bilgi genel olarak şuurlu/bilinçli/farkında olarak elde edilen bilgi değildir [8].

Genel olarak, merkezi görüş algılanan nesneyi bireye göre konumlandırıp oryantasyonu sağlarken, çevresel görüş bireyi algılanan çevreye göre konumlandırarak oryantasyonu sağlar.

3.1.4. Göz-vestibüler sistem geçişi

İnsanlarda ve diğer primatlarda görüş daha çok serebral korteks (beyin zarı) yapısı ve onun işlevine bağlı olarak vestibüler oryantasyon ağırlıklı olarak daha ilkel anatomik yapıları gerektirmektedir. Ancak görsel ve vestibüler oryantasyon süreçleri birbirinden bağımsız değildir. Görsel olarak algılanan hareket bilgisi ve muhtemelen diğer görsel oryantasyon verileri beyin kökündeki vestibüler çekirdeğe ulaşmakta ancak bu görsel ve vestibüler bilgilerin birleştirilmesi büyük ölçüde serebral kortekste gerçekleşmektedir.

Geniculostriate projection sistemi, "parvo" ve "magno" sistem olmak üzere iki bölümden oluşmakta olup, parvo sistemi, görsel alanımızın merkezine yakın konumlanmış olan küçük, yavaş hareket eden renkli nesneleri tespit etmekte daha iyi; magno sistem görsel alanımızın daha geniş alanlarına yayılmış hızlı

hareket eden ve optik olarak daha düşük düzeydeki uyarıcıların işlenmesinde daha etkindir [8].

Parvo sistem beynin görsel tarama, patern tanıma ve görsel nesne hafızası ile ilgili bölümüne girdi de bulunurken; magno sistem hareket bilgisi işlemekte özelleşmiş bölümüne girdi sağlamaktadır. Parvo sistemin girdide bulunduğu serebral korteks alanları hemen hemen hiç vestibüler sistem girdisi almazken magno sistemin girdide bulunduğu bölüm yüksek oranda uzaysal oryantasyonun devam ettirilmesine katkıda bulunduğu inanan vestibüler ve diğer duyuşal girdileri önemli düzeyde almaktadır.

3.2. Vestibüler Sistem

Uzaysal uyuma katkı sağlayan bir diğer sistem vestibüler sistemdir. Uzaysal oryantasyonun sağlanmasında vestibüler sistem fonksiyonunun rolü görüş görüş sistemininki kadar açık olmasa da aşağıdaki üç ana sebepten dolayı oldukça önemlidir:

- Vestibüler sistem görüşün stabil olmasına hizmet eden refleksler için yapısal ve fonksiyonel alt yapıyı sağlar. Aksi takdirde baş ve vücut hareketi retinal imajın bulanıklaşması/flulaşmasıyla sonuçlanacaktır.
- Vestibüler sistem, beceri temelli ve refleksif motor aktivitelerin her ikisinin de otomatik olarak yerine getirilmesini sağlayan oryantasyon bilgisini sağlar.
- Vestibüler sistem, görüşün kaybedildiği durumlarda, uyarılma paterni doğal oluşma limitleri içinde kaldığı sürece makul surette doğru hareket ve pozisyon algısını sağlar [8].

3.2.1. Vestibüler anatomi

Vestibüler uç organları (end-organs) sadece 1.5 cm genişliğinde olup birçok insanın farkedebileceğinden de küçüktür. Bu uç organlar vücuttaki en yoğun kemik olan şakak kemiğinin sert kısmında çok iyi korunacak şekilde konumlanmıştır. Her bir şakak kemiği, içi perilyen (perilymph) adı verilen ve kompozisyon olarak beyin-omurilik sıvısına benzer bir akışkan ile dolu kemik labirenti adı verilen kıvrımlı bir boşluğa sahiptir.

Kemik labirenti üç ana parçadan oluşmakta olup bunlar; koklea (kulak salyangozu), vestibül organ ve yarım daire kanallarıdır. Kemik labirentinin içindeki her bir parça narin/kırılgan, boru şeklinde ve zarımsı olup içi yüksek potasyum konsantrasyonu ile karakterize edilen endolenf (endolymph) sıvısı ile doludur.

Koklea ya da kulak salyangozu akustik enerjiyi nöral bilgiye dönüştürmekte olup duymayla alakalıdır.

Vestibül organ kısmında ise utricle ve saccule adı verilen iki otolit (kulaktaşı) organ bulunmaktadır. Bu iki organ yerçekimi (gravitational) ve eylemsizlik (inertial) kuvvetlerini, özellikle de başın açısal pozisyonu (angular position – tilt) ve doğrusal hareketi (linear motion) bilgilerini uzaysal oryantasyon bilgisine çevirmektedir.

Yarım daire kanalları, eylemsizlik torkunu (inertial torques) başın açısal hareketi bilgisine çevirmektedir. Üç yarım daire kanalı karşılıklı olarak birbirine dik üç düzlemde bulunmakta ve isimlerini bu düzlemlerden almaktadır; anterior vertical ya da superior, posterior vertical ya da posterior ile horizontal ya da lateral yarım daire kanalı.

Yarım daire kanalları her iki ucunda utricle ile temas halinde olup her bir yarım daire kanalı içindeki borunun bir ucu genişleyerek ampulla adı verilen yapıyı oluşturur. Her bir ampulla'nın içerisinde crista ampullaris adı verilen ve sinirsel uyarımları alarak nakleden özelleşmiş epitel hücresi-nöroepitelyum- bulunur. Crista ampullaris'in üzerinde yarım daire borusunu tıkayan ve cupulla adı verilen jelatinöz bir yapı bulunur. Crista ampullarisin kıl hücrelerinin cilia adı verilen tüycükleri cupulanın tabanında bulunmakta olup, yarım daire boruları içerisindeki endolenf ring'inde meydana gelen eylemsizlik torkları cupulayı hareket ettirdiğinde, cilia tüycükleri de buna uygun olarak bükülür ve meydana gelen harekete ilişkin bildirim sürecini başlatır.

Vestibüler duyu sisteminin işlevsel birimi kıl hücrelerdir. Kıl hücreler başa uygulanan uzaysal (spatial) ve şakak kemiğindeki (temporal) mekanik enerji paternlerini nöral bilgiye çevirmektedir [8].

3.2.2. Vestibüler bilgi işleme süreci

Vestibüler uç organları göz önünde alındığında açısal akselerasyonun yarım daire kanalları/boruları için bir fizyolojik uyaran, doğrusal akselerasyon ve yer çekimi kuvvetinin de otolit organlar için fizyolojik uyaran olduğu görülecektir. Bu açıklama vestibüler mekaniğinin ana ilkesidir [8].

İnsan vücudunun çevreye oryantasyonunda değişikliğe neden olan fiziksel olay algılama düzeyinin altında olduğunda bu durum oryantasyon yanılgılarına sebep olur. Yarım daire kanalları için eşik değerlerini algılanabilir dönme hareketiyle sonuçlanabilecek açısal akselerasyon-zaman ürünü/bileşkesi veya açısal hız olarak tanımlamak genel bir uygulamadır. Mulder sabiti olarak bilinen bu ürün, yaklaşık 5 saniye veya daha az bir uyarıcı zamanı boyunca tamamen sabit kalmaktadır. Mulder sabiti olarak kabul edilen algılama eşiği değeri $2.0^{\circ}/\text{saniye}$ 'dir. Bu değer ve üzerinde algılama eşiği geçildiğinden meydana gelen fiziksel aktivite algılanacaktır. Örneğin, yarım saniye (0.5 sn.) boyunca uygulanacak $5^{\circ}/\text{saniye}^2$ 'lik bir açısal akselerasyon, akselerasyon-zaman bileşeni olarak $2.0^{\circ}/\text{saniye}$ 'nin üzerinde olduğundan algılanacaktır. Ancak saniyenin 1/10'luk kısmı boyunca uygulanacak olan $10^{\circ}/\text{saniye}^2$ 'lik akselerasyon açısal hız eşiğinin altında olacağından algılanmayacaktır. Uçuş esnasında ve yapılan yer eğitimlerinde pilotların gözleri kapalıyken $1.0^{\circ}/\text{saniye}$ ve altındaki yatış (roll) oranlarını algılayamadıkları bu değer $2.0^{\circ}/\text{saniye}$ 'nin üzerine çıkarıldığında algıladıkları görülmüştür. Uçuş esnasındaki yunuslama oranı eşik değeri de yaklaşık 1.0 ve $2.0^{\circ}/\text{saniye}$ arasındadır [8].

Otolit organ işlevine ilişkin algılama eşiği, otolit organ doğrusal akselerasyonlara ve yerçekimi ile eylemsizlik kuvvetlerine tepki verdiğinden ve bu bahsedilen olguların da yön ve şiddeti olduğundan, doğal olarak hem açı hem de büyüklük gerektirmektedir. Uygulanan G kuvvetinin yönünde yapılan 1.5° 'lik bir değişim (yapılan deneyler sonucunda) ideal şartlarda algılanabilmektedir. 5 saniyeden daha az bir zaman dilimi için uygulanan doğrusal akselerasyon için algılama eşiği yaklaşık olarak sabit akselerasyon-zaman ürünü ya da doğrusal hız olarak 0.3 ile 0.4 m/saniye civarındadır [8].

Tüm duyu sistemlerinde olduğu gibi vestibüler sistem de süreklilik gösteren (adaptasyon) veya tekrarlanan (alışkanlık) uyarıcılara karşı azalan bir tepki sergilemektedir. Bir havacı açısından önemli olan faktör zamanla ve pratik yaparak (algısal ve motor) doğal vestibüler tepkilerin bastırılabilceğini bilmesidir. Bu yetenek vestibüler belirtileri/işaretleri baskılama (vestibular suppression) olarak adlandırılmaktadır. Vestibüler ipuçlarını baskılama, görüşün baskın olması (visual dominance), potansiyel olarak güçlü vestibüler belirtilerin/işaretlerin varlığına rağmen görsel çevreden uzaysal oryantasyon ipuçlarını elde etme ve kullanmayla yakından ilgilidir. Bu bağlamda fizyolojik eğitim merkezlerinde yapılan eğitimlerin maksadı, vestibüler belirtileri göstermek ve nasıl baskılanacağını anlatarak ve uygulamalı olarak uçuculara öğretmektir.

3.3. Diğer Hareket ve Pozisyon Duyuları

Uzaysal uyumun sağlanmasında görüş sistemi ile vestibüler sistem baskın rol oynamasına rağmen, diğer duyu organlarının da uzaysal oryantasyona katkıları küçümsenmemelidir. Diğer duyu organlarından özellikle önemli olanları, kas, tendon ve eklem alıcıları (reseptörleri) ile deri (kutanöz) dış alıcıları (eksteroreseptör)dır ve vestibüler olmayan konum alıcıları yani proprioseptörler olarak adlandırılırlar. Vestibüler olmayan bu konum alıcılarının uçuş esnasında üretmiş olduğu oryantasyon algısına yönelik bilgiler vestibüler sistemin bilgi işleme sürecinden elde edilenlerin doğruluklarını desteklemekte kullanılır.

Genel olarak bakıldığında insanoğlunun dengesini sağlamaya yarayan sistemlerinden görüş sistemi kaybedildiğinde sahip olunan vestibüler sistem ile vestibüler olmayan konumsal alıcılar (kas, tendon, eklem ve deri reseptörleri) en azından yeryüzünde uzaysal oryantasyonun ve vücut dengesinin (postural equilibrium) sağlanmasına yardımcı olacaktır. Benzer şekilde vestibüler sistem kaybedildiğinde, görme sistemi ve vestibüler olmayan alıcılar yine bu kolaylığı sağlayacaktır. Ancak bu üç denge organının ikisinin olmadığı durumlarda vücut duruş dengesi ve etkin hareket etme kabiliyetine imkan verecek yeterli uzaysal oryantasyon sağlamak imkansızdır.

Kas içciklerinin/liflerinin ve tendon organlarının her ikisinin de ana işlevi miyotatik refleks adı verilen kas gerilme refleksleri için duyuşal temel

hazırlamaktır. Gerçekte miyotatik refleks mekanizması vücut duruş (posture) dengesinin ve hareket kabiliyetinin zeminini oluşturmaktadır. Bazı araştırmacılar, motor aktivitelerin kontrolünün serebral korteksden alt beyin kökü ve spinal kontrol tarafından yerine getirildiğinde, uçuş esnasındaki bazı pilot vertigosu ya da başka bir deyişle spatial disorientation türlerinde kas içişlerinin ve tendon organlarının duysal temel oluşturduğu spinal (belkemiği) reflekslerinin organize modifikasyonunun sekteye uğradığını iddia etmişlerdir. Muhtemelen, uçma kabiliyetinin bozulmasına sebep olan kumandalarda donup kalma (frozen-on-the-controls) şeklindeki disoryantasyon türü yüksek nöral fonksiyonların disorganizasyonu nedeniyle ortaya çıkan primitive/ilkel reflekslerin bir yansımasıdır [8].

Kas içciklerinin/liflerinin ve tendon organlarının motor aktivitelerinin kontrolündeki aşıkır önemine karşın uyarıcılara karşın verdikleri reaksiyonun bilinçli bir derinduyu (proprioseptif) algısıyla sonuçlandığına işaret eden çok az delil vardır. Eklemlerde bulunan alıcılar/reseptörler, bulunulan pozisyon ile ilgili bilinçli bilgi elde etme hususunda kaslardan daha organize olup bunu üç tür alıcı sayesinde gerçekleştirmektedir. Bunlar, tabaka halinde veya kapsüllü kürecik şeklindeki Pacinian uç organı, Ruffini cisimciği ve Golgi cisimciği adı verilen spray-type yapılar ve serbest sinir uçlarıdır. Pacinian cisimciği eklemlerin çabuk hareketine karşın hassas olup hızlı bir şekilde adapte olurken her iki spray-type yapı yavaş eklem hareketlerine ve eklem pozisyonuna uyum sağlar ve bu yavaş hareketleri ve pozisyonu bildirmeye hizmet eder.

Üç tip deri (kutanöz) dışalıcıları (eksteroreseptör) vardır. Bunlar;

1. *Dokunmaya ve basınca reaksiyon gösteren mekanoreseptörler,*
2. *Sıcağa ve soğuğa tepki veren termoreseptörler,*
3. *Ağrı reseptörü olan nosiseptörler.*

Bu kutanöz alıcılardan sadece mekanoreseptörler uzaysal oryantasyona önemli derecede katkı sağlarlar [8]

4. UZAYSAL UYUMSUZLUK YANILGILARI

Yanılğı veya illüzyon yanlış algı demektir. Uzaysal oryantasyon yanılğısı, bir kişinin yeryüzü düzlemine göre pozisyonunu veya doğrusal ya da açısal hareketini yanlış algılamasıdır. Kişinin dengesini ve uzaysal oryantasyonunu sağlayan 3 ana sistem mevcut olup bunlardan görüş sistemi ile vestibüler sistem ana sistemler-ki görüş sistemi baskın olandır-, kaslar, tendonlar ve eklemlerde bulunan diğer duyu sistemleri da başka bir deyişle derin duyu sistemi de destekleyici sistemdir. Uçuş esnasında karşılaşılan yanılğılar bu 3 sistemin bir veya daha fazlasıyla tecrübe edilen hatalı algılardan kaynaklanmakta olup bu yanılğılar görsel yanılğılar ve vestibüler sistem yanılğıları olarak sınıflandırılabilir (Şekil 4.1).

4.1. Görsel Yanılğılar

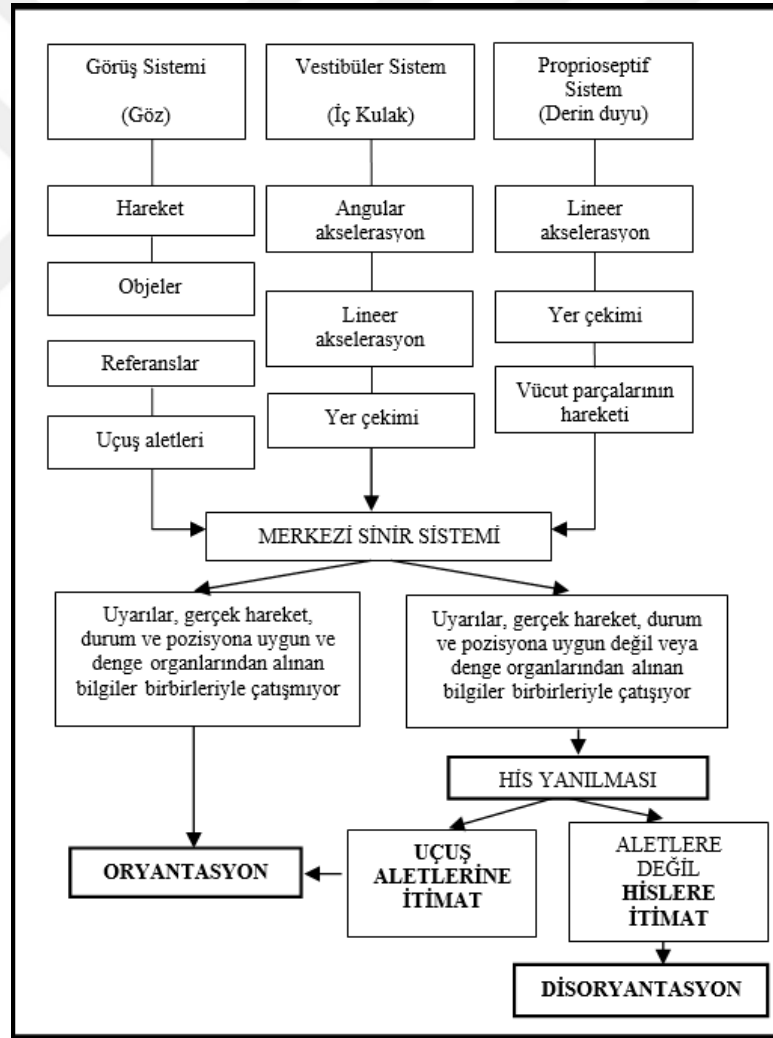
Görsel yanılğılar görme işleminin öncelikli olarak merkezi modu ya da çevresel modundan kaynaklanmasına göre düzenlenebilir. Her ne kadar bu sınıflandırma zorunlu olmasa da görsel oryantasyona ilişkin bilgi işleme sürecinin iki parçadan oluşan doğasının altını çizmeye hizmet edecektir [8].

4.1.1. Merkezi görüş yanılğıları

Yapılan tüm uçuş eğitimlerinin intibak safhasında pilot olacak adaylara uçağı emniyetli bir şekilde kaldırma, uçurma ve indirme becerisi kazandırılmaya çalışılır. Genel olarak adayların ilk yalnız uçuşları öncesinde uçtukları sortilerin son kısımları meydan turu yani iniş/kalkış çalışmalarına ayrılır. İniş kalkış çalışmaları esnasında pilot adaylarına ilk sortilerinde doğru yaklaşma açısıyla piste yaklaşmaları ve bu açıyla yaklaştıklarında pistin nasıl bir görüntüye sahip olacağı gösterilir ve bu eğitim tekrar edilerek (meydan turunda iniş-kalkış çalışması yapılarak) lineer/doğrusal perspektif olarak pist görüntüsünü adayın zihnine işlemesi sağlanır. Birkaç sorti sonra gelişimi ortalama veya üzerinde olan pilotlara kademeli olarak kumanda devriyle iniş yapmaları yani onlara öğretilen yaklaşma açısıyla doğru pist görüntüsünü doğru iniş parametreleriyle elde etmeleri istenir. Bu durumda pilot adayı kendisine öğretildiğı şekilde lineer/doğrusal perspektif olarak zihnine işlemiş olduğı son yaklaşma ve pist görüntüsünü elde etmeye çalışır. Bu görüntüyü elde etme esnasında yapmış olduğı hataları (daha düşük

yaklaşma açısıyla yaklaşma, daha yüksek yaklaşma açısıyla yaklaşma, yüksek kalma, alçağa düşme vb.) kendisine gösterildiği şekilde bertaraf ederek uçağı emniyetli bir şekilde indirmeye çalışır ve bu konuda yeterli ehliyete ulaştığında da yalnız uçmaya başlar. Kısaca tüm pilotlar inişlerini zihinlerine kazınmış bir son yaklaşma görüntüsüyle gerçekleştirmektedir. Bu durum aynı özelliğe sahip pistlere yaklaşırken bir sorun çıkarmayacaktır; ancak pistlerin şekli, büyüklüğü, konumlandırıldığı arazinin durumu vb. özellikler farklılık gösterdiğinde ve bu duruma karşı hazırlıksız olduğunda emniyetsizliklere yol açabilecektir.

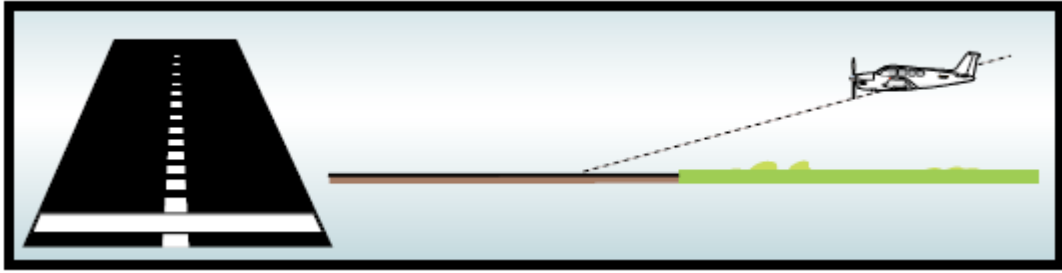
Genel olarak iniş esnasında pilotların daha çok karşılaştıkları ve karşılaşacakları yanlışlar merkezi görüş kaynaklı yanlışlardır.



Şekil 4.1 Oryantasyon/Disoryantasyon döngüsü [55]

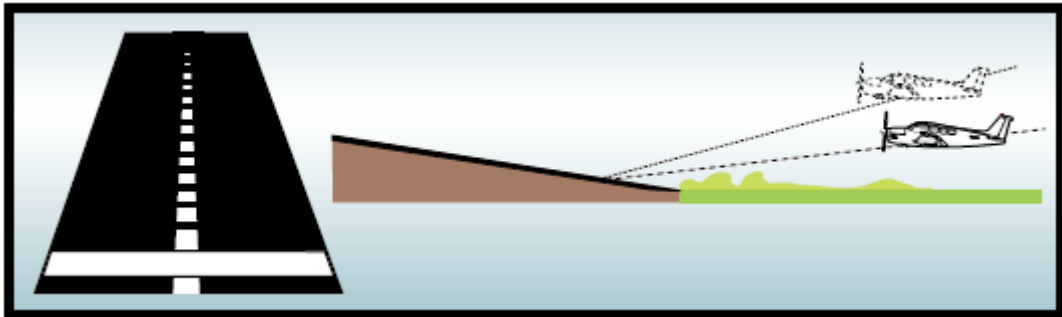
4.1.1.1. Şekil sabitliği

Pist eğimi yanlışları şekil sabitliği algısından kaynaklanan görsel yanlışlardandır. Görsel 4.1’de görülen uçağın, eğimi 0° olan bir piste 3° ’lik bir açıyla yaklaşmaktayken son yaklaşma görüntüsü şeklindeki gibidir. (3° ’lik yaklaşımda her 1 deniz mili mesafede 300 feet kaybedilmektedir. Örneğin deniz seviyesinde bulunan bir piste yaklaşma hattında 3 deniz mili mesafede iken irtifa 900 feet ise son yaklaşımda bu görüntü elde edilecektir)



Görsel 4.1 Normal bir son yaklaşma görüntüsü [56]

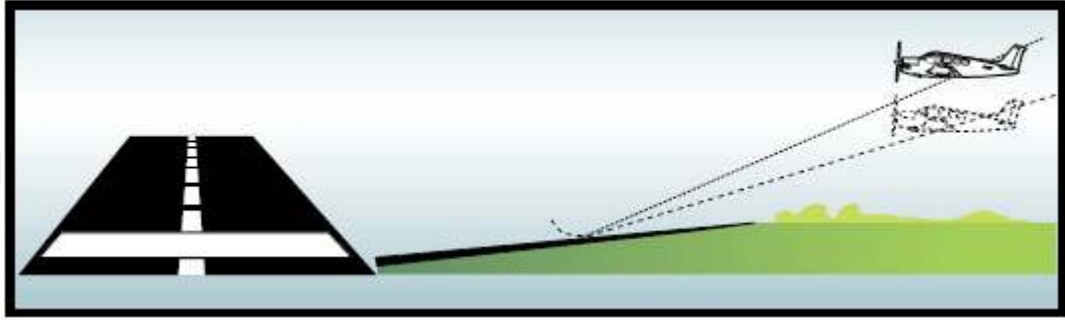
- Görsel 4.2’de görülen hatları belirgin koyu renkli uçağın, eğimi $+1^\circ$ (yukarı) olan bir piste 3° ’lik bir açıyla yaklaşmaktayken son yaklaşma görüntüsü şeklindeki gibidir (Uçak, deniz seviyesinde bulunan bir piste yaklaşma hattında 3 deniz mili mesafede ve irtifası 900 feettir). Bu durumda pilot alışkın olduğu son yaklaşma ve pist görüntüsünden daha dik bir açıyla (3° ’den daha dik bir açıyla) piste yaklaştığını algıladığından yaklaşma esnasında yüksek kalma yanlışına uğrayacaktır. Bu durumda pilot eğimli olan bu piste yapacağı yaklaşmayı zihninde alışkın olduğu pist görüntüsüne uydurarak yapmak için irtifa verecek ve alçağa düşecektir.



Görsel 4.2 Yukarı eğimli bir piste son yaklaşma görüntüsü [56]

- Görsel 4.3’de görülen hatları belirgin koyu renkli uçağın, eğimi -1° (aşağı) olan bir piste 3° ’lik bir açıyla yaklaşmaktayken son yaklaşma görüntüsü şeklindeki

gibidir (Uçak, deniz seviyesinde bulunan bir piste yaklaşma hattında 3 deniz mili mesafede ve irtifası 900 feettir). Bu durumda pilot alışkın olduğu son yaklaşma ve pist görüntüsünden daha düşük bir açıyla (3° 'den daha dik bir açıyla) piste yaklaştığını algıladığından yaklaşma esnasında alçak kalma yanılgısına uğrayacaktır. Bu durumda pilot eğimli olan bu piste yapacağı yaklaşmayı zihninde alışkın olduğu pist görüntüsüne uydurarak yapmak için ya alçalmasını durduracak ya da irtifa alarak yüksek kalacaktır.

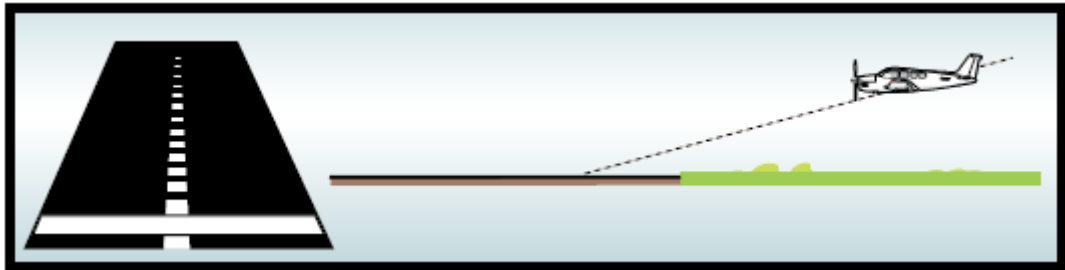


Görsel 4.3 Aşağı eğimli bir piste son yaklaşma görüntüsü [56]

4.1.1.2. Boyut sabitliği

Boyut sabitliği mesafe/irtifa muhakemesinde önemli rol oynar ve merkezi görüş kaynaklı yanılgıların sebep olduğu yanlış ipuçlarının sorumlu olduğu kazaların sıklıkla sorumlusudur. Bu bağlamda pist genişliğine ilişkin yanılgılar özellikle ders verici niteliktedir.

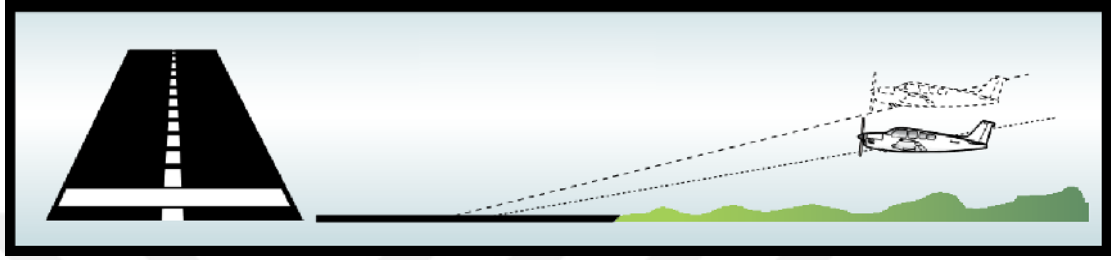
- Görsel 4.4'de görülen uçağın, eğimi 0° olan bir piste 3° 'lik bir açıyla yaklaşıyorlarken son yaklaşma görüntüsü şeklindeki gibidir.



Görsel 4.4 Normal bir son yaklaşma görüntüsü [56]

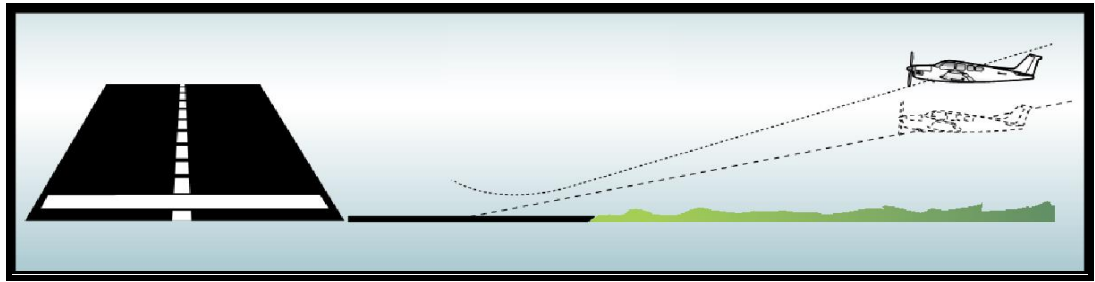
- Görsel 4.5'de görülen uçağın, alışkın olunan pistten daha dar bir piste doğru parametrelerde yaklaşırken (deniz seviyesindeki piste 3 derecelik açıyla

yaklaşırken – 3 deniz milinde irtifa 900 feet iken) son yaklaşma görüntüsü şeklindeki gibi olup boyut sabitliği pilotun pisti olduğundan daha uzakta ve uçağı bulunduğundan daha yüksekte algılamasına neden olacaktır. Bu sebepten dolayı pilot uçağı çok geç palyeye geçirecek ve beklediğinden daha kısa zaman önce piste temas ettirecektir. Bu durum alçak toplamaya ve alçak toplama kaynaklı tehlikeli durumlara yol açacaktır.



Görsel 4.5 Dar bir piste son yaklaşma görüntüsü [55]

- Görsel 4.6’da görülen uçağın, alışkın olunan pistten daha geniş bir piste doğru parametrelerde yaklaşırken son yaklaşma görüntüsü şeklindeki gibi olup boyut sabitliği pilotun pisti olduğundan daha yakında ve uçağı bulunduğundan daha alçakta algılamasına neden olacaktır. Bu sebepten dolayı pilot uçağı erken palyeye geçirecek ve uçağı daha yüksek bir palye seviyesinden piste düşürerek buna bağlı hard landing, crash landing gibi emniyetsiz durumlara yol açabilecektir.



