

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIKTA KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLERİN
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE GELECEK ÖNERİLERİ

MUSTAFA ŞEN

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

TEMMUZ 2020

T.C.
BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIKTA KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLERİN
PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE GELECEK ÖNERİLERİ

MUSTAFA ŞEN

DANIŞMAN
Dr.Öğr.Üyesi Adem DALCALI

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Programı

TEMMUZ 2020

BANDIRMA ONYEDİ EYLÜL ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

YÜKSEK LİSANS TEZ ÇALIŞMASI

ETİK BEYANI

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tez yazım kılavuzuna göre hazırlamış olduğum “**Havacılıkta Kullanılan Akıllı Teknolojilerin Performans Değerlendirmesi Ve Gelecek Önerileri**” adlı tezimin özgün bir çalışma olduğunu, tez hazırlanırken tüm aşamalarda bilimsel etik ilkelerine uygun davrandığımı, tez kapsamında sunulan tüm verileri bilimsel etik ilkelerine uygun elde ettiğimi, tezde faydalandığım tüm eserlere atıf yaptığımı ve kaynaklar kısmında bu eserleri gösterdiğimi beyan ederim. 21/07/2020

Mustafa ŞEN

ÖNSÖZ

Akıllı teknolojiler, gelişmiş teknolojiler üzerine kurulmuş, uygulama alanlarının etkinliğini ve güvenliğini artıran, sürekli gelişen ve yenilenen ortak bir platformdur. Akıllı teknolojiler içerisinde geçen akıllı sözcüğü bize problemin çıkış noktasından itibaren analitik düşünmeyi ve çözümler geliştirmeyi ortaya koymaktadır. Bu çözümlerler bilgisayar yardımı ile yapılmaktadır.

Bilgisayarlar ile insanların problemlere yaklaşımları kıyaslandığında bilgisayarlar insanlara oranla daha hızlı ve güçlü çözümler sunmaktadır. Geçmişte hava hareketleri ve hesaplamaları insanlar tarafından tamamen mekanik ortamlarda gerçekleştirilirken, günümüzde ise bu hesaplamalar bilgisayarlar tarafından yerde veya havada anlık olarak yapılmaktadır. Elbette bu durum geçmişte büyük bir iş gücü ve zaman ihtiyacı doğurmaktayken bugün bu işlemler çok büyük oranda bilgisayarlar tarafından akıllı teknolojiler kullanılarak uygulanmaktadır. Bu sayede hedeflenen vuruş hassasiyeti artırılmış ve başarı oranları geçmişe oranla kıyaslanamayacak kadar geliştirilmiştir.

Akıllı teknolojiler konusunda beni aydınlatan ve bu konunun Türkiye ve geleceğimiz açısından ne denli büyük bir yer teşkil ettiğini anlamamı sağlayan, bu tezi hazırlamamda bana yol gösteren hocalarım Sayın Prof.Dr.Feyzullah Temurtaş'a, Sayın Dr.Öğr.Üyesi Adem Dalcı'ya, Prof.Dr.Mehmet Tektaş'a ve lisansüstü öğrenim dönemi boyunca bana her konuda destek olan, bilgi ve deneyimlerini paylaşan bütün hocalarıma saygılarımı sunarım.

ÖZET

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIKTA KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLERİN PERFORMANS DEĞERLENDİRMESİ VE GELECEK ÖNERİLERİ

Mustafa ŞEN

Bandırma Onyedi Eylül Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri Anabilim Dalı

Danışman: Dr. Öğr. Üyesi Adem DALCALI

Temmuz 2020, 97 sayfa

Savunma Havacılığı konusunda Wright kardeşler tarafından 1903 yılında gerçekleşen ilk uçuştan bu yana uçakların hızları, kullandıkları iletişim araçları, yön bulma sistemleri, uçak arıza sistem ve göstergeleri, pilotların kullandığı kıyafetler vb. konularda hızlı bir gelişme yaşanmıştır. İçerisinde bulunulan 21'inci yüzyılda ise bu gelişmelerin artık dakikalara kadar indirgenebilmiş olduğu görülmektedir. Yaşanan bu gelişmelerde ise akıllı teknolojilerin önemli bir rolü vardır. GPS, kablosuz ağlar ve kızılötesi görüş gibi sistemler savunma havacılığında kullanılan en temel akıllı teknolojilerden bazılarıdır. Bu sistemler ile birlikte yapay zekâ konusu da bu alanda büyük bir öneme sahiptir. Yapay zekânın savunma havacılığında kullanımı ise sistemlerin matematiksel olarak modellenerek MATLAB, PHYTON ve C++ gibi çeşitli yazılım programları vasıtasıyla hayata geçirilmesi ile mümkün olmaktadır. Savunma havacılığı alanında ilk askeri savaş uçağı, 1912 yılında Osmanlı-İtalya arasında gerçekleşen Trablusgarp savaşında keşif amaçlı kullanılmıştır. Günümüzde askeri uçaklar keşif, önleme, himaye, bombalama, nakliye ve arama-kurtarma gibi çeşitli görevlerde kullanılmaktadır. Tüm bu görevlerde yukarıda belirtilen ve tez içerisinde bahsedilecek olan diğer akıllı teknolojileri ve bu teknolojilerin gelişimi için ise yapay zekâyı kullanılmaktadır.

Bu tez ile Türkiye'nin bulunduğu coğrafi koşullar değerdendirilerek dün, bugün ve gelecekte yapay zekânın ve akıllı teknolojilerin savunma havacılığındaki rolünü çeşitli enstrümanlarla ortaya koymak hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Havacılık, Havacılıkta Savunma, Savunma Sanayi, Yapay Zeka, Yapay Sinir Ağları, Akıllı Teknolojiler, Savunma Havacılığında Yapay Zeka.



ABSTRACT

M.Sc. THESIS

PERFORMANCE EVALUATION OF INTELLIGENT TECHNOLOGIES IN AVIATION AND PROPOSALS FOR FUTURE

Mustafa ŞEN

Bandırma Onyedi Eylül University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Intelligent Transportation Systems and Technologies

Supervisor: Asst. Prof. Dr. Adem DALCALI

July 2020, 97 pages

Since the first flight in 1903 by the Wright brothers on Defense Aviation, there has been a rapid development in the speeds of the aircraft, the communication tools they use, navigation systems, aircraft failure systems and indicators, and the clothing used by the pilots. In the 21st century, these developments can now be reduced to minutes. Intelligent technologies play an important role in these developments. Systems such as GPS, wireless Networks and infrared vision are some of the most basic intelligent technologies used in defense aviation. Along with these systems, the subject of artificial intelligence has a great importance in this field. The use of artificial intelligence in defense aviation is possible by modeling the systems mathematically and implementing them through various software programs such as MATLAB, PHYTON and C ++. The first military fighter jet in the field of defense aviation was used for exploration in the Tripoli war between 1912 and Ottoman Empire. Today, military aircraft are used in various missions such as reconnaissance, prevention, patronage, bombing, transport and search and rescue. In all these tasks, other intelligent technologies. Technologies mentioned above and

mentioned in the thesis are used and artificial intelligence is used for the development of this technology.

With this thesis, it is aimed to reveal the role of artificial intelligence and intelligent technologies in defense aviation yesterday, today and in the future by evaluating the geographical conditions of our country.

KeyWords: Aviation, Defense in Aviation, Defense Industry, Artificial Intelligence, Artificial Neural Networks, Intelligent Technologies, Artificial Intelligence in Defense Aviation.



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	I
ABSTRACT.....	III
İÇİNDEKİLER.....	V
ŞEKİL LİSTESİ.....	X
TABLO LİSTESİ.....	XII
KISALTMA LİSTESİ.....	XIII
1. GİRİŞ.....	1
1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ.....	1
1.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI.....	2
1.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ.....	3
1.4. ARAŞTIRMADA BİLGİ DERLEME VE İŞLEME ARAÇLARI.....	3
2. HAVACILIK KAVRAMI VE HAVACILIK TARİHİ.....	4
2.1. HAVACILIK TANIMI.....	4
2.2. HAVACILIKTA UÇUŞ KARAKTERİSTİKLERİ VE TEMEL UÇUŞ PRENSİPLERİ	4
2.3. TÜRKİYEDE HAVACILIK TARİHİ.....	5
2.4. DÜNYADA HAVACILIK TARİHİ.....	6
2.4.1.Eski Çağlarda Uçuş Girişimleri.....	7
2.5. DÜNYA HAVACILIĞINDAKİ GELİŞMELER.....	10
2.5.1. Uçak Etüd ve Araştırma Merkezleri.....	10
2.5.2. Helikopterler.....	10
2.5.3. Roket ve Jet Motoru	12
2.5.4. İnsansız Hava Araçları.....	13
2.6. HAVACILIK KONUSUNDA ÖNCÜ ÜLKELER.....	15

2.6.1. Fransa.....	15
2.6.2. Almanya.....	16
2.6.3. Rusya.....	17
2.6.4. Japonya.....	19
2.6.5. ABD.....	21
2.6.6. İngiltere.....	25
2.7. İKİNCİ DÜNYA SAVAŞININ HAVACILIĞA ETKİSİ.....	28
2.8. GEÇMİŞTEN BUGÜNE HAVACILIK KÖŞE NOKTALARI.....	28
3. HAVACILIKTA SAVUNMA SANAYİ TEKNOLOJİLERİ.....	30
3.1. SAVUNMA KAVRAMI.....	30
3.2. SAVUNMA SANAYİ KAVRAMI.....	31
3.3. HAVA SAVUNMA KAVRAMI	31
3.4. SAVUNMA SİSTEMLERİNİN TEMEL ASKERİ KRİTERLERİ.....	33
3.4.1. Gizlilik.....	33
3.4.2. Emniyet ve güvenilirlik.....	33
3.4.3. Esneklik.....	33
3.4.4. Standardizasyon.....	33
3.5. SAVUNMA SANAYİNDE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ.....	33
3.5.1. Avrupa Savunma Ajansı (European Defence Agency-EDA).....	34
3.5.2. NATO Araştırma ve Teknoloji Organizasyonu (Research and Technology Organisation-RTO).....	34
3.6. TÜRK SAVUNMA SANAYİSİNDE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ.....	35
4. UÇAK TEKNOLOJİLERİ VE YAPAY ZEKA.....	36
4.1. YAPAY ZEKÂNIN TANIMI.....	36
4.1.1. Yapay Zekânın Tarihçesi.....	36
4.1.2. Yapay Zekânın Amacı.....	38
4.1.3. Yapay Zekânın Geleceği.....	38