Görsel 4.6 Geniş bir piste son yaklaşma görüntüsü [55]

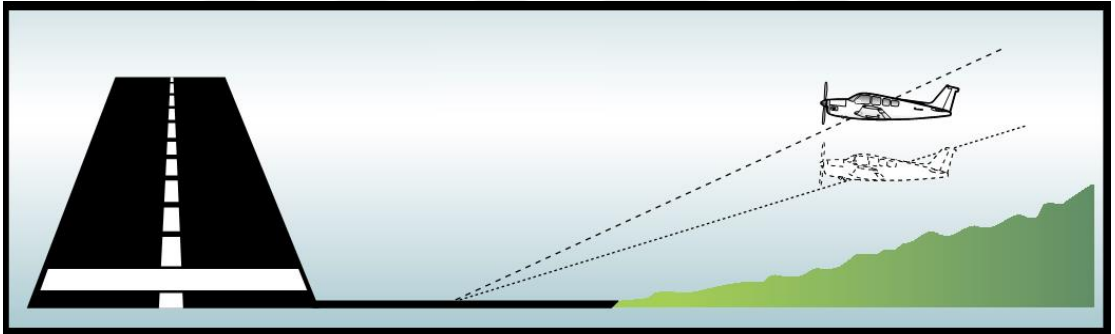
Her iki pist genişliği yanılgısı (dar ve geniş pist), özellikle gece gibi derinlik algısının kısıtlı ve perifer görsel oryantasyon ip uçlarının neredeyse hiç olmadığı şartlarda emniyetsiz durumlara yol açabilir. Pilotlar için gece uçuşlarında genel eğilim uçağı normalden daha yüksekte toplayıp palyeye geçirmektir. Bunun ana nedeni derinlik algısının çok az olmasının yanı sıra kısmen de pist kenar ışıklarının gerçek pist kenarlarından biraz daha dışarı yerleştirilmiş olmaları nedeniyle pisti

gerçeğinden daha geniş ve yakın göstermesidir. Bununla birlikte gece şartlarında daha çok meydana gelen bir problem de pilotların alışkın oldukları pistten daha dar pistlere sahip aşına olmadıkları havalimanlarına vardıklarında piste kısa kalmaları veya çakılmalarıdır [8].

4.1.1.3. Arazi eğimi ve kompozisyonunun neden olduğu görsel yanılgılar

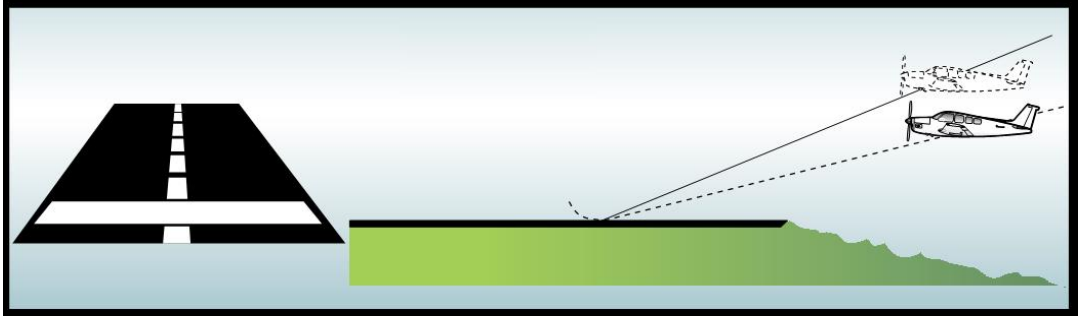
Pist genişliğinin yanısıra yaklaşma hattının üzerinde uzandığı arazinin eğimi ve kompozisyonu/yapısı da pilotun yükseklik muhakemesini etkileyebilir.

- Görsel 4.7’de görüldüğü gibi eğer arazi yaklaşma yapılan pist başına doğru alçalıyorsa, pilot yapılan yaklaşma boyunca yeryüzüne kendisini yakın hissedeceğinden yeryüzünden uzaklaşıp alışkın olduğu görüntüyü elde etmek için alçalışını azaltacak veya durduracaktır. Bunun sonucunda ise iniş yaparken pist başına -düz olan arazi yapısına göre- daha dik bir açıyla/derin varyoyla alçalma yapacaktır.



Görsel 4.7 Alçalan arazi üzerinde son yaklaşma görüntüsü [55]

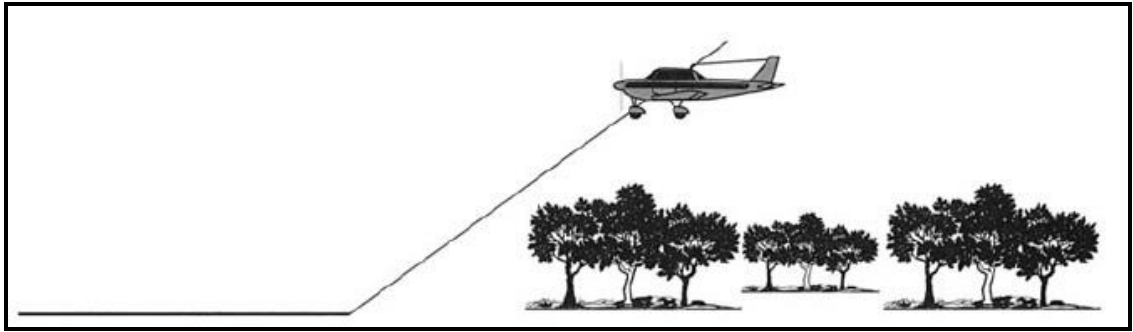
- Görsel 4.8’de görüldüğü gibi eğer arazi yaklaşma yapılan pist başına doğru yükseliyorsa, pilot yapılan yaklaşma boyunca yeryüzüne kendisini uzak hissedeceğinden irtifa vererek yeryüzüne yaklaşıp alışkın olduğu görüntüyü elde etmek için alçalış yapacaktır. Bunun sonucunda ise iniş yaparken alçağa düşecek ve daha düşük bir alçalış derecesi ve varyoyla uzun oturuşlu bir iniş gerçekleştirecektir. Pistin ıslak olduğu veya uçağın ağır olduğu durumlarda ya da istenmediği halde normalin üzerinde bir süratte son yaklaşma yapıldığı durumlarda durma mesafesi kritik olacak ve istenmeyen kazalar meydana gelebilecektir.



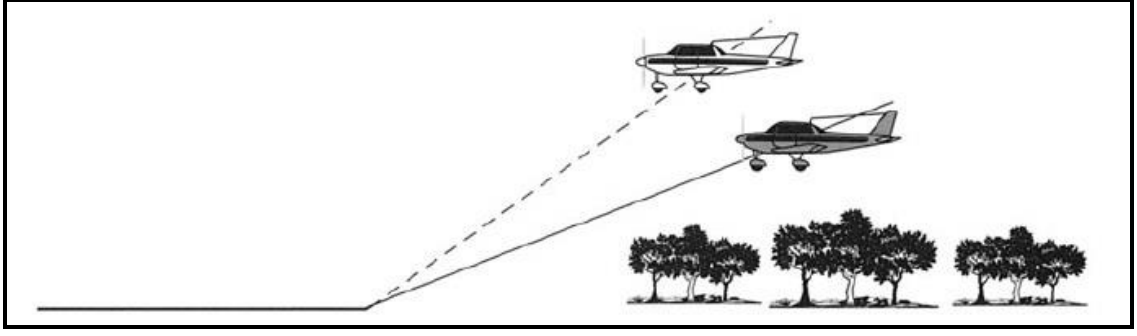
Görsel 4.8 Yükselen arazi üzerinde son yaklaşma görüntüsü [55]

- Merkezi görüş ve boyut sabitliği faktörü, pilotların zaman zaman aşına olmadıkları kompozisyonuna sahip arazi üzerinde uçarlerken yanlış mesafe ve yükseklik muhakemelerinde bulunmalarından sorumludurlar.

Örneğin; birçok Amerikan Hava Üssü'nün bulunduğu Amerika'nın kuzey batısında Bering Denizi'ni sınırlayan Aleut Adaları'nda yapraklarını dökmeyen ve hep yeşil kalan çam gibi ağaçların boyunun pilotların alışkın olduğu çam ağaçlarının boyuna nazaran oldukça bodur olmasının iniş esnasında yaklaşma hattı yüksekliği tahmininde muhakeme hatasına sebep olduğu pilotlar tarafından rapor edilmiştir [8]. Böyle bir senaryoda pilotlar ağaçlık araziye göz önünde bulundurarak ağaçlara göre aşına oldukları yükseklikte uçtuklarında (Görsel 4.9) gerçekte olmaları gerekenden daha alçak bir irtifada uçmuş olacaktırlar (Görsel 4.10). Bu durumu -alçağa düştüklerini- ancak inişe yaklaşırken fark edip uzun palye ve oturuşla sonuçlanacak bir iniş gerçekleştireceklerdir.



Görsel 4.9 Alışılan boydaki ağaç kompozisyonu üzerindeki son yaklaşma hattı [17]



Görsel 4.10 Alışıldan kısa boydaki ağaç kompozisyonu üzerindeki son yaklaşma hattı [17]

Bu örneği geliştirmek mümkündür. Örneğin yaklaşma hattında bulunan binalara göre daha yüksek binalara sahip -özellikle de aşına olunmayan- başka bir havalimanına yaklaşma yapılırken bu binalara olan yükseklik ve mesafe alışkın olunana göre daha yakın olacağından yapılan yaklaşma ve iniş bu yanlış algılamadan etkilenecektir. Pilot alçak bir yaklaşma yaptığı fikrine kapılıp alçalışı azaltacak veya durduracak, ardından da daha dik/derin bir yaklaşma açısı ve varyoyla alçalış ve iniş gerçekleştirmeye çalışacaktır [8].

4.1.1.4. Hava perspektifinin neden olduğu görsel yanılgılar

Hava perspektifi/görüşü de pilotun yanılgısında rol oynayabilir. Gündüz şartlarında sis veya pus, görsel ayırdetme niteliğinin kaybolmasının sonucu olarak pistin olduğundan daha uzakta görülmesine neden olabilir. Gece şartlarında, pist ve yaklaşma ışıkları sisli veya yağmurlu havalarda açık havadakinden daha az parlak görüldüğünden daha uzaktarmış yanılgısına sebep olabilirler. Bir tarafı daha parlak olan pist kenar ışıklarının bile pilotun yatış yapıyormuş yanılgısına uğramasına sebebiyet verdiği rapor edilmiştir. Örneğin pistin sağ tarafındaki ışıklar soldakilerden daha parlak ise pilot sağa yatıyormuş yanılgısına maruz kalabilir. Bu tip bir diğer tehlikeli yanılgı türü ise özellikle gece şartlarında yapılan yaklaşma esnasında sıg sis veya pus durumunda iniş için yapılan yaklaşımda meydana gelebilir. Bu ve benzeri şartlarda dikey görüş ufki görüşten çok daha iyi olduğundan sisin içine yapılan alçalış daha uzakta bulunan yaklaşma ve pist ışıklarının parlaklığı/şiddetinin azalmasına ve aynı zamanda perifer görsel ipuçlarının aniden sis nedeniyle kesilmesine neden olur. Sonuç; uçak burnunun kalktığı yanılgısı ile beraber pilot tarafından verilecek olan burun aşağı düzeltme kumandası tehlikesidir.

Bu yanılğı türüne Hahn Hava Üssü/Almanya'da yaşanan kaza örnek verilebilir. Bir F-16 uçağı gece uçuşunda iniş esnasında iniş ışığı kulesine/direğine çarmıştır. Uçak gece yağın yağmur nedeniyle alçağa düşmüş ve pist eşiğinin 40 feet kısına inmiştir. Sol ana iniş takımı lastiğinin parçalanması sonucu uçak pist üzerinde kayarak durmuş ve pilot yara almadan uçağı terketmiştir [57].

4.1.1.5. Odak görüş ipucu eksikliğinin neden olduğı görsel yanılğılar

Yaklaşma ve iniş esnasında yeterli odak görüşü oryantasyon ipucu eksikliğinin yarattığı yanılğılara sebep olan iki durum vardır ki bunlar: dalgasız/düz su yüzeyi (veya camı su yüzeyi-glassy water) ve karla kaplı (snow covered) hat boyunca yapılan yaklaşımadır.

Deniz uçağında pilotun yükseklik algısı altta bulunan su yüzeyi dalgasız ve düz olduğunda önemli ölçüde azalmakta ve sekteye uğramaktadır. Bu sebepten dolayı bir deniz uçağı pilotu iniş esnasında deniz durgun ve yüzeyi pürüzsüzse uçağı palyeye geçirip indirmektense her zaman emniyetli bir alçalış oranı ayarlayarak uçağın suya temas etmesini tercih eder.

Yere ve pist üzerine yeni yağmış taze kar örtüsü de pilotun yerden yüksekliğine ilişkin tahmininde bulunmasına yardımcı bulunacak görsel ipuçlarını elinden aldığından iniş için yaklaşmayı oldukça zor hale getirir.

4.1.2. Çevresel görüş yanılğıları

4.1.2.1. Çevresel görüş ipucu eksikliğinin neden olduğı görsel yanılğılar

Pilotlar açısından kaydadeğer ölçüde zorluk yaratan iki piste yaklaşma durumu vardır ki bunlar başarılı bir yaklaşma ve iniş için hem merkezi/focal hem de çevresel/ambient görüş ipuçlarını gerektirmesine rağmen sadece merkezi/focal görüş ipuçlarının olduğu durumlardır. Bu durumlar karadelik (black-hole) ve white-out yaklaşımlarıdır.

4.1.2.1.1. Kara delik yaklaşması

Görsel Uzaysal Uyumsuzluk (Visual Spatial Disorientation)'un spesifik bir türü olan 'Karadelik yanılğısı' (Black Hole Illusion-BHI) ışıklandırılmış pisti çevreleyen araziye ilişkin görsel ipuçlarının olmadığı durumlarda gece inmek için yapılan

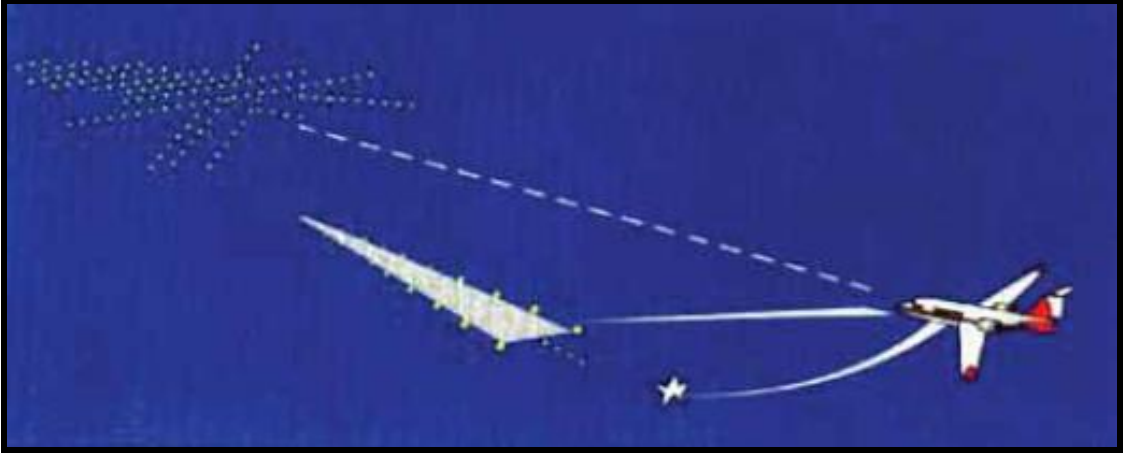
yaklaşma esnasında ortaya çıkar. Pilotlar çok sık olarak bu zayıf görüş şartlarında kendilerine güvenerek yaklaştırmaya devam ederler. Bu şartlar altında Karadelik yanılgısı uçuş yolunu olduğundan daha yüksek tahmin etmelerine ve uygun olmayan derin bir alçalış yapmalarına sebep olur. Sonuç, mania kleransı için gerekli olan doğru uçuş yolunun altında yapılan alçak bir yaklaşımdır [58][59].

Kara delik yaklaşması karanlık (ay ve yıldızların olmadığı) bir gecede inilecek piste doğru uzanan ve ufuk hattının ayırdedilemediği su veya ışıksız arazi üzerinde yapılan bir yaklaşımdır. Bu şartlarda en kötü olan durum ise sadece pist ışıklarının görülebildiği durumdur. Uçağı yeryüzüne göre yönlendirmeye yardım eden perifer görsel ipuçları olmadan pilot uçağın stabil ve olması gerektiği yerde olduğunu ancak pistin kendi kendine dolanıp durduğunu veya pistin hatalı konumlandırıldığını (örneğin aşağı eğimli) hissetme eğilimine sahiptir. Bu tür yanılgılar kara delik yaklaşmasını zor ve tehlikeli yapmakta ve genellikle pistin kisasına inmekle sonuçlanır [8].



Görsel 4.11 Kara delik yaklaşması [55]

Özellikle kara delik yaklaşmasının tehlikeli olan bir türü pist ve pistin (yaklaşma yönünün aksi tarafındaki) ötesindeki yükselen arazi üzerinde bulunan şehrin ışıkları hariç yeryüzünün tamamen karanlık olduğu şartlardır. Bu şartlar altında pilot uzakta bulunan şehir ışıklarına göre sabit bir dikey görsel açıyı muhafaza etmeye çalışır ve bu durumda uçak piste doğru yaklaştıkça arzu edilen yaklaşma hattının çok altında kavis çizer (Görsel 4.12). Pilotun baskın olan şehir ışıklarına göre daha zayıf kalan pist ışıklarının şiddetinden dolayı kendini yüksek hissedip uçağı bastırması ve normalden daha alçak bir yaklaşma yapması bu duruma ışık tutan alternatif bir açıklama olarak kabul edilebilir.



Görsel 4.12 Kara delik yaklaşması [55]

4.1.2.1.2. White-out yaklaşması

White-out şartlarında yapılan bir yaklaşma da esasen aynı sebepten yani yeterli çevresel/ambient görüş oryantasyon ipuçları eksikliği nedeniyle kara delik yaklaşması kadar zor olabilir. Gerçekte iki tip white-out vardır: Atmosferik white-out ve savrulan kar (kar tipisi) white-out'u.

Atmosferik white-out'ta karla kaplı olan yeryüzü, 8/8 (overcast) beyaz bulutla kaplı gökyüzüyle birleşerek yeryüzündeki dokusal ipuçlarının kaybolduğu ve ufuk hattının ayırtedilemediği bir duruma sebep olur. Atmosferik white-out'ta görüş ile ilgili bir kısıtlama olmamasına rağmen, gerçekte pist ve pist işaretleri haricinde görececek birşey yoktur. Bu şartlar altında yapılan bir yaklaşma, yukardaki sebepten dolayı uzaysal uyumsuzluk (SD) ve dikkatsizlikten kaynaklanan yer temaslarını önlemek için irtifa göstergesi ve durum cayrosu dikkatli bir gözetim altında tutularak yapılmalıdır/tamamlanmalıdır [60].

Kar tipisi (savrulan kar) white-out'unda görüş savrulan kar taneleri nedeniyle esaslı bir şekilde kısıtlanmakta olup bu kar taneleri etkilenen hava aracının pervane veya rotorunun yarattığı akım nedeniyle savrulur. Özellikle karla kaplı yüzeylere yapılan helikopter inişleri kar tipisi white-out'una sebep olabilir. Helikopter pilotu ani bir şekilde ortaya çıkan rotor kaynaklı white-out durumunda genel olarak yerle göz temasını sürdürmeye çalışırken bir tarafa doğru farkında olmadan kayış (unrecognized drift) yapar ve kısa bir süre sonra helikopterin devrilmesine/takla atmasına sebep olacak yeterli bir yanal hareketle (lateral

motion) yere temas eder. Pilotlar white-out'un meydana gelebileceği yerlerde uçarken white-out yaklaşımlarının içerdiği tehlikelerin ve disoryantasyonun genellikle ani/beklenmedik bir şekilde alet uçuş şartlarından daha ziyade görsel uçuş şartlarında ortaya çıktığının farkında olmalıdır.

Kar tipisi white-out'una benzer bir diğer durum ise kum tipisi veya savrulan kumdur (brown-out). Bu durum daha çok kumla kaplı alanlarla çöl arazilerine yapılan inişlerde pervane ve rotor etkisiyle uçuşan kumların pilot görüşünü kapatmasıyla oluşur ve yaşananlar kar tipisi (savrulan kar) white-out'u fenomeniyle aynıdır (Görsel 4.13) [8].



Görsel 4.13 Brown-out şartlarında iniş/kalkış [55]

4.1.2.1.3. Dip yanılgısı

Pilotların farkında olması gereken diğer bir yanılgı türü de “dip illusion” yani “aşağıya doğru meyil/alçalma” yanılgısıdır. Bu yanılgı türü, gece uçuş şartlarında bir uçak diğer uçağın trail'inde uçarken meydana gelebilir. Lider uçağın yaratmış olduğu “wake turbulence”dan kaçınmak ve aynı zamanda lider uçağı gözden kaybetmemek için trail'de uçan uçak lider uçağın sabit ama küçük bir açıyla altında uçar ve bunu sağlamak için de lider uçağı kendi windscreeninde uygun bir yerde tutar. Bu pozisyonda iken, trail'de uçan uçağa lider uçak tarafından 5 deniz mili mesafede uçuşu talimatı verildiğinde lider uçağın altında uçulan her 1°'lik açı, trailde olan uçağın lider uçağın uçuğu irtifanın yaklaşık 500 feet altında uçuşu anlamına gelecektir (1°'lik açı 60 deniz millik mesafede yaklaşık 1 deniz miline/6000 feete, 5 deniz millik mesafede 500 feete tekabül eder). Eğer trailde olan uçak lider uçağın 2° altında uçarsa bu irtifa farkı yaklaşık olarak 1000 feet olacaktır. Daha kötü bir senaryo olan traildeki uçağın 5 deniz mili mesafede iken

iniş hazırlıkları yapmak için sürat düşürmesi durumunda AOA ile yunuslama açısı artacak ve traildeki uçak lider uçağı windscreeninde aynı noktada tutmaya devam ettiği sürece iki uçak arasındaki irtifa farkı oldukça artacaktır. Çevresel görüş ipuçlarının olmadığı durumda pilot uçuş aletlerini monitor etmeden büyük irtifa kayıplarını farkedemeyecek ve farkında olmadan uçulması gereken uçuş hattının çok altına alçalacaktır. Bu yanılmanın özellikle gece alçak irtifa uçuşlarında ve iniş hazırlıklarının yapıldığı alçak irtifada oldukça tehlikeli hatta ölümcül olaylara sebebiyet vereceği oldukça açıktır. Bu sebepten dolayı kol uçuşlarında pozisyonun ne olduğuna bakılmaksızın numara konumunda uçan pilotların en az lider uçak seviyesinde ve mümkünse -ilgili kol uçuş şeklinin müsaade ettiği sınırlar çerçevesinde- bir miktar üzerinde uçmasının istenmesi ölümcül kazalara sebebiyet verebilecek bu tehlikeli durumu bertaraf edecektir.

Bu yanılğı türüne örnek olarak Tysford/Norveç'te yaşanan, fiyord katederken üç yüksek gerilim hattından ikisine çarpıp ardından yere çakılan F-16 kazası örnek verilebilir. Norveç Kraliyet Hava Kuvvetlerine ait üçlü kolun bir elemanı olan ve kazaya karışan uçak güç kablolarına çarptığında kol elemanının biraz altında ve önünde uçmaktadır. Güç kablolarından biri pito tüpünün hemen üst kısmına çarparak radomu sıyırmış ve kanopiye, HUD'ı ve rudderın üstten 50 santimetrelilik kısmını tıraşlamıştır. Maalesef pilot çarpma esnasında hemen hayatını kaybetmiş, uçak ise düşük bir açıyla alçalışına devam ederek enkaz parçaları 2 ila 5 kilometrelik alana yayılacak şekilde dik bir açıyla dağın yamacına vurmuştur. Kaza sonrasında pilotun kablolarına çarpma esnasında yana baktığı ve hiçbir şeyin farkında olmadığı belirlenmiş ve kaza pilot hatası olarak değerlendirilmiştir [61].

4.1.2.2. Otokinezis yanılğısı

Çevresel görüş oryantasyon ipuçlarının minimum olduğu şartlarda meydana gelen bir diğer kafa karıştırıcı yanılğı türü de görsel otokinezistir. Otokinezisin meydana gelmesi için karanlık bir arka planda görülen küçük ve mat bir ışık ideal bir uyarıcıdır. Görsel olarak ışığa fiks olduktan 6 ile 12 saniye sonra, fiks olunan nesne görünürde az bir yer değiştirmesine rağmen, kişi ışık kaynağının belirli bir istikamette veya peşpeşe belirli istikametlerde 20°/saniye ile hareket ettiğini gözlemleyebilir. Genel olarak nesneler ne kadar büyük ve parlak olursa otokinezis

etkisi o derece az olacaktır. Görsel otokinezis yanılığının altında yatan fizyolojik mekanizma tamamen anlaşılamamış olmakla beraber, bu mekanizma ne olursa olsun görsel otokinezis pilotlar açısından öneme sahip bir fenomendir.

Gece şartlarında bir yıldız ya da sabit bir yer ışığına fikslenen, otokinezis nedeniyle bu ışık kaynağını hareket ediyormuş gibi algılayıp yanlışlıkla diğer uçak olarak değerlendiren ve önlemeye çalışan veya koluna gitmeye çalışan birçok pilot anekdotu mevcuttur. Bu yanılığın başka bir nahoş etkisi de pilot başka bir uçağın kolunda uçarken kendisine göre stabil olan lider/diğer uçağın gerçekte olmamasına rağmen kararsızca hareketler yaptığını algılaması neticesinde ortaya çıkar. Yanılığa uğramış olan pilotun hedef uçağın yaptığını algıladığı ve düşündüğü hareketlere uymak için verdiği gereksiz ve istenmeyen kumanda girdileri en iyi ihtimalle artan işyükü ve boşa yapılan manevralara en kötü ihtimalle de göreve yönelik tehlikelere sebebiyet verir.

Gece uçuşları esnasında sıklıkla ortaya çıkması muhtemel olan bu yanılıyla başedebilmek için aşağıdaki hususlar önerilmektedir:

1. Işık kaynağına uzun süre bakarak fiks olmaktan kaçınmak için pilot sık sık bakışını değiştirmelidir,
2. Pilot, kanopi yayı gibi nispeten sabit yapıları referans alarak, hedefin kenarına, üzerine veya doğrudan hedefe bakmalıdır,
3. Pilot yanılığdan kurtulmak için göz, baş ve vücut hareketleri yapmalıdır (ancak yapılan baş hareketleri başka SD problemleri yaratmamalıdır),
4. Her zaman olduğu gibi pilot algısal çatışmayı önlemek veya ortadan kaldırmak amacıyla uçuş aletlerini çapraz kontrole almalıdır.

Uçakların birden fazla ışıkla donatılması (sağ kanatta yeşil renkli, sol kanatta kırmızı renkli seyrüsefer lambaları ile çakan beacon lambaları) uçakların tanınabilirliğini artırarak otokinezis ile ilgili problemlerin azaltılmasına yönelik birkaç önlem olarak değerlendirilebilir.

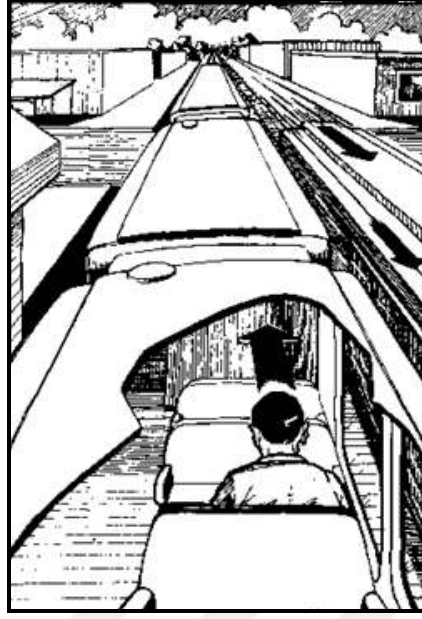
Bu yanılığ türüne pilotun ölümüyle sonuçlanan Utah Test ve Eğitim Sahasında meydana gelen F-16 uçağının yere çarpma kazası örnek verilebilir. Pilot kazara bir

tren lokomotifinin yanıp sönen ışığını kendi lider uçağının strobe ışığı olarak algılamış ve radar kilitsiz olarak kola yanaşma çabası yere çarpmayla sonuçlanmıştır [62].

4.1.2.3. Veksiyon yanılgıları

Şimdiye kadar bahsedilen görsel yanılgılar çevresel görüş kanalıyla yeterli oryantasyon ipuçlarının elde edilemediği ya da güçlü bir şekilde elde edilse bile merkezi/odak görüş ile elde edilen oryantasyon ipuçlarının yanlış olduğu durumlarda merkezi/odak görüş üzerine yüklenen oryantasyon işlem ihtiyaçlarının (orientation-processing demands) haddinden fazla olması nedeniyle ortaya çıkan yanılgılardır. Bununla birlikte görsel çevreden elde edilen oryantasyon ipuçlarının yanlış yönlendirici olduğu veya yanlış yorumlandığı her durumda çevresel/ambient görüş kendi başına oryantasyon yanılgısı yaratabilir. Muhtemelen bu tarz yanılgıların en zorlayıcı olanı veksiyon yanılgılarıdır. Veksiyon, görsel olarak tetiklenen (hareket etmememize rağmen) çevreye göre hareket ediliyormuş (self-motion) şeklinde oluşan algıdır. Veksiyon doğrusal bir self-motion algısı olduğunda doğrusal veksiyon, açısal bir self-motion algısı olduğunda ise açısal veksiyon olarak adlandırılır.

Otomobil kullanan hemen hemen herkes çok yaygın olan bir doğrusal veksiyon yanılgısını yaşamıştır. Kırmızı ışıktaki bekleme esnasında yan şeritteki geniş ve muhtemelen hareketsiz duran araç yavaş yavaş ileri doğru hareket ederken içinde bulunulan aracın yavaş yavaş geriye kaydığı yanılgısı hızlı ama sürpriz bir şekilde etkisizce frenlere basılmasına sebep olacaktır. Benzer şekilde durmuş bir trenin içerisinde oturan bir kişi yandaki tren hareket etmeye başlayınca güçlü bir şekilde kendi içinde bulunduğu trenin aksi yönde hareket ettiği duygusuna kapılabilir (Görsel 4-14). Doğrusal veksiyon yanılgısı, bu yanılgıya uğrayan pilot elemanı olduğu koldaki diğer uçağın mı yoksa kendi uçtuğu uçağın mı algıladığı göreceli hareketin sorumlusu olduğuna hiçbir zaman emin olamayacağından, yakın kol uçuşunu oldukça zorlu hale getiren faktörlerden biridir [7] [8].



Görsel 4.14 Doğrusal veksiyon yanılgısı [7] [8]

Açısal veksiyon perifer görüş ipuçları kişinin döndüğüne dair bilgi aktardığında meydana gelir. Algılanan dönme hareketi pitch, roll, yaw veya diğer herhangi bir düzlemde olabilir. Açısal veksiyon yanılgıları günlük yaşamda çok yaygın olmamakla beraber laboratuvar ortamında dönen bir çizgi desenli tambura içerisine sabit bir özne yerleştirilerek hali hazırda yaratılabilir. Genellikle görsel hareket başladıktan yaklaşık 10 saniye sonra tamburanın içerisine konulmuş olan kişi çizgili tamburadan daha ziyade kendisinin döndüğünü algılamaya başlar. Uçuş esnasında pilot bulut veya sis içerisindeyken dönen anti-collision ışığının çalışır halde bırakıldığı durumlarda açısal veksiyon yanılgısına uğrayabilir. Dönen anti-collision ışığı yansıması yaw ekseninde dönüş yapıldığına işaret eden güçlü bir çevresel/ambient görüş uyarıcısına sebep olur.

Veksiyon yanılgılarının diğer bir türü de veksiyon yaratan görsel efektleriyle ünlü popüler sinema filmi Star Wars'dan adını alan 'Star Wars-Yıldız Savaşları' etkisidir. Bu fenomen, bombeli/kavisli savaş uçağı kanopisinde yeryüzü ışıklarının hareket eden doğrusal ve açısal yansımalarından kaynaklanır ve pilotta uçağın gerçek hareketleriyle çatışma içerisinde olan rahatsız edici hareketlerin hissedilmesine sebep olur.

Neyse ki veksiyon yanılgıları tamamen kötü değildir. En gelişmiş uçuş simülatörleri uçuş hislerini yaratmak için doğrusal ve açısal veksiyon yanılgılarını

kullanırlar. Görsel uçuş çevresi simülatörlerde geniş bir görüş alanı ve sonsuzluk optiğiyle dinamik olarak resmedilirken, gerçek uçuş hissi genellikle ilave mekanik harekete ihtiyaç duyulmadan bile çok güçlü ve etkilidir (ancak mekanik olarak yaratılan hareket kaynaklı ipuçları simülasyon doğruluk derecesini artırmaktadır) [8].

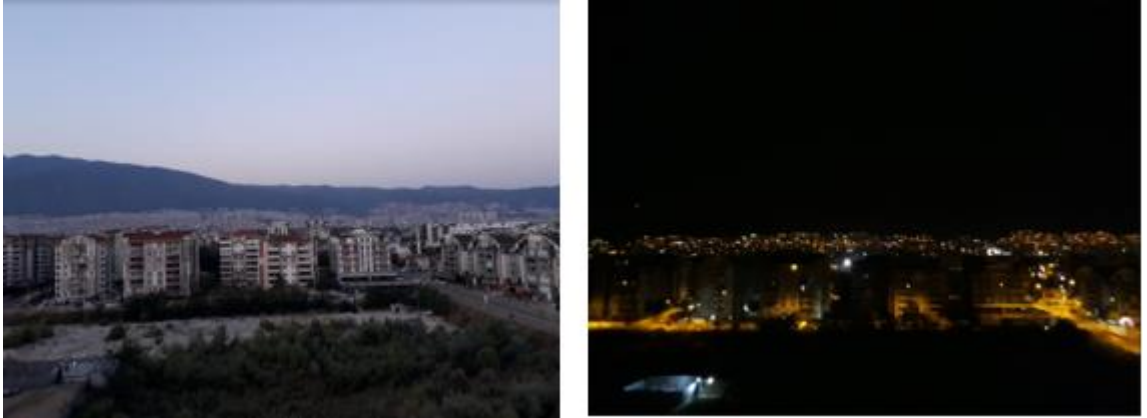
4.1.2.4. Yanlış ufuk hattı ve yüzey düzlemi yanılgıları

Bazen çevresel/ambient görüş ile algılanan ufuk hattı gerçek ufuk hattı olmayabilir. Doğal olarak bu yanlış ufuk hattı algılaması uçuş için tehlikeler yaratacaktır. Örneğin eğimli bir bulut üst kısmı, pilotun perifer görüş alanı boyunca uzak mesafelere kadar uzanıyorsa eğimli olmasına rağmen kolaylıkla ufki veya ufuk hattı olarak algılanacaktır. Düzgün eğimli bir arazi parçası, özellikle de yukarı eğimli arazi parçası, pilot tarafından ufki olarak veya ufuk hattı olarak algılandığında felaketle biten sonuçlara sebep olacaktır. Gece şartlarında eğimli bir arazi üzerinde bulunan şehir ışıkları pilotta yanlış bir etki bırakarak şehir ışıklarının oluşturduğu (uzamış) düzlemi ufuk hattı olarak algılamasına sebep olabilir (Görsel 4.15). Uzakta meydana gelen bir sağanak yağış, gerçek ufuk hattını belirsizleştirerek yağış tabanında (yanlış) ufuk hattı izlenimi yaratabilir. Eğer sağanak yağış iniş için yaklaşma yapılırken pistin hemen ötesinde görülüyorsa pilot uçağın yunuslama durumunu (pitch attitude) yanlış değerlendirebilir ve yaklaşma esnasında uygun olmayan yunuslama düzeltmeleri yapabilir.

Pilotlar özellikle gece uçarlarken ufuk hattını yanlış olarak algılamaya eğilimlidirler. İzole olmuş (ışık topluluğundan uzak) yer ışıkları pilotlar tarafından yıldız olarak değerlendirilebilmekte ve burun yukarı (nose-high) veya bir kanat aşağıda (one-wing-low) durum algısı yaratabilmektedir. Bu şekilde yanlış bir izlenim ve algı altında yapılan uçuş tabii ki ölümcül olacaktır. Sıklıkla gökyüzünün kapalı olduğu durumlarda yıldız görülmemektedir. Alttaki arazinin ışısız olan kesimleri bu kapalı gökyüzünün yarattığı karanlıkla birleşince ışısız olan arazi parçası gökyüzünün bir parçası olarak algılanmaktadır. Görsel olarak gece gökyüzünden ayırt edilemeyen okyanus veya geniş su parçaları üzerinden yapılan kalkışlar oldukça tehlikelidir. Bu şartlar altında kalkış yapan birçok pilot altlarında kalan kıyı şeridini (çizgisini) yanlışlıkla ufuk hattı olarak algılamışlar ve bu

pilotlardan bazıları da bu yanlış algıya felaketle sonuçlanan burun aşağı kumanda girdilerinde bulunarak reaksiyon göstermişlerdir.

Yüksek irtifada düz uçulan düzleme göre ufuk hattının konumu birçok pilotun alışkın olduğu alçak irtifa düz uçuş düzlemindeki ufuk hattına nazaran daha aşağıdadır. Bu durum yüksek irtifada uçan pilotlara zaman zaman uçağın yunuslamasını kontrol etmekte zorluklar yaşatabilmektedir. Yüksek irtifadaki ufuk hattının uçağın uçtuğu ufki düzlemin kaç derece altında olduğunu bulmak için uçulan irtifayı kilometreye çevirip karekökünü almak makul bir tahmin olacaktır. Örneğin 49.000 feet (yaklaşık 15 km) irtifada uçan bir uçak için ufuk hattı düz uçuş hattının yaklaşık 4 derece altında olacaktır (ya da düz uçuş hattı ufuk hattının yaklaşık 4 derece üzerinde olacaktır). Bu durumda pilot ufuk hattına göre (alışkın olduğundan farklı olarak) düz uçuşına rağmen 4 derece burun yukarı uçuyormuş yanlış algısına sahip olabilecektir [7] [8].



Görsel 4.15 Gece yanlış ufuk hattı algısı

4.2. Vestibüler Yanılgılar

Yeterli çevresel görüş uyum ipuçlarının yokluğunda, vestibüler sistem ve oryantasyonu sağlayan diğer duyuların yetersizlikleri uyumsal yanılgılarla sonuçlanabilir. Vestibüler yanılgıları vestibüler sistemin iki bileşeni olan yarım daire kanalları ile otolit organ üzerinden ele almak uygun olacaktır.

4.2.1. Somatogyral yanılğı

Somatogyral yanılğı mevcut bir dönme hareketinin büyüklüğünü ve yönünü yanlış anlamadan kaynaklanan yanlış hisdir. Somatogyral yanılğı esas itibarıyla yarım daire kanallarının uzamış olan bir dönme hareketini, örneğin uzamış bir açısal hızı, tam anlamıyla takip edememesinden kaynaklanmaktadır. Bir kişi yaw eksenini etrafında açısal akselerasyona maruz kaldığında, cupula-endolenf sistemi dinamikleri başlangıçta, algılama eşiğinin üzerinde olan bu durumun tam anlamıyla algılanmasını sağlar. Eğer angular akselerasyonu bir deselerasyon takip etmez ve bunun yerine sabit bir açısal hız devam ettirilirse açısal akselerasyon uyarısını eksikliği nedeniyle cupula yavaş yavaş hareketsiz dinlenme pozisyonuna döndüğünden, dönme hissi gittikçe azalır ve ardından kaybolur. Bu durum sanki açısal akselerasyona sebep olan hareket sonlandırılmış gibi algılanır (oysa hareket halen devam etmektedir). Bu hareketi sonlandırıp uçağı yatışsız uçuş pozisyonuna getirmek için aksi tarafa kumanda verildiğinde hareketsiz pozisyonda bulunan cupula-endolenf sistemi aksi tarafa doğru uyarılacak ve gerçekte uçağın pozisyonu yatışsız olmasına rağmen vestibüler sistemin sebep olduğu bu yanılğı nedeniyle aksi tarafa yatış yapılmış yanılğısı yaşanacaktır [7] [8].

Uçuş esnasında düşük görüş şartlarında, somatogyral yanılğılar ölümcül olabilir. Graveyard spin (mezarlık virili) somatogyral yanılğının bir pilotu ölümcül sonuçlara varacak şekilde nasıl disoryante edeceğinin en klasik örneğidir. Bu durum pilotun kasıtlı veya kasıtsız olarak virile girmesiyle başlar (örneğimizde sola viril olsun). Başlangıçta pilot virili ve virilin yönünü bu duruma sebep olan açısal akselerasyonun cupulayı doğru yönde ve doğru miktarda uyarması nedeniyle doğru bir şekilde algılayacaktır. Viril uzadıkça, cupula hareketsiz pozisyonuna döneceğinden, sola doğru olan dönme/viril hareketi azalacak ve bir süre sonra duracaktır. Sola virili durdurmak isteyen pilot sağa rudder/direksiyon verdiğinde meydana gelen açısal deselerasyon, gerçek durum sola olan dönüş hareketinin durması olmasına rağmen, sağa virile girmiş gibi algılayacaktır. Böyle bir yanılğı ihtimalinden habersiz olan pilot hatalı sağa viril hareketi hissini durdurmak için sola direksiyon verecektir. Bu kumanda uçağın sola doğru virile devam etmesine sebep olurken pilotun virilin durduğu hissine sahip olmasına sebep olacaktır. Pilot çok tehlikeli ve riskli olan bu durumdan kurtulmak için uçuş

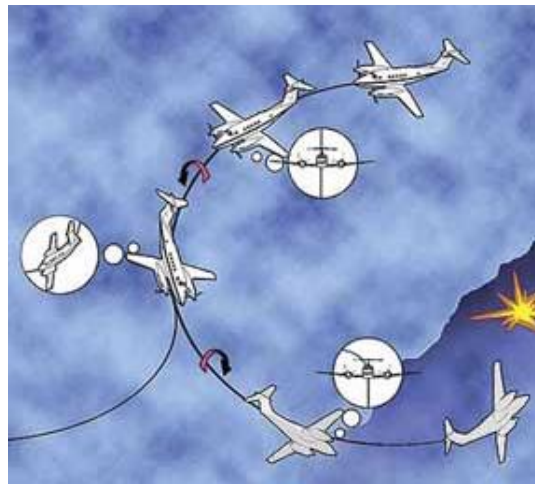
aletlerini kontrol ederek uygun kumanda vermelidir (bu durumda dönüş ibresini merkeze getirmek için sağa direksiyon kumandası vermelidir). Ne yazık ki, bu tahmin edildiği kadar kolay olmayacaktır. Çoklu dönüş virili tarafından yaratılan akselerasyonlar ile pilotun virilden çıkma çabaları nistagmus gibi güçlü ve fakat doğru/uygun olmayan vestibulo-ocular reflekslerin ortaya çıkmasına sebep olacaktır. Bu refleksler günlük yaşantının sürdürüldüğü yeryüzünde kişinin görsel çevresinin retinal imajının stabil hale getirilmesine yardım ederken bahse konu durumda pilotun görsel çevresi olan kokpit pilota göre zaten sabit olduğundan sadece retinal imajının destabilize olmasına sebep olacaktır. Bu sebepten dolayı uçuş aletlerini okumak zor ya da imkansız olacak ve pilot uzaysal oryantasyonunu ve uçak kontrolünü sağlamak için sadece yanlış dönme hissiyle başbaşa kalacaktır [56][63].



Görsel 4.16 Graveyard spin/spiral [64]

Havacılığın erken dönmelerinde sahip olunan bilgiler mezarlık virilini somatogyral yanılgıların çok tehlikeli bir türü olarak ortaya koymasına karşın modern havacılıkta sıklıkla meydana gelen yaygın yanılgı türü mezarlık spiralidir. Mezarlık spiralinde pilot kasıtlı veya kasıtsız olarak orta seviyede bir yatışla uzayan bir dönüşe girecektir. Dönüş içerisindeyken birkaç saniye sonra cupula-

endolenf sistemi sabit açısız hıza gerekli cevabı veremeyeceğinden pilot dönme hissini kaybedecektir. Koordineli uçuş süresince (uçak yatışlı bir dönüşte veya düz ve yatışsız uçuşta olsa da) net yerçekimsel-eylemsizlik kuvvet vektörü uçağın zeminine doğru olacağından başlangıçta yatışlı duruma geçmek için verilen kanatçık kumandasının sebep olduğu yatış hissi de zamanla kaybolacak ve otolit organlarla diğer yerçekimi reseptörleri (graviceptors) normal olarak aşağı yönünün uzamış net yerçekimsel-eylemsizlik kuvvetiyle aynı istikamette olduğuna işaret edecektir. Bunun sonucu olarak, kanatlar ufka paralel pozisyona dönmek için tekrar yatış yaparak dönüşü durdurmaya çalışan pilot sadece orjinal dönüşün aksi istikametinde bir dönüş hareketi hissetmeyecek aynı zamanda orjinal yatışın aksi istikametinde yatış hareketi de hissedecektir. Bu durumda hislerine uyararak yanlış kumanda verme konusunda isteksiz olsa da, talihsiz pilot başlangıçtaki yatışlı dönüşe girmesine sebep olacak kumandayı tekrar verecektir. Bu kumandayla pilotun hissettiği ile arzu edilen uçuş modu uyumlu olacak ancak uçuş aletleri (yatışlı dönüş nedeniyle kaldırma azaldığından) irtifa kaybedildiğini ve devam eden bir dönüşe işaret edecektir. Dolayısıyla pilot arzu edilmeyen alçalışı durdurmak ve kaybedilen irtifayı tekrar kazanmak için lövyeyi geri çekecek ve muhtemelen takat ilave edecektir. Bu kumanda girdisi ve takat ilavesi kanatlar ufka paralelken bir işe yarayabilirdi ancak keskin bir yatış açısına sahip uçakta sadece dönüşü daraltarak durumu daha da kötü hale getirecektir. Eğer pilot ne olduğunu anlamaz ve hissedilmeyen yatışlı dönüşü düzeltmezse, uçak sürekli daralan bir spiral hareketiyle yeryüzüne doğru alçalmaya devam edecektir.



Görsel 4.17 Graveyard spiral [64]

4.2.2. Oculogyral yanılğı

Somatogyral yanılğı olağan olmayan açısal bir harekete maruz kalan bir kişinin dönüş hareketini hissetmemesi ya da yanlış hissetmesi iken oculogyral yanılğı bu kişi tarafından görülen bir nesnenin hareketinin yanlış algılanmasıdır [65]. Örneğin bir nesne içerisinde ve bu nesnenin dikey eksenini etrafında döndürülen sabit bir hızda döndürülen bir kişi, bu nesne aniden durdurulduğunda sadece aksi istikamette dönüşe girmiş hissi olan somatogyral yanılğıyı yaşamaz aynı zamanda önünde bulunan herhangi bir nesnenin de aksi istikamette hareket ettiğı algısı olan oculogyral yanılğıyı da yaşar. Bu sebeple oculogyral yanılğının tanımı basitleştirilmek istendiğinde, “daha kompleks bir mekanizmaya sahip olmakla beraber somatogyral yanılğı ile görsel olarak ilişkili olan yanılğı türüdür” denmesi yanlış olmayacaktır. Limitli görüş şartlarında (gece veya kapalı) icra edilen uçuşlarda oculogyral yanılğı genellikle somatogyral yanılğıyı teyit etmektedir. Örneğin; belirli bir istikamette yanlış bir dönüş algılayan pilot alet (instrument) panelin de aynı istikamette hareket ettiğini gözlemleyecektir [8] [66].

4.2.3. Coriolis yanılğısı

Vestibüler sistem Coriolis Etkisi, ya da basitçe Coriolis Yanılğısı yarım daire kanallarının doğal olmayan şekilde uyarılmasından kaynaklanabilecek bir diğer yanlış algılama türüdür. Bu fenomeni daha iyi anlatmak için yatay yarım daire kanalları düzleminde (kabaca yaw eksenini) döndürülen bir kişi ele alınsın. Bu kişi, yatay yarım daire kanallarındaki endolenf sıvısının açısal hızı başını sahip olduğu açısal hıza ulaşabilecek uzunlukta bir zaman boyunca döndürüldüğünde, yatay yarım daire kanallarında bulunan cupula hareketsiz/dinlenme pozisyonuna dönecek ve dönme hissi sona erecektir. Ardından bu kişi pitch yani yunuslama düzleminde başını hareket ettirdiğinde, örneğin basitlik olsun diye 90 derece olsun, yatay yarım daire kanalları dönme düzleminde çıkar ve bu yarım daire kanalına dik diğer iki yarım daire kanalı dönme düzlemine dahil olur. Kişinin döndürdüğü başının açısal momentumu eski dönme düzleminde derhal ve en seri şekilde transfer edilirken, yatay yarım daire kanallarında bulunan endolenf sıvısının momentumu daha yavaş şekilde ortadan kaybolur. Endolenf sıvısının devam eden dönüşünden kaynaklanan tork yatay kanallardaki cupulanın

yatmasına sebep olur ve yatay kanalların yeni düzleminde – şimdi kişinin vücuduna göre yatış yani roll düzleminde – açısız hareket hissine sebep olur. Aynı zamanda bu kanala dik diğeri iki yarım daire kanalında bulunan endolenf sıvısı bu kanallar sabit dönüş düzlemine getirildiklerinden açısız momentuma ulaşmak zorundadırlar. Momentumdaki bu değişimi ifade etmek/ortaya koymak için ihtiyaç duyulan tork bu kanalların içinde bulunan cupulanın bükülmesine ve bu ekseninde – kişinin vücuduna göre yaw yani sapma eksenini – açısız hareket hissinin ortaya çıkmasına sebep olacaktır. Bu üç yarım daire kanallarında bulunan cupulaların yatma hareketinin kombine etkisi kişinin maruz kaldığı açısız akselerasyonla alakası olmayan ekseninde (gerçekte olmayan) ani bir açısız hız hissiyle sonuçlanacaktır. Verilen örnekte, eğer başlangıçtaki sabit hızdaki yaw/sapma hareketi sağa ve kişi de başını öne ve aşağı hareket ettirirse ortaya çıkacak ve hissedilecek olan Coriolis yanılması sağ aşağı yatma/rolling ve sapma/yaw (sağ aşağı takla atma hissi) hareketidir [8] [64] [66].

Genellikle yüksek performanslı uçak pilotlarının alet uçuşu esnasında maruz kaldıkları özel bir algısal fenomen, bu pilotlar uzayan sabit açısız hız şartlarında büyük baş hareketi yaptıklarında ortaya çıktığından Coriolis yanılmasına atfedilmektedir. Bu durum pilotun dikkatini önünde bulunan aletlerden başka tarafa teksif etmesi gereken durumda kokpitte diğeri bazı gösterge ve switchleri kontrol etmek için başını hareket ettirdikten sonra yatma/roll ve/veya takla atma/pitch hareketi şeklinde vuku bulmaktadır [67]. Alet uçuşunda maruz kalınan açısız hızlar çok büyük bir Coriolis yanılmasına sebep olmak için yeterli olmamakla beraber diğeri bir mekanizma olan G-excess etkisi uçuş esnasında yapılan baş hareketlerinin sebep olduğu dönme hissini açıklamakta kullanılmaktadır [68].

Coriolis etkisi yüksek performanslı uçaklarda uçan askeri pilotlara fizyolojik eğitimler kapsamında oryantasyon hislerinin alet şartlarında ne kadar yanıltıcı ve güvenilmez olacağını gösterip ikna etmek maksadıyla tecrübe ettirilmekte ve bu eğitimi almış olan pilotlar disoryantasyona uğradıkları durumlarda uçuş aletlerine güvenerek uçmaları gerektiği bilincine sahip olmaktadır.

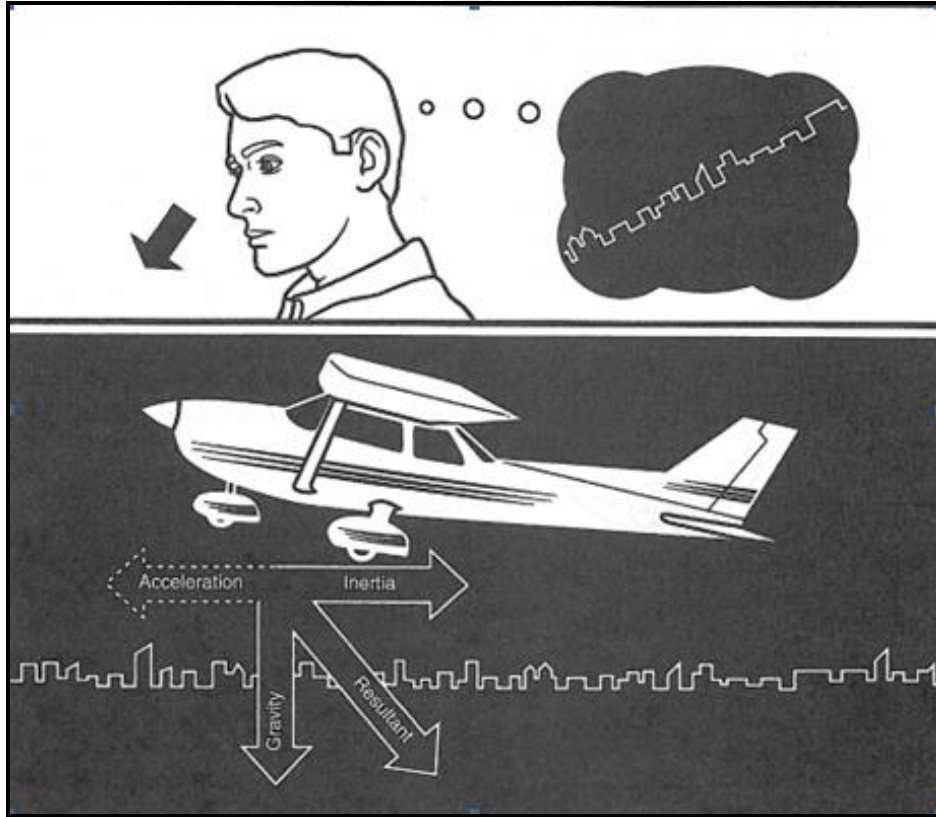
4.2.4. Somatogравic yanılı

Somatogравic yanılıların yaşanmasının sorumlusu otolit organlardır. Bu yanılı türü, makula üzerindeki otolitik memranın, sonuç gravito-inertial (yerçekimsel-eylemsizlik) kuvveti yerçekimsel yani dik olarak algılaması sonucu ortaya çıkar. Bu sebepten dolayı somatogравic yanılı “dik olmayan bir gravito-inertial (yerçekimsel-eylemsizlik) kuvvetin yönünü dik olarak algılamaktan kaynaklanan yanlış his sonucu vücudun eğilme hareketi” olarak tanımlanabilir [8] [64].

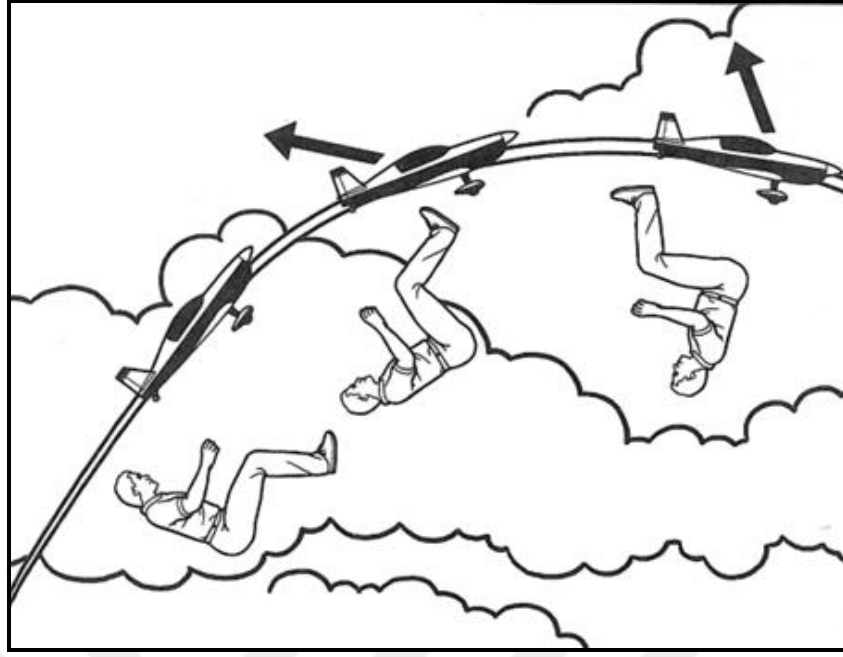
Bu mekanizmayı en iyi düşük görüş şartlarında yapılan kalkış sonrası yalancı burun yukarı tırmanıyormuş hissiyle açıklamak mümkündür. Yüksek performanslı bir uçakla pist başından kalkış yapmak için bekleyen pilot ele alındığına, başlangıçta otolitik memran üzerinde etkili olan kuvvet sadece yerçekimi kuvveti olacak ve macula üzerindeki memranın pozisyonu aşağı yönün doğru bir şekilde uçağın zeminine doğru olduğuna işaret edecektir. Ardından uçak fren bırakarak akselere olmaya başlayacak, uygun süratte burun kaldırıp yerden kesilecek, iniş takımları ve flapları toplayacak ve arzu edilen tırmanış süratini elde edinceye kadar 1 G altında ileri akselerasyonunu devam ettirecektir. Akselerasyondan kaynaklanan 1 G’lik eylemsizlik kuvveti otolitik memranı pilotun başının arkasına olacak şekilde hareket ettirecektir/yatıracaktır. Sonuç gravito-inertial kuvvet vektörünün yönü, eğer hücum açısı (AOA) ve tırmanma açısı göz ardı edilirse, dik yerçekimi kuvvetine göre 45 derece geriye doğru olacağından, gerçekte otolitik memranın bu yeni pozisyonu uçak ve pilot 45 derece burun yukarı tırmanırken ki pozisyonuyla aynı olacaktır. Doğal olarak, pilotun otolit organlardan gelen bilgiler ışığında yunuslama açısı algısı 45 derece burun yukarı olacaktır ve vestibüler olmayan proprioseptif (derin duyu) ve kütanoz (deride bulunan) mekanoreseptor duyuları, sonuç gravito-inertial kuvvetin yönü ve şiddetine göre tepki göstereceklerinden, bu yanlış algıyı destekleyeceklerdir. İkna edici bir şekilde burun yukarı yunuslama yanılısına maruz kalan pilot, durum cayrosu tarafından kendisine sağlanan fokal görsel oryantasyon ipuçlarına bakmadığında ya da baksa da dikkate almadığında, rahatsız olduğu bu burun yukarı yunuslama hissini sona erdirmek için uçağı burun aşağı bastırma hissine sahip olacaktır. Bu hisse teslim olan pilot doğal olarak pist sonunun bir kaç mil uzağında burun aşağı bir yunuslamayla yere çarpacaktır. Ancak bazen burun aşağı pozisyonda 8/8 kapalı

olan (overcast) hava şartından sıyrılıp bir anda yeri gören pilotlardan bir kısmının oryantasyonlarını geçte olsa sağlayarak uçağı çektikleri ve yere çarpmaktan kurtuldukları da görülmüştür. Özellikle uçak gemilerinden kalkış yapan uçakların somatogavic yanılığlara karşı uyanık olmaları gerekmektedir. Bu pilotlar 2-4 saniye içerisinde artış gösteren ve +3 Gx ile +5 Gx arasında peak seviyesine ulaşan eylemsizlik kuvvetlerine sebep olan akselerasyonlara maruz kalmaktadırlar. Akselerasyon çabuk gerçekleşip sonlansa da sebep olduğu burun yukarı yunuslama yanılığı yarım dakika veya daha uzun sürmekte ve bu fenomenin farkında olmayan pilot için tehlikeli bir durum yaratmaktadır [69].

Ancak bu örneğe bakarak somatogavic bir yanılığı olan kalkış sonrası burun yukarı yunuslama yanılığına sadece yüksek performanslı uçak pilotlarının maruz kaldığı yönünde bir düşünceye sahip olunmamalıdır. Bir düzineden fazla nakliye uçağının da kalkıştan sonra yaşanan somatogavic yanılığı nedeniyle düştüğüne inanılmaktadır [70].



Görsel 4.18 Somatogavic yanılığı [8]



Görsel 4.19 Inversion yanılması [55]

4.2.5. Inversion yanılması

Ters dönme yanılması olarak da adlandırabileceğimiz inversion yanılması somatogavic yanılmaların bir türü olup bu yanılğı türünde sonuç/bileşke yerçekimsel-eylemsizlik kuvvet vektörü yeryüzüne doğru değil aksi tarafa yönelmiş olarak algılandığından pilot yanlış baş aşağı hissini yaşamaktadır. Yüksek bir açıyla tırmanan yüksek performanslı uçak arzu edilen irtifada az veya çok seri ve ani bir şekilde düz uçuşa geçecektir. Bu düz uçuşa geçiş manevrası uçağı ve pilotu (düz uçuşa geçmeden hemen önceki uçulan yaydan (arktan) kaynaklanan merkezkaç kuvvetine ($-G_z$) maruz bırakacaktır. Aynı anda uçak yavaş yavaş düz uçuş pozisyonuna geçerken sürati seri bir şekilde artacak ve bu durum mevcut kuvvetlerin üzerine teğet (tangential) eylemsizlik kuvvetini ($+G_x$) ekleyecektir. 1 G'lik yerçekimi kuvvetinin üzerine merkezkaç kuvveti ile teğetsel eylemsizlik kuvveti eklendiğinde net yerçekimsel eylemsizlik kuvvet vektörü pilota göre geriye ve yukarı doğru dönecektir. Bu durumda pilotun otolit organları benzer şekilde burun yukarı hareket yanılması nedeniyle terste uçuluyormuş gibi uyarılacaktır. Inversion yanılğısına maruz kalan ve algılanan burun yukarı ve geriye doğru yunuslama hareketine karşı koymak için lövyeyi bastıran pilot merkezkaç ve teğetsel kuvvetleri artırarak durumu daha kötü hale getirecektir [71].