4.1.4. Yapay Sinir Ağları Tanımı.....	39
4.2. UÇAK TEKNOLOJİSİ KAVRAMI.....	39
4.2.1. Uçak Teknolojilerinde Yapay Zeka Kullanımı.....	40
4.3. AKILLI TEKNOLOJİLER.....	42
4.3.1. Uydularla Konum Belirleme Sistemleri.....	42
4.3.2. Kablosuz Ağlar.....	42
4.3.3. Cep Telefonu.....	42
4.3.4. Kızılötesi İletişim.....	43
4.3.5. Kapalı Devre Televizyon (Closed-Circuit Television-CCTV).....	43
4.3.6. Yakın Mesafe İletişim Teknolojileri.....	43
4.3.7. Radyo Frekans Tanımlama Teknolojisi (Radio Frequency Identification-RFID)	43
4.3.8. Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli İletişim Teknolojisi (Dedicated Short Range Communication-DSRC).....	44
4.3.9. Yakın Alan İletişim (Near Field Communication-NFC).....	44
4.3.10. Algılama Sensör Teknolojisi.....	44
4.3.10.1. Araç Sensörleri.....	44
4.3.10.2. Yol Sensörleri.....	44
4.3.10.3. Hava Durumu Sensörleri.....	45
4.3.10.4. Çevre Algılama Sistemleri.....	45
4.4. ASKERİ ARAÇLARDA KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLER.....	45
5. AKILLI TEKNOLOJİLERDE İLETİŞİM SİSTEMLERİ, BİLGİ ve UYARICI SİSTEMLER.....	46
5.1. AKILLI TEKNOLOJİLERDE İLETİŞİM SİSTEMLERİ.....	46
5.1.1. Kablosuz Ağlar (Wireless).....	46
5.1.1.1. Kablosuz ses ve bilgi iletişimi.....	46
5.1.1.2. Sesli Komut Sistemi.....	47
5.1.2. Data Link (Link-16).....	48

5.1.3. Birleşik Taktik Radyo Sistemi (Joint Tactical Radio System-JTRS).....	49
5.1.4. Seyrüsefer Sistemleri.....	49
5.1.4.1. Ataletsel Seyrüsefer Sistemi (Inertial Navigation System-INS).....	49
5.1.4.2. Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System-GPS).....	50
5.1.4.3. LN 100G GPS Gömülü Ataletsel Seyrüsefer Sistemi.....	51
5.1.5. Fly by Wire.....	52
5.1.6. Otopilot Sistemi.....	54
5.1.6.1 Otopilot Sistemi Tarihsel Gelişimi.....	54
5.1.6.2. Otopilot Uçuş Sistemi Çalışma Mantığı.....	55
5.2. AKILLI TEKNOLOJİLERDE BİLGİ VE UYARI SİSTEMLERİ.....	56
5.2.1. Çarpma/Çarpışma Uyarıcı Sistemler.....	56
5.2.1.1. Önörülen Yere Çarpma Önleme Sistemi (Predictive Ground Collision Avoidance System-PGCAS).....	56
5.2.1.2. Trafik Çarpışma Önleme Sistemi (Traffic Collision Avoidance System-TCAS).....	56
5.2.1.3. TCAS II Bileşenleri.....	59
5.2.1.4. TCAS Bilgisayar Ünitesi.....	59
5.2.1.5. Kokpit Gösterimi.....	59
5.2.2. Dost/Düşman Uyarıcı Sistemler.....	60
5.2.2.1. Dost/Düşman Tanımlama /Identification of Friend or Foe-IFF).....	60
5.2.2.1.1. Mode S Transponder.....	61
5.2.2.1.2. Milli Mod 5/S IFF Sistemi.....	61
5.2.2.2. Radar İkaz Alıcısı (Radar Warning Receiver-RWR).....	62
5.2.2.3. Füze İkaz Sistemi (Missile Warning System-MWS).....	63
5.2.2.4. Savunma (Defensive Aid Sub-System-DASS).....	66
5.2.2.5. Kızılötesi Arama ve Takip Sistemi (Infrared Search and Track System-IRSTS).....	67

5.2.2.6. Elektronik Karşı Tedbirler	
(Electronic Counter Measures-ECM ve Diğer Tedbirler.....)	68
5.2.2.6.1. Elektronik Harp.....	68
5.2.2.6.2. Elektronik Taarruz.....	68
5.2.2.6.3. Elektronik Korunma.....	69
5.2.2.6.4. Radar Karıştırma ve Aldatma Simülatörü.....	69
5.2.2.6.5. Karıştırma Yöntemleri.....	70
5.2.2.6.5.1. Aldatma karıştırması.....	70
5.2.2.6.5.2. Korunma karıştırması.....	70
5.2.2.6.5.3. Eskort karıştırması.....	70
5.2.2.6.5.4. Uzaktan karıştırma.....	70
5.2.3. Arıza Uyarıcı Sistemleri.....	71
5.2.4. Çevre Koşulları Uyarıcı Sistemler	
(Enviromental Conditions Warning Systems-ECWS).....	71
5.2.4.1. Otomatik Terminal Bilgi Servisi	
(Automatic Terminal Information Service-ATIS).....	71
5.2.4.2. Buzlanma Önleyici Sistemler (Anti-Icing Systems).....	72
5.3. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA UÇAK KAZALARININ NEDENLERİ.....	72
5.3.1. Uçak Kazalarında İnsan Faktörü ve Makine İlişkisi.....	73
5.3.2. Akıllı Askeri Uçaklar ile Eski Nesil Uçakların Başarı İlişkisi.....	74
6. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	80
6.1. GENEL DEĞERLENDİRME.....	80
6.2. SONUÇ VE BULGULAR.....	81
6.3. ÖNERİLER.....	82
7. KAYNAKLAR.....	84
8. EKLER.....	92
8.1. EK-1 TERİMLER SÖZLÜĞÜ.....	92
ÖZGEÇMİŞ.....	97

ŞEKİL LİSTESİ

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 1: Uçağa Etkiyen Dört Ana Kuvvet.....	4
Şekil 2: Kanatta Kaldırma Kuvveti Oluşumu.....	5
Şekil 3: Otojiro.....	11
Şekil 4: Messerschmitt Me 262A.....	13
Şekil 5: RP-1 Radioplane.....	14
Şekil 6: İlyuşin II-2.....	17
Şekil 7: Tupolev TU-95.....	19
Şekil 8: Kawanishi H8K.....	21
Şekil 9: XB-70.....	23
Şekil 10: Bell X-1.....	24
Şekil 11: Gossamer Albatross.....	24
Şekil 12: Spitfire.....	26
Şekil 13: XQ-58 A Valkyrie.....	41
Şekil 14: Genel İletişim Mimarisi.....	46
Şekil 15: Ses Komut Sistemi Mimarisi.....	48
Şekil 16: GPS/INS ve Kalman Filtresi.....	51
Şekil 17: Uydu Sayısına Göre GPS Hesaplama.....	52
Şekil 18: FBW Şeması.....	53
Şekil 19: Otomatik Uçuş Sistem Elemanları Diyagramı.....	55
Şekil 20: PGCAS HUD Uyarı Sembolojisi.....	56
Şekil 21: TCAS Bileşenleri.....	59
Şekil 22: TCAS II Tarama Alanı ve TCAS II Kokpit Gösterimi.....	60
Şekil 23: IFF Sorgulaması.....	60
Şekil 24: Radar Uyarı Alıcısı Genel Diyagramı.....	62

<u>Şekil</u>	<u>Sayfa</u>
Şekil 25: Radar Uyarıcı Alıcısı Ekranı.....	62
Şekil 26: Genel Füze İkaz Sistemi Görüntüsü.....	64
Şekil 27: Elektromanyetik Spektrum.....	64
Şekil 28: Görünür IR ve UV Spektrum Görüntüleri.....	65
Şekil 29: AN/AAR 57 Tipi Füze İkaz Sistem Bileşenleri.....	65
Şekil 30: Eurofighter Elektronik Korunma Sistem Bileşenleri.....	66
Şekil 31: Elektronik Korunma Sistem Elemanları.....	66
Şekil 32: SU-27 Kızılötesi Arama ve İzleme Sistemi.....	67
Şekil 33: F-16 Anti Ice Siviçleri.....	72
Şekil 34: İnsan ve Makinelerin Zamana Bağlı Kazalara Etkisi.....	73
Şekil 35: Dünya Ticari Jet Filoları Kazalarının Temel Nedenleri.....	78
Şekil 36: 1920 - 1970 Yılları Arasındaki Kayıplı Uçak Kazaları.....	79

TABLO LİSTESİ

<u>Tablo</u>	<u>Sayfa</u>
Tablo 1: Uçaklarda Kullanılan Temel Akıllı Teknolojiler.....	2
Tablo 2: Havacılık Köşe Noktaları.....	28
Tablo 3: TCAS Koruma Seviyeleri.....	57
Tablo 4: Günümüzde Kullanılan Akıllı Teknolojiler Açısından Uçak Kazaları değerlendirilmesi.....	74

KISALTMA LİSTESİ

Kısaltmalar

Açıklama

ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AR-GE	: Araştırma Geliştirme
ART	: Adaptif Rezonans Teorisi
ASELSAN	: Askeri Elektronik Sanayi Ve Ticaret A.Ş.
BM	: Birleşmiş Milletler
CENTO	: Merkezi Antlaşma Teşkilatı
CSAR	: Silahlı Arama Kurtarma
Dz.K.K.lığı	: Deniz Kuvvetleri Komutanlığı
ER	: Östrojen Reseptör
ESA	: Avrupa Uzay Ajansı
ESF	: Ekonomik Destek Fonu
GA	: Genetik Algoritma
FAA	: Federal Havacılık İdaresi
FAI	: Uluslararası Havacılık Federasyonu
HİK	: Havadan Erken İhbar ve Kontrol
Hv.K.K.lığı	: Hava Kuvvetleri Komutanlığı
İHA	: İnsansız Hava Araçları
IMET	: Uluslararası Askeri Eğitim ve Öğretim
K.K.K.lığı	: Kara Kuvvetleri Komutanlığı
MGK	: Milli Güvenlik Kurulu
MMU	: İnsanlı Manevra Birimi
MSA	: Deniz Keşif Uçağı
MSB	: Milli Savunma Bakanlığı
NATO	: Kuzey Atlantik Konseyi
R.A.F.	: Kraliyet Hava Kuvvetleri
SAGEB	: Savunma Sanayi Geliştirme ve Destekleme İdaresi
S.G.K	: Sahil Güvenlik Komutanlığı
SSDF	: Savunma Sanayini Destekleme Fonu
SSM	: Savunma Sanayi Müsteşarlığı
TAI	: TUSAŞ Havacılık ve Uzay Sanayi A.Ş.

Kısaltmalar**Açıklama**

THY	: Türk Hava Yolları
TİHA	: Taarruzi İnsansız Hava Aracı
TUSAŞ	: Türk Uçak Sanayii Anonim Şirketi
TÜBİTAK	: Türkiye Bilimsel Teknik Araştırma Kurumu
UBİTEK	: Uzay Bilim ve Teknolojileri
YSA	: Yapay Sinir Ağları



1. GİRİŞ

1.1. ARAŞTIRMANIN AMACI VE ÖNEMİ

Yeni dünya düzenine ayak uydurabilmek için, savunma havacılığının akıllı teknolojiler ve yapay zekâ ile ne derece ilişkili olduğu hususunu ortaya koymak ve bu konuda dünyada yapılan gelişmeleri araştırmak son derece önem taşımaktadır. Temel olarak Türkiye'nin sahip olduğu savunma havacılığının, akıllı teknolojiler ve dolayısıyla yapay zekâ konularıyla ilişkisine yönelik çalışmalar olmadığı görülerek bu tez çalışması ile ilgili literatüre katkı sağlanması amaçlanmıştır. Ayrıca yeni dünya düzeninde Türkiye'nin bulunduğu coğrafi koşullar da değerlendirildiğinde dün, bugün ve gelecekte yapay zekânın ve akıllı teknolojilerin savunma havacılığındaki rolünü çeşitli enstrümanlarla ortaya konulması hedeflenmiştir.