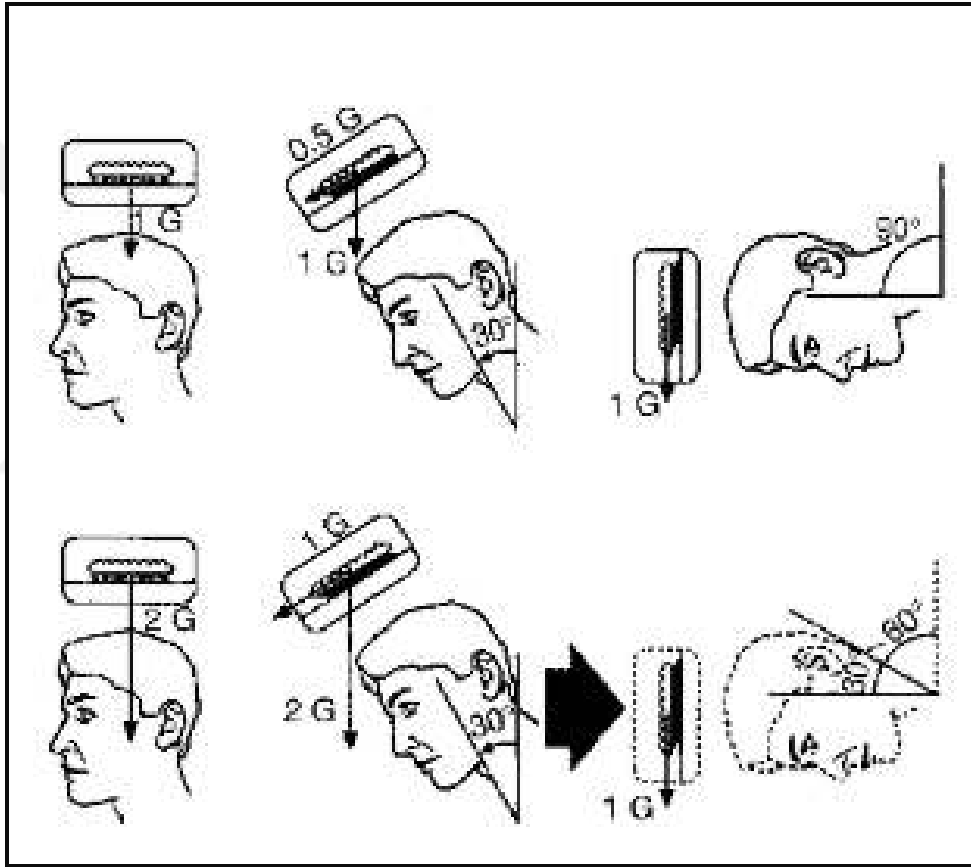
Türbülanslı havalar genellikle inversion yanılı türünün gelişmesine katkı sağlarlar. Türbülanslı havalardaki aşağı akımlar (downdraft) inversion yanılığını yaratan net yerçekimsel-eylemsizlik kuvvetine eklenen merkezkaç kuvvetinin temel sebebidir [72].

4.2.6. G-excess Etkisi

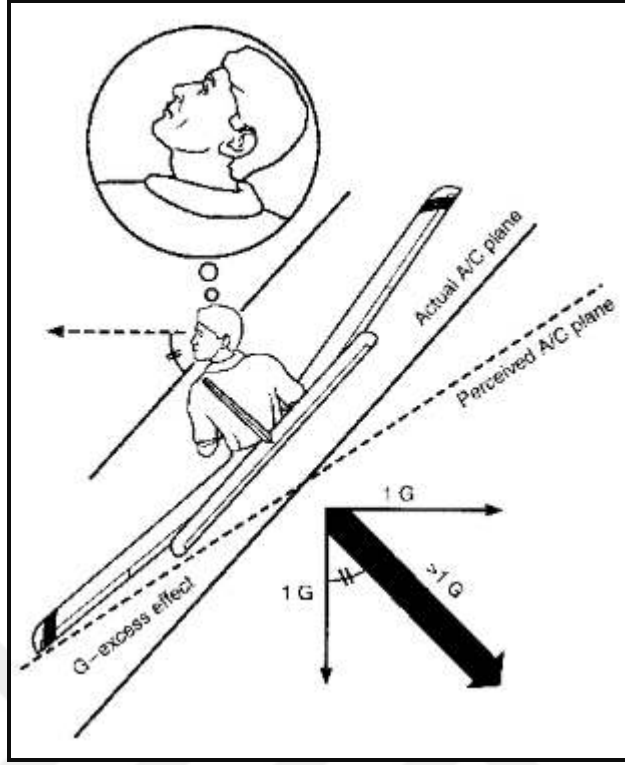
Somatogavic yanılı net G kuvvetinin yönünde meydana gelen değişimden kaynaklanırken G-excess etkisi G kuvvetinin büyüklüğünde meydana gelen değişiklikten kaynaklanmaktadır. G-excess etkisi ortamda bir müddet maruz kalınan G (sustained G), 1 G'nin üzerinde iken ortaya çıkabilen yanlış veya abartılmış vücut eğilme (body tilt) hissidir. Bu fenomeni basit bir şekilde anlatmak için bir kişinin +1 Gz ortamında dik bir şekilde oturduğu ve ardından başını 30 derece öne eğdiği hayal edilsin. Başın pozisyonundaki bu değişikliğin sonucu olarak, kişinin otolitik memranı öne doğru, 30 derecelik öne baş eğmenin karşılığı olarak, X μ m mesafe kaymış olsun. Şimdi aynı kişinin +2 Gz ortamında dik bir şekilde oturduğu ve başını 30 derece öne eğdiği hayal edilsin. Bu kez üzerine etki eden yerçekimsel eylemsizlik kuvveti iki katına çıktığından bu kişinin otolitik memranı X μ m'den daha fazla kayacaktır. Otolitik memranın yer değiştirmesi yeni durumda normal 1 G ortamında öne doğru yapılan 30 derecelik baş eğme hareketinkine göre çok daha fazla, teorik olarak 90 derecelik kadar, olacaktır ($2 \sin 30 = \sin 90$). Kişi sadece 30 derecelik bir baş hareketi yaptığından beklediği algı da bundan daha fazla olmayacaktır. Beklenmeyen ilave hareket/eğilme algısı, içerisinde bulunulan ortama yani uçağa atfedilecektir (algılanması beklenen ile gerçekleşen arasındaki fark kadar uçağın hareket ettiği değerlendirilecektir) [73] [74].

Hızlı hareket eden hava araçlarında G-excess yanılı dönüş içerisindeyken -örneğin kaide dönüşü esnasında- orta seviyede çekilen bir G miktarı sonucu oluşabilir. Dönüş esnasında kokpitte aşağıda ve kenarlarda bulunan herhangi bir switchi değiştirmek ya da ayarlamak zorunda olan pilot aşağı ve yana baktığında -örneğin ışıkların şiddetini azaltmak ya da caution light paneli kontrol etmek için- yunuslama/pitch ve yatış/roll ekseninde meydana gelen yanılı nedeniyle baş hareketi yapılan tarafa doğru takla atıyormuş hissine kapılacaktır. G-excess

etkisinin son zamanlarda özellikle görüşün güzel olduğu alçak irtifa uçuş şartlarında 2 ila 5.5 G arasında manevra yapan bazı savaş uçaklarının karıştığı kazalara sebep olduğundan şüphelenilmektedir [8] [75]. Bazı sebeplerden dolayı, pilotlar hasım uçağa, kol elemanı olan uçağa ya da görüş alanı içerisinde bulunan başka diğer nesnelere bakarken uçakların yatışı artırılmış ve bunun sonucunda da araziye doğru alçalmıştır. Teoride G-excess etkisi, pilot dönüş içine ve karşıya (elevated) ya da dönüş dışına ve karşıya (depressed) doğru bakıyorken normalden daha az yatış yapıyormuş yanılgısına sebep olur.



Görsel 4.20 *G-excess mekanizması [8]*



Görsel 4.21 Yatış Esnasında G-excess etkisi [8]

4.2.7. Oculogravic yanılğı

Oculogravic yanılğı, somatogravic yanılğının görsel eşleniğı olarak düşünölebilir ve aynı uyarılma şartlarında meydana gelir [76]. Örneğın pike flabının açılmasından kaynaklanan deselerasyona maruz kalan bir pilot somatogravic yanılğı nedeniyle burun aşğı yunuslama yanılğısına uğrayacaktır. Pilot, aynı anda ileri doğru eğilme hissini teyit edecek şekilde alet (instrument) panelinin aşğı doğru hareket ettiğini gözlemleyecektir. Bu sebepten oculogravic yanılğı gerçekte kişiyeye göre sabit olan bir nesnenin net yerçekimsel-eylemsizlik kuvvetinin yönünde meydana gelen değışimden kaynaklanan görünüşteki görsel hareketidir. Oculogyral yanılğı gibi oculogravic yanılğı da muhtemelen - açısız akselerasyondan daha ziyade uygulanan G vektörünün yönünde meydana gelen değışim kaynaklı - vuku bulan bir vesbulo-ocular refleks esnasında görsel sabitlemeyi sürdürme yönündeki çabadan kaynaklanmaktadır [8].

4.2.8. Leans yanılğısı

Açık ara uçuşta en çok karşılaşılan vestiböler yanılğı türü Leans yanılğısıdır. Aletle uçma yetkisine sahip bir pilot uçuş kariyeri esnasında şu veya bu şekilde

Leans yanılığını bir şekilde yaşamış veya yaşayacaktır. Leans, yatış/roll ekseninde açısal değişimin yanlış algılanması (örneğin yatış yanılığı) olup genellikle vestibulospinal refleksle alakalıdır ve bu refleks yanlış algıya uygun olarak hatalı bir şekilde hissedilen dikey istikamete doğru pilotun yatış yapmasına sebep olur.

Leans yanılığına ilişkin yapılan açıklamalar otolit organ ve yarım daire kanalları hissetme mekanizmalarının her ikisinin de yetersizliklerine işaret etmektedir. Otolit organlar sadece yerçekimine değil, yerçekimsel-eylemsizlik kuvvetine tepki verdiği için gerçek dikey istikamete yönelik doğru bilgiyi vermediğinden güvenilir değildir. Ayrıca, yerçekimsel eylemsizlik kuvveti gerçek dikey istikameti bazan doğru olarak gösterse bile, diğer duyu organları otolit organa üstün gelerek yanlış dikey istikamet algısına sebep olurlar. Yarım daire kanalları ise uçuş esnasında yatış/roll eksenini uyarılmalarına ilişkin doğru bilgi vermesine karşın diğer eksenlere ilişkin uyarılar eşik değeri altında olduğundan bunlara ilişkin yanlış bilgiler sunmaktadır.



Görsel 4.22 Leans yanılığı [56] [64]

Örneğin 2° /saniye altında 10 saniye boyunca sağa yatış yapan bir pilot yaklaşık 20 derecelik bir yatış derecesine ulaşacaktır. Uçuş aletlerinden bu durumu görüp seri bir şekilde (2° /saniyenin üzerinde bir yatışla) düzeltecek olan pilot uçak düz uçuş pozisyonuna getirilmiş olmasına rağmen kendisini aksi taraftan yani sola

yatış yapmış olarak hissedecek yani Leans yanılığısına uğrayacaktır. Bu yanılığa rağmen pilot durum cayrosunu doğru bir şekilde görüp yorumlayarak uçuşu doğru bir şekilde devam ettirebilir ancak birkaç dakika boyunca devam edebilecek olan bu yanılığ yaratmış olduğu rahatsız uçuş ortamı nedeniyle ciddi bir şekilde uçuş etkinliğini azaltacaktır.

Pilotlar bekleme paternlerinde 3° /saniye olan standart dönüşü kullanarak inbound ve outbound bekleme bacaklarına dönerler. Bu dönüşler yaklaşık 60 saniye sürmektedir. Bekleme paterninin dönüş segmentlerinde pilot başlangıçta dönüş yapmak için yapmış olduğu yatış hareketini hissetmektedir. Ancak dönüş devam ettiği müddetçe, dönüş hissi yavaş yavaş azalmakta ve en sonunda kanatlar ufka paralel, düz ve yatışsız uçuş hissi yatışlı uçuş hissini yerini almaktadır. Bunun sebebi dönüş hissini endolenf sıvısının yarım daire kanallarıyla aynı sürat ulaşması (somatogyral yanılığ) ve uçağın zeminine doğru olan net G kuvvetinin sağlamış olduğu yanlış dikey pozisyon hissidir (somatogravic yanılığ). Yatış sona erdirilerek dönüşten çıkıldığında pilotun hissedeceği durum aksi tarafa yapılmış olan bir yatış ve dolayısıyla dönüş hissidir. Pilotlar tecrübeleri arttıkça bu yanlış algıyı yani yanılığ durum cayrosunu daha çok dikkate alıp ona uygun uçmakla bastırmayı öğrenmektedirler [8].

4.2.9. Devin eli fenomeni

Giant Hand fenomeni ilk defa hem pilot hem de bir uçuş tabibi olan Dr.Pah King tarafından 1962'de tanımlanmıştır. Dr.King 1959 yılının Aralık ayında bir gece alet uçuşu esnasında sola tırmanış dönüşünderken radyo compass audio switch'ini bulmak için başını aşağı ve sağa doğru eğdiğinde çok şiddetli bir disoryantasyona (o zamanki tabirle vertigoya) maruz kalır. Hemen sonrasında uçağı kanatlar ufka paralel pozisyona getirmek için çaba harcadığında kumandalarda bir sertlik ve karşı koyma hisseder ve her iki elini ve diz kapaklarını kullanmasına rağmen lövyeyi bir türlü hareket ettiremez [77]. Dr.Pah King'in ilk defa tanımladığı Giant Hand fenomeninde birçok pilotun disoryante olduklarını ve uçağın kontrolünü kaybetmemek için bir şeyler yapmaları gerektiğini bildikleri halde neden çaresizce kafalarının karıştığı ve birşey yapamaz hale geldikleri Malcolm ve Money tarafından akılda soru işareti bırakmadan açıklanmıştır [72]. Bu disoryantasyon

türüne maruz kalmış olan pilot, uçağı istediğı pozisyona getirmek için yapmış olduğı her bir kumanda verme denemesine uçağın görünürde aksi yönde direnç gösterme eğilimi nedeniyle, itaat etmediğı yanılığısına sahip olmaktadır. Yatış/roll ekseninde disoryantasyona (örneğin leans veya graveyard spiral) uğramış bir pilot “giant hand” yani bir devin elinin sanki bir kanadı aşağı doğru bastırıp orada tutuyormuş hissine kapılabilir. Yunuslama ekseninde disoryantasyona uğramış olan pilot da (örneğin somatogravic yanılığı) uçağın benzer bir kuvvet tarafından burun aşağı bastırılarak orada tutulmaya çalışıldığı hissine kapılabilir. Bu fenomenin varlığından haberdar olmayan ve ilk defa maruz kalan bir pilot şaşkına dönüp kafası karışabilir ve problemin tam olarak ne olduğunu kavrayamayabilir. Mekanizması karmaşık olan ve aynı anda refleks ve bilinçli motor aktivitenin bir nevi çatışması olan giant hand fenomenini yenmek için lövyeyi tüm elle kumanda etmeye çalışmak yerine baş ve işaret parmağını kullanmak yeterli olacaktır [78].

5. MEYDANA GELEN F-16 KAZA ÖRNEKLERİ VE ANALİZLERİ

Bu bölümde 1975-2018 yılları arasında meydana gelmiş olan ve açık kaynaklar kullanılarak incelenen F-16 kazalarını kapsamaktadır.

5.1. Gece Kalkışından Kısa Bir Sonra Yere Çarpma [36]

5.1.1. Olayın özeti

- Pilot Gece Yer Hedeflerine Taarruz görevinde 4'lü kolun lideridir ve son uçuşunun üzerinden 20 gün geçmiştir.
- Uygulanacak olan departure kalkıştan sonra belirli bir başa kadar sağa dönüşü gerektirmektedir.
- MSL 2500-4500 feetler arası bulutludur (pist irtifası yaklaşık 250 feet). Kalkışı müteakiben pilot MSL 2500-4500 feet arasında buluta girmiş ve ardından departure⁴ usüllerini uygulamak için sağa yatış yaparak dönüşe girmiştir.
- Görülebilir bir ufuk hattının olmadığı, çok düşük ay ışığı ve az miktarda yer ışıklarının olduğu bir şartta pilot uzaysal olarak disoryantasyona uğramış (spatially disoriented), uçak pilot atlama kumandası vermeden çok yüksek süratte yere çarpmış ve pilot hayatını kaybetmiştir.

5.1.2. Olayın irdelenmesi

Pilot 27 istikametine 170 Knot civarı uçak yerden kesildikten sonra 200 knotta iniş takımlarını yukarı alma kumandası verir. Yaklaşık 230 knot civarında İ/T yukarıda kalkış istikametinde tırmanışa devam edilirken 300 knot civarında A/B'den çıkılır. 335 knot civarı süratte tırmanışla pist istikametinde devam edilirken 2200 feet AGL'de (MSL 2500 feet) buluta girilir ve ardından sağa yatış kumandasıyla (muhtemelen 30 derecelik bir yatış) sağa dönüşe başlanır. Yaklaşık 285 başlara gelindiğinde yatışta yavaş yavaş azalma olurken telsizden koldaki diğer elemanlarla konuşulur. Bu esnada yatış azalmaya devam etmektedir ve yaklaşık MSL 4500 feette hala bulut içerisinde ve 295 baş civarında iken pilot koldaki elemanlarıyla telsizde temas sağlarken uçak yavaşça düz uçuş pozisyonuna

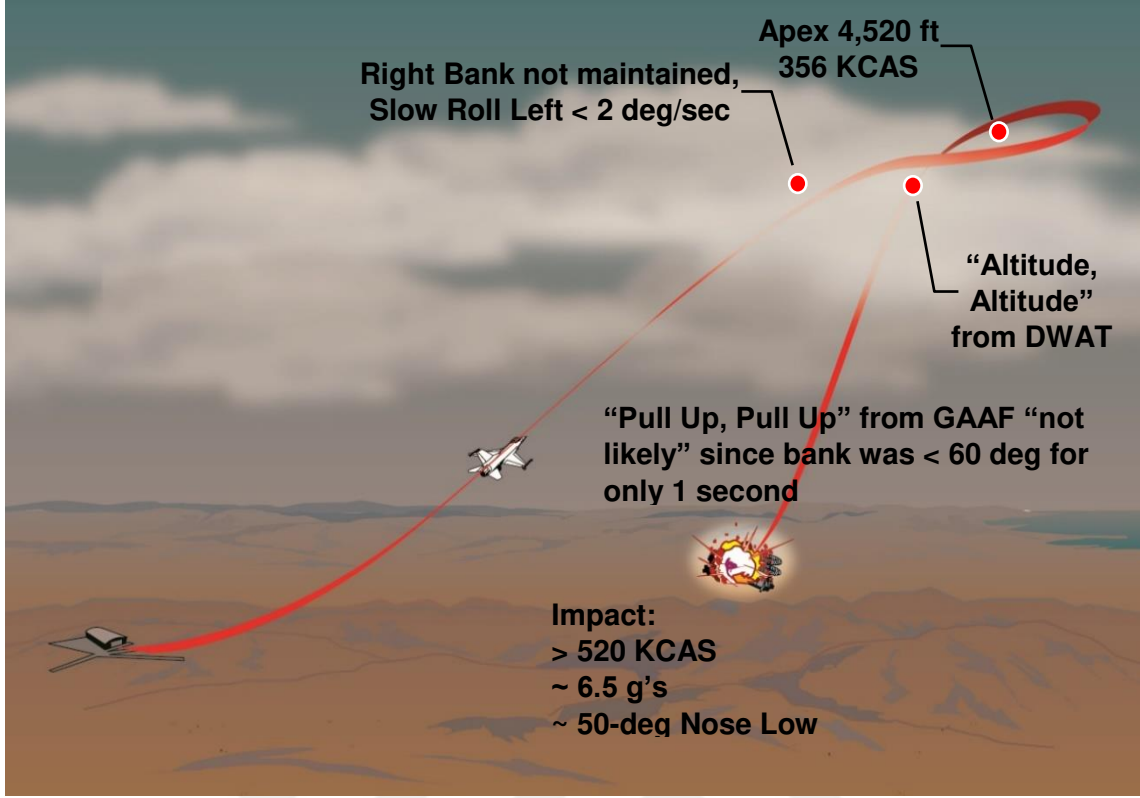
⁴ Bir meydandan kalkış yaptıktan sonra trafik paternini terketmek için o meydan için geçerli olan ayrılış usülleri

getirilir. Akabinde uçak bulut üzeri olmak üzereyken tatlı bir serilikte sol taraftan yatırılarak ters pozisyonda burun ufkun altında olacak şekilde kanatlar ufka paralel hale getirilir. Burun ufkun altında olduğundan irtifa kaybı nedeniyle ikaz sistemi “altitude” ikazı verir. Bu durumda pilot uçağı ters çevirip normal düz uçuş pozisyonuna geçirdiğinde bulut altından çıkar ve ardından uçağı tekrar ters konumuna getirerek çekişle beraber uçağı araziye çarpar.

Gece gibi görüş şartlarının normale göre daha kısıtlandığı bir durumda MSL 2500-4500 feetler arasında rapor edilen buluta giren lider uçak yaklaşık 2 deniz mili sonra ilgili departure’ı uygulamak üzere sağa yatışa girmiştir. Ancak gece ve bulut etkisiyle görülebilir bir ufuk hattının olmaması nedeniyle pilot yaklaşık 2°/saniyenin altında bir oranda sola doğru yatışa başlamış ve iç kulakta bulunan yarım daire kanalları bu yatışı algılamadığından pilot hala sağa dönüşte olduğunu zannetmiştir. Pilot hafif sola yatışlı durumdayken yanılğıya uğradığı sağa yatışı düzelterip uçağı kendine göre/hissettiğine göre kanatlara ufka paralel hale getirmek için sola yatış kumandası verdiğiinde gerçekte uçak iyice sola yatışlı hale gelmiştir.

Uzaysal olarak disoryantasyona uğramış pilotun böyle görüş kısıtlılığının olduğu durumda hemen alet uçuşuna geçip aletlere güvenmesi gerekirken kendi hislerine güvenerek hareket ettiğinden uçak sebepsiz olarak soldan yatışa devam ettirilerek burun ufkun altında/aşağıda terse geçirilmiştir.

Burun aşağı ve terste olan uçak irtifa kaybedince uçak sesli ikaz sistemi pilot tarafından girilmiş/ayarlanmış olan irtifanın altına inilirken bulut içinde pilotu ikaz etmiş, bunun üzerine pilot da uçağı gerçek düz uçuş konumuna getirmiştir. Ancak bu esnada bulutun altından çıkılmış ve ufuk hattının olmaması ve muhtemelen yerdeki birkaç ışığın yıldız olarak algılanması nedeniyle uçak tekrar terse çevrilerek çekiş uygulanmış ve pilot olayın ne olduğunu anlayamadan ve atlama kumandası dahi veremedi uçak yere çakılmış, pilot hayatını kaybetmiştir. Uçağın yerden kesilerek çarpmasına kadar geçen süre toplam 1 dakika 15 saniyedir.



Görsel 5.1 Gece kalkışından kısa bir süre sonra yere çarpma kazasının gelişimi [36]

5.1.3. Değerlendirme ve öneriler

- Her uçuş öncesi yapılan brifinglerde özellikle de gece uçuşu öncesi yapılan brifinglerde SD başlığı özenle ele alınmalı ve gece uçuşu gibi görüş kısıtlılığının olduğu şartlarda nelere dikkat edilmesi gerektiği hususları incelenmelidir.
- SD'ye sebep olan fizyolojik mekanizmalar iyi bilinmeli ve SD'ye maruz kalındığında neler yapılması gerektiği Critical Action Procedures (CAP's)⁵ olarak akılda tutulmalıdır.
- Ne kadar tecrübeli olunursa olunsun yaklaşık 20 gün gibi uzun bir süre uçuştan ayrı kalındığında pilotlar öncelikle çift kumanda uçuşulmalı ardından tek kumanda uçuşulmalıdır. 20 günlük bir uçuşla ayrılıktan sonra yapılacak olan ilk uçuş gece olursa, üzerine eklenen kötü meteorolojik şartlar durumu içinden çıkılmaz bir hale getirebilir ve istenmeyen sonuçlarla karşılaşılmasına sebep olabilir.

⁵ Uçuş esnasında emercensi bir durum ortaya çıktığında herhangi bir dokümana başvurmadan derhal yapılması gereken kritik düzeltici işlem prosedürleri

5.2. Atış Sahasını Terkediş Esnasında Suya Çarpma [36]

5.2.1. Olayın özeti

- Pilot gündüz Yer Hedeflerine Taarruz görevi icra eden 4'lü kolun 4 numarasıdır.
- Kol alçak irtifa bombalama ve top atışı görevini tamamladıktan sonra kötü hava şartları nedeniyle atış sahasının Radar Assisted Trail Departure⁶ (RATD) ile terkedilmesine karar verilir.
- Tırmanış esnasında pilot uzaysal olarak disoryantasyona uğrar ve uçağı burun aşağı pozisyona sokar.
- Pilot atlama kumandası vermeksizin uçak suya çarpar ve pilot hayatını kaybeder.

5.2.2. Olayın irdelenmesi

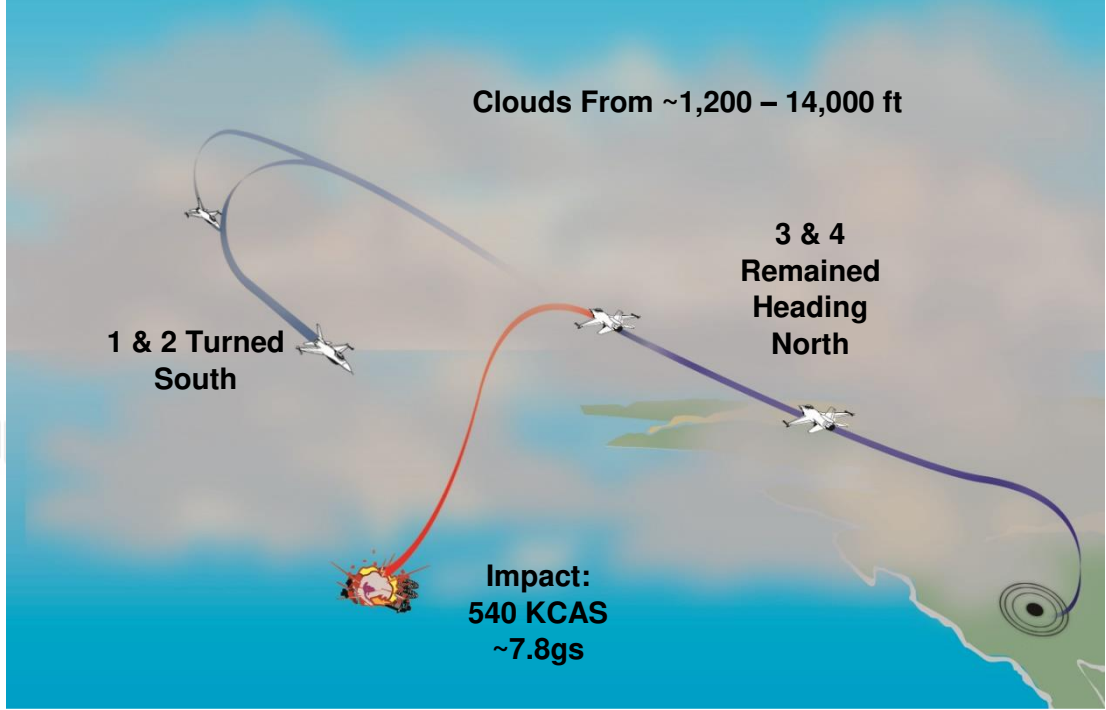
Kazayı yaşayan pilot toplamda 1500 saat uçuşu olan ve bunun da yaklaşık 1100 saati F-16 uçağında olan bir pilottur. Son 3 ay içerisinde yaklaşık 45 saat uçmuş olan pilot filonun eğitim subayıdır. Kazazede pilot uçuş öncesinde masabaşı görev ile meşgul olduğu için görev planlamasında yer almamıştır. Uçuş öncesi brifingde atış sahasını terkediş usülleri kapsanmamıştır. Görev kolu atış sahasında alçak irtifa bombalama ve top atışı görevini icra etmiştir. Atış sahası çıkışında yapılması gereken çok fazla iş vardır. Hava kuzeybatı yönünden çalışma sahasına doğru gelmektedir. Çıkış esnasında başka bir kol atış sahasına girmektedir. Kolun atış sahasını terkediş esnasında atış sahası nöbetçi subayı standart olmayan bir çıkış başı vermiştir. Kol halinde trailde⁷ dizilebilmek için ilave bir kuru (atış yapılmadan) geçiş yapılmıştır. 3 numara "tied"⁸ ikazı yapmış ancak 17 saniye sonra kilidi kırılmasına rağmen kilit kırıldı ikazı yapmamıştır. 3 ve 4 numaralar 20 saniye daha kuzeyli başta devam etmişler ve ardından suya çarpmayla sonlanacak olan bir sola dönüş gerçekleştirmişlerdir. Pilot bulutlu olan havada sola dönüş yapıp buluta girmiş ve ardından bulut altı olduğunda su üzerindeki gökyüzü

⁶ Uçak radarı kullanılarak öndeki uçağa kilit alınmasının ardından bu kilit muhafaza edilerek öndeki uçağın arkasında daha önce brifing edilmiş mesafeyi koruyarak gerçekleştirilen ayrılış/terkediş usülü

⁷ Öndeki uçağın arkasında ve brifing edilen mesafede yer alma

⁸ Uçak radarını kullanarak öndeki uçağa kilit alma

yansımasını gerçek gökyüzü zannederek yanlışlıkla uğramış ve muhtemelen gökyüzüne doğru çekiş yaptığını düşünerek suya çarpmıştır.



Görsel 5.2 Atış sahasını terkediş esnasında suya çarpma kazasının gelişimi [36]

5.2.3. Değerlendirme ve öneriler

- SD ile mücadelede takip edilecek yollardan ilki SD olmayı kolaylaştıracak koşullardan olabildiğince kaçınmaktır.
- Uçuş öncesi iyi bir lider briefinginde uçuşu etkileyecek olan meteoroloji, yük durumu, yapılacak olan göreve ilişkin özel hususlar gibi her bir faktörün detaylı incelenerek akılda soru işareti kalmayacak şekilde karara bağlanması gerekmektedir.
- Uçuş öncesinde incelenecek olan meteorolojik duruma göre kötü hava koşullarının Kuzeybatı yönünden geldiğinin ve tahmini zamanının bilinmesi, atış sahasından çıkış usüllerinin briefing edilmiş olması ve görev Time Over Target⁹ (T.O.T)'ı sonrası atış sahasını kullanacak başka görev kollarının biliniyor olması bu kazaya katkıda bulunacak olan faktörlerin minimize edilmesini sağlayacaktı.

⁹ Hedef üzerinde bulunma zamanı

- Buluta girilen ve çıkılan her durumda bulut içerisinde yer ve gökyüzü referanslarını karıştırmayı sağlayacak agresif manevra yapmamak hatta mümkünse buluta girmeden gerekiyorsa “flight break up”¹⁰ gerçekleştirerek dönüş usüllerini uygulamak emniyetsiz ve kazayla sonuçlanacak durumları önleyecektir.
- Bulut içerisindeyken ise uçuş aletlerini çarpaz kontrole alarak sizin ve uçağınızın mevcut durumunu tespit edip gerekli kumandayı vermek emniyet sağlayıcı bir davranış olacaktır.
- Bahse konu kazada pilot büyük olasılıkla yeryüzü ve gökyüzü referanslarını karıştırarak suya çarpmıştır.