Yeni dünya düzeninde etkili bir pozisyonda yer alabilmek için ülkelerin ayırt edici alanlardaki imkân ve kabiliyetleri ile küresel olarak rekabet gücüne sahip olmaları gerekmektedir. Bu durum, ancak dünyanın ihtiyacı olan ve insan hayatını kolaylaştıracak olan yeni teknolojileri üretmekle mümkün olabilir. Havacılık ve uzay sanayi tam olarak bu işin ve geleceğin odağını oluşturmaktadır. Çünkü bu sektör tüm dünya ulusları gibi Türkiye açısından da çok büyük katkılar sağlayabilecek bir sektördür. Uluslararası serbest ticaret antlaşmaları havacılık ve uzay sanayisinin ve ortaya koyduğu ürünlerin dışında yer almaktadır. Bu durum elbette tüm dünya ülkeleri gibi Türkiye açısından da çok büyük bir avantajdır. Bu avantaj, geçmişten bu yana ABD ve çeşitli Avrupa ülkeleri tarafından kullanılmış olup halen büyük bir hızla kullanılmaya devam etmektedir (2003-2023 Strateji Belgesi, 2018).

Savunma havacılığı için kaynak olarak gösterilebilecek Havacılık ve Uzay Sanayi, çoğunlukla teknoloji ve bilimin son ürünlerde uygulanmaktadır. Bu haliyle sektör teknolojik altyapı ve donanımın gelişmesi açısından da çok büyük bir itici unsur olma özelliği taşımaktadır. Görülmektedir ki, havacılık ve uzay sanayi konusunda başarılı ülkeler, son teknoloji ürünlerini ve bunun uzantıları ile ürettikleri diğer yan sanayi dallarındaki ürünler ile ülkelerinde bütünüyle bir sistemsel çözüm sağlayabilmektedir. Bu durum ülkelere stratejik açıdan güçlü, bölgeleri açısından da güvenli bir konumda bulunmalarını sağlamaktadır.

Türkiye de bulunduğu konum açısından, havacılığa en çok önem vermesi gereken ülkelerin başında gelmektedir. Bu sebeple tüm yönetici, akademisyen ve mühendisler başta olmak üzere ulusal güvenliğimiz için savunma havacılığı konusu her açıdan desteklenmelidir. Ancak bütün bunları gerçekleştirebilmek için her konuda dışa bağımlılıktan uzak diğer bir

deyişle tam bağımsız bir devlet olabilmek anahtar niteliği taşımaktadır. Özellikle İkinci Dünya Savaşından sonra her alanda alınmaya başlanan dış yardımlar bu hedefe önemli bir engel oluşturmuş ve oluşturmaya devam etmektedir. Bu sebeple Türk havacılık tarihini incelemek, bugünkü eksiklikleri tespit ederek nedenleri ile ortaya koymak ve havacılık konusunda lider ülkeler arasına girmek konusunda atılması gereken adımları irdelemek son derece önem taşımaktadır.

1.2. ARAŞTIRMANIN KAPSAMI

Ulaşım araçlarını akıllı hale getirebilmenin temel yolu onlara gerçek zamanlı veri aktarımı yaptırabilecek bir arayüz sağlamaktır. Uçuş konusunda bu işlemi FMS adı verilen Flight Management System adlı bilgisayar yapmaktadır. Bu sistem cayrolardan aldığı pozisyon bilgisini bir dönüştürücü(transducer) ile dijital sinyale çevirerek MFD adı verilen multifunctional displaylerde pilota gerçek zamanlı olarak aktarır. Ayrıca bu sistem, GPS tarafından konum bilgisi, IFF tarafından dost/düşman ayırım bilgisi, LINK-16 tarafından hız mesafe ve yük bilgisi gibi dönütleri pilota aktararak yer üniteleri ile korelasyonu sağlayarak eş zamanlı bir görev akışı sağlar.

Havacılık alanında kullanılan askeri araçlar temelde aşağıdaki tabloda belirtilen akıllı teknolojileri kullanmaktadır (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019)

Tablo 1: Uçaklarda Kullanılan Temel Akıllı Teknolojiler (Integrated Systems, 2019)

Uçuş Yönetim Sistemi (Flight Management Systems- FMS)	Yüksek, Ultra ve Çok Yüksek Frekanslı Telsizler (High, Ultra High, Very High Frequency- HF/UHF/VHF) Telsiz	Dost-Düşman Ayrımı (Identification Friend or Foe- IFF)	MODE S	Küresel Konumlama Sistemi/ Birleşik GPS INS (Global Positioning System-GPS/ Embedded GPS and INS- EGI)
---	---	--	--------	---

Dijital Otopilot Uçuş Direktörü	Trafik Çarpışma Önleyici Sistemler (Traffic Collision Avoidance System-TCAS)	Aletli Alçalma Sistemleri (VOR/ILS)	Uydu Muhaberesi (Satellite Comm- SATCOM)	Otomatik Yön Bulucu
Taktik Hava Navigasyonu (Tactical Air Navigation- TACAN)	Anti-Karıştırma (Anti-Jam)	Link-16	Sentetik Görüntü Sistemleri	Ekranlar (Head Up Display-HUD)

Çalışmada, askeri hava araçlarının Tablo 1’de belirtilen sistemler ve bu sistemlerle entegreli diğer sistemlerin akıllı teknoloji ağına nasıl ve ne şekilde dahil olabildiğini, ayrıca emniyetli bir uçuşun sağlanmasındaki rolü incelenmiştir.

1.3. ARAŞTIRMANIN YÖNTEMİ

Araştırma temel olarak betimsel ve tarihsel araştırma yöntemi ile birlikte kullanılarak irdelenmeye çalışılmış ve bu konuda yapılmış literatür taramalarına da yer verilerek konunun zenginleştirilmesi sağlanmıştır.

1.4. ARAŞTIRMADA BİLGİ DERLEME VE İŞLEME ARAÇLARI

Konuyla doğrudan ya da dolaylı olarak ilgisi bulunan kitap, dergi, makale, gazete, akademik çalışma niteliğindeki tezler ve benzeri yazılı kaynakların taranmasının yanında, elektronik ortamda kaynak taraması yapılarak, araştırmaya kaynaklık edecek bilgiler derlenmiştir. Elde edilen bilgiler, niteliksel çözümleme yoluyla işlenmiştir.

2. HAVACILIK KAVRAMI ve HAVACILIK TARİHİ

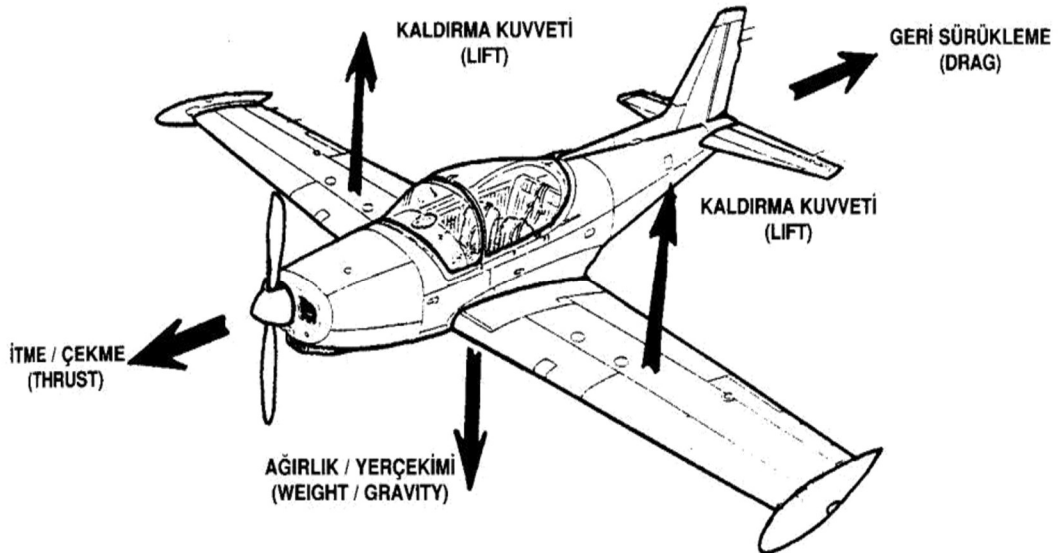
2.1. HAVACILIK TANIMI

Havacılığa ve uçmaya olan merak ve ilgi insanların kuşları keşfetmesiyle birlikte başlayan ve çok eski zamanlara dayanan bir durumdur. Havacılık, temel tanım olarak kişilerin ve/veya nesnelerin bir yerden bir yere taşınması olarak en basit seviyede tanımlanabilir.

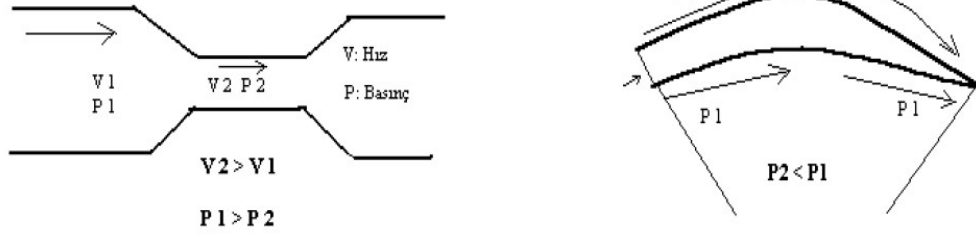
Havacılık kavramı içerisinde tüm hava araçlarının uçarak yaptığı bütün faaliyetler dahil edilebilir. Ancak havacılık sektörü uluslararası bir arenada faaliyet gösterdiği için tüm uluslararası anlaşma ve kurallara da uymak zorundadır.

2.2. HAVACILIKTA UÇUŞ KARAKTERİSTİKLERİ VE TEMEL UÇUŞ PRENSİPLERİ

Aerodinamik olarak, minimum sürüklemeye istenen bir kaldırma kuvveti için gerekli bükülme ve kamburluk dağılımının tasarımı çok önemlidir. Minimum sürüklemenin kanat açıklığı boyunca eliptik bir kaldırma dağılımı ile sağlandığı varsayılarak, bu durum potansiyel akış teorisi ile çözülebilir. Günümüzde uçak tasarımlarında sayısal yöntemlerle oluşturulan iki boyutlu kanat profil tasarımları veya Euler ve Navier-Stokes yöntemleri kullanılmaktadır (Schweiger, Krammer, 1999).