5.3. Gece Kalkışı Müteakiben Yere Çakılma [30]

5.3.1. Olayın özeti

- Pilot 2’li kolun 2 numarası olarak gece AB’li kalkış yapmıştır.
- MSL 9000 feet irtifaya kadar RATD uygulanacaktır ancak “tied” ikazını müteakiben geçilen yeni telsiz kanalında pilot cevap vermemiştir.
- Yaklaşık MSL 4600 feet ve 350 KCAS süratte uçak kısa süreliğine ufki düz uçuşa geçmiş ve ardından sağa yatışa başlamıştır.
- Yatış açısı 90 derecenin üzerine çıktığında uygulanan aft stick force (geriye lövye hareketi için uygulanan kuvvet) burnu aşağı doğru çekmiştir.
- Sticke uygulanan kuvvet ve yöndeki ani değişimler pilotun SD’ye maruz kaldığına işaret etmektedir.
- Uçak pilot atlama kumandası vermeden yere çarpmıştır.
- Kazazede pilot, F-16 C/D uçaklarında yaklaşık 1600 saat uçuşa sahip bunların yaklaşık 200 saati gece ve bu gece uçuşlarının da yaklaşık 115 saati GGG ile olan öğretmen pilottur.
- Kazazede pilot son 30 gün içerisinde yaklaşık 50 saat uçmuş ve kazadan yaklaşık 3 hafta önce üsse katılım yaptığından beri gece vardiyasında görev yapmaktadır. Kazadan birkaç gün öncesine kadar iyi uyuyamamaktan şikayetçi olan kazazede pilot uyku yardımcısı talep etmemiştir.

¹⁰ Uçuş kolunun elemanlara ayrılması ve her bir elemanın kol bütünlüğünden bağımsız olarak uçuşuna devam etmesi

- Son uçuşu 2 gün önce yaklaşık 2 saat 45 dakikadır.
- Kaza geçirdiği uçuşun brifinginden önce 18 saat dinlenme periyoduna sahip olmuştur.
- Pilot olay günü beraber aynı birimde görev yaptığı diğer arkadaşları gibi biraz yorgun görünmekle beraber kaza gecesi uyanık ve normal davranmaktadır.
- Uçak kalkış koşusuna başladığı andan itibaren yaklaşık 2 dakikadan kısa bir süre içinde pist sonundan yaklaşık 5 ½ mil uzakta yere çarpmıştır.
- Uçak harici yakıt tankının yanısıra hava-hava ve hava-yer karışık yüklüdür.

5.3.2. Olayın irdelenmesi

Pilot kalkışı müteakiben MSL 4500 feet (pist irtifası yaklaşık MSL 200 feet) irtifaya kadar 350 KCAS ile rutin tırmanış gerçekleştirmiştir.

MSL 4500 feet irtifadan itibaren uçak üzerinde yavaş yavaş muhtemelen sticki bastırma kaynaklı yüksüzlendirme (G'yi 1 G'den daha aşağı düşürme yaklaşık 0.5 g gibi) meydana gelmiş ve uçak yavaş yavaş sağa doğru yatış yaparken tırmanış oranını azaltıp ardından MSL 4600 feet civarında zamanla artacak şekilde dalışa geçmiştir. Yaklaşık MSL 4570 feet civarındayken pilot sağa yatışı düzeltmiş ancak dalış artan bir oranda devam etmiştir.

Birkaç saniye içerisinde tekrar tatlı bir serilikle sağa doğru yatış başlamış ve uçak 4350 feete alçaldığında yaklaşık olarak 90 derece yatışa geçmiştir.

Uçak sesli ikaz sistemi pilotu MSL 4200 feet civarı 'altitude' şeklinde ikaz ederken (muhtemelen AGL 4000 feet) uçak yaklaşık 120 derece sağa yatışdadır. Bu sesli ikazın ardından uçak üzerinde bulunduğu pozisyonda 'G' artmaya başlamaktadır. Yaklaşık MSL 3200 feet civarında uçak üzerinde çekiş kaynaklı 2.8 G vardır ve sürat 380 KCAS'dır.

Yaklaşık MSL 2000 feet'te sürat 400 KCAS civarındayken uçak kısa aralıklarla önce sağa hemen ardından sola doğru yatış yaparak alçalmaya devam etmektedir.

Ardından 450 KCAS sürat ve yaklaşık 5.5 G ile uçak normalde gittiği istikamet neredeyse tam tersi bir başta yere çakılmıştır.

5.3.3. Değerlendirme ve öneriler

- Uçuşun her safhası emniyet açısından özen gerektirir. Ancak bazı şartlar her zamankinden daha fazla dikkat ve özen ister. Bunlar iniş-kalkış, alet şartlarının hakim olduğu bulut içi uçuş ve her zamankinden daha kısıtlı görüş ve derinlik hissine sahip olunan gece şartlarıdır. Hem gece hem de iniş kalkış safhası çok daha özen gerektiren bir durumdur ve meydan okuyucu özelliklere sahiptir. Bu sebeple bu kısıtlı şartlarda daha dikkatli olunmalı ve yapılan/yapılacak olan her el, kol parmak ve vücut hareketinin yaratmış olduğu/yaratacağı etki iyi analiz edilmelidir.
- Gece kalkışlarında kalkış sonrası uçak tırmanıştayken şehir ışıklarının veya yer ışıklarının bir anda burun altında kalması gerçekte olması gerektiği şekilde olan tırmanışın çok yüksek açıyla yapıldığı yanılgısına sebep olup pilotta gayri ihtiyari burnu bastırma refleksi ya da hareketine sebep olabilir.
- Ayrıca, F-16 uçağında maksimum burun yukarı (nose-up) ve burun aşağı (nose-down) yunuslama kumandaları için sırasıyla 25 ve 16 poundluk kuvvetler uygulamak yeterlidir. Yatış kumandaları ise cruise gains'de 16 poundluk, take-off landing gains'de 12 poundluk bir kuvvet gerektirmektedir. Stick üzerinde bulunan button ve switchleri kullanırken farkında olmadan uçak kumanda sistemine istenmeyen girdilerde bulunmak da olasıdır.
- GGG'ler takıldığında pilot açık yeşil renkte etrafını görmekteyken derinlik algısını kaybetmektedir. Böyle bir durumda yeryüzü ışıklarının çok fazla sayıda olmadığı bir durumda pilotun yer ışıklarıyla gökteki yıldızları karıştırmış olması yine başka bir olasılıktır.
- Öte yandan yere çarpmadan hemen önce uçağı yeryüzüne göre çarpmadan kurtarmak için yapılan çekiş manevrasına rağmen uçağın yere çarpması uçağın çöküşünün yani resüsünün hesap edilemediğinin işaretidir. Bu duruma ise GGG'nin sebep olduğu derinlik hissi kaybolması katkıda bulunmuş olabilir.
- Ayrıca pilot her ne kadar uyanık ve hareketleri kaza gecesi normal olsa da, son 3 hafta içerisinde iyi uyuyamamanın verdiği kronik yorgunluğa sahiptir. Bu yorgunluğun getireceği refleks ve algı yavaşlaması kaçınılmaz bir durumdur. Önemli olan crew rest kapsamında iki uçuş arasında ne kadar süre geçtiği olsa da burada diğer önemli bir husus ortaya çıkmaktadır. Bu husus ise bu zaman

diliminde görev icra edecek olan uçuş ekiplerinin yeterli etkinlikte ve kalitede dinlenip dinlenmediğidir.

5.4. Su Üzerinde Gece Önleme Eğitimi Uçuşu Esnasında SD Olma [79]

5.4.1. Olayın özeti

- Pilot, GGG ile su üzerinde gece önleme eğitimi görevindedir.
- Pilot 2-3 g ile yaklaşık 135 derecelik yatışlı alçalış dönüşü yaparken disoryantasyona uğramış ve tekrar oryantasyonunu sağlayamadığından yaklaşık MSL 1450 feette atlamıştır.

5.4.2. Olayın irdelenmesi

Pilot, 700 saati F-16 C/D uçaklarında olmak üzere toplamda 2600 saatlik uçuşuyla tecrübeli bir pilottur (147 saatin üzerinde GGG uçuşu vardır).

Pilot 2-3 g kullanarak 135 derecelik yatışlı alçalış dönüşüyle sola 90 derecelik baş değişikliğini gerektiren beam'e alma manevrasını¹¹ yapmıştır.

Manevra, uçağı sahilde bulunan şehir ışıklarının ve görülebilir ufuk hattının aksi tarafına daha karanlık ve ufuk hattının seçilemediği bir alana döndürmüştür.

Uçak 60 derece burun aşağı pozisyonuna ulaştığında, kuzeybatılı bir başta yatıştan çıkma kumandası vermiştir.

90 derecelik dönüşün tamamlanmasının ardından pilot uçağın yunuslamasını (attitude) teyit etmek için HUD'ı çapraz kontrole almış ancak ufuk hattını görememiştir.

MSL 15.000 feet irtifada pilot düz uçuşa geçmeyi denemiştir.

Pilot dikkatini aletlere tekrar teksif etmiş ancak kanatları ufka paralel tutmayı başaramamış ve sağa doğru yatışa başlamıştır.

Uçak 90 derece yatışı geçtikten sonra ve uçak burnu yaklaşık 70 derece ufuk altına düştüğünde pilot geri stick kuvveti uygulamaya devam etmiştir.

¹¹ Kilit almış uçağın kanat ucu hizasına alınması

Yaklaşık MSL 8000-9000 feet irtifada pilot bulutlarda bir anlık ayışığı parıltısı görmüş ve sadece bulut kaynaklı süt kasesi etkisini (milk bowl effect) görmek için dışarıya bakmıştır.

Sağdan 360 derecelik bir dönüşü müteakip (sağdan tonu) pilot tekrar uçuş aletlerine konsantre olmaya çalışmış ve dalış açısını az bir oranda azaltmayı başarmıştır ancak pilot kanatları ufka paralel tutamamış ve tekrar sağdan yeni bir yatışa başlamıştır.

Burun aşağı yunuslama açısı artmış, bunun üzerine pilot başarılı bir şekilde atlama işlemini gerçekleştirmiştir.

Pilot yaklaşık 15 dakika sonra hayatta kalma telsizi vasıtasıyla diğer uçucu personelle temas kurmuş ve atladıktan yaklaşık 97 dakika sonra kurtarılmıştır.

Pilot uzuv zedelenmelerine maruz kalmıştır (küçük sıyrıklar ve sol bacak diz kapağında hafif yaralanma).

5.4.3. Değerlendirme ve öneriler

- Uçuş tecrübesi ne kadar fazla olursa olsun eğer gerekli şartlar oluşursa tüm uçucular SD olmaya yatkındır.
- SD ile mücadelede önemli olan öncelikle SD'ye sebep olacak şartların oluşmasını engellemektir. Gece uçuşu havacılıkta içinde riskleri barındıran ve görsel kısıtlılıkların SD olmayı kolaylıkla tetikleyebileceği şartları yaratması nedeniyle bu durumun farkında olunması ve yapılacak manevraların SD'ye sebep olmayacak tarzda olması önem arz etmektedir.
- Pilotun yapmış olduğu Radar Missile Defense (RMD)¹² kaçınma manevrası karanlık bölüme yapıldığından SD olması kolaylaşmış ardından pilot inkapasitasyona varan bir durumda atlama kararını vererek uçaktan ayrılmıştır.
- Gece uçuşu yapılacak durumlarda yapılacak manevralara kısıtlama getirilmesi (örneğin yatış derecesi) ve verilecek kumandaların agresif olmaması SD'ye maruz kalma riskini azaltacaktır.

¹² Kilit almış olan uçağın ve/radar güdümlü füzenin kilidini kırmak ve füzenin kinematik olarak defeated olmasını sağlamak için genellikle irtifa vererek ve uçağın/füzenin yaklaşık olarak uçak kanadı hizasına alındığı savunma manevrası

- Görüş kısıtlılığının olduğu durumlarda aletlerin çarpaz kontrole alınarak sürekli farkındalığın sürdürülmesi SD'yi azaltacaktır. Bu çarpaz kontrol etkinliğinin sağlanması ve pilotun aletlerle SD'den kurtulması için akademik ve uygulamalı yer eğitimlerinin üzerinde daha çok durulması gerekmektedir.
- Pilotların eğitimlerde inkapasitasyon durumuna gelecek tarzda en az birkaç kez eğitime alınması ve ayrıca inkapasitasyona uğramış olan pilotun atlama kumandası vermesinin özendirilerek bu durumun tüm pilotlara duyurulması yaşanacak pilot kayıplarını azaltacaktır.
- SD çok eskilere dayanan bir olgudur ve kanatları/brövesi olan tüm canlılar uçtukları sürece bundan etkilenirler.

5.5. Hava-Hava Eğitimi Görevi Esnasında Yere Çarpma [80]

5.5.1. Olayın özeti

- 2 numara olarak uçan kazazede pilotun yaklaşık 850 saat F-16 uçuşu bulunmaktadır.
- Gündüz hava-hava eğitim görevi (offensive ACM) esnasında kazazede pilot nispeten planlı bir seviye dönüşü yapması gerekirken keskin bir açıyla dalışa girmiştir.
- Kazazede pilot terminate ikazı yaptıktan sonra “out of control”a girdiği bilgisini vermiştir.
- Atlama zarfının dışında geç atlama kumandası verildiğinden pilot ölümcül bir şekilde yaralanmıştır.
- Uçak yere yüksek dalış açısı ve yüksek süratle çarpmıştır.
- Uçağın Crash Survivable Flight Data Recorder (CSFDR)¹³'i incelenerek elde edilen verilerde uçak parametreleriyle ilgili bir sorunla karşılaşılmamıştır.
- Yaşanan olay bir SD vakası gibi görünmektedir.

5.5.2. Değerlendirme ve öneriler

- Havacılıkta meydana gelen her olay kendi özelinde öznesi olan pilotlar ve şartlarla değerlendirilmelidir. Genel olarak bu olayda yaşanan muhtemel SD vakası

¹³ Kazaya dayanıklı uçağın uçuş verilerinin kaydedildiği kayıt cihazı

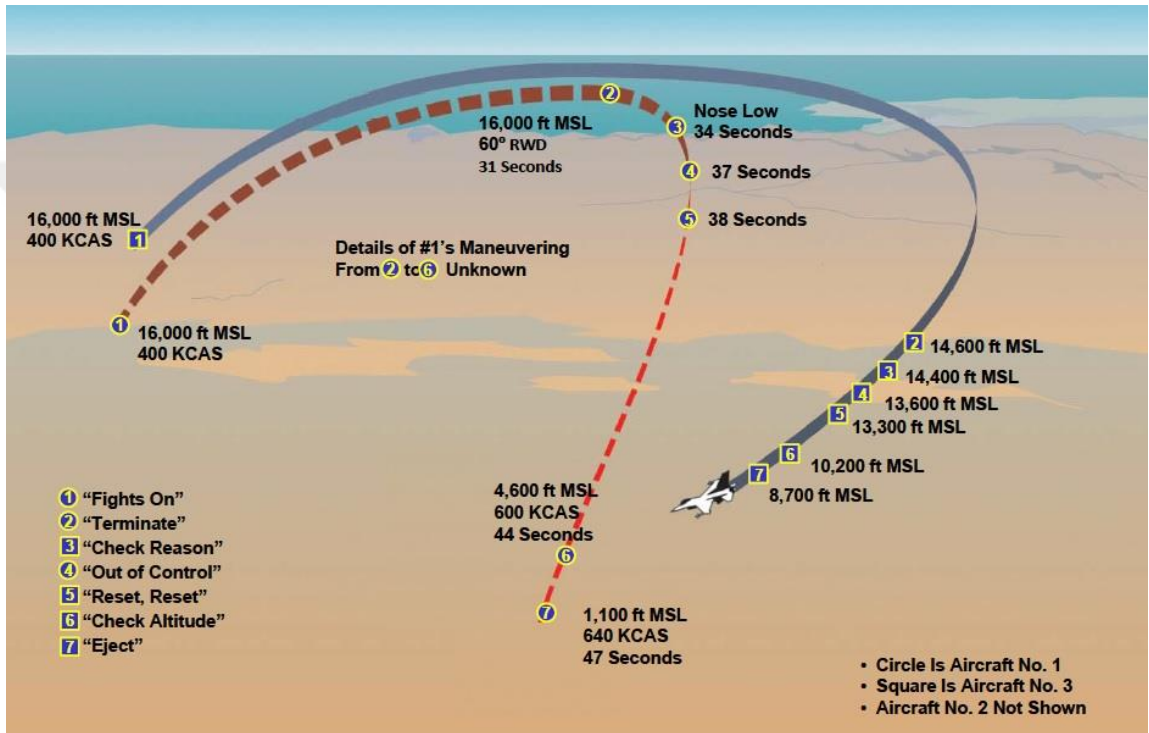
her uçucunun karşılaşılabileceği bir durum olmayabilir. Ancak kazazede pilotun o gün kaçınıcı hava muharebesi sortisi olduğu, o hafta kaçınıcı sortisi olduğu, uçuşa ne kadar süre ara verip tekrar başladığı, yorgunluk düzeyi gibi faktörler yaşanan SD kazasının muhtemel sebeplerinden biri olabilir.

- Hava-hava muharebe sortileri uçakların G yükü kullanılarak agresif bir şekilde kullanıldığı sortiler olup yapılan manevralar esnasında çekilen pozitif G yükleri ve uçağın yüksüzlendirilmesi esnasında maruz kalınan negatif G yükleri yarım daire kanalları içerisindeki sıvıları harekete geçirerek baş dönmesi ve mide bulantısı gibi olaylara sebep olmuş olabilir. Bu durumda aletlere bakarak yatışı alması gereken pilot muhtemelen manevraya devam ettiği için bir müddet sonra terminate ikazıyla beraber anormal duruma girdiğini ikaz etmiş ve uçağı bu durumdan yanlış hislerine göre çıkarma çabasına girmiştir. Uçakla uğraşırken kontrolsüz atlama irtifasının çok altına inmiş ve muhtemelen diğer uçakta bulunup olayı takip eden pilotun ikazıyla yere çarpmadan hemen önce atlama ikazı gerçekleşmiştir.
- Uçuş titizlik isteyen, hataya tahammülü olmayan ciddi bir iştir. Uçuş sahip olunan tüm bilgiyi, dikkati, çabayı, muhakemeyi ve beceriyi ister. Bunlar en iyi şekilde sunulmazsa yapılan hataların bedeli ağır olur.
- Pilotlar mental ve fiziksel olarak uçuşa hazır olmadıkları her durumda uçuş emniyetini göz önünde bulundurarak o gün uçmamalı ve ayrıca filolarda bu ortam sağlanmalıdır.
- Ayrıca uçuş esnasında pilotların kendini kötü hissettiği durumlarda “**knock-it-off**”¹⁴ çağrısıyla görevi sonlandırması gerektiği pilotlara hatırlatılmalı ve uçulacak görev kolunun lideri de bu durumu destekleyecek ortamı uçuş öncesi briefinglerde sağlamalıdır.
- Uçulacak olan görev tipine bağlı olarak pilot karşılaşılabileceği durumları zihninde canlandırmalı ve gelişen bu yeni duruma uyum sağlamalıdır.
- SD olunan durumda neler yaşandığına dair tam bir bilgi sahibi olunmalı ve insan vücuduna ilişkin fizyolojik gerçekler bilinmelidir. SD olan pilotun bunu teşhis edememesi ve bu durumu out-of-control olarak değerlendirmesi yarım daire

¹⁴ Görev icra edilirken uçuş emniyetinin risk altına girdiği durumlarda diğer kol ve/veya görev elemanlarını bu durumla ilgili olarak haberdar edip icra edilen görevi sonlandırmak için yapılan ikaz

kanallarını iyice karmaşık bir şekilde uyarıp işi daha içinden çıkılmaz bir hale getirmesi sonucu pilot bu durumda muhtemelen inkapasite olmuştur.

- Oysa yapılacak işlem diğer uçakları knock-it-off ikazıyla uyardıktan sonra uçuş aletlerine bakarak en yakın taraftan uçağı ufka paralel olarak düz uçuş pozisyonuna getirmek ve eğer emniyet irtifasının üzerinde bulunuluyorsa auto-pilotu devreye koyarak uygun gaz kolu ayarıyla vücudun cayroları olan yarım daire kanallarının normal hale dönmesini beklemektir.



Görsel 5.3 Hava-hava eğitimi esnasında yere çarpma kazasının gelişimi [80]

5.6. Gece Önleme Eğitimi Esnasında Yere Çarpma [81]

5.6.1. Olayın özeti

- Gece önleme eğitimi görevi uçulmaktadır.
- Kazazede pilot stern conversion¹⁵'a başlamış ve bu esnada durumsal farkındalığını SD kaynaklı olarak kaybetmiştir.
- Bu durum uçağın burun aşağı derin bir dalış açısına sahip olmasına neden olmuştur.

¹⁵ Uygun geometriyi kullanarak düşman uçağın arkasında çıkmak için yapılan önleme manevrası

- MFD ve HUD'da 'X' sembolü çıkmış ve pilot bunun üzerine uçağı kurtarmaya çalışmıştır.
- Herhangi bir atlama teşebbüsü olmaksızın uçak yere çarpmış ve pilot hayatını kaybetmiştir.
- Pilot yaklaşık MSL 26.000 feet irtifada, 350 KCAS süratte ve 062 başta önleme set-up'ına başlamıştır.
- Yaklaşık 10-12 saniye sonra kilit alınan uçağı soğuk sahaya almak için kazaya karışan uçak soldan 019 başa dönmüştür.
- Yaklaşık 40 saniye boyunca hedef uçakla arasında turning room yaratmak için sağa doğru ortalama her 5 saniyede bir yaklaşık 5 derece baş değişikliği yaparak yaklaşık 075 başa dönmüş ve MSL 20.000 feet irtifaya uçak alçalmıştır.
- Uçak yaklaşık 30 saniye içerisinde 3500 feet daha irtifa verip sürat 370 KCAS civarı 160 başa dönmüştür.
- Ardından hedef uçağı önlemek için sağa yatışla burnu (30 derece yatış, 2.5 G ile) 30 derece kaldırıp 350 KCAS civarı bir süratte A/B'ye girmiştir.
- Yaklaşık MSL 17.500 feet irtifada aynı çekiş oranı devam ederken yatış yaklaşık 45 dereceye doğru artarken sürat 330 KCAS civarına düşmüş ve MSL 18.500 feet irtifada sürat 310 KCAS yatış sağa 90 derece olmuştur.
- Yatış 110-120 derecelere doğru artarken uçak burnu ufuk hattına düşmüştür (Sürat 300 KCAS'a düşmüştür).
- Ardından yatış 135-140 derecelere artarken uçak burnu yaklaşık 60 derecelik dalışa geçmiştir.
- Yatış artmaya devam ederken uçak dalış açısı yaklaşık 90 derece olmuş ve durum cayrosu yapısı gereği bir taraftan takla atmıştır.
- Uçak tam 90 derece dalış açısındaiken sola doğru yatışa başlamış ve bu esnada sürat yaklaşık 570 KCAS irtifada yaklaşık MSL 8500 feet olmuştur.
- Uçak yere çarpmayı önleme sistemi HUD'da X sembolojisi vererek uçağın mevcut şartlarda yere çarpacağını ikaz etmiştir.
- Pilot uçağın yatışını alıp yaklaşık 5 G'den başlayıp 8 G'ye kadar artan bir oranda G yükü uygulayarak uçağı dalıştan çıkarma kumandası vermiş ancak uçak çöküşle beraber 580 KCAS sürat yaklaşık 7 G'lik bir çekişle burun ufkun 10 derece altındayken MSL 900 feet civarı yere çarpmıştır.

5.6.2. Değerlendirme ve öneriler

- Gece uçuşları kolaylıkla SD olunabilecek ve SA'nın kaybedilebileceği şartları doğası gereği ihtiva etmektedir.
- Bu şartlarda yapılacak olan manevraların gündüz şartlarındaki gibi agresif olması istenmeyen sonuçlar doğurabileceğinden eğitim kuralları gündeze göre daha sıkıdır.
- Gündüz önleme eğitimi esnasında yatış açısıyla ilgili bir kısıtlama yok iken gece 45 dereceyle sınırlandırılmış olması ya da diğer uçakla göz teması sağlanmadan yaklaşık 2000 feetlik irtifa ayrımının korunması gibi kurallar hep gece uçuşunun hassasiyetinden kaynaklanmaktadır.
- Öte yandan yapılacak görevde turning room yaratmak için yanca açılmanın yanısıra irtifa verilerek yapılan manevra sonucu uçak yaklaşık olarak 10.000 feet irtifa kaybetmiştir. Eğer yapılan manevra RMD manevrası değilse bir alt bloktan başlamak turning room¹⁶ yaratma kapsamında daha az manevra yapılmasına ve durumsal farkındalığın muhafazasına yardımcı olacaktır.
- Ayrıca yaşanan disoryantasyon sonucunda bütün dikkat uçuş aletlerine verilmeli ve diğer kol elemanları konuyla ilgili haberdar edilerek knock-it-off çevrimiyle set-up sonlandırılmalıdır.
- Ayrıca aletlere göre hareket edilirken durum cayrosunun dalışta ve tırmanışta 90 derecelere yaklaşırken bir taraftan takla atabileceği bu sebepten bu hareketin takip edilmemesi gerektiği hatırdan çıkarılmamalıdır. Bahse konu kazada yaklaşık olarak 3-5 saniye batan durum cayrosu takip edilmiş ve ardından en yakın taraftan uçağın yatışı alınarak çekişe başlanmıştır. Uçak yaklaşık 10 derece burun aşağıdayken ve üzerinde 7 G'lik bir çekiş varken çöküşle yere vurmuştur. Muhtemelen 5 saniye daha zamanı olsaydı yere vurmazdı.
- Sonuç olarak; uçuş şartları doğası gereği insan fizyolojisini zorlayan bir faaliyettir. Özellikle gece ve/veya kötü görüş şartları gibi oldukça kısıtlayıcı ortamlarda bu durum daha da zorlayıcı bir hale gelmektedir.

¹⁶ Uçağın dönüşü için hareket serbestisi sağlayacak olan gerekli alan

5.7. Sol Ana İniş Takım Lastiğinin ILS Anteni Direğine Çarpması [36]

5.7.1. Olayın özeti

- Rutin bir görevin ardından yapılan iniş esnasında meydana gelmiştir.
- İnişin son yaklaşma kısmı (muhtemel görsel yanılgı nedeniyle) normal son yaklaşma süzülüş hattının altında gerçekleşmiştir.
- Sol ana iniş takımı lastiği Uzak Alan Gözetleme ILS Anteni Direğine çarpmıştır.
- Sol ana iniş takımı zarar görmüş ve Hidrolik Sistem B arızası meydana gelmiştir.
- Pas geçme işlemi gerçekleştirilmiş ve sol ana iniş takımının zarar gördüğü bu konfigürasyon emniyetsiz olarak değerlendirildiğinden pilot kontrollü atlama bölgesinde başarılı bir şekilde atlayışını gerçekleştirmiştir.



Görsel 5.4 Uçağın çarptığı ILS anteni direği [36]

5.7.2. Olayın irdelenmesi

Pist eşiği (Runway threshold) öncesinde bulunan 1000 feet uzunluğundaki overrun kısmının yaklaşma hattındaki ilk 500 feetlik kısmı siyah asfalt sonraki 500 feetlik kısmı ise açık renkte olan betondandır. Ayrıca pist ve pistin yer aldığı arazi yukarı doğru eğimli olup normal yaklaşma hattında iseniz “yüksek yaklaşıyor” yanılışına sahip olacağınızdan “enroute supplement”te bu durum remark yani özel durum olarak belirtilmiştir.

Pilot yaklaşık MSL 1000 feet irtifada bulunan piste MSL 2500 feette peel offlu patern¹⁷ sonrası son dönüş noktasında 05 pistbaşını karşılayıp inmek için sağdan dönüşe giriyor. Sürat, yatış açısı ve çekiş G’si normal olarak pisti karşılamak üzere dönen pilot overrun’ın ilk 500 feetlik asfalt kısmının ve yükselen pist ve arazinin yaratmış olduğu görsel yanılgı nedeniyle normal yaklaşma hattının altında olmasına rağmen bunu hissedememiş ve overrun’ın asfalt kısmının hemen başında bulunan ILS antenine çarpmıştır.

Çarpma sonrası pilot pas geçmiş ve yaptığı kontroller sonrasında zarar görmüş sol ana dikme ile inişin emniyetsiz olacağına karar vererek kontrollü atlama bölgesinde başarılı bir atlama gerçekleştirmiştir.

5.7.3. Değerlendirme ve öneriler

- Uçuşu ve uçağı ilgilendiren her türlü bilginin değerlendirilerek yaratacağı etkinin farkında olunması tüm havacılık profesyonellerinin görevidir.
- Meydanlarla ilgili bilgilerin bulunduğu enroute supplement’teki remarks bölümünde ilgili meydanla ilgili görsel yanılgıya sebep olabilecek şartlar belirtilmiş olmasına rağmen bu duruma dikkat edilmemiş ve yaratacağı yanılığın farkında olunmadan piste iniş yapılması sonucu alçağa düşülmüş ve ILS antenine çarpılmıştır. Bu durum görev hazırlığının önemine ve ayrıca görsel yanılgıya sebep olacak şartların ve bu şartlar altında ne yapılması gerektiğinin bilinmesinin önemine işaret etmektedir.

¹⁷ Meydan trafik paterni irtifasında pist üzerinden yaklaşıp ardından kulenin izniyle kule hizasından rüzgaraltına girmek için 180 derecelik baş değişikliği yaparak geri dönülmesini sağlayan manevra

- Öte yandan meydana gelen çarpma işlemi sonucu durum değerlendirmesi yapılarak mevcut durumun inmeye uygun olmadığı değerlendirilmesi yaşanan A sınıfı F-16 kazasında uçak kaybının yanısıra muhtemel bir pilot kaybının da önlenmesini sağlamıştır.
- Yaşanan bu kazada pilot çevresel farkındalık eksikliği (arazi ve pistin artan eğimi nedeniyle yaşanan görsel yanılgı ve ILS antenin konumunun bilinmemesi) nedeniyle sol ana iniş takımını ILS antenine çarpmış ancak bireysel ve sistem farkındalığı yardımıyla durum değerlendirmesi yaparak başarılı bir atlayış gerçekleştirmiştir.

5.8. Top Atışı Esnasında Yere Çarpma [36]

5.8.1. Olayın özeti

- Pilot gündüz Yer Hedeflerine Taarruz görevi kapsamında hedefe top atışı yapmaktadır.
- PGCAS uygun irtifada pilotun 5 G ile çekip 50 feet klerans (yükseklik farkı) sağlayacağı şekilde 'pull up' ikazı vermesine karşın pilot top atışına devam etmiş ve lövyeye (stick) tam geride dalıştan çıkış manevrasını uygularken çöküşle beraber uçak yere çarpmış, pilot atlama kumandası vermeden hayatını kaybetmiştir.

5.8.2. Olayın irdelenmesi

Kazazede pilot ilk dalışında yaklaşık MSL 3000 feette (hedef deniz seviyesine yakın olduğu için kabaca 3000 feet AGL'ye tekabül etmektedir) ve 400 KCAS'ta paterni uçup ardından hedefe doğru dalmıştır. Top atışı için run-in esnasında yaklaşık 1400 feet ve 440 KCAS'ta PGCAS'ten ilk "pull-up" ikazını, 1000 feette ise ikinci "pull-up" ikazını almıştır. Pilot uygun olmayan bir şekilde ikinci ikaz esnasında top atışına başlamış ve top atışını yaklaşık 600 feet civarında tamamlamıştır. Atışı müteakiben yaklaşık 5-6 G ile uçağı çeken pilot yaklaşık 300 feette ve 430 KCAS süratte hala burun ufkun altında devam etmekte iken çıkış işlemine başlamış ve 5 G'lik çekiş neticesinde 128 feet ve yaklaşık 425 KCAS'ta çıkış işlemini gerçekleştirmiştir (pilotun hedefi karşılayıp MSL 3000 feet'ten dalışa geçişi ile atış yapıp tırmanışa geçtiği MSL 128 feet arasındaki zaman 7 saniyedir). Bu şekilde tekrar ikinci dalış için patern kuran pilot patern irtifasını ve süratini

sağlamadan MSL 2500 feet ve 350 KCAS ile dalışa girmiş ve yatışsız hedefi karşıladığı MSL 1400 feet ve 400 KCAS'ta PGCAS'ten ilk "pull-up" ikazı gelmiştir. Pilot dalıştan çıkış kumandası vermeden dalışa devam etmiş ve yaklaşık MSL 1000 feet esnasında ikinci pull-up ikazı esnasında top atışına başlamış ve yaklaşık MSL 600 feete kadar atışına devam etmiştir. Tam olarak MSL 160 feette 5 G uygulayarak çıkış işlemine başlayan pilot çöküşle beraber yere vurmuş ve atlama işlemi gerçekleşmeden CFIT gerçekleşmiştir (pilotun hedefi karşılayıp atış yaptığı andan çarpmaya kadar geçen süre yaklaşık 6 saniyedir).

5.8.3. Değerlendirme ve öneriler

- CFIT, kumanda edilebilir bir durumdayken (motor ya da kumanda arızası yokken ve pilotun fizyolojik ve fiziksel olarak inkapasitasyon olmadığı durumlarda) uçağın yeryüzüne veya suya çarpmasıdır. Bahsekonu kazada pilot uçakta ve kendisinde bir problem yokken aşırı motive olmuş bir halde top hedefini vurmak için limitleri aşırı derecede zorlamış ve hatta limitlerin altına inerek ikinci dalışında uçağı araziye çarpmıştır.
- Öncelikli olarak uçuşta pilottan beklenen kendisine verilmiş olan görevi yerine getirmesidir. Ancak bundan daha önemlisi pilotun sağsalim ve uçağın sağlam olması yani uçuş emniyetinin sağlanmasıdır. Yapılacak görevle ilgili olarak patern parametrelerinin belirlenmesi, bu parametrelere riayet edilmesinin istenmesi ve uçak üzerinde bulunan ikaz sistemlerinin yaptığı ikazların tamamı görevin sağsalim ve emniyetle icra edilmesini sağlamak içindir. Bu sebeple yazılı kurallara uyulması ve şartların zorlanmaması önemlidir.
- Görev kolu içerisinde herhangi bir şekilde aşırı motive olmuş ve limitleri zorlayıcı hareketlerde bulunan pilot tespit edildiğinde gerekli ikazın atış sahası nöbetçi subayı veya kol lideri tarafından yapılması ve/veya atışlarının kesilerek paternleri kuru yapması bu tarz kazaların önüne geçecek, can ve mal kayıplarını önleyecektir.

5.9. G-LOC [36]

5.9.1. Olayın özeti

- Pilot, öğretmenlik eğitimi için gündüz şartlarında ikinci TAM sortisini uçmakta ve komutanlık kararı gereği tanınan serbesti doğrultusunda PBG vest giymemiştir.
- Sorti esnasında yaklaşık MSL 17.000 feet irtifada başlatılan ikinci angajman esnasında (set-up) pilot G/K AB'de iken sola doğru yüksek G'li alçalış dönüşüne başlamış ve ardından G-LOC olmuştur. Yaklaşık 9 saniye sonra şuuru yerine gelen pilot 650 KCAS üzeri bir süratte atlamıştır.
- Pilot atlayarak hayatını kurtarmış ancak ağır şekilde yaralanmıştır (her iki bacağında açık kırık, sağ kol kırığı, sağ omuz çıkığı, baskı kaynaklı omurga zedelenmesi (spinal compression injury), alında kesik ve burunda kırık).

5.9.2. Olayın irdelenmesi

İcra edilecek olan görevde uygun set-up için sola ve aşağı break manevrası uygulayan kazazede pilot ilgili manevrayı 7-9 G arası bir değer olan 8.6 G ve 450 KCAS ile gerçekleştirmiş ancak bu esnada G-LOC olmuştur. G-LOC sonrası pilotun verdiği kumandanın gevşemesi neticesinde uçak üzerindeki G yükü azalmaya başlamış ancak sola ve burun aşağı olan dalış azalan kaldırma nedeniyle devam etmiştir. Bu esnada sürat artmaya devam etmiş ve yaklaşık 9 saniye sonra uçak tam burun aşağı ve dalışta iken kendine gelen pilot uçağın "altitude" sesli ikazıyla beraber atlama kumandası vermiş, yaklaşık 14'üncü saniyede uçak sürati yaklaşık 700 KCAS civarında ve irtifası MSL 5000 feet iken pilot uçağı terketmiştir.

5.9.3. Değerlendirme ve öneriler

- Savaş uçakları yüksek sürat ve akselerasyona sahip olmaları nedeniyle yüksek G çekme potansiyeline sahip hava araçlarıdır. Bu meydan okuyucu hava araçları görev yapacak olan savaş uçağı pilotlarının fiziksel, psikolojik ve fizyolojik olarak uçağı ve uçuşa hazır olmalarını gerektirir. Özellikle BFM gibi neredeyse tüm çalışma sahası T.O.T.'si (zamanı) boyunca yüksek G altında angajman yapmayı gerektiren görevlerde bedenen dinlenmiş ve hazır olmak önemlidir. Aynı gün içerisinde bu görevin ikinci kez uçuluyor olması pilotu bedenen yormuş ve angajman başlangıcı esnasındaki break manevrası esnasında pilot G LOC olmuştur.

- G-LOC sonrası kendisine gelen pilot uçağın sesli ikaz sistemini de dikkate alarak bağlamış olduğu MSL Floor irtifasının (MSL 8000 feet – yaklaşık AGL 8000 feet) altına inerken kontrolsüz olan uçağı terk etme kararını doğru bir şekilde vererek atlamıştır. Spin/deep stall veya diğer kontrolsüz uçuş şartlarında mümkünse AGL 6000 feet üzerinde atlanmalıdır. Atlama yüksek süratte gerçekleştiğinden çeşitli kırıklar ve zedelenmelerle pilot yaralı kurtulmuştur. Atlama esnasında wind blast nedeniyle 400 knota kadar vücuda orta seviyede, 400-600 knot arasında uzuv zedelenmesi ve deri yaralanmalarına sebep olan ciddi seviyede, 600 knot üzerinde ise aşırı seviyede yük uygulanır.
- BFM ve ACM/ACT/DACT gibi yüksek G altında icra edilecek uçuşlara PBG Vest olmadan çıkılmasına izin verilmesi çok uygun görünmemektedir. Pressure Breathing for G (PBG), 4 G ve üzerinde pilotun G toleransını artırmak ve yorgunluğunu azaltmak üzere basınçlı hava sağlayan sistemdir. Komutanlık Kararı kullanımı serbest bıraksa dahi kendi hayatından ve uçağından bireysel olarak sorumlu olan pilot bu teçhizatı yüksek G’li görevlerde kuşanarak uçuşa çıkmalıdır.

5.10. Air Show Provası Esnasında A/B’nin Devreye Girmemesi [36]

5.10.1. Olayın özeti

- Air Show’da sergilenecek ilk hareket military takat ile kalkışı müteakiben pist istikametinde MAX A/B ile tırmanarak tepe noktasında uçağı soldan çevirip pistten tekrar 180 derece geriye dönük bir şekilde geçişi sağlayacak split S manevrasıdır.
- Pilot kalkış sonrası İ/T aldıktan sonra G/K’nu MAX A/B yapıp çekişine başlar (pull up).
- A/B ateşlemesi gerçekleşmez ancak pilot bu durumu farketmediğinden olması gerekenden çok daha düşük bir irtifada pilot aşağı çekişine (pull down) başlar.
- Pilot bu durumu farkederek manevrayı iptal eder ancak uçağı kurtarmak için irtifa çok düşüktür.
- Pilot alçak irtifada başarılı bir atlayış gerçekleştirir ancak paraşütü yere çakılan uçağın sebep olduğu alev topunun yaymış olduğu sıcaklıktan etkilenerek zarar görür ve pilot ağır şekilde yaralanır.

5.10.2. Olayın irdelenmesi

Yaklaşık deniz seviyesinde olan bir pistten military takat ile konfigürasyonuna uygun kalkışa başlayan pilot 150 knotta rotation yapmış ve 160 knotta uçağı yerden kesmiştir.

Pilot rutin bir şekilde 180 knotta İ/T alma kumandası vermiş ve yaklaşık 195 knotta İ/T'larını yukarı almıştır.

Pist sonu gelmiş olarak ve yaklaşık 50 feet irtifa ve 220 knot civarı bir süratte pilot G/K'nu MAX A/B yaparak çekişe başlmıştır (A/B devreye girmemiştir).

Pilot yaklaşık 90 derecelik bir açıyla uçağı tırmandırırken MSL 1500 feet ve yaklaşık 100 knot süratte uçağı soldan yıkarak pisti tersten karşılama manevrasına başlamış (pull down), yaklaşık 60 knot sürat ve MSL 2000 feet irtifada uçağı pisti tersten karşılayacak konuma getirmiştir.

Bu şekilde çekişe başlayan pilot MSL 110 feet ve 210 knot süratte uçağı piste paralel konuma getirmiş ancak çöküş devam etmiştir.

Pilot bu çöküş esnasında yere çarpmadan birkaç 10 feet önce ve yaklaşık 220 knot süratte uçağı terketmiş, uçak 1-2 saniye sonra yere çarpmıştır (bütün bu yaşananlar 1 dakika 2 saniyede gerçekleşmiştir).

5.10.3. Değerlendirme ve öneriler

- Uçuşu ve uçağı ilgilendiren her türlü bilginin değerlendirilerek yaratacağı etkinin farkında olunması tüm havacılık profesyonellerinin görevidir.
- Uçak sistemlerinden herhangi biri devreye konduğunda bu sistemlerin bir BIT test ve/veya devreye girme zamanı vardır. Örneğin EGI'yi uçuşta align etmek için 30 saniye OFF'a alınması, FCR'ın ON yapıldığında 180 saniye BIT testinin sürmesi ya da iniş takımları aşağı konduğunda Anti-skid sisteminin 1/2 saniye testinin sürmesi gibi A/B'de devreye konmak istendiğinde 4 derece sıcaklığın altında 10 saniyede üzerinde ise 5 saniyede devreye girmelidir.
- A/B'nin devreye girişi nozzle'ın açılmasından ve takat artışı nedeniyle uçağın hızlanmasından anlaşılabılır. Yaşanan bu kazada olduğu gibi G/K A/B'ye atıldığında 5 saniye içerisinde devreye girip girmediği kontrol edilmiş olsaydı

A/B'nin devreye girmediği daha ilk anda farkedilecek hareket başlangıçta iptal edilerek bu durum yaşanmayacaktı. Ancak geçte olsa durumun fark edilip uçağı terketme kararının verilmesi uçağın yanı sıra pilot kaybını önlemiştir.

5.11. Touch and Go Çalışması Esnasında Touchdown Sonrası Kalkıştan Hemen Sonra Uçağın Gövde Üzerine İnişi [29] [79]

5.11.1. Olayın özeti

- Uçak sorunsuz bir touchdown yapmıştır.
- İniş takımlarını yukarı alma kumandası touchdown'dan 3 saniye sonra verilmiş ve iniş takımları yukarı gelmiştir.
- Uçak gövde üzerine oturmuş ve pist üzerinde kayarak durmuştur.
- Pilotlar emergency ground egress yaparak uçağı terketmiştir.



Görsel 5.5 *Touch-and-go çalışması esnasında gövde*

üzerinde piste oturmuş uçak [79]

5.11.2. Olayın irdelenmesi

Uçak, öğretmenlik eğitiminde olan arka kokpit uçucusu tarafından uçurulmaktadır. 11 AOA ile uçulması gereken son yaklaşma kısmı yaklaşık 9 AOA ve 172 knot ile uçulmuştur. Uçak touchdown olması gerektiği gibi 11 AOA ve yaklaşık 164 knot ile gerçekleştirilmiştir. Müteakiben pilot touchdown sonrası pas geçme işlemine başlamış ve 9.5 AOA ve 147 knot süratte uçak yerden kesilmiştir.

Uçak yerden kesildikten yaklaşık 3 saniye sonra iniş takımı alma kumandası verilmiş ve iniş takımları yukarı alınırken uçak sürati 136 knota AOA'si ise 4

dereceye düşerken uçak yere doğru alçalmış ve ardından piste oturarak gövde üzerinde sürüklenmeye başlamıştır. Uçak bu şekilde yaklaşık pist sonuna kadar gövde üzeri kayarak devam etmiş ve durduğunda da pilotlar uçağı emercensi olarak terketmişlerdir.

5.11.3. Değerlendirme ve öneriler

- Uçağın sistemlerini bilmek özellikle de warning olarak belirtilmiş olan ve gözardı edildiğinde personel yaralanmaları/ölümleri ve/veya malzeme zararına yol açan hususların bilinmesi ve bu hususlara dikkat edilmesi uçuş emniyeti açısından bir zorunluluktur.
- Uçuş Manuel’inde TEF’lerin İ/T kolu ile senkronize çalıştığı ve kalkış sonrasında İ/T kolu yukarıya alındığında TEF’lerin yukarı hareket ederek kaldırmanın azalacağı, bu sebeple kalkış sonrasında İ/T kolunun yukarı alınması konusunda acele edilmemesi gerektiği, aksi takdirde azalan kaldırma nedeniyle uçağın alçalarak piste temas edebileceği ikazı bulunmasına rağmen kalkış sonrasında yerden yeterince uzaklaşmadan İ/T kolunun yukarıya alınması sonucu yani ‘sistemsel farkındalık’ bileşeninin eksikliği nedeniyle bahse konu kaza yaşanmıştır.
- Ayrıca her ne kadar uçak kumandası arka kokpitte de olsa bu tarz durumlarda ‘assertive’ bir ön kokpit uçucusunun durumu ikaz etmesi ve bu tarz emniyetsiz davranışlara karşı özellikle iniş kalkış esnasında uyanık olup zamanında gerekli girdileri yapması kazaların azalmasına yardımcı bulunacaktır. Kaldı ki bu eğitimde önde oturan pilot arkadaki öğretmen adayına öğretmenlik eğitimi veren başka bir öğretmen pilottur.

5.12. G-LOC Nedeniyle Yere Çarpma [79]

5.12.1. Olayın özeti

- Pilot 2’li kolun 2 numarası olarak gündüz Temel Av Manevraları eğitimi görevini uçmaktadır.
- Kaza, 6’ncı angajman olarak uçulan hi-aspect BFM set-up’ı esnasında meydana gelmiştir.
- Uçak yere neredeyse tam dik açı ve yüksek süratle çarpmış ve uçuş verilerini kaydeden CSFDR chipleri zarar görmüştür.

- Atlama teşebbüsünde bulunulmamış ve pilot hayatını kaybetmiştir.

5.12.2. Olayın irdelenmesi

2 numara olarak TAM eğitimini uçan öğrenci pilot 6'ncı angajman olan Hi-Aspect BFM set-up'ı esnasında dik bir açıyla ve atlama kumandası vermeksizin yere çarpmış ve hayatını kaybetmiştir.



Görsel 5.6 Pilotu G-LOC olan uçağın çarptığı yamaç [30]

5.12.3. Değerlendirme ve öneriler

- Temel Av Manevraları görevleri, yüksek G'ye maruz kalınan ve dolayısıyla iyi dinlenmiş olarak icra edilmesi gereken görevlerdendir. Her Temel Av Manevrası görevinde yapılan G warm-up manevrası ile o günkü G toleransı ölçülüp duruma göre göreve devam etme ya da etmeme kararı verilir.
- Ancak o gün görev başlangıcında G toleransı göreve uygun olsa bile aynı sorti içerisinde yapılan set-up sayısı arttıkça maruz kalınan G yükleri nedeniyle sorti içerisinde akut bir yorgunluğun ortaya çıkacağı, bunun da performansı olumsuz etkileyip G toleransını düşüreceği unutulmamalıdır.
- Pilotlar açısından önemli olan yapılan her event'i özel ele alıp kendini yorgun ve takatsiz hissettiğinde 'terminate' ya da 'knock-it-off' çevrimiyle yapılan event'i ve/veya görevi Rules of Engagement'a uygun olarak sonlandırmaktır.
- G kuvvetlerine karşı olan direncin yorgunluk, fiziksel hazır bulunuşluk durumu, beslenme, hidrasyon, g-suit kullanımı gibi faktörlerle ilişkili olduğu akıldan çıkarılmamalıdır.

5.13. Hava-Hava Eğitimi Esnasında Mid-Air Collision [79]

5.13.1. Olayın özeti

- 2XF-16 C ve 1XF-16 D uçağı gündüz hava-hava eğitim görevlerinden olan Hava Muharebesi Manevraları görevini uçmaktadır.
- Üçüncü angajman esnasında 2 F-16 uçağı yaklaşık MSL 16.000 feet irtifada neredeyse kafa kafaya (head-on) çarpışmıştır.
- Çarpışmada 1 pilot hayatını kaybetmiş, diğer pilot ise başarılı bir şekilde atlama sandalyesini kullanarak uçağı terketmiştir.
- Çarpışmanın yaklaşık 4 saniye sonrasında uçak kumanda yeteneğini kaybetmiş ve anormal duruma girmiştir.

5.13.2. Değerlendirme ve öneriler

- İki veya daha fazla uçağın yer aldığı hava hava görevlerinde kolun diğer elemanlarının size göre konumlarını bilmek durumsal farkındalık için hayati öneme haizdir.
- Ayrıca angajman kuralları içerisinde bulunan ve görüşü kaybedenin durumu diğer kol elemanlarına bildirmesi uçaklar arası pozitif ayrımın dolayısıyla uçuş emniyetinin sağlanması açısından çok önemlidir (örneğin 2 numara blind seviye 165 denmesi diğer uçakların en azından irtifa ayrımı sağlamasına imkan verecektir).
- Özellikle mid-air collision potansiyeli olan 4'lü kol önleme görevleri ile Temel Av Manevraları ve Hava Muharebesi Manevraları görevlerinde diğer uçakları takip ederek durumsal farkındalığı artırmak ve görüşün kaybedildiği her durumda diğer elemanları ikaz etmek bu tip kazaların tekrarlanmasını önleyecektir.

5.14. Gece Önleme Eğitimi Esnasında Mid-Air Collision [81]

5.14.1. Olayın özeti

- Gece önleme eğitimi görevi uçulmaktadır.
- MSL 20.000 feet irtifada manevra yapmayan hedef uçağı karşı stern conversion önlemesi yapılmaktadır.
- Uçağı yaklaşma sürati (overtake) 500 feet içerisinde +100 knottır.

- Öğretmen Pilot görevleri (girdileri) nedeniyle pilot distraction meydana gelmiştir.
- Hedef uçak hasara uğramış ve pilot emniyetli bir şekilde uçaktan atlamıştır.
- Diğer uçak inmiş ve kazanın oluşumunda yorgunluğun ana etken olduğu tespit edilmiştir.

5.14.2. Değerlendirme ve öneriler

- Kazazede pilot çarpışma öncesindeki son 48 saat içerisinde geceleri yaklaşık dörder saat uyumuştur.
- Pilotun tamamen dinlenmiş sayılabilmesi için yaklaşık bir 10 saatlik uykuya daha ihtiyacı vardır.
- Raporlar bu şekilde kümülatif uykusuzluğun pilotun kanında alkol seviyesi 0.05 promil olan biriyle aynı dikkat seviyesine sahip olacağını ifade etmektedir.
- Bu düzeydeki yorgunluğun etkileri bozuk muhakeme, düşük hazırbulunuşluk, koordinasyon azalması, emercensi durumlara karşı düşük reaksiyon verilmesidir.



Görsel 5.7 Gece önleme eğitimi esnasında mid-air kazasına karışan uçak [81]

5.15. İstenmeden Emercensi Güç Ünitesi'nin Devreye Konması [79]

5.15.1. Olayın özeti

- Emercensi Güç Ünitesi (EPU) kanserojen bir madde olan hydrazine'i kullanarak uçağı kumanda etmek için pompalara hidrolik takat sağlayan ve gerekli şartlar oluştuğunda otomatik olarak devreye giren ya da ihtiyaç duyulan durumlarda pilot tarafından devreye sokulan hayati bir sistemdir. Bahsekonu sistem, uçak yerde ve çalışmaz halde iken devreye girmesini önlemek için bir pimle emniyete alınmaktadır.
- Emercensi Güç Ünitesi'ne devreye girme kumandası verildiğinde eğer herhangi bir sebeple devreye girmezse EPU GEN ve EPU PMG ikaz lambaları yanmaktadır. Örneğin yerde herhangi bir nedenle EPU devreye girme kumandası almış ve devreye girmemiş/girememişse ilgili bu ikaz lambaları yanacaktır. Eğer bu devreye girmeme nedeni EPU emniyet pimi ise bu pim çıkarıldığında EPU devreye girecek ve çevreye kanserojen gaz salınımı başlayacak, uçağın yanında bulunan görevlileri etkileyecektir.
- Pilot Normal Uçuş Öncesi Kontrolleri (Normal Preflight Checks) esnasında EPU PMG lambasının yandığını farketmiş ve abort etmeden önce yer ekibi şefinden EPU emniyet pimini almasını istemiştir.
- EPU switch'ini OFF yapmak EPU'nun çalışmasını durdurmadığından sorunu çözmemiş ve EPU'nun faaliyeti Yer Ekibi Şefi tarafından pimin tekrar takılmasıyla sonlandırılmıştır.
- Yapılan incelemeler EPU'ya devreye girme kumandasını sistemde meydana gelen bir kısa devrenin sebep olduğu görülmüştür.

5.15.2. Değerlendirme ve öneriler

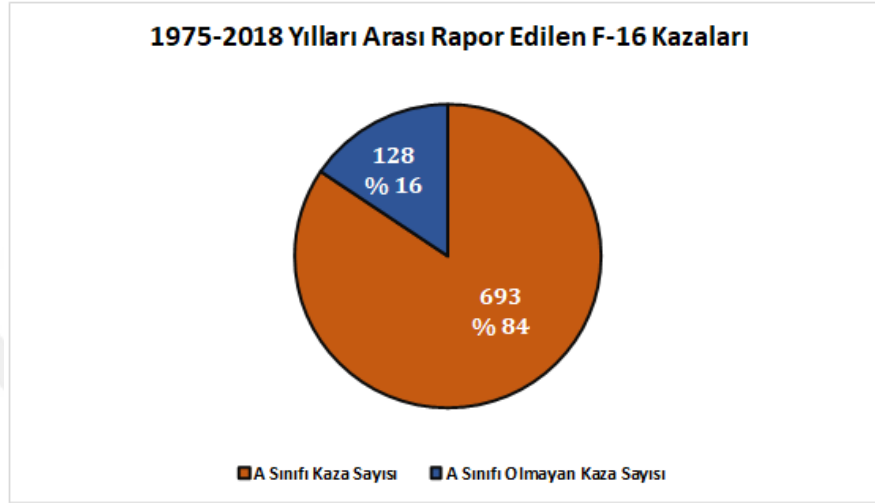
- Hava araçları özellikle de uçaklar uçuş esnasında yaşanan acil durumlarla mücadele etmekte kullanılan yardımcı sistemlere sahip karmaşık yapılardır. Bu yardımcı sistemlerden bazıları uçakları kumanda edenlerle uçaklara yanı başında hizmet veren teknisyenlere eğer uygun işlemler yapılmazsa devreye girerek, doğaları gereği zarar verebilmektedir (örneğin sıvı oksijen tanklarının yanına yanıcı/parlayıcı maddeyle yaklaşmak, uygun tedbirleri almadan uçaklara mühimmat yüklemek vb).

- Acil Durum Güç Ünitesi de devreye girdiğinde hydrazine adı verilen toksik bir maddeyi yakıt olarak kullanmaktadır. İlgili uçuş dokümanı uçuş öncesi kontrollerde Acil Durum Ünitesi ile ilgili olarak lambası yandığı takdirde ilgili switch'i önce OFF ardından NORM pozisyona alınıp eğer lamba/lambalar hala yanıyorsa uçağın abort edilmesini dikte ettirmektedir.
- Pilot bahse konu durumda EPU switch'i cycle yaptıktan sonra lambalardan biri hala yanıyorsa uçağı abort etmesi gerekirken pimi çektiğinden bu durum yaşanmıştır.
- Pilotun mevcut dökümanlarda yer alan uygulamalara ilişkin sistem bilgisi eksikliği ve/veya bilgiye tam hakim olmaması bu duruma sebebiyet vermiştir (sistem farkındalığı).
- Standart Hareket Usülleri ve Uçuş Manuel'i prosedürlerini takip etmek bu tarz istenmeyen durumların önüne geçecektir.

6. SONUÇ

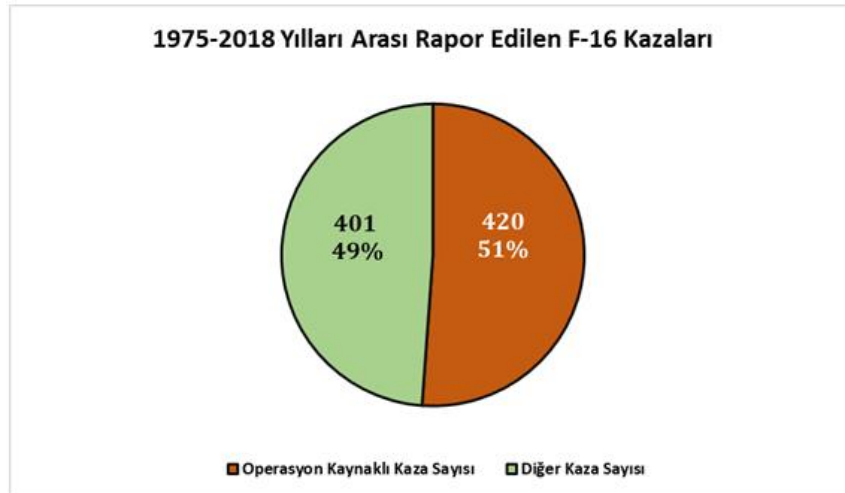
6.1. Bulgular

1975-2018 yılları arasında rapor edilen F-16 kaza sayısı 821 olup bunların 693 tanesi A sınıfı kazadır (Şekil 6.1).



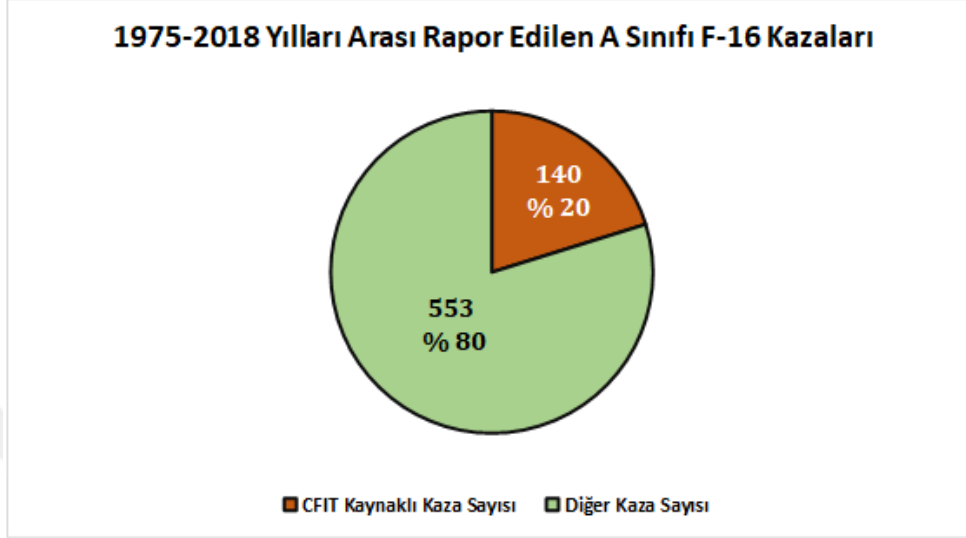
Şekil 6.1 1975-2018 yılları arasında rapor edilen A sınıfı kaza sayısı/yüzdesi

Rapor edilen 821 kazanın 347'si SCF (13 ölü), 41 adedi kuş çarpması (3 ölü), 8 adedi yıldırım çarpması, 2 adedi piste yabancı hayvan girmesi (1 ölü), 1 adedi yakıt kirlenmesi, 1 adedi ECM podunun düşmesi ve 1 adedi de kokpite duman dolması olup toplam 401 tanedir ve bunlar diğer kazalar başlığı altında gösterilmiştir. Doğrudan kullanıcı/operasyon kaynaklı kaza sayısı ise 420'dir (Şekil 6.2).



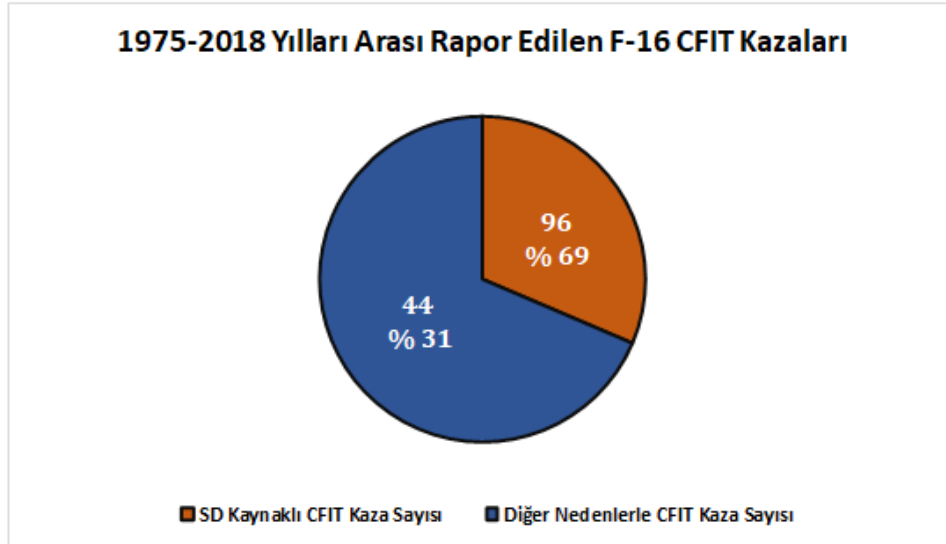
Şekil 6.2 1975-2018 yılları arasında rapor edilen kazalarda operasyon kaynaklı olanların sayısı/yüzdesi

1975-2018 yılları arasında rapor edilen 693 tane A sınıfı kazanın 140 tanesi CFIT kaynaklı olup (Şekil 6.3) aynı zamanda A sınıfı kazalarda ölen 215 kişinin 132 kişisi CFIT kazaları nedeniyle hayatını kaybetmiştir.