Şekil 1: Uçağa Etkiyen Dört Ana Kuvvet (MEB Yayınları, 2011)



Şekil 2: Kanatta Kaldırma Kuvveti Oluşumu (MEB Yayınları, 2011)

- **Kaldırma Kuvveti** : Kanadın alt ve üst yüzeyleri arasındaki bu basınç farkı taşıma kuvvetini doğurur
- **Uçak Ağırlığı** : Bir uçak uçuş yörüngesi boyunca yer çekimi nedeni ile aşağıya doğru çekilir
- **İtme kuvveti** : Bir uçak, motorun yarattığı itme kuvveti nedeni ile hava içerisinde ileri doğru hareket eder
- **Sürüklenme kuvveti** : Sürüklenme kuvveti, uçağın fiziksel yapısından dolayı meydana gelen uçağın ileri hareketine karşı bir dirençtir (MEB Yayınları, 2011).

2.3. TÜRKİYE’DE HAVACILIK TARİHİ

Türkiye’deki ilk havacılık faaliyeti 1912 yılında İstanbul Sefaköy’de kurulan iki hangarlı bir meydandır. Daha sonra Atatürk tarafından 1925 yılında kurulan ve bugün adı Türk Hava Kurumu olarak bilinen Türk Tayyare Cemiyeti gelmektedir. Bu cemiyet, ilk sivil havacılık kurumu sayılmakla birlikte ilk taşımacılığına 1933 yılında 5 uçaklık bir taşıma filosu ile posta taşıyarak başlamıştır.

1939 yılına geldiğimizde Havayolları Devlet İşletme İdaresi, Milli Savunma Bakanlığı tarafından Türkiye’de sivil hava yolları kurulması ve taşıma yapılması için görevlendirilmiştir. 1954 yılında Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı, uluslararası ilişkileri yürütmesi için Ulaştırma Bakanlığı tarafından kurulmuş ve 1987 yılında adını Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü olarak değiştirerek yeniden teşkilatlandırılmıştır. 2005 yılına geldiğimizde ise Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü kanuni ve finansal açıdan Ulaştırma Bakanlığından ayrılarak özerk hale gelmiştir (Korul, Küçükönel, 2003).

Günümüzde ise havacılık faaliyetleri, idari ve teknik yönetmelikler ve havacılık talimatları 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ile yürütülmektedir. Bu kapsamda idari bir

yönetim kadrosu oluşturan Türkiye havacılık kurumları, dünyada hızla gelişen havacılık teknoloji ve gelişimine ayak uydurabilmek için çeşitli uluslararası teşkilatlara da üye olmuştur.

1945 yılında Türkiye uluslararası sivil havacılık anlaşması olan Şikago Sözleşmesine taraf olarak ICAO yani uluslararası sivil havacılık teşkilatının kurucu üyeleri arasında yerini almıştır. Avrupa’da ise 1956 yılında Avrupa Sivil Havacılık Konferansı’na (ECAC) kurucu üye, Avrupa havacılık faaliyetlerinin koordine eden EUROCONTROL ve Avrupa Seyrüsefer Emniyeti Teşkilatına da üye olmuştur. Türkiye bu gibi teşkilatlara üye olarak uluslararası havacılık mevzuatlarını takip edebilmekte ve dünyaya uyum sağlayabilmektedir (SHGM Tarihçe, 2020).

İkinci Dünya Savaşı ile uçakların savaşlardaki rolünün ne kadar önemli olduğunun hissedilmesiyle birlikte Türkiye’deki havacılık faaliyetlerinde de önemli gelişmeler yaşanmıştır. 1956 yılında havalimanlarının işletmesi ve o yıllarda önemi yeni artan uçuş güvenliği konularında tedbirler oluşturmak maksadıyla Devlet Hava Meydanları Kurumu kurulmuştur.

1983 yılında gelindiğinde özel sektöre 2920 sayılı kanunla sivil havacılık işletmesi kurmaları için imkân tanınmıştır. Bu serbesti ile hava trafik kontrol, yer hizmetleri, seyrüsefer hizmetleri, haberleşme gibi konularda çeşitli yatırımlar yapılmıştır. Bu gelişmeler ile Türkiye’de bir dönüm noktası sayılabilecek havacılık faaliyetleri 1990 yılında gerçekleşen Körfez Krizi ve sıcak savaşla birlikte gerilemeye başlamıştır (Alt Komisyon Raporu, 2011).

Türkiye, 2000’li yıllarda her vatandaşın uçuşması için yapılan politik girişim ve özel sektör çabalarıyla yeniden havacılık alanında bir büyüme gerçekleştirmiş ve hem ulusal hem de uluslararası arenada rekabet ederek sivil havacılık konusunda uluslararası düzeyde önemli bir noktaya ulaşmıştır.

2.4. DÜNYADA HAVACILIK TARİHİ

Dünya havacılık tarihi, ilk yapılan başarılı ya da başarısız motorsuz denemeleri saymazsak, 1903 yılında Wright Kardeşler’in motorlu bir uçakla gerçekleştirdiği denemesi ile başlamıştır. İlk uçaklar eğlence amaçlı kullanılmak için tasarlanmış daha sonra askeri ve sivil havacılık için kullanılmaya başlanmıştır. İlk kargo uçuşu 1910, ilk resmi posta uçuşu 1911 yılında gerçekleştirilmiş ve ilk havayolu şirketi 1911 yılında kurulmuştur. Gelişen havacılık sektörü hava sahalarının nasıl kullanılacağı, güzergâh ve ücretlerin nasıl sağlanacağı konularının çözümü için bazı antlaşmaların imzalanmasını zorunlu hale getirmiştir. Uluslararası hava hukukuna yönelik ilk çok taraflı sözleşmeler olarak Varşova, Roma, Paris ve Havan Sözleşmeleri gelmektedir (Kaya, 2016).

Havacılığın evrilmesi sürecindeki en önemli gelişme 1944 yılında ABD’de 52 ülkenin katılımı ile gerçekleşen Şikago Sözleşmesi’dir. Bu sözleşme ile Uluslararası Sivil Havacılık Örgütü kurulmuş, bu sayede sivil havacılığın güvenli ve kontrollü bir şekilde geliştirilmesi sağlanmıştır. 1945 yılında çeşitli havayolu işletmeleri Küba’nın Havana şehrinde Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği’ni kurmuştur. 1970’lerden sonra uluslararası hava taşımacılığı çok derin ve köklü değişikliklere uğramıştır (Çevik, 2017)

2.4.1. Eski Çağlardan Uçma Girişimleri

İlk uçuş deneyimleri olarak M.Ö. IV. Yüzyılda Eflatun ve büyücü olarak bilinen Tarantlı Arkitas’ın uçuş ile ilgili bazı çalışmalar yaptığı söylenmektedir. Arkitas bir fizikçidir. Çinlilerin bulduğu kabul edilen uçurtmanın icadı bu kişi ile ilişkilendirilmektedir. Arkitas uçurtma gibi tahtadan bir kumruya kanadını çırpıtarak mekanik hareketlerle uçurmayı başarmıştır. Bu uçuşun titreşimlerle ve hava püskürtülerek sağlandığı anlatılmaktadır (Taşkesen, 2006).

M.S. 60 yılında Sueton tarafından kaydedilen şu uçma girişimi Hıristiyanlığın ilk çağlarında bile gerçeğe en yakın inanış olarak ortaya çıkmaktadır. Neron tarafından Roma imparatorluğunun geleceğini kutlama şenliklerinde Büyücü Simon isimli bir adam uçmaya kalkışmış, fakat düşüp öldüğü kaydedilmiştir. Orta çağda ve sonrasında, Fransa ve İtalya’nın birçok şehrinde bayram günleri yüksek kulelerden çarşafırla bağlanarak eşekler atılırdı. Çarşafırla paraşüt gibi görev yaparak düşüşü yumuşatırdı.

1020-1040 tarihleri arasında İngiltere’de papaz Olivier Malmesbury kanat takarak manastırın kulesinden uçmaya çalışmış fakat düşerek bacağını kırmıştır. On birinci yüzyıldan kalan bir Arap yazması Cezayir’in Telemsen şehrinin kapılarındaki Mansüre kulesini Yahudi bir mimar inşa etmiş ve büyük bir uçurtma yaparak ipini tutmuş ve kendini boşluğa bırakarak karşı tepeye inmeyi başarmıştır. 1250 yıllarına geldiğimizde İngiliz bilim adamı Roger Bacon da uçmak kavramı ile ilgilenmiş ve uçmak için bir makine yapabileceğini iddia ederek bu konuda bir eser yazmıştır.

Barutun Çin’de bulunduğunun kabul edilmesi, barutun kömür ve kükürt ile yapılması ve bu maddelerin milattan birkaç yüzyıl önce bile Çin’de bilinmesinden kaynaklanmaktadır. İlk havai fişeklerin de Çin’de Han devrinde kullanıldığı bilinmektedir. Bazı Çin kaynaklarında barut hakkında kayıtlar mevcuttur. M.S. 1000 yıllarında barutla atılan okların 300 metre menzilli bir silah olarak kullanıldığı o çağ eserlerinde yazılıdır. Bu sebeple 1045 yılında Çinlilerin baruta sahip oldukları kesin olarak söylenebilir.

13.yüzyılda Suriye de yaşadığı değerdendirilen Necmüddin Hasani Rammah-ül Ahdab 1280 yıllarında kaleme aldığı kitabul-furusiyeval-munsabili harbiya adlı eserinde barutla fırlatılan bir roket tarif etmiş ve roketle ilgili ilk ipuçlarını vermiştir. Bu savaş aracı birbirine bağlı çukur iki dairevi levhadan oluşmaktadır. Barutla veya tutuşturucu bir madde ile doldurulmuştur. Düz gitmesi için bir çeşit dümen de takılmıştır. İki büyük roket fışığı ile fırlatılmaktadır. Alete kendi kendine giden yanıcı yumurta adı verilmiştir.

Ünlü fizikçi ve bilim adamı Leonardo da Vinci, İtalya'da Rönesans devrinde yaşamış ve kuşların uçuşuna dair ilk bilimsel araştırmayı yaparak bu çalışmalar ile mekanik araçlarla uçuşun taklit edilebileceğini eserlerinde ortaya koymuştur. Bu çok önemli eserler Ambrosiana Kütüphanesi/Milano'da, Fransa Enstitüsü ve Chantilly şatosu/Fransa'da ve İngiltere British Museum'da bulunmaktadır.

Leonarda'ya göre insanlar kuşların yapabildiği hareketleri tekrar edebilecek yetenektedirler. Ancak kuşlara oranla insanın gücü ve yeteneği birbiri ile orantılı olmayıp insanın uçabilmesi için aynı anda dengesini sağlayabilecek gücü yoktur. O halde insan kuşu taklit etmeli tasarlayacağı aletlerde makinenin uzuvlarını kuşların organları gibi uygun şekilde kullanmalıdır. Elbette yaratıcı, kuşların organlarını onların ihtiyaçlarına uygun şekilde yaratmıştır. İnsanoğlu bundan daha iyisini yapamayacaktır. Çünkü kuşların kanatları onlarla birlikte yaratılmıştır. İnsan tasarlayacağı araçla da zekâsı ile bu güç ve denge problemini çözecek ve hem aracın hem de kendisinin dengeli şekilde havada kalabilmesi için gerekenleri yapacaktır. Kanatlı insanlar, kartallar gibi kendilerini göklerin fatihi yapacaktır. Kuş insan, ilk uçuşunda dünyayı hayrette bırakacak, şöhreti için destanlar yazılacak ve yuvasına sonsuz zaferler getirecektir.

İşlevsel olarak ilk uçan balon, Mongolfier Kardeşler daha doğrusu, Joseph Mongolfier tarafından yapılmıştır. Kardeşi Etienne de denemelerde kendisine yardımcı olmuştur. 1783 yılında, Fransa'da Annonay şehrinde, daha önce yaptıkları denemelerin sonuncusunu halk önünde tekrarlamayı kararlaştırarak, bir gün önce, davet ettikleri halkın önünde ilk resmi denemelerini gerçekleştirmişlerdir. Mongolfier Kardeşler, Fransız Fen Akademisi'nin daveti üzerine Paris'de balon uçurmaya karar verdiler. Rüzgar ve yağmur sebebiyle yapılan denemelerde balonları yırtılmıştı. Nihayet 19 Eylül 1783'te Etienne Mongolfier, Kral ailesinin huzurunda Versaille sarayının avlusunda balon denemesini tekrarladı. Yeni balon 14 m. çapında ve 2.000 m³ hacminindedir. Uçuştan önce balona bir koyun, bir horoz ve bir ördeğin bulunduğu büyük bir kafes asılmıştır. Balon çok süslü olarak hazırlanmış ve kralın armalarıyla donatılmıştı. Oldukça yükseklerle çıkan balon yırtılmasına rağmen, birkaç saniye havada sabit kalmış ve yavaş, yavaş 2 km uzaktaki Vaucresson ormanına, taşıdığı hayvanlarla birlikte inmiştir (Taşkesen, 2006).

Wright Kardeşler “The Flyer” adını verdikleri uçaklarıyla 14 Aralık 1903’te bir deneme yaptıktan sonra, 17 Aralık 1903 tarihinde 4 uçuş denemesi daha yapmışlar ve bugünkü anlamda havacılığın temeli atılmıştır. Uçuşlarını Kuzey Carolina’da bulunan Kitty Hawk’daki kumluk arazide yapmışlardır. The Flyer’ın bu 12 beygirlik bir motorunun, 12,54 metrelik kanat açıklığı, 6,82 metre boyu ve 45 metrekaare kanat alanı vardı (Taşkesen, 2006).

Diğer uçuşlarında istikamet dümeni (rudder) de koymuşlardı. İki pervaneli olan uçak pilotla birlikte 335 kg. dı. Aralık ayında yapılan bu uçuşa 5 kişi görgü tanıklığı yapmıştır. Daniel isimindeki görgü tanığı bir de resim çekmiştir. Orville Wright ilk denemesinde 12 saniye uçmuş ve kolaylıkla yere inebilmiştir. Bundan sonra iki kardeş 13 ve 15 saniyelik birer uçuş daha yapmıştır. Kalkışları bir ray üzerinde ve yaklaşık 32-43 km hızla esen rüzgâra karşı yapıliyordu. Uçak yerden yaklaşık 3 metre yükseliyordu. Dördüncü denemede Wilbur Wright öğle üzeri 100m kadar düz uçmuş ve 59 saniye hava kalmış toplamda 284 metrelik bir mesafe kat edilmiştir (Taşkesen, 2006).

Wright kardeşler bu denemelerden sonra Daytona döndüler ve daha sağlam bir uçak yapmaya karar verdiler. Flyer-2 ismini verdikleri ikinci uçaklarını 1904’te Simms Station’da denediler. Yaklaşık 150 defa uçuş yaptılar. Bu uçak ile düz uçuşla birlikte dönüş hareketi de yaptılar ve yaklaşık bir kilometrelik bir uzunlukta uçuşlarını tamamladılar. 1905 yılında ise üçüncü uçaklarını 25 beygire çıkardılar. Bu uçak ile 38,4 km. lik bir mesafeyi yaklaşık 38 dakikada uçtular. 1907 yılından itibaren denemelerine Kitty Hawk’da devam ettiler (Taşkesen, 2006).

1908 yılının 5 Ekim tarihli İngiliz gazeteleri yeni yıl bitmeden Manş denizini aşacak pilota Daily Mail gazetesinin 500 İngiliz lirası ödül vereceğini ilan ediyor ve bir süre sonra da bu ödül iki katına çıkarılıyordu. 25 Temmuz sabahı Bleriot, 25 beygirlik Anzani motorlu Bleriot XI. uçağını uçuşa hazırladı. Sabah 04.35’de havalanarak Calais-Dover rotasında uçuşa başladı. 100-150 m arasında uçarken Escopette gemisi onu takip etmiştir. Saat 5.12’ye geldiğinde 37 dk. sonunda İngiltere’nin sisli havası ve sert rüzgarlarının da etkisiyle sert şekilde İngiliz sahillerine iniş yapmıştır. Bu inişte uçağın pervanesi ve bir tekerleği kırılmıştır. Toplamda 38 km deniz üzeri uçulmuştur. Bu olay da yine havacılık tarihi açısından önemli bir dönüm noktası sayılmaktadır (Taşkesen, 2006).

Garros, Akdeniz’i aşma fikri ile 1912’de İtalya Livurno’dan, Korsika adasında Bastia’ya kadar 125 km. uçup bir deneme yapmıştır. 08 Aralık’ta Tunus’tan kalkarak Sicilya’da Marsala’ya inmiştir. Bu defa 228 km uçmuştu. Sonra seyahatini Napoli ve Roma’ya kadar uzatmıştır. Nihayet ertesi yıl 23 Eylül’de Fransa’dan Afrika’ya uçtu. 60 beygirlik Gnom motorlu Morane Saulnier uçağı sabah saat 5.45’te St. Raphael’dan kalkarak saat 7.00 sıralarında Calvi

üzerinden geçip Tunus'ta Bizerte'ye inmek zorunda kalmıştır. Yolculuğunun sonunda 5 litre benzini kalmıştı ve su üzerinden uçarak yaklaşık 500 km. mesafe aşmıştı. Toplamda 730 km. seyahat etmiş ve 7 saat 53 dakika uçuş yapmıştı. Bu büyük pilot 1918'de ölmüştür (Taşkesen, 2006).

2.5. DÜNYA HAVACILIĞINDAKİ GELİŞMELER

Savaş alanında ilk defa motorlu uçaklar ile havacılık faaliyetleri Birinci Dünya Savaşı esnasında kullanılmış ve savaşta havacılığın ne kadar önemli bir güç olduğu ortaya çıkarak bu konuda önemli çalışmalar yapılmaya başlanmıştır. Bu çalışmaların hızlanmasıyla uçaklar İkinci Dünya Savaşında çok tehlikeli bir savaş makinesi haline dönüşmüştür.

2.5.1. Uçak Etüd ve Araştırma Merkezleri

İngiltere'de Farnborough, Fransa'da Vincennes, Almanya'da Göttingen, ABD'de Hampton ve Rusya'da Leningrad'da Uçak Etüd ve Araştırma Merkezleri kurulmuştur. Göttingen Enstitüsü'nün başında ünlü Aerodinamikçi Profesör Prandtl bulunuyordu. ABD'de National Advisory Committee for Aeronautics (NACA) Milli Havacılık geliştirme komitesinin kurulduğu Hava Araştırma Merkezi, daha sonra havacılıkta öncülük yapan Langley Air Field merkezinin temelini oluşturmuştur. Bu araştırma merkezleri uçakların ve bulundukları ortamların termodinamik, aerodinamik ve diğer mekanik incelemelerini yaparak en uygun kanat profillerini geliştirmeye çalışmışlardır (Kaymaklı, 1997).

2.5.2. Helikopterler

Tarih boyunca dikey kalkış ve uçuş için birçok tasarım ve deneme çalışmaları yapıldı. Bu konudaki ilk önemli çalışma, 15. yüzyıl sonlarında Leonardo DaVinci tarafından geldi. "Gökyüzü vidası" adı verilen bu çalışmanın uçabilmesi için gerekli minimum kuvvet ihtiyacı ise 7 beygirdi (Helikopterlerin 2500 yıllık tarihi, 2014).

Fransız Viscount Gustave de Ponton d'Amécourt 1860'da küçük ölçülerde hava taşıtları tasarlıyordu. 1863'te buharlı bir hava aracı denemesi de yaptı ancak araç hiç kıpırdımadı. Çalışmalarına uzun yıllar devam eden d'Amécourt Yunanca "helix" ve kanat anlamındaki "pteron" sözcüklerini birleştirerek "hélicoptère" adını bularak isim babası olmayı başardı (Helikopterlerin 2500 yıllık tarihi, 2010).

1920 yılından itibaren hafif motor teknolojisi hergün biraz daha gelişmiştir. ABD, Fransa ve İtalya gibi ülkelerde helikopter yapımına başlanmıştır. Daha sonra İspanya’da 160 beygir ve 800 kg ağırlığında Pescara isimli bir helikopter yapılmıştır. 1923 yılında İspanyol mühendis Juan de la Cierva, Avro 504 uçağının gövdesi üzerine yatay durumda dört büyük döner kanat yerleştirmiştir. Dizayn ettiği bu araca da Autogiro ismini vermiştir (Wernher, 1966)

1923’te İspanya’dan bir inşaat mühendisi, havacılık literatürüne yeni bir kavram kazandırdı: Otojiro. Juan De la Cierva’nın elinden çıkan bu hava aracı, ilk bakışta sabit kanatlı bir uçağın üstüne iliştirilmiş kocaman pervanesiyle acayip bir mitolojik yaratık gibi duruyordu. Bu yeni türün tek özelliği tuhaf görüntüsü değildi. Özellikle çok kısa mesafeli yarı dikey-iniş kalkışlar için tasarlanan otojirolardaki menteşeli rotor sistemi sayesinde araç önceki modellere kıyasla çok daha dengeli uçuyordu. Üç eksenli manevraları yani burun yukarı-aşağı, sağa-sola yatma ve yatay eksende dönme hareketlerini kolayca yapıyor, pervane kanatları düşük hızdaki seviye uçuşlarında fazladan taşıma kuvveti sağlıyordu (Helikopterlerin 2500 yıllık tarihi, 2010).