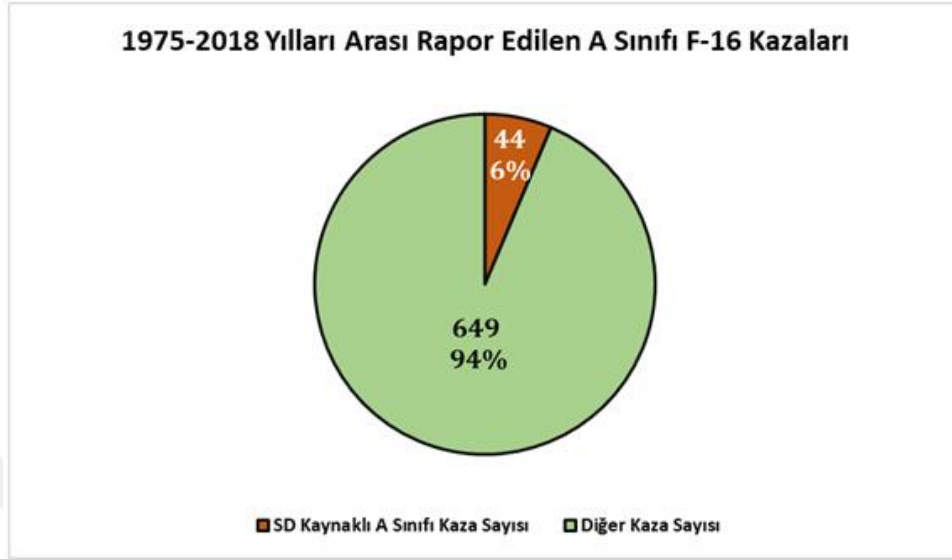
Şekil 6.3 1975-2018 yılları arasında rapor edilen A sınıfı kazalarda CFIT kaynaklı olanların sayısı/yüzdesi

1975-2018 yılları arasında rapor edilen 140 CFIT kazasının 44 adedi SD, 96 adedi de diğer sebeplerledir (Şekil 6.4).



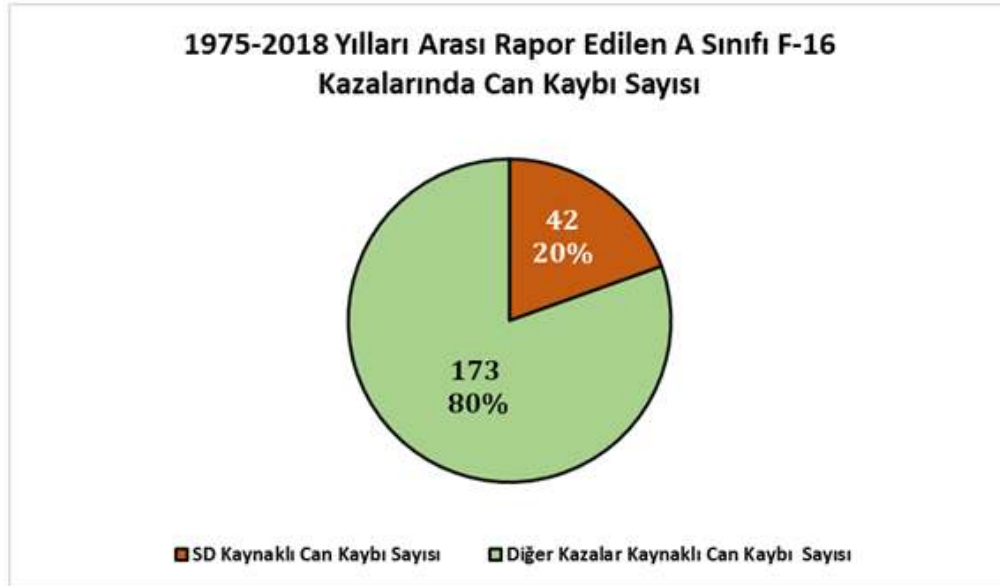
Şekil 6.4 1975-2018 yılları arasında rapor edilen CFIT kazalarında SD kaynaklı olanların sayısı/yüzdesi

1975-2018 yılları arasında rapor edilen 693 A sınıfı kazanın 44 adedi SD kaynaklıdır (Şekil 6.5).



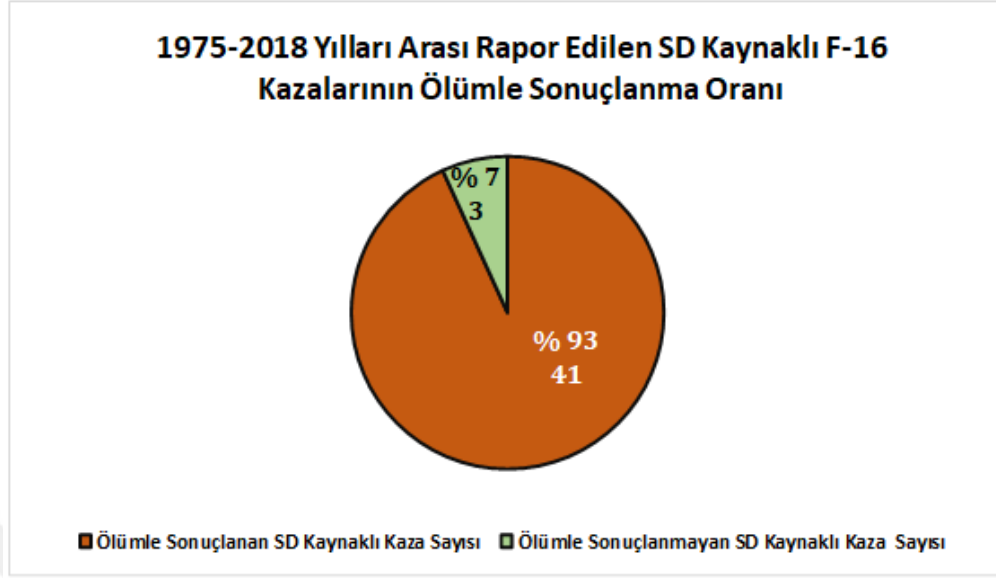
Şekil 6.5 1975-2018 yılları arasında rapor edilen A sınıfı kazalarda SD kaynaklı olanların sayısı/yüzdesi

1975-2018 yılları arasında rapor edilen 693 A sınıfı kazada yaşanan 215 can kaybının 42 adedi yine SD kaynaklıdır (Şekil 6.6).



Şekil 6.6 1975-2018 yılları arasında rapor edilen A sınıfı kazalarda meydana gelen can kayıplarında SD kaynaklı olanların sayısı/yüzdesi

Yaşanan 44 SD kaynaklı kazada ölümle sonuçlanan kaza sayısı 41'dir (Şekil 6.7).



Şekil 6.7 1975-2018 yılları arasında rapor edilen SD kaynaklı kazalardan
ölümle sonuçlananların sayısı/yüzdesi

6.2. Sonuç ve Öneriler

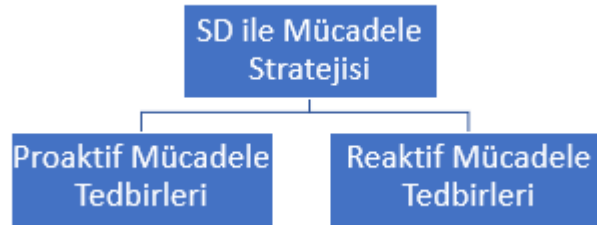
Bu çalışmada ortaya konan Durumsal Farkındalık Modeli ile LSA ile SD arasındaki kavramsal bağ ortaya konmuş ve SD'nin LSA'in bir bileşeni olduğu sonucuna varılmıştır; 'Her SD vakası bir LSA vakasıdır, ancak her LSA vakası bir SD vakası değildir'. SD'nin tipleri incelendiğinde Tip I SD türünün (unrecognized), görsel sistem ile vestibüler ve derin duyu sistemleri arasında bir oryantasyon çatışması yaşanmaması nedeniyle CFIT kazalarına yol açtığı bu SD türünün literatürde spatial "disorientation" değil "misorientation" olarak adlandırıldığı altı çizilmiştir. Tip II ve Tip III SD türlerinin denge organları arasında bir çatışma yaşanması nedeniyle algılanıp farkına varıldığı; Tip II SD türünde uygulanacak olan doğru reaktif mücadele stratejisi ile başarıya ulaşılacağı, Tip III SD türünde ise insanoğlunun fizyolojik yetersizliği nedeniyle SD ile mücadele edemediği ayrıca belirtilmiştir.

1975-2018 yılları arasındaki F-16 kazaları incelendiğinde A sınıfı kazaların % 6,35'inin ve yaşanan can kayıplarının ise % 19,5'inin SD kaynaklı olduğu görülmüştür. Bu istatistiki değerler SD ile mücadelenin gerekliliğinin altını çizmekle beraber asıl göze çarpan nokta 44 SD olayındaki can kaybının 42 olması ve ölümle sonuçlanan kaza sayısının 41 olması yani SD kazalarının ölümle

sonuçlanma olasılığının yaklaşık % 93 gibi çok yüksek bir olasılığa sahip olmasıdır. Bu sonuçlar SD ile mücadeleyi havacılık emniyeti açısından üzerinde önemle durulması gereken ve kaçınılmaz bir olgu haline getirmektedir.

Her SD vakasının kendi özelinde incelenerek sebeplerinin, gelişim sürecinin ve çözüm önerilerinin sunulmasının gerekliliğine inanılmakla beraber SD ile mücadelede yapılması gereken genel uygulamalar bulunmaktadır. Bu bağlamda Kirk ve arkadaşları pilotlara SD ile ilgili derslere katılmalarını, yerde ve uçuşta SD'nin tecrübe ettirildiği gösterim eğitimleri almalarını önermektedir. Ayrıca pilotlara disoryante olduklarını anladıklarında mutlaka aletlere yoğunlaşmaları ve uçağı aletlere itimat ederek uçurmaları önerilmektedir [51].

SD ile mücadeleye ilişkin takip edilecek stratejilere ilişkin benzer öneriler Gillingham ve Previc [34], Ernsting ve King [74], Previc ve Ercoline [7] gibi araştırmacıların yanısıra FAA ve USAF gibi kurumlar tarafından da yapılmaktadır. Bu bağlamda soruna analitik olarak bakıldığında, SD ile başarılı bir mücadelenin proaktif ve reaktif önlemler olmak üzere iki ayaklı bir stratejiyi gerektirdiğine inanılmaktadır.



Şekil 6.8 SD ile mücadele stratejisi

Proaktif mücadele tedbirleri, SD'nin uçucular için yaratabileceği tehlikenin ve SD ile mücadelenin önemini kavramış bir tepe yönetiminin önderliğinde uygun bir organizasyonel kültür ve iklimi gerektirmektedir. SD başta olmak üzere insan fizyolojisinin uçuş ortamındaki kısıtlılıklarının akademik ve uygulamalı eğitimlerle uçuculara anlatılması ve bu eğitimlerin ihtiyaca göre düzenli hale getirilmesi, SD'nin özellikle karşılaşıldığı gece ve düşük görüş şartlarına ilişkin prosedürlerin düzenlenmesi (örneğin gece uçuşlarında yatış açısının zorunlu şartlar haricinde 30°'nin üzerine çıkarılmaması, yakın kol uçuşunda SD olmayı kolaylaştırabilecek

olan anti-collision ışıklarının söndürülmesi ya da gece görev dönüşlerinde kolda değil trailde iniş gerçekleştirilmesi vb.), meteorolojik şartların zorlayıcı olduğu sonbahar ve kış mevsimleri öncesinde tüm uçucuların alet yeterliliklerinin tazelenmesi için belirli sayıda simülatör ve uçakta alet eğitim tazeleme uçuşlarının yapılması gibi organizasyonel seviyede tedbirlerin yanısıra kişilerin uçuş öncesi durumsal farkındalıklarını artırarak önce kendisinin uçuşa uygun fiziksel ve psikolojik uygunluğunu sağlaması (uyku miktarı, dinlenme düzeyi, uçuş öncesi beslenme, alkol ve sigara kullanımına dikkat etme, özellikle gece uçuşlarının en az 30 dakika öncesinden itibaren sigara içilmemesi, uçuş tabibi kontrolünde ilaç kullanılması vb.), uçulacak göreve ilişkin risklerin iyi irdelenerek uçuş öncesi hazır bulunuşluğun artırılması (uçulacak zaman dilimi (gündüz/gece), uçuş rotasındaki meteorolojik şartlar, arazi kompozisyonu, yükseltiler, minimum emniyet ve rota abort irtifalarının belirlenmesi, uçak üzeri sistemlerle oraj taraması yapıp rota değişikliğinin uygulanması vb) ve SD'nin ne olduğu, türleri ve hangi şartlarda özellikle hangi SD yanlışlarının yaşanabileceğine ve ne yapılmasına gerektiğine ilişkin tam bir bilgi seviyesine sahip olunması, yaşanan SD yanlışına ilişkin tecrübelerin diğer bireylerle paylaşarak çıkarılan derslerin herkes tarafından öğrenilmesinin sağlanması proaktif mücadele stratejisi tedbirlerindendir.

Reaktif mücadele tedbirleri ise daha çok SD ile karşılaşıldığında uygulanacak tedbirleri kapsamakta olup aşağıda maddeler halinde sıralanmıştır:

- **SD olduğunun kabul edilmesi** ve ardından iki kişilik uçak ise diğer uçucunun, kolda uçuluyorsa koldaki diğer uçağın ikaz edilmesi,
- Derhal alet uçuşuna geçilmesi ve hislerle çatışsa bile aletlere güvenilmesi,
- Vestibüler uyarımları sonlandırmak için baş hareketlerinin minimuma indirilmesi ve seri ve büyük kumanda vermekten kaçınılması,
- Rota abort irtifası/minimum emniyet irtifasının üzerine çıkılarak varsa autopilot kullanılarak düz uçuşa geçilmesi,
- Sabırla ve sakin bir şekilde SD yanlışının sönmülenererek sona ermesinin beklenmesi,

- Eğer yukarda belirtilenler yapılamıyorsa ya da yapılmasına rağmen ortalama 30-60 saniye içerisinde hala düzelme yoksa inkapasitasyon durumu (Tip III SD) gerçekleştiğinden atlama sistemi varsa uçağın terkedilmesi.

Reaktif tedbirlerin başarıya ulaşması SD olduğunun kabul edilerek doğru hareket edilmesini gerektirmektedir. Bu sebepten dolayı uçuş tecrübesi ne olursa olsun SD olmanın insani bir olgu olduğunun kabul edilmesi ve yaşanan tecrübelerin paylaşılması gerekmektedir.

Bu çalışma esnasında F-16 kazalarına ilişkin istatistiki bilgiler LSA bileşenleri ve SD bağlamında incelenirken özellikle MAC ve G-LOC kaynaklı durumsal farkındalık kaybı/daralmasının da A sınıfı kazalara sebep olduğu görölmüş ve bundan sonra yapılacak çalışmalarda bu LSA bileşenlerinin de incelenebileceği değerlendirilmiştir.

KAYNAKÇA

- [1] Pilot's Handbook of Aeronautical Knowledge, Oklahoma: Federal Aviation Administration, 2016.
- [2] R. E. Bilstein, From the Wrights to the Astronauts, Flight in America, Baltimore: John Hopkins University Press, 2001.
- [3] R. Bilstein, Flight in America: 1900-1983, Baltimore: John Hopkins University Press, 1984.
- [4] D. Conway, Aviation Physiology in General Aviation: A Study of College and University Curricula requirements and Recommendations, Oklahoma: Oklahoma City University, 1995.
- [5] F. H. Hawkins, Human Factors in Flight, Brookfield: Ashgate, 1993.
- [6] R. J. Del Vecchio, Physiological Aspects of Flight, New York: Dowling College Press, 1977.
- [7] F. H. Previc ve W. R. Ercoline, Spatial Disorientation in Aviation, Virginia: American Institute of Aeronautics and Astronautics Inc., 2004.
- [8] K. K. Gillingham ve F. H. Previc, Spatial Orientation In Flight, Brooks Air Force Base, Texas: Air Force Material Command, 1993.
- [9] R. Gibb, B. Ercoline ve L. Scharff, «Spatial Disorientation: Decades of Pilot Fatalities,» Aviation, Space and Environmental Medicine, cilt 82, no. 7, pp. 717-724, 2011.
- [10] A. Bellenks, R. Bason ve D. Yakavone, «Spatial Disorientation in Naval Mishaps: A Review of Class A Accidents from 1980 through 1989,» Aviation, Space and Environmental Medicine, cilt 66, pp. 579-585, 1992.
- [11] R. J. Poisson ve M. E. Miller, «Spatial disorientation mishap trends in the U.S. Air force 1993-2013,» Aviation, Space and Environmental Medicine, cilt 85, no. 9, pp. 919-924, 2014.
- [12] «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Aviation/Aircraft%20Statistics/F-16.pdf>. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [13] M. R. Endsley, «Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems,» Human Factors Journal, cilt 37, no. 1, pp. 32-64, 1995.
- [14] R. G. Morrison, A Survey of Spatial Disorientation Training at Far Part 141 Certificated Schools For Airplane Category, Oklahoma: Oklahoma State University, 1998.
- [15] B. Cheung, K. Money, H. Wright ve W. Bateman, «Spatial Disorientation-Implicated Accidents in Canadian Air Forces: 1982-1992,» Aviation, Space and Environmental Medicine, cilt 6, pp. 579-585, 1995.
- [16] W. Collins ve C. Dollar, «Fatal General Aviation Accidents Involving Spatial Disorientation : 1976-1992,» Federal Aviation Administration, Springfield, 1996.

- [17] R. O. Reinhart, Basic Flight Physiology, New York: Mc Graw Hill, 2008 (3 rd Edition).
- [18] 2'nci Ana Jet Üs Komutanlığı, 040 İnsan Performansı ve Limitleri, İzmir: Türk Hava Kuvvetleri, 2010.
- [19] B. D. Lawson, H. P. Williams, M. C. Newman, B. J. McGrath ve A. H. Rupert, «Understanding of a Key Aspect of Situation Awareness: A Research and Development Agenda to Refine the Model of Spatial Orientation,» United States Army Aeromedical Research Laboratory, Alabama, 2017.
- [20] G. A. Klein, «Recognition-primed decisions,» Advances in man-machine systems research, cilt 5, pp. 47-92, 1989.
- [21] G. Klein, «Naturalistic Decision Making,» Human Factors, cilt 50, no. 3, pp. 456-460, 2008.
- [22] C. E. Hartel, K. Smith ve C. Prince, «Defining Aircrew Coordination: Searching mishaps for meaning,» %1 içinde Sixth International Symposium in Aviation Psychology, Ohio, 1991.
- [23] H. Jaslow, «Spatial Disorientation and Controlled Flight Into Terrain,» Proceedings of the 1998 Advanced in Aviation Safety Conference, Warrendale, 1998.
- [24] F. H. Previc, D. W. Yauch, C. A. DeVilbiss, W. R. Ercoline ve W. E. Sipes, «In Defense of Traditional Views of Spatial Disorientation and Loss of Situational Awareness: A Reply to Navathe and Singh's 'An Operational Definition of Spatial Disorientation',» Aviation, Space and Environmental Medicine, cilt 66, pp. 1103-1106, 1995.
- [25] M. R. Endsley, «Situation Awareness in Aviation Systems,» Handbook of Aviation Human Factors, pp. 257-276, 1999.
- [26] R. L. Ewing, Aviation Medicine and other Human Factors for Pilots with assessment modules, Christchurch/New Zealand: Old Sausage Publishers Limited, 2008.
- [27] DanubeWings, «Helicopter Flight Training,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.danubewings.com/>. [Erişildi: 9 December 2018].
- [28] United States Air Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/FSM%20Jan_Feb%2007.pdf?ver=2016-08-19-145217-637. [Erişildi: 8 Aralık 2018].
- [29] United States Air Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/FSM%20Jan_Feb%2009.pdf?ver=2016-08-19-145157-497. [Erişildi: 8 Aralık 2018].
- [30] K. Worrel, 2007 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2008.
- [32] T. Koçel, İşletme Yöneticiliği, İstanbul: Beta Basım Yayım Dağıtım A.Ş., 2013.
- [33] G. Bristow, Ace The Technical Pilot Interview, New York: McGraw-Hill, 2002.

- [34] United States Air Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb05.pdf?ver=2017-03-28-101134-187>. [Erişildi: 8 Aralık 2018].
- [35] «F-16.net,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.f-16.net/aircraft-database/F-16/mishaps-and-accidents>. [Erişildi: 23 November 2018].
- [36] «Air Force Safety Center,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb03.pdf?ver=2017-03-28-101041-373>. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [37] K. Worrel, 2005-2006 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2007.
- [38] United States Air Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb01.PDF?ver=2017-03-28-101020-937>. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [39] «Air Force Safety Center,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb02.pdf?ver=2017-03-28-101024-920>. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [40] CombatAircraft, «Combat Aircraft,» [Çevrimiçi]. Available: <http://www.combataircraft.com/>. [Erişildi: 9 December 2018].
- [41] United Operations Community Wiki, «United Operations Community,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: http://www.unitedoperations.net/wiki/Formation_flying#Fluid-4. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [42] United Operations Community Wiki, «United Operations Community,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.unitedoperations.net/wiki/File:LineAbreast-Spread.png>. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [43] U. S. A. Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb02.pdf?ver=2017-03-28-101024-920>. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [44] elektrik port, «elektrik port,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.elektrikport.com/universite/uzay-zaman-kavrami-zaman-herkes-icin-farkli-mi-isliyor/12179#ad-image-0>. [Erişildi: 15 Aralık 2018].
- [45] K. K. Gillingham ve F. H. Previc, «Spatial Orientation in Flight,» Fundamentals of Aerospace Medicine, no. 2, pp. 309-397, 1996.
- [46] «Air Force Safety Center,» 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb02.pdf?ver=2017-03-28-101024-920>. [Erişildi: 7 Aralık 2018].
- [47] M. R. Endsley ve W. M. Jones, Situation Awareness Information Dominance & Information Warfare, Ohio: USAF Material Command, 1997.
- [48] A. A. Nofi, Defining and Measuring Situational Awareness, Virginia: Center for Naval Analyses, 2000.

- [49] M. R. Endsley, «Situation Awareness,» SABRE, 3 March 1998.
- [50] D. J. Rainford ve D. P. Gradwell, *Ernsting's Aviation Medicine*, New York: Oxford University Press, 2006.
- [51] J. R. Davis, R. Johnson, J. Stepanek ve J. A. Fogarty, *Fundamentals of Aerospace Medicine*, Philadelphia: LIPPINCOTT WILLIAMS&WILKINS, 2008.
- [52] K. K. Gillingham ve J. W. Wolfe, «Spatial Orientation in Flight,» %1 içinde *Fundamentals of Aerospace Medicine*, Philadelphia, LIPPINCOTT WILLIAMS&WILKINS, 1986, pp. 299-381.
- [53] J. Ernsting ve P. F. King, *Aviation Medicine*, Oxford: Butterworths-Heinemann, 1994.
- [54] E. N. Marieb, *Human Anatomy and Physiology*, New York: Pearson, 2007 (7 th edition).
- [55] Federal Aviation Administration, «Spatial Disorientation: Visual Illusions,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/. [Erişildi: 9 December 2018].
- [56] M. K. Bingöllü, *Spatial Disorientation - Uzaysal Uyumsuzluk*, Eskişehir: USAEM Başkanlığı, Hava Kuvvetleri Komutanlığı, 2014.
- [57] F. A. Administration, «Spatial Disorientation Visual Illusions,» [Çevrimiçi]. Available: https://www.faa.gov/pilots/safety/pilotsafetybrochures/media/SpatialD_VisIllus.pdf. [Erişildi: 22 November 2018].
- [58] F-16.net. The Ultimate F-16 Site., «F-16.net. The Ultimate F-16 Site.,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.f-16.net/aircraft-database/F-16/mishaps-and-accidents/year/1988>. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [59] R. W. Gibb, «Visual Spatial Disorientation : revisiting the black hole illusion,» *Aviation, Space and Environmental Medicine*, cilt VIII, no. 78, pp. 801-808, 2007.
- [60] Aviation Safety, «www.aviationsafetymagazine.com,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: http://www.aviationsafetymagazine.com/issues/38_4/features/Black-Hole-Approach_11487-1.html. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [61] Federal Administration Aviation, «www.faasafety.gov,» Federal Administration Aviation, 2018. [Çevrimiçi]. Available: https://www.faasafety.gov/gslac/alc/libview_normal.aspx?id=6844. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [62] F-16.net. The Ultimate F-16 Site., «F-16.net. The Ultimate F-16 Site.,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.f-16.net/aircraft-database/F-16/mishaps-and-accidents/year/1983>. [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [63] F-16net. The Ultimate F-16 Site., «F-16net. The Ultimate F-16 Site.,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.f-16.net/aircraft-database/F-16/mishaps-and-accidents/year/1983/16/>. [Erişildi: 9 Aralık 2018].

- [64] G. M. Jones, «Disturbance of Oculomotor Control in Flight», Aerospace Medicine, cilt 36, pp. 461-465, 1965.
- [65] MzeroA.com, «MzeroA.com», 2018. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.m0a.com/illusions-in-flight/>. [Erişildi: 12 Aralık 2018].
- [66] A. Graybiel ve D. I. Hupp, «The Oculo-gyral illusion: a form of apparent motion which may be observed following stimulation of the semicircular canals,» Naval School of Aviation, Pensacola/Florida, 1945.
- [67] SKYbrary, «Vestibular System and Illusions (OGHFA BN),» 2018. [Çevrimiçi]. Available: [https://www.skybrary.aero/index.php/Vestibular_System_and_Illusions_\(OGHFA_BN\)](https://www.skybrary.aero/index.php/Vestibular_System_and_Illusions_(OGHFA_BN)). [Erişildi: 9 Aralık 2018].
- [68] K. K. Gillingham, «Some notes on the threshold of vestibuler Coriolis effect and its significance to aircrew,» USAF School of Aerospace Medicine, Brooks Air Force Base, Texas, 1965.
- [69] R. D. Gilson, «Observations on perceived changes in aircraft attitude attending head movements made in a 2-G bank and turn,» Aerospace Medicine, cilt 44, pp. 90-92, 1973.
- [70] M. M. Cohen, R. H. Crosbie ve L. H. Blackburn, «Disorienting effects of aircraft catapult launchings,» Aerospace Medicine, cilt 44, pp. 37-39, 1973.
- [71] L. E. Buley ve J. Spelina, «Physiological and psychological factors in "the dark-night takeoff accident",» Aerospace Medicine, cilt 41, pp. 713-716, 1970.
- [72] J. F. Martin ve G. M. Jones, «Theoretical man-machine interaction which might lead to loss of aircraft control,» Aerospace Medicine, cilt 36, pp. 553-556, 1965.
- [73] R. Malcolm ve K. E. Money, «Two specific kinds of disorientation incidents: jet upset and giant hand,» The Disorientation Incident, p. Part 1, 1972.
- [74] H. Schone, «On the role of gravity in human spatial orientation,» Aerospace Medicine, cilt 35, pp. 764-772, 1964.
- [75] M. J. Correia, W. C. Hixson ve J. I. Niven, «On predictive equations for subjective judgements of vertical and horizon in a force field,» Acta Otolaryng. Suppl./Aerospace Medicine, p. 230, 1968.
- [76] K. A. Baylor, M. Reschke, F. E. Guedry, B. J. Mcgrath ve E. H. Rupert, «Dynamics of G-Excess Illusion,» %1 içinde Aerospace Medical Association, Aerospace Medical Association 63rd Annual Scientific Meeting Program, NASA Johnson Space Center; Houston, TX, United States, 1992.
- [77] A. Graybiel, «Oculogravic Illusion,» Arch. Ophtal., cilt 48, pp. 605-612, 1952.
- [78] G. Gomez, «The Giant Hand Phenomenon - A Case Report,» Indian J Aerospace Medicine, cilt 45, no. 2, pp. 72-75, 2001.
- [79] T. J. Lyons ve C. G. Simpson, «The giant hand phenomenon,» Aviation Space Environment Medicine, cilt 60, pp. 64-66, 1989.
- [80] K. Worrel, 2008 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2009.

- [81] K. Worrel, 2010 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2011.
- [82] K. Worrel, 2013 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2014.
- [83] F-16.net.The Ultimate F-16 Site., «F-16.net.The Ultimate F-16 Site.,» 2018. [Çevrimiçi]. Available: <http://www.f-16.net/aircraft-database/F-16/mishaps-and-accidents/>. [Erişildi: 10 Aralık 2018].
- [84] D. J. Rainford ve D. P. Gradwell, Ernsting's Aviation Medicine, London: Edward Arnold Ltd., 2006.
- [85] J. R. Davis, R. Johnson, J. Stepanek ve J. A. Fogarty, Fundamentals of Aerospace Medicine, New York: Lippincott Williams&Wilkins, a Wolters Kluwer business, 2008 (fourth Edition).
- [86] ICAO, Annex 13 Part I Manual of Aircraft Accident and Incident Investigation, Montreal: ICAO, 2015.
- [87] ICAO, ANNEX 13 INTERNATIONAL STANDARDS AND RECOMMENDED PRACTICES AIRCRAFT ACCIDENT AND INCIDENT INVESTIGATION (Chapter I), Montreal: ICAO, 2015 (Second Edition).
- [88] Skybrary, «SKYbrary Aviation Safety,» [Çevrimiçi]. Available: www.skybrary.aero. [Erişildi: 23 November 2018].
- [89] G.M.Jones, «Vestibulo-ocular disorganization in the aerodynamic spin,» Aerospace Medicine, no. 36, pp. 976-983, 1965.
- [90] R. D. Gilson, «Observations on perceived changes in aircraft attitude attending head movements made in a 2-G bank and turn,» Aerospace Medicine, cilt 44, pp. 90-92, 1973.
- [91] R. G. Morrison, A SURVEY OF SPATIAL DISORIENTATION TRAINING AT FAR PART 141 CERTIFICATED SCHOOLS FOR AIRPLANE CATEGORY, Oklahoma: Oklahoma State University, 1998.
- [92] K. Worrel, F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2008.
- [93] United States Air Force, «Air Force Safety Center,» United States Air Force, 2017. [Çevrimiçi]. Available: <https://www.safety.af.mil/Portals/71/documents/Magazines/FSM/fsmjanfeb05.pdf?ver=2017-03-28-101134-187>. [Erişildi: 7 Aralık 2018].
K. Worrel, 2009 F-16 Mishaps Lessons Learned, Eskişehir: Lockheed Martin Company, 2010.



EK-1. 1975-2018 Yılları Arasında Meydana Gelen Dünya Çapındaki Tüm F-16 Olaylarına İlişkin İstatistikî Çalışma [82]

Kaza Sınıflandırmasında Kullanılan Tanımlar

Olay (Occurrence-OCC)

Uçağın operasyonu ile ilişkili herhangi bir kaza (accident) veya hadise (incident)

Sistem/Bileşen Arızası (System/Component Failure-SCF)

Uçağın tasarımı, üretim süreci veya bakım hususlarıyla ilişkili olarak bir kazaya sebebiyet veren uçak sistem veya bileşeni arızasıdır. Bu kaza kategorisi, uçağın güç kaynağı, yazılım ve veritabanları sistemlerini de içerir.