Şekil 3: Otojiro (Helikopterlerin 2500 yıllık tarihi, 2010)

Döner kanatlar taşıyıcı satıh olarak uçağı taşıyorlardı. Böylelikle iyi bir denge ile dikine kalkış yapılabilirdi. Ocak 1923 tarihinde yapılan deneme uçuşunda Getafos hava alanında 3,5 dakika havada kalınmış ve 4 km² lik bir çevre üzerinde uçulmuştur. O yıllarda savaş için bir ihtiyaç olarak görülen helikopterlerin yapımına ve geliştirilmesinde çok büyük ilerlemeler kaydedilmiştir. Mayıs 1924’te bir Fransız vatandaşı olan Etienne Oemichen, helikopterle 1 km mesafeyi uçabilmiştir. 25 Ağustos 1926’da yine bir İspanyol olan Pateras Pescara, Fransa’nın Issy-Les-Moulineaux şehrinde ilk helikopter irtifa rekorunu 750 m olarak kırmıştır (Wernher, 1966).

1933 yılında Dorand ve Bréguet Gyroplane Laboratoire’i ürettiler. 1937 yılında Alman Focke-Wulf Fw 61 helikopterlerin o güne kadar kırdığı bütün dünya rekorlarını geride bırakmıştı. İkinci Dünya Savaşı’nda Almanlar gözlem ve ulaştırma amacıyla çok az sayıda

helikopter kullanmışlardı. Almanya karşısındaki müttefik kuvvetlerin etkili saldırıları, Almanların fazla sayıda helikopter üretmesini engellemiştir (Helikopterlerin Kısa Tarihi, 2009).

ABD’de ise Igor Skorsky ve W. Lawrence Le Page helikopter üretimi için çalışıyordu.1940’lı yıllarda Le Page XR-1’i, Skorsky ise tek rotorlu VS-300’ü tasarlamıştı. Skorsky yaptığı deneme uçuşlarında ana rotorun oluşturduğu momentiyi dengeleyebilmek için kuyruk bölümüne de bir rotor ekledi. Böylelikle stabil uçuşu sağlamış oldu (Helikopterlerin Kısa Tarihi, 2009).

Helikopterlerin güvenli ve istikrarlı uçuş yapmaları, sabit kanatlı uçaklardan 10 sene sonra gerçekleşmiştir. Bu gecikmenin sebeplerinden biri de helikopterlerde sabit kanatlı uçaklara göre daha fazla güce olan gereksinimdir (Helikopterlerin Kısa Tarihi, 2009).

Günümüzde artık helikopterler de insansız ve hatta yapay zekâ kullanılarak elektronik karıştırma, bombalama, taarruz, keşif ve nakliye amaçlarında kullanılmaktadır. Bunlara örnek olarak Japon Yamaha R-Max, Zala 421-06, ABD Ucar, Fransız Tecno-Sud Vigilant, İsveç Saab Skeldar ve ABD Rapier İHA’larını sayabiliriz.

2.5.3. Roket ve Jet Motoru

Goddard 1926’da aya roketle gidilebileceğini iddia etmiş ve sıvı yakıtlı ilk roketi uçuşturmuştur. 1928’de Espenlach 5 adı verilen roketli planörle Stamer 1 km kadar bir uçuş yapmıştır (Taşkesen, 2006).

Rhön-Rositten Gesellschaft Enstitüsü mühendisleri dümenleri önde bulunan bir planöre küçük roket motorları takarak denemeler yapmıştır. 1929’da Ritz Von Opel, Sander’le birlikte Rak-I isimli yeni bir roket motorlu planörü bu defa Frankfurt’da denemiştir. 1930 yılında İngiliz Frank Whittle, Jet motoru projesi ile ilgili bir patent için müracaatta bulunmuştur (Taşkesen, 2006). Profesör Heinkel geliştirdiği ilk jet uçağına He-178 adını vermiş ve imal edilen uçak 1939’da Rostok Marienehe’de uçuşulmuştur (Wernher, 1966).

1944 yılında Almanya tarafından ilk jet motorlu uçak Messerschmitt Me 262A adıyla üretime başlamıştır.



Şekil 4: Messerschmitt Me 262A (Messerschmitt Me 262, 2020)

2.5.4. İnsansız Hava Araçları

İnsansız Hava araçları (İHA) literatürde UAV yani Unmanned Aerial Vehicle olarak geçmekte ve yaygın olarak “drone” adıyla bilinmektedir. İHA’lar günümüzde hem operatör yardımlı uzaktan kumanda yöntemi ile hem de üzerlerindeki bilgisayarlar vasıtasıyla otonomus olarak iki şekilde kontrol edilebilmektedir. İHA’lar askeri istihbarati açıdan yakından gözetleme gibi veya yoğun savaş ortamlarında bombalama gibi insanlar için tehlikeli olabilecek görevlerle birlikte tarım, sanayi, bilim, eğlence ve ticari amaçlarla da kullanılabilmektedir (Unmanned Aerial Vehicle, 2014).

Drone kelimesi ilk olarak 1920’lerde ve 1930’larda Fairey Queen ve Havilland Queen Bee adlı eğitim maksatlı ateş edebilmek için kullanılan hedef uçaklarını belirtmek için kullanılmıştır. Tarihte askeri amaçlı ilk İHA 1849 yılında Avusturya tarafından Venedik’e gönderilen ve içinde zaman fitilli bombaların olduğu bir balon olmuştur. Birinci Dünya Savaşı yıllarında Dayton Wright Airplane Company adlı İngiliz şirket çarptığı yerde patlayan pilotsuz hava torpidosu geliştirmişlerdir. İlk motorlu İHA ise 1915 yılında Nikola Tesla tarafından geliştirilmiştir. İlk uzun mesafeli uzaktan kumanda edilebilen İHA ise 1935 yılında Reginald Denny tarafından geliştirilen ve telefon araması prensibiyle her farklı aramada dört eksenle farklı komut alan RP-1 Radioplane’dır. (Unmanned Aerial Vehicle, 2014).



Şekil 5: RP-1 Radioplane

(A Brief History of Early Unmanned Aircraft, 2020)

İkinci Dünya Savaşı yıllarında Nazi Almanyası çok sayıda İHA kullanmıştır. Savaş sonrası 1951 yılında Avusturya GAF Jindivik adında jet motorlu bir İHA ortaya çıkarmıştır. 1959 yılında ABD Vietnam'da tehdit bölgesinde çok sayıda pilot kaybı yaşanması endişesiyle “Red Wagon” adlı İHA geliştirme projesine başladılar. 1964'te ABD Vietnam'da kullanmak amacıyla jet motorlu Ryan Model 147'yi, Ryan AQM-91 Firefly'i ve 3.3 Mach hıza ulaşır 90.000 feet irtifaya ulaşabilen Lockheed D-21'i geliştirdi (Unmanned Aerial Vehicle, 2014).

1967-1970 yılları arasında Mısır ile İsrail arasında gerçekleşen yıpratma savaşında İHA'lar gözetleme kamerası takılarak Süveyş Kanalı'nın resimlerinin çekilmesiyle ilk defa İsrail tarafından test edildi. Bu girişim aynı zamanda ilk defa uçup, gözetleme yapıp tekrar çok kısa pistlere inebilen ilk İHA projesi olmuş oldu. 1973 yılında ise Yom Kippur Savaşı'nda Mısır ve Suriye tarafından yerden havaya füzelerle birçok İsrail uçağının vurulmasıyla İsrail gerçek zamanlı gözetleme yapabilen keşif İHA'ları üretmeyi başladı. Bu sayede 1982 Lübnan Savaşında İsrail hiç pilot kaybı yaşamadı. Yine İsrail 1987 yılında çok daha çevik, yer radarları tarafından çok zor belirlenen üç boyutlu itki yönlendirme teknolojiye İHA'lar geliştirdi (Unmanned Aerial Vehicle, 2014).

1991 yılında ABD Körfez savaşında AGM-114 havadan yere füzelerini taşıyabilen General Atomics MQ-1 Predator isimli İHA'larını kullandı. 2002 yılında Avrupa Birliği CAPECON adında ortak İHA geliştirme programına başladı. 2012 yılında ABD tüm uçaklarının 3'te biri sayısında 7494 adet İHA geliştirdi. 2013 yılında ise Çin, İran, Pakistan gibi 50'den fazla ülke kendi İHAlarını üretmeye başladı (Unmanned Aerial Vehicle, 2014).

Türkiye’de ilk İHA 1989 yılında TSK tarafından kullanılan Banshee oldu. Daha sonra 1990 yılında TUSAŞ tarafından İKA-X1 ortaya çıktı. Almanya 1993 yılında Türkiye’ye üç adet CL-89 hibe etti ancak lojistik sıkıntılar sebebiyle kısa sürede envanterden çıkarıldı. 1995 yılında TSK bünyesine ABD üretimi GNAT-750’ler katıldı. 2001 yılına gelindiğinde TUSAŞ üretimi olan Turna ve Keklik isimli hedef uçaklar envantere alındı. 2003 yılında Martı ve Pelikan isimli İHA çalışmaları başladı. 2004 yılında Sivil Savunma Müsteşarlığı ile ANKA geliştirme projesi imzalandı. 2006’da başlayıp 2009’da Baykar tarafından TSK’ya teslim edilen döner kanatlı Malazgirt üretimi yapıldı. 2007 yılında TAI Gözcü projesi başladı. 2010 yılında ANKA ilk uçuşunu yaptı. 2013 yılında Silahlı İHA kapsamında çalışmalar başladı ve 2015 yılında Vestel Karayel operasyonel olarak kullanılmaya başlandı. Aynı yıl Bayraktar TB2 silahlandırıldı. 2018-2019 yıllarında ANKA-S ve ANKA-Aksungur uçuşlarına başlamıştır (Türkiye’nin Gökyüzündeki Başarı İmzası, 2020).

2.6. HAVACILIK KONUSUNDA ÖNCÜ ÜLKELER

Bugün havacılık konusunda öncelikli olarak ABD ve Rusya gözükse de Fransa, İngiltere, Japonya ve Almanya da havacılığın gelişmesi konusunda önemli rol oynamışlardır.

2.6.1. Fransa

1930 yıllarda Fransız hava kuvvetlerinin sahip olduğu savaş uçakları eski tip uçaklardı. Uçaklar ortalama 500 kg bomba taşıdığı halde, hızları 160 kilometreyi geçemiyordu. 1936 yılında savaşta kullanılabilecek uçak sayısı 600 idi. Bu rakam çok görünmesine rağmen o günü şartlarında arıza, savaş stratejilerinin ve uçak kabiliyetlerinin yetersizliği sebebiyle çok azdı. Fransız Parlamentosu beş senelik bir plan ile Fransız Hava Kuvvetlerinin uçaklarının yenilenmesine ve teşkilatın modernleştirilmesine karar verdi. Fakat bu tedbirlere rağmen Fransız hava endüstrisi istediği başarıyı sağlayamadı (Kaymaklı, 1997).

Özel sektör elinde bulunan Fransız uçak sanayinin 1936 yılında devletleştirilmesi büyük bir hata olmuştur. 1935 yılında ayda ortalama 30-35 uçak teslim eden bu fabrikalar, 1939 yılında üretim seviyesini ayda 135 uçak düzeyine çıkarmıştır (Hürkuş, 1942).

1946 yılına gelindiğinde ilk Fransız jet uçuşunun yapıldığını, 1949 yılında ise Fransa Hava Kuvvetleri modernleşme sürecini başlatarak Dassault firması, hava kuvvetlerinin Fransız ekipmanlarıyla donatılmasına izin verecek bir dizi yüksek performanslı uçak (Mirage, Mystère) tasarlamaya başlamıştır (Fransa Hava Kuvvetleri Tarihi, 2018).

1964 yılında uçuş sırasında yakıt ikmali yapabilen ve nükleer bomba atabilen ilk Fransız Mirage IV filosunun oluşturulmuştur. 1970'li yıllarda ise C160 Transall, Jaguar ve Alpha jet gibi uçakların ortaya çıkması ile hem nakliye alanında dev bir adımla birlikte, elektronik olarak üstün özellikte uçaklar ve hava-hava füzeleri ortaya çıkmaya başlamıştır. 1978 yılında ilk Mirage-2000 uçuşu gerçekleştirmiş, 1986 yılında ise Rafale ilk uçuşunu gerçekleştirmiştir (Fransa Hava Kuvvetleri Tarihi, 2018).

İlk Fransız kadın savaş pilotu 1999 yılında brövesini aldı. 1990 ve 2000'li yıllarda COC, FOX ve SAGEM Sperwer keşif insansız hava araçlarını ile Techno-Sud Vigilant insansız helikopterini kullanmaya başlayan Fransa Hava Kuvvetleri 2014 yılında " MQ-9 REAPER " insansız uçağını satın aldı ve 2010 yılında oluşturulan 1/33 Belfort drone filosuna kattı. 2019 yılında ise Hava ve Uzay komutanlığı kuruldu (Fransa Hava Kuvvetleri Tarihi, 2018).

2.6.2. Almanya

Almanların endüstriyel anlamdaki ilk önemli başarısı Mühendis Hugo Junkers'in 1915 yılında dünyanın ilk tamamı metal uçağı Junkers J1'i üretmesi ile başlamıştır (Alman Havacılık Tarihi, 202). 12 Aralık 1915'te "Blechesel" ilk kez yükseldi. Almanlar Birinci Dünya Savaşı'ndan sonraki başarısızlıklarından dolayı Versailles Barış Antlaşması'nı uymayarak Cemiyet-i Akvam yani Birleşmiş Milletler topluluğundan ayrılmış ve zorunlu askerlik kanununu tekrar yürürlüğe koymuşlar ve yeniden gizli olarak silahlanmaya başlamışlardır. Heinkel uçak fabrikası 1934 yılında HE-70 Blitz isminde tek motorlu, tek kişilik ve iniş takımlarını uçak içine alan, hızı ortalama 377 km/s olan bir uçak geliştirmiştir. O dönemde Heinkel'in geliştirdiği bu uçak dünyanın en hızlı ticari uçağı sayılmaktadır. O dönemde yapılan bu ve bunun gibi çalışmalar günümüzde kullanılan uçak teknolojisinin temelini oluşturmaktadır.

İlk hava radarı 1934 yılında Almanya'nın Lübeck şehrinde geliştirilmiş, denenmiş ve arkasından kullanılmaya başlanmıştır (Taşkesen, 2006).

1944 yılında ilk jet motorlu uçak olan Messerschmitt Me 262'i geliştirmişlerdir. HEinkel He 178 hemen ardından uçan ilk jet uçağı oldu. Almanlar aynı dönemde ilk cruise füzesi olan V-1'i ve ilk balistik füze olan V-2'yi geliştirdiler. Hemen ardından ilk roket motorlu ve dikey kalkış yapabilen Bachem Ba 349'u ortaya çıkardılar. Flettner Fl 282 helikopteri de aynı yıllarda üretildi (History of Aviation, 2009).

Ancak İkinci Dünya Savaşı sonrasında alınan yaptırım kararları sebebiyle Almanya Havacılık Sanayi bir süre duraklama dönemine girmiştir. Avrupa Birliği'nin oluşması ile birlikte 1970 yılında ortak üretim uçağı Eurofighter ortaya çıkmıştır. 1974'te Tornado ile ortak üretime

devam edilmiştir. Almanya bugün sahip olduğu ekonomik güç sebebiyle hem Avrupa Birliği ile hem de bireysel olarak havacılık ve uzay sanayini hızla geliştirmeye devam etmektedir.

2.6.3. Rusya

Sovyet Hava Kuvvetleri 1930 yıllarında yakın destek hizmetleri, bombardıman ve taktik keşif olarak uçak imalatı yapmakta idi. Alman zırhlı birlikleri o dönemde çok güçlü ve yüksek kapasitedeydi. Bunu öğrenen Sovyetler 1937 yılında zırhlı araçları tahrip edebilmek için Stormovik adında bir bombardıman uçağı geliştirdiler. O yıllarda Sovyetler dünyanın en büyük hava gücüne sahip olduklarını söylüyorlardı. Uçak sayısı olarak bakıldığında bu iddia haklıydı. Ancak İkinci Dünya Savaşı'nın başlarında güç ve etkinlik açısından Rus hava gücünün yetersiz olduğu görülmüştür (Kaymaklı, 1997), (Gordon, 1962).

İkinci Dünya Savaşı patlak verdiğinde Sovyet ordusu, savaşı kazanabilmek için yeterince hazır değildi. Josef Stalin, 1931 yılında Sovyet endüstrisinin batılı güçlere oranla "50 ya da 100 yıl gerisinde" olduğunu belirtmiştir (Why did Stalin rise to power, 2003) Savaşın sonuna doğru Sovyet uçak üretimi 1944'te 40.241'e çıktı. Büyük Vatanseverlik Savaşı sırasında 157.261 uçak üretildi ve bunların 125.655'i savaş uçağıydı (Hardesty, 1991)

Sovyetlerin çok uçak kaybetmelerinin temel sebebi tecrübesiz pilotlar ve destek ekipleriydi. Birçok uçak, pilotların doğru yönlendirilememesi sebebiyle düştü ya da düşürüldü. Ayrıca Alman uçakları teknik açıdan Sovyet uçaklarından üstün durumdaydı. Barbarossa harekâtında Almanlar iki bine yakın Sovyet uçağını düşürmesine rağmen sadece 35 uçak kaybetmiştir. Bu uçakların onbeşi de çatışma dışı kayıplardır. Sovyetler o yıllarda İlyuşin Il-2 ve Yakovlev Yak-1 avcı uçağı kullanıyorlardı (Sovyet Hava Kuvvetleri, 2020)



Şekil 6: İlyuşin Il-2 (Sovyet Hava Kuvvetleri, 2020)

İkinci Dünya Savaşı sırasında Sovyetler müttefik diğer ülkeler gibi Lend-Lease yardımları ile batı uçakları almıştır. Bu uçaklardan bazıları P-39 Airacobra, Curtiss P-40 Kitty hawks ve Hawker Hurricane modelleridir. Öyle ki P-39 uçağı ile Sovyetler, ABD'den daha fazla başarı elde etmiştir. Bu uçakları Sovyet hava gücünün %12'sini oluştuyordu (Hardesty, 1991).

1940'lı yıllarda Sovyet tasarımcılar Tupolev ile Mikoyan sıklıkla Alman havacılık tesislerini ziyaret edip fikir topluyorlardı. Devamında da Sovyetler, Stalin'in emri ile Junkers ve BMW firmalarında görevli birçok mühendis ve tasarımcıyı trenlerle Sovyetler Birliği'ne kaçırmışlardı. Bu mühendisler ilk Rus prototiplerinin geliştirilmesine büyük katkı sağladılar. Ernst Heinkel, Siegfried Gunther ve Brandner gibi ünlü tasarımcılar turboprop ve turbojet motorların üretilmesinde büyük rol oynadılar. Siegfried Gunther isimli Alman aerodinamik tasarımcısı daha sonradan Rolls-Royce "Nene" motorunu kullanarak dönemin en iyi savaş uçağı olan MIG-15'i geliştirdi. Birkaç yıl sonra da dünyanın ilk ses üstü uçabilen avcı uçağı olarak anılan MIG-19'u üretmeyi başardılar (İlk Sovyet Jetleri ve Jet Motorları, 2005)

Sovyetler 1950'li yıllara geldiğinde ABD'nin Hiroshima ve Nagasaki şehirlerine atom bombası atan Boeing B-29 Stratofortress uçağı gibi uzun menzilli strateji uçağı olan Tupolev TU-70'i (TU-4) geliştirdi. Çok uzun menzillere uçabilen bu uçak ile Nazilerin bile ulaşamadığı ABD'ye artık tek yakıtle ulaşabilecek bir bombardıman uçağı ortaya çıkmış oldu. Yine de bu uçak bile ABD uçağının menzilinin ancak yarısına ulaşabiliyordu. Bu sebeple 1952'de TU-95 uçağı göreve başladı. Bu uçak 12000 km menzile ulaşabiliyordu. Ancak birkaç ay önce ABD bugün de adını sıklıkla duyduğumuz B-52 uçağını çoktan yapmıştı (Havacılık Tarihi Ruslar geliyor, 2001), (Russian Bomber's Policy, 2018).

Soğuk Savaş yıllarında modernizasyon çalışmaları başlatılarak Sovyetlerin elinde bulunan uçaklar ve pilotlar ABD standartlarına ulaşabilmek için geliştirildi ve eğitildi. 1980 yılına gelindiğinde Sovyetlerin elinde her an savaşa gidebilecek 10.000 savaş uçağı bulunuyordu. Sovyetler'de artık bir süper güç olmuştu (Sovyet Hava Kuvvetleri, 2020)



Şekil 7: Tupolev TU-95 (TU-95, 2020)

1992’de Roskosmos Devlet Uzay Etkinlikleri adı altında bir uzay ajansı kuruldu. Bu ajans ile Vostok-1 ile başlayan uzay maceralarının devlet eliyle daha etkili şekilde desteklenip geleceğin uzay gücü olma yolunda hızlı bir ivme kazanılması hedeflendi. Sovyetlerin dağılması ile birlikte 2000’li yıllara gelindiğinde Rusya üye olduğu topluluklarda söz sahibi olabilmeyi sürdürebilmek maksadıyla SU-24, SU-27, MIG-23 ve MIG-29 gibi av ve bombardıman uçaklarını stratejik olarak yakın olduğu ülkelere satmaya ve modernize etmeye devam etti. Bugün sahip son nesil savaş uçağı olan SU-35 ile ilgili modernizasyonlara devam etmekte ve pazar hacmini büyötmektedir (Hardesty, 1991).

2.6.4. Japonya

1932’de Japonya, Çin’le savaşı girdi. İlk zamanlarda 19. Çin Harekât ordusu Japon kuvvetlerini çok zor duruma düşürmüştür. Japonya bu durum karşısında Mitsubishi AS M4veNakajimatipi av uçakları ile yüklü iki uçak gemisi Çin’e hareket etti. Böylece Japonya sahip olduğu uçaklar ile hava hâkimiyetini kurdu (Taşkesen, 2006).