Anormal Pist Teması (Abnormal Runway Contact – ARC)

Öncelikli nedeni SCF olmayan ve kazaya sebep olan sert (hard) veya çarpma (crash) tarzında inişlerdir.

Pistten Çıkma (Runway Excursion-RE)

Öncelikli sebebi SCF ve ARC olmayan pistten/taksiyolundan çıkma olaylarıdır.

Piste Yetkisiz Girme (Runway Incursion-RI)

Bir meydana hava araçlarının iniş ve kalkışı için belirlenmiş olan koruma altındaki alanın yüzeyinde yetkisiz olan hava araçlarının, kara araçlarının ve kişilerin bulunmasıdır.

Uçuşta Pilot Kaynaklı Kumanda Kaybı (Pilot Induced Loss of Control In Flight-PILOC)

Öncelikli sebebi SCF olmayan uçuşta kumanda kaybı olaylarıdır.

Kumanda Kaybı Olmaksızın Yere Çarpma (Controlled Flight Into Terrain-CFIT)

Uçuş esnasında kumanda kaybını gösteren herhangi bir işar olmaksızın (motoru normal olarak çalışan) bir uçağın araziye, suya veya herhangi bir maniaya çarpma durumudur.

Havada arpışma (Mid-Air Collision-MAC)

İki veya daha fazla uçak uçuştayken birbirlerine temas etmeleri/çarpmaları sonucu meydana gelen kazadır.

Diğer Sebepler(Other-OTH)

Yakıt (yakıtsızlık veya yakıt kirlenmesi), kısa kalma (öncelikli sebebi SCF olmayan), collision on the ground (yerde harekete başlanmasından lift-off'a kadar, indikten sonra motor durdurana kadar başka bir uçak, nesne, araç veya mania ile çarpışma), yangın, buzlanma, türbölans, kuş çarpması vb. ile bilinmeyen sebepler.

NOT : ICAO Annex 13'e göre olay sayılıp kaza sayılmayan durumlar şunlardır: Deneyisel test uçuşları, düşman saldırıları (sabotaj, uçağın kaçırılması, terörizm ve askeri saldırılar) gibi olaylar. (Excluded-EXC).

Uçuş Yılı : 1975

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 1

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 1

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : -

Olay Nedeni :

SCF : 1

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : -

OTHER : -

EXC : -

TOTAL : 1

A Sınıfı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar :

1975 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	1/1
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	-/-
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	-
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1976

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 1

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 1

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : -

Olay Nedeni :

SCF : -

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : -

OTHER : 1

EXC : -

TOTAL : 1

A Sınıfı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1976 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	1/1
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	-/-
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	-
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

¹⁸Uçuş Yılı : 1979

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 2

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 2

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : -

Olay Nedeni :

SCF : 1

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : -

OTHER : 1 (Yakıtsızlık)

EXC : -

TOTAL : 1

A Sınıfı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1979 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	2/2
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	-/-
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	-
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

¹⁸ 1977 ve 1978 yılları için rapor edilen F-16 olayı bulunmamaktadır.

Uçuş Yılı : 1980

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 7
Değerlendirmeye Alınan Sayı : 7
Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 1
Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT

Olay Nedeni :

SCF : 4
ARC : -
RE : -
RI : -
PILOC : -
MAC : -
CFIT : 2
OTHER : 1 (Yakıtsızlık)
EXC : -
TOTAL : 7

A Sınıfı Kaza Sayısı : 7
SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -
SD Kaynaklı Can Kaybı : -
Meydana Geldiği Şartlar : -

1980 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	7/7
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	2(1)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 (Diğer)
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1981

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 15

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 15

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 3

Can Kaybı Nedeni : 2 SCF; 1 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 10

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 1

CFIT : 2

OTHER : 2 (Yakıtsızlık/Kuş Çarpması)

EXC : -

TOTAL : 15

A Sınıfı Kaza Sayısı : 13

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1981 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	13/15
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	1(1)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 (Diğer)
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1982

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 23

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 23

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 5

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT (2 SD); 2 SCF; 1 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 15

ARC : -

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 5

CFIT : 2

OTHER : 1 (Kuş Çarpması)

EXC : -

TOTAL : 23

A Sınıfı Kaza Sayısı : 22

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : 1 gece/1 gündüz

1982 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	22/23
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	2(2)/5(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 (SD)
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 9
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 40
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 21,7
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 20

Uçuş Yılı : 1983

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 22

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 21

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 12

Can Kaybı Nedeni : 5 CFIT (2 SD, 3 Diğer); 2 MAC; 2 SCF; 4 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 5

ARC : 2

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 4

CFIT : 5

OTHER : 5 (1 Gerilim Hattına Çarpma, 1 Kalkışta Kuş Çarpması, 1 Yakıtsızlık, 1 Yıldırım Çarpması, 1 G-LOC)

EXC : 1 (Motor Yer Kontrolü esnasında takozdan atlama)

TOTAL : 22

A Sınıfı Kaza Sayısı : 21

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : 1 gece/1 gündüz

1983 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	21/21
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	5(5)/4(2)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 9,5
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 16,67
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 19
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 16,67

Uçuş Yılı : 1984

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 22

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 22

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 13

Can Kaybı Nedeni : 9 CFIT (Diğer); 1 MAC; 2 SCF; 1 OTHER

Olay Nedeni :

SCF : 11

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : 1

MAC : 2

CFIT : 7

OTHER : 1 (Pilot İnkapasitasyonu)

EXC : -

TOTAL : 22

A Sınıfı Kaza Sayısı : 18

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1984 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	18/22
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	7(9)/2(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	9 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 9
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 7,7

Uçuş Yılı : 1985

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 21

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 21

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 10,

Can Kaybı Nedeni : 5 CFIT (2 SD, 3 Diğer); 3 MAC; 2 OTH(1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 8

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 6

CFIT : 5

OTHER : 2 (1 Pilot İnkapasitasyonu; 1 G-LOC)

EXC : -

TOTAL : 21

A Sınıfı Kaza Sayısı : 17

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : 2 gündüz

1985 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	17/21
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	5(5)/6(3)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/G-LOC/Diğer)	2 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 11,76
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 28,57
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 30

Uçuş Yılı : 1986

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 26

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 26

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 11

Can Kaybı Nedeni : 6 CFIT (6 Diğer); 2 MAC; 3 SCF; 1 OTHER

Olay Nedeni :

SCF : 14

ARC : -

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 4

CFIT : 6

OTHER : 1 (Pistte yabancı hayvan (domuz) sürüsüne çarpma)

EXC : -

TOTAL : 26

A Sınıfı Kaza Sayısı : 24

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1986 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	24/26
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	6(6)/4(2)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	6 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 15,38
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 18,18

Uçuş Yılı : 1987

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 23

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 23

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 8

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (Diğer); 4 MAC; 1 SCF

Olay Nedeni :

SCF : 11

ARC : 1

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 6

CFIT : 3

OTHER : 2 (1 dost ateşiyle vurulma, 1 alçak irtifa kuş çarpması)

EXC : -

TOTAL : 23

A Sınıfı Kaza Sayısı : 17

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1987 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	17/23
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(3)/6(4)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 26
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 50

Uçuş Yılı : 1988

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 32

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 31

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 6

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (1 SD; 3 Diğer); 1 MAC; 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 11

ARC : 1 (VSD kaynaklı)

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 9

OTHER : 9 (1 Yakıtsızlık, 2 Yıldırım Çarpması, 4 Kuş Çarpması/Motora kuş girmesi, 1 Pistte yabani hayvan sürüsüne (domuz) çarpma, 1 G-LOC)

EXC : 1 (Yetersiz bilgi)

TOTAL : 32

A Sınıfı Kaza Sayısı : 26

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 4 (3 A Sınıfı, 1 B Sınıfı (VSD))

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : 2 gece deniz üzeri/1 gece yağmurlu/1 gündüz

1988 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	26/31
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	8(4)/2(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 5 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 3,8
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 50
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 16,67
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 6,45
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 16,67

Uçuş Yılı : 1989

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 34

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 30

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 10

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (2 SD; 1 Diğer); 5 MAC; OTH (2 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 9

ARC : 2

RE : -

RI : -

PILOC : 1

MAC : 8

CFIT : 3

OTHER : 7 (1 T&Go sonrası gövde üzerine oturma, 3 kuş çarpması, 1 yıldırım çarpması, 2 G-LOC)

EXC : 4 (1 savaş hasarı, 1 uçak kaçırma, 1 hangar yangını, 1 park halindeki uçağa seyyar vinç çarpması)

TOTAL : 34

A Sınıfı Kaza Sayısı : 29

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : 1 Gece/1 Gündüz

1989 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	29/30
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(3)/8(5)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 6,89
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 26,67
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 50

Uçuş Yılı : 1990

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 28

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 27

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 2

Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT (SD); 1 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 10

ARC : 1

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 7

CFIT : 3

OTHER : 4 (1 Yakıt kirlenmesi, 1 kalkışta kuş çarpması, 1 taksi esnasında beklemedeyken C-130 çarpması, 1 pilot ihtiyaç giderirken bel kemerinin lövyeye sıkışması)

EXC : 1 (Test uçuşu)

TOTAL : 28

A Sınıfı Kaza Sayısı : 21

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gece

1990 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	21/27
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(1)/7(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 4,76
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 50
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 25,92
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 50

Uçuş Yılı : 1991

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 43
Değerlendirmeye Alınan Sayı : 35 (8 savaş hasarı)
Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 14
Can Kaybı Nedeni : 11 CFIT (2 SD; 9 Diğer); 3 MAC
Olay Nedeni :
SCF : 18
ARC : -
RE : -
RI : -
PILOC : 2
MAC : 4
CFIT : 9
OTHER : 2 (1 Kuş çarpması, 1 HYİ sonrası motorda patlama)
EXC : 8 (8 savaş hasarı)
TOTAL : 43

A Sınıfı Kaza Sayısı : 33
SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 3
SD Kaynaklı Can Kaybı : 3
Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz (2'si deniz üzeri)

1991 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	33/35
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	9(11)/4(3)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 6 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 9
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 66,7
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 14,28
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 11,42
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 21,42

Uçuş Yılı : 1992

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 38

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 35

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 7

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (1 SD; 3 Diğer); 2 MAC; 1 SCF

Olay Nedeni :

SCF : 19

ARC : -

RE : 1

RI : -

PILOC : 1

MAC : 6

CFIT : 4

OTHER : 4 (2 motora kuş girmesi, 1 yakıt problemi, 1 pilot ihtiyaç giderirken bel kemerinin lövyeye sıkışması)

EXC : 3 (1 uçağa karşı intihar saldırısı, 2 doğal afet (Andrew Kasırgası))

TOTAL : 38

A Sınıfı Kaza Sayısı : 32

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gece

1992 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	32/35
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(4)/6(2)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 3,125
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 14,28
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 17,14
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 28,57

Uçuş Yılı : 1993

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 39

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 39

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 13

Can Kaybı Nedeni : 7 CFIT (5 SD; 2 Diğer); 1 MAC; 1 RI; 1 ARC; 3 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 17

ARC : 1

RE : 1

RI : 2

PILOC : -

MAC : 5

CFIT : 8

OTHER : 5 (1 yakıtsızlık, 1 gerilim hattına çarpma, 1 kuş çarpması, 1 arka kokpit uçuşunun (uçuş tabibi) istemsiz kumandaya müdahalesi, 1 G-LOC)

EXC : -

TOTAL : 39

A Sınıfı Kaza Sayısı : 35

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 5

SD Kaynaklı Can Kaybı : 5

Meydana Geldiği Şartlar : 4 gündüz/1 gece

1993 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	35/39
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	8(7)/5(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	5 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 14,28
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 38,46
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 12,82
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 7,69

Uçuş Yılı : 1994

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 29

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 25

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT(SD 3); 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 10

ARC : 1

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 4

OTHER : 6 (3 kuş çarpması, 2 kol kalkışı esnasında diğer uçağa temas, 1 G-LOC)

EXC : 4 (Yetersiz bilgi)

TOTAL : 29

A Sınıfı Kaza Sayısı : 19

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 3

SD Kaynaklı Can Kaybı : 3

Meydana Geldiği Şartlar : 3 gündüz

1994 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	19/25
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(3)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 15,79
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 75
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 8
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1995

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 30

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 29

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 6

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT(2 Diğer); 3 MAC; 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 15

ARC : -

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 6

CFIT : 1 (1 tane iki kişilik uçak)

OTHER : 3 (1 yakıtsızlık, 1 kuş çarpması, 1 G-LOC)

EXC : 4 (3 yetersiz bilgi; 1 savaş hasarı)

TOTAL : 30

A Sınıfı Kaza Sayısı : 24

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1995 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	27/29
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	1(2)/6(3)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 23
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 50

Uçuş Yılı : 1996

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 21

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 20

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : -

Can Kaybı Nedeni : -

Olay Nedeni :

SCF : 13

ARC : 3

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 1

CFIT : -

OTHER : 1 (Kuş çarpması)

EXC : 1 (Savaş hasarı)

TOTAL : 21

A Sınıfı Kaza Sayısı : 12

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1996 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	12/20
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	-(-)/1(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	-
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 5
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1997

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 34

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 34

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 3

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (3 SD)

Olay Nedeni :

SCF : 17

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : 1

MAC : 8

CFIT : 5

OTHER : 3 (2 kuş çarpması, 1 yüksek gerilim hattına çarpma)

EXC : -

TOTAL : 34

A Sınıfı Kaza Sayısı : 25

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 3

SD Kaynaklı Can Kaybı : 3

Meydana Geldiği Şartlar : 1 gece/2 gündüz(1 düşük görüş; 1 deniz üzeri)

1997 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	25/34
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	5(3)/8(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 12
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 100
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 23,53
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1998

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 26

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 26

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 7

Can Kaybı Nedeni : 5 CFIT (5 Diğer); 1 PILOC; 1 RE

Olay Nedeni :

SCF : 11

ARC : 1

RE : 1

RI : -

PILOC : 1

MAC : 4

CFIT : 6

OTHER : 2 (1 kuş çarpması, 1 yerdeki ağaçlara çarpma)

EXC : -

TOTAL : 26

A Sınıfı Kaza Sayısı : 22

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

1998 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	22/26
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	6(5)/4(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	6 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 23,07
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 1999

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 29

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 28

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 5

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (4 Diğer); 1 OTHER (Kuş çarpması)

Olay Nedeni :

SCF : 11

ARC : 3

RE : 3

RI : -

PILOC : -

MAC : 5

CFIT : 4

OTHER : 2 (1 kuş çarpması, 1 yakıtsızlık)

EXC : 1 (Savaş hasarı)

TOTAL : 29

A Sınıfı Kaza Sayısı : 22

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gece

1999 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	22/28
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(4)/5(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/G-LOC/Diğer)	4 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 17,85
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2000

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 26

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 24

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 7

Can Kaybı Nedeni : 5 CFIT (1 SD, 4 Diğer); 2 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 9

ARC : -

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 7

CFIT : 4 (1 tane iki kişilik uçak)

OTHER : 4 (2 kuş çarpması, 1 yıldırım çarpması, 1 uçuşta pilotun yanlışlıkla uçağı durdurması ve çalıştıramaması)

EXC : 2 (1 test uçuşunda arıza, 1 çekme esnasında taksiyolundan çıkma)

TOTAL : 26

A Sınıfı Kaza Sayısı : 23

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz ve deniz üzeri

2000 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	23/24
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(5)/7(2)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 4,34
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 14,28
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 29,16
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 28,57

Uçuş Yılı : 2001

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 22

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 22

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (1 SD; 3 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 12

ARC : 1

RE : -

RI : -

PILOC : 1

MAC : 2

CFIT : 3 (1 tane iki kişilik uçak)

OTHER : 3 (3 kuş çarpması)

EXC : -

TOTAL : 22

A Sınıfı Kaza Sayısı : 21

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz

2001 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	21/22
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(4)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 4,54
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 25
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 9,09
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2002

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 26

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 25

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 7

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (2 SD; 2 Diğer); 2 MAC; 1 RE

Olay Nedeni :

SCF : 10

ARC : 2

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 5

CFIT : 4

OTHER : 2 (1 kuş çarpması, 1 yıldırım çarpması)

EXC : 1 (Uçuş öncesi yakıt ve mühimmat yüklemesi esnasında sağ iniş takımının çökmesi)

TOTAL : 26

A Sınıfı Kaza Sayısı : 22

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz (1 kapalı hava, 1 deniz üzeri)

2002 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	22/25
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(4)/5(2)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 9,09
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 28,57
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 28,57

Uçuş Yılı : 2003

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 26

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 26

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 2

Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT (1 SD); 1 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 12

ARC : 2

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 3

OTHER : 6 (3 kuş çarpması, 2 collision on the ground, 1 yüksek gerilim hattına çarpma)

EXC : -

TOTAL : 26

A Sınıfı Kaza Sayısı : 23

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gece

2003 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	23/26
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(1)/2(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 4,34
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 50
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 7,69
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 50

Uçuş Yılı : 2004

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 31

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 27

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 5

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT (1 SD; 1 Diğer); 3 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 8

ARC : 3

RE : 4

RI : -

PILOC : -

MAC : 6

CFIT : 2

OTHER : 4 (1 motora kuş girmesi, 1 taksi esnasında direğe çarpma, 1 pilotun yanlışlıkla EPU'yu devreye sokması, 1 yanlışlıkla topun ateşlenmesi)

EXC : 4 (1 test uçuşu, 1 uçak çekilirken direğe çarpılması, 2 yetersiz bilgi)

TOTAL : 31

A Sınıfı Kaza Sayısı : 16

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz kötü hava

2004 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	16/27
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	2(2)/6(3)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 6,25
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 22,22
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 60

Uçuş Yılı : 2005

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 17

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 15

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 3

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (2 SD; 1 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 5

ARC : 3

RE : 4

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : 2 (1 tane iki kişilik uçak)

OTHER : 1 (havada yakıt ikmali esnasında boom operatörünün boomu F-16'ya çarpması)

EXC : 2 (Park halindeki uçaklara fırtınanın zarar vermesi)

TOTAL : 17

A Sınıfı Kaza Sayısı : 10

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz kötü hava

2005 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	10/15
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	2(3)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 20
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 66,7
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2006

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 32

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 31

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 5

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT (2 Diğer); 1 MAC; 1 SCF; 1 OTHER

Olay Nedeni :

SCF : 14

ARC : 1

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 4

CFIT : 5

OTHER : 6 (1 kuş çarpması, 1 yıldırım çarpması, 1 yaklaşma hattındaki direğe çarpma, 1 kokpite duman dolması, 1 ECM podunun düşmesi, 1 oksijen maskesi nedeniyle arka kokpit uçuşunun hipoksi olup ölmesi)

EXC : 1 (Hush House testi esnasında meydana gelen motor arızası)

TOTAL : 32

A Sınıfı Kaza Sayısı : 24

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2006 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	24/31
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	5(2)/4(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 G-LOC; 4 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 12,90
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 20

Uçuş Yılı : 2007

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 19

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 19

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (2 SD; 2 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 8

ARC : 1

RE : -

RI : -

PILOC : 1

MAC : 1

CFIT : 4

OTHER : 4 (2 kuş çarpması, 1 atılan flare nedeniyle atış sahasında yangın çıkması, 1 Taksi esnasında öndeki B1B uçağının exhaust gazı şiddeti nedeniyle uçağın kanat ucu üzerine yatması)

EXC : -

TOTAL : 19

A Sınıfı Kaza Sayısı : 17

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 2

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz

2007 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	17/19
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(4)/1(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 SD; 2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 11,76
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 50
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 5,26
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2008

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 14

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 13

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 4 CFIT (2 SD; 2 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 3

ARC : -

RE : 3

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : 6

OTHER : 1 (Top atışı eğitimi esnasında mermi kovanı nedeniyle kanopinin zarar görmesi)

EXC : 1 (Test uçuşu)

TOTAL : 14

A Sınıfı Kaza Sayısı : 9

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 3

SD Kaynaklı Can Kaybı : 2

Meydana Geldiği Şartlar : 2 gece ve deniz üzeri

2008 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	9/13
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	6(4)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 33,33
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 66,7
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 50
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2009

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 16

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 16

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 5

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (3 SD), 1 MAC; 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 4

ARC : 2

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 4

OTHER : 3 (1 yaşanan emercensi nedeniyle jetison edilen yakıt tankının yerleşim yerine düşmesi, 1 KC-135 R uçağının taksi esnasında F-16 uçağına rudder kısmından çarpması (collision on the ground), 1 G-LOC)

EXC : -

TOTAL : 16

A Sınıfı Kaza Sayısı : 12

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 3

SD Kaynaklı Can Kaybı : 3

Meydana Geldiği Şartlar : 3 gündüz

2009 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	12/16
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	4(3)/2(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 25
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 60
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 12,5
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 20

Uçuş Yılı : 2010

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 11

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 10

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (3 Diğer), 1 MAC

Olay Nedeni :

SCF : 2

ARC : -

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 2

OTHER : 2 (1 kuş çarpması, 1 top atışı eğitimi esnasında mermi kovanının uçak gövdesine çarpması)

EXC : 1 (Yetersiz bilgi)

TOTAL : 11

A Sınıfı Kaza Sayısı : 9

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2010 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	9/10
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	2(3)/2(1)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 25

Uçuş Yılı : 2011

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 18

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 9

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 1

Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT (1 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 1

ARC : 1

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 1

OTHER : 2 (Kalkış yapacak olan uçağın durduğunu farketmemesi nedeniyle arkadaki uçağın öndeki uçağa çarpması (collision on the ground))

EXC : 9 (8 korunakların fırtına nedeniyle uçakların üzerine çökmesi, 1 yetersiz bilgi)

TOTAL : 18

A Sınıfı Kaza Sayısı : 7

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2011 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	7/9
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	1(1)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 22,22
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2012

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 7
Değerlendirmeye Alınan Sayı : 7
Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 1
Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT (1 Diğer)
Olay Nedeni :

SCF : 4
ARC : -
RE : -
RI : -
PILOC : 1
MAC : -
CFIT : 1
OTHER : 1 (Kuş çarpması)
EXC : -
TOTAL : 7

A Sınıfı Kaza Sayısı : 7
SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -
SD Kaynaklı Can Kaybı : -
Meydana Geldiği Şartlar : -

2012 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	7/7
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	1(1)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2013

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 13

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 12

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 2

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT (2 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 1

ARC : 2

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 3

OTHER : 3 (1 kuş çarpması, 1 yıldırım çarpması, 1 inişte antene çarpma)

EXC : 1 (1 yetersiz bilgi)

TOTAL : 7

A Sınıfı Kaza Sayısı : 10

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2013 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	10/12
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(2)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	2 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 16,67
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2014

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 12

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 10

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 2

Can Kaybı Nedeni : 2 CFIT (1 SD; 1 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 2

ARC : 1

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : 3

OTHER : 2 (1 inişte yaklaşma ışıklarına çarpma, 1 yüksek gerilim hattına çarpma)

EXC : 2 (1 savaş hasarı, 1 yetersiz bilgi)

TOTAL : 12

A Sınıfı Kaza Sayısı : 8

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gündüz/deniz üzeri

2014 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	8/10
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(2)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 12,5
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 50
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 20
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2015

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 15

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 14

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 12

Can Kaybı Nedeni : 12 CFIT (8 yer personeli) (1 SD; 11 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 4

ARC : 1

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : 1

CFIT : 4

OTHER : 2 (2 inişte arkadan inen uçağın uzun oturuş ve yetersiz frenleme sonrası öndeki uçağa çarpması (collision on the ground))

EXC : 1 (Yetersiz bilgi)

TOTAL : 15

A Sınıfı Kaza Sayısı : 10

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : 1

SD Kaynaklı Can Kaybı : 1

Meydana Geldiği Şartlar : Gece

2015 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	10/14
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(12)/1(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 SD; 3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 10
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 100
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 8,33
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 7,14
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2016

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 8

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 8

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 2

Can Kaybı Nedeni : 1 ARC (Asimetrik Yük kaynaklı Crash Landing); 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : 4

ARC : 1

RE : -

RI : -

PILOC : -

MAC : 2

CFIT : -

OTHER : 1 (G-LOC)

EXC : -

TOTAL : 8

A Sınıfı Kaza Sayısı : 8

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2016 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	8/8
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	-(-)/2(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	-
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 25
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2017

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 5

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 5

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 1

Can Kaybı Nedeni : 1 CFIT (1 Diğer)

Olay Nedeni :

SCF : 3

ARC : -

RE : 1

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : 1

OTHER : -

EXC : -

TOTAL : 5

A Sınıfı Kaza Sayısı : 5

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2017 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	5/5
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	1(1)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	1 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

Uçuş Yılı : 2018

Olaya Karışan Uçak Sayısı : 10

Değerlendirmeye Alınan Sayı : 7

Yaşanan Can Kaybı Sayısı : 4

Can Kaybı Nedeni : 3 CFIT (3 Diğer); 1 OTHER (1 G-LOC)

Olay Nedeni :

SCF : -

ARC : -

RE : 2

RI : -

PILOC : -

MAC : -

CFIT : 3

OTHER : 2 (1 Yüksek gerilim hattına çarpma, 1 G-LOC)

EXC : 3 (2 Yer ekibi tarafından yanlışlıkla park halinde olan 2 uçağın
topla vurulması, 1 savaş hasarı)

TOTAL : 10

A Sınıfı Kaza Sayısı : 6

SD Kaynaklı Kaza Sayısı : -

SD Kaynaklı Can Kaybı : -

Meydana Geldiği Şartlar : -

2018 Yılı İstatistikleri	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	6/7
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	3(3)/-(-)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	3 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	-
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	-
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	-
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	-
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	-

1975-2018 Uçuş Yılları Arasının Toplam İstatistiki Değerleri

1975-2018 Yıllar Arası İstatistikler (Toplam)	
A Sınıfı Kaza Sayısı/Toplam Kaza Sayısı	693/821
CFIT Kaza Sayısı (ölüm) / MAC Kaza Sayısı (ölüm)	140(132)/126(41)
CFIT Kaza Bileşeni (SD/Diğer)	44 SD; 96 Diğer
SD Kaynaklı Kaza / A Sınıfı Kaza Oranı	% 6,49
SD Kaynaklı Kaza Ölüm Oranı	% 90,9
SD Kaynaklı Ölüm/ A Sınıfı Kaza Ölüm Oranı	% 19,53
MAC Kaynaklı Kaza / Toplam Kaza Oranı	% 15,34
MAC Kaynaklı Ölüm/Toplam Kaza Ölüm Oranı	% 19,06

EK-2. ABD Hava Kuvvetlerinin 1975-2017 Yılları Arasındaki İstatistiki F-16 Kaza Verileri [12]

F-16 FLIGHT MISHAP HISTORY (All Rates per 100,000 Flying Hours)										
YEAR	CLASS A		CLASS B		DESTROYED		FATAL		HOURS	CUM HRS
	Total Class A Mishaps	Class A Rate	Total Class B Mishaps	Class B Rate	Total Destroyed	Destroyed Rate	PILOT	ALL		
CY75	1	621.12	0	0.00	0	0.00	0	0	161	161
CY76	1	442.48	0	0.00	0	0.00	0	0	226	387
CY77	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	856	1,243
CY78	0	0.00	0	0.00	0	0.00	0	0	1,402	2,645
CY79	2	30.64	0	0.00	2	30.64	0	0	6,527	9,172
CY80	5	18.65	2	7.46	4	14.92	0	0	26,803	35,975
CY81	5	8.86	0	0.00	4	7.09	1	1	56,423	92,398
CY82	17	15.83	0	0.00	16	14.90	4	4	107,389	199,787
CY83	11	7.30	0	0.00	9	5.97	5	6	150,728	350,515
CY84	10	5.01	0	0.00	9	4.51	6	6	199,761	550,276
CY85	10	4.55	0	0.00	11	5.01	5	5	219,647	769,923
CY86	11	4.32	2	0.79	11	4.32	3	3	254,491	1,024,414
FY87	8	3.43	4	1.71	9	3.85	3	3	233,560	1,257,974
FY88	23	6.80	5	1.48	20	5.92	5	8	338,039	1,596,013
FY89	14	3.63	1	0.26	14	3.63	3	3	385,179	1,981,192
FY90	13	3.19	4	0.98	14	3.43	4	7	408,078	2,389,270
FY91	21	4.55	2	0.43	21	4.55	5	5	461,451	2,850,721
FY92	18	4.04	1	0.22	18	4.04	7	8	445,201	3,295,922
FY93	19	4.38	3	0.69	18	4.15	4	5	433,949	3,729,871
FY94	16	4.00	2	0.50	15	3.75	3	27	400,474	4,130,345
FY95	10	2.59	2	0.52	9	2.33	1	1	386,429	4,516,774
FY96	9	2.40	5	1.34	7	1.87	0	1	374,517	4,891,291
FY97	11	3.00	0	0.00	11	3.00	1	1	367,038	5,258,329
FY98	14	3.89	1	0.28	12	3.33	4	6	360,245	5,618,574
FY99	18	5.11	3	0.85	16	4.54	2	2	352,275	5,970,849
FY00	9	2.62	6	1.75	9	2.62	2	2	342,960	6,313,809
FY01	13	3.85	6	1.78	13	3.85	4	6	337,315	6,651,124
FY02	7	1.90	3	0.81	5	1.36	2	2	368,715	7,019,839
FY03	11	3.09	6	1.69	10	2.81	2	2	355,555	7,375,394
FY04	2	0.58	6	1.75	2	0.58	1	1	343,198	7,718,592
FY05	5	1.54	4	1.23	3	0.93	0	0	324,238	8,042,830
FY06	9	2.74	4	1.22	5	1.52	0	1	327,983	8,370,813
FY07	11	3.62	1	0.33	8	2.63	1	1	304,029	8,674,842
FY08	3	1.05	2	0.70	2	0.70	1	1	285,502	8,960,344
FY09	3	1.17	7	2.72	2	0.78	1	1	257,205	9,217,549
FY10	3	1.22	2	0.82	2	0.82	1	1	245,031	9,462,580
FY11	5	2.22	4	1.78	2	0.89	1	1	225,080	9,687,660
FY12	4	1.93	2	0.97	3	1.45	0	0	207,160	9,894,820
FY13	7	3.68	2	1.05	6	3.16	2	2	190,151	10,084,971
FY14	0	0.00	2	1.02	0	0.00	0	0	195,621	10,280,592
FY15	6	2.84	0	0.00	6	2.84	1	4	211,171	10,491,763
FY16	5	2.41	0	0.00	5	2.41	0	0	207,709	10,699,472
FY17	4	2.11	4	2.11	2	1.05	0	1	189,996	10,889,468
Total	374.00		98.00		335.00		85.00	128.00		10,889,468

ÖZGEÇMİŞ

Adı-Soyadı : Mehmet Kadir BİNGÖLLÜ
Yabancı Dil : İngilizce
Doğum Yeri/Yılı : Elazığ /1976
E-Posta : mkbingollu@gmail.com

Eğitim ve Mesleki Geçmişi:

- 1990-1994 Kuleli Askeri Lisesi
- 1994-1998 Hava Harp Okulu
- 2010-2012 Anadolu Üniversitesi (Yüksek Lisans – İşletme)
- 2013-Halen Anadolu Üniversitesi (Doktora – İşletme)
- 1998-2015 Türk Silahlı Kuvvetleri (Hv.K.K.lığı)
- 2015-2017 Atlantik Uçuş Okulu (Öğretmen Pilot)
- 2017-Halen Türk Silahlı Kuvvetleri (Hv.K.K.lığı)