Japonya Hava Kuvvetlerinin savaşta sağladığı üstünlükten çok etkilendi ve sava sonrası hemen uçak yapımına başladılar. Kawasaki tipi bombardıman uçakları Çayep ve Shanghai kentlerini bombaladılar. Çin ordusunun uçakları meydanlarda tahrip edildi. Japonlar;fabrika,

deniz yolu kavşakları ve ulaştırma yollarını vurdular. Ayrıca üniversite ve sivil hedeflere de yönelik halkın moralini bozdular (Taşkesen, 2006).

1937 yılına gelindiğinde savaş tekrar başladı. Hava hakimiyeti yine Japonlardaydı. Çin Hava Kuvvetleri'nde bir kısmı Çin uçak fabrikasında üretilen Curtiss Hawk III uçakları bulunuyordu. Curtiss Hawk III av uçakları Pekin ve Shanghai bölgelerinde savaşa katılmışlardı (Taşkesen, 2006).

Japon Genel Karargahı'nın bulunduğu Izuma zırhlısı Çin Hava Kuvvetleri tarafından bombalandı. Bazı bombalar sahildeki uluslararası bölgeye düştü. Dünya kamuoyunda bombaların uluslararası sulara düşmesiyle birtakım tepkiler ortaya çıktı. Sovyet Polikarpov 1938 yılında IL-15 ve IL-16 tipi av uçaklarını geliştirdi ve bu uçaklar Çin bayraklarıyla savaşa katıldılar (Taşkesen, 2006).

Savaş devam ederken, hava hâkimiyeti hala tamamen Japonların elindeydi. Cunking kenti, 27 Japon uçağı tarafından bombalandı. Şehrin büyük oranda yok edildi. Bu saldırı ile 10.000 civarında Çinli'nin öldüğü sanılmaktadır (Taşkesen, 2006).

Japon deniz-hava kuvveti 1938 Nisan ayında 40 uçaklık bir bombardıman filosu ile Hankov'a saldırmışlardır. Ancak bombardıman uçaklarını avcı uçakları tarafından desteklemediği için Çin av uçakları 36 Japon uçağını düşürmüştür. Hankov saldırısında birçok bombardıman uçağını kaybeden Japonlar olaydan ders alarak bombardıman uçaklarına av uçakları ile eşlik etmeye başlamışlardır (Taşkesen, 2006).

1941 yılında Japonya uçak gemisini hizmete sunmuştu. Mihver Devletleri, 1941 yılının sonlarına doğru Avrupa kıtasında ve Güney Doğu Asya'da kontrolü büyük oranda ele geçirmişti. Bu aşamada, Japon Hava Kuvvetleri 9 Aralık 1941 tarihinde ABD'nin Pasifik'teki Pearl Harbor Limanı'na saldırmıştı. Saldırı sonucunda ABD donanması ağır hasar görmüş ve yüzlerce Amerikalı denizci hayatını kaybetmişti. Japon Uçak Gemisi Shōkaku'dan kalkan Tip 0 avcı uçakları ile Tip 97 ve Tip 99 bombardıman uçakları ile yapılan saldırı ve bombardımanda 5 savaş gemisi, 14 gemi ve 200 uçak imha edildi, 2400 kişi de öldü. Aichi D3A Tip 99 uçakları 250 kg lık bir bomba ve 60 kg lık iki bomba taşıyabiliyordu (Worth, 1995). Bu saldırı baskın saldırının ve uçak gemilerinin savaşta ne kadar dinamik ve etkili bir güç olduğunu göstermiştir (Kızılcı, Kavuran, 2019).

1943 yılında Japonlar da büyük gövdeli uzun menzilli bir bombardıman uçağı tasarlamayı başardılar. Kawanishi H8K "Emily" adı verilen bu dev uçak yaklaşık 8000 km mesafeye ulaşabiliyor aynı zamanda karbondioksit salınımı ile yangın söndürme teknolojisi ile o dönemki havada yaşanabilecek acil yangın olaylarına çabuk reaksiyon gösterebiliyordu. 1945 yılında ise turbojet motorlu Kikka uçağı ancak geliştirilebilmişti. Almanların sahip olduğu BMW003

motorunun ağırlık ve performans özelliklerine ulaşmaları epey zaman almıştı (History of Japanese First Jet Aircraft, 2020)



Şekil 8: Kawanishi H8K (Emily, 2020)

Savaştan sonra teslim olan Japonya'ya birçok askeri kısıtlamalar getirildi. 1951 yılında kaldırılan kısıtlamalar sonrasında Akashi Fabrikası'nda helikopterlere odaklanıldı ve 1954'te Kawasaki Bell 47 D-1 helikopteri üretilmeye başlandı (History of Japan Aviation, 2020).

Japonya uzay araştırmaları konusunda da çalışmalara başlamıştır. Japon Uzay Araştırma Ajansı, (Japan Aerospace Exploration Agency (JAXA) 1 Ekim 2003'te ISAS, NAL ve NASDA adlı üç kurumun birleştirilmesiyle oluşturulmuş Japon uzay araştırmaları kurumudur. JAXA, bilimsel araştırma, teknoloji geliştirme ve yörüngeye uyduların fırlatılması ve yerleştirilmesinden sorumludur ve asteroit keşifleri ve olası insanlı ay keşifleri gibi çok daha gelişmiş görevlerde yer almaktadır. Sloganı "One JAXA" 'dır ve kurumsal sloganı "Gerçekleştirmek için Keşfet" (önceden "Göklere ulaşmak, uzayı keşfetmek için") tir (JAXA, 2013).

2.6.5. ABD

İlk tarifeli uçak seferi 1914 yılında Florida'da başladı. 1917 yılında ABD postalarının uçaklar ile taşınması için 100.000 dolar tahsis edilerek bir gelişim süreci başlattı. İlk posta uçuşu 1918 yılında Long Island – Philadelphia - Washington arası yapıldı ve uçak Başkan Wilson tarafından karşılandı. Ancak uçaklar o yıllarda gece uçamadıkları için postalar gün sonunda trenlere teslim ediliyordu. Bu sebeple 1921 yılında ABD ordusu Columbus Dayton ve Ohio

bölgelerine 10 saniyede bir görülebilen döner farlar yerleştirdi. Böylelikle pilotlar tarafından gece uçuşu gerçekleştirilebilmiş oldu (US Aviation History, 2020).

ABD Hava Kuvvetleri 1920 yılında radyo/telsiz cihazını uçuşta kullanmaya başladılar. Aynı yıllarda uçak menzillerini artırmak için de çeşitli çareler düşünülüyordu. Günümüzde menzili arttırmak için kullanılan havada yakıt ikmali konsepti ilk olarak 1920 yılında ABD’de denenmiştir. Havada yakıt ikmalinin ilkel bir örneği olarak Tğm.Cabot 30 Ekim 1920’de bir sal üzerine yerleştirilmiş bir benzin bidonunu uzanıp almış ve uçağın deposuna koymuştur. Frank Hawks ise 12 Kasım 1921’de Lincoln tipi bir uçak ile adeta bir cambaz gibi Wesley-Way JN-4 tipi uçağın havada kanadına atlamış ve kanadına bağlı bulunan yakıt bidonunu kendi uçağına taşımıştır. 26-27 Haziran 1923’de ilk defa günümüzde yapılan yakıt ikmaline benzer şekilde San Diego’da havadan yakıt ikmali yapılmıştır. İki adet De Havilland-4 tipi uçaklardan biri yakıt ikmal uçağı haline getirilmiş ve 10 metrelik bir hortumla yakıt ikmali yapılmıştır (Kaymaklı, 1997), (Gordon, 1962).

1938 yılına kadar yaşanan havacılık kazaları kamuoyu tarafından büyük ölçüde tartışmalara ve sorgulamalara yol açtı. Bu sebeple Başkan Franklin Roosevelt havacılık alanındaki güvenliği geliştirebilmek için 1938 yılında Sivil Havacılık Yasasını imzaladı. Yasaya göre Sivil Havacılık Otoritesi (CAA) adı verilen 3 üyeli bağımsız bir komisyon tarafından kaza soruşturmaları yürütülecekti (US Aviation History, 2020).

İkinci Dünya Savaşı’ndan sonra havacılık endüstrisi hızla büyüdü ve bu büyümeyle yeni problemler ortaya çıktı. 1956 yılında oluşan kaza, havada iki uçağın çarpışarak 128 kişinin ölmesiyle sonuçlandı. 1958 yılında hava sahası güvenliği sebebiyle Senatör AS "Mike" Monroney tarafından bir yasa tasarısı teklifi verildi ve iki ay sonra Başkan Johnson Federal Havacılık Ajansı (FAA) oluşturmak üzere Federal Havacılık Kanunu’nu imzaladı (US Aviation History, 2020).

1966 yılında ABD Kongresi, federal taşımacılık sorumluluklarını birleştirecek bir bakanlığın kurulmasını kararlaştırdı. Oluşturulan bu yeni Havacılık Ulaştırma Bakanlığı, 1967 yılında tam faaliyetine başladı ve kaza inceleme görev ve sorumluluğu da Ulusal Ulaşım Güvenlik Kurulu’na devredildi. Böylelikle Federal Havacılık Ajansı, bakanlık içindeki birkaç kuruluştan biri haline geldi ve Federal Havacılık İdaresi (FAA) adlı yeni bir isim aldı (A Brief History of US Aviation, 2020).

Buraya kadar gelişen olayları özetlemek gerekirse, 1918 yılında havadan posta işlemleri ve 1927 yılında da uçaklara telsizden hava durum raporları verilmeye başlandı. 1938 yılında uluslararası sivil hava trafik kontrolü başlatıldı. 1960 yılına gelindiğinde tüm ATCS adı verilen

hava trafik kontrol servisi FAA tarafından verilmeye başlandı. 1969 yılında Alaska dahil ABD'nin hemen her eyaletinde hava trafik kontrol üniteleri bulunmaktaydı. 1982 yılında otomatik bilgi verme sistemlerini devreye koydular.

İkinci Dünya savaşı yıllarında ABD'de uçak tasarımında çok sayıda gelişme olmasına rağmen, daha hızlı, daha yüksekte uçabilen ve daha uzağa gidebilen uçakları geliştirme fikri ABD'nin ana hedefiydi. Ancak bu dönemin en önemli yenilikleri olan radar kullanımı ve turbojet motor üretimi Avrupa'da meydana geldi (US Aviation History, 2020).

İkinci Dünya Savaşından sonra ABD uzun menzilli uçaklar yapma ideali üzerinde durarak, Hiroşima ve Nagazaki'ye atom bombasını atan B-29'u, takiben bomba taşıma kapasitesi, hızı ve menzili artırılan B-52'yi, birkaç yıl sonrasında ise 1965'te ses hızının 3 katına çıkabilen XB-70 keşif uçağını geliştirdi (Havacılık Tarihi Ruslar geliyor, 2001).



Şekil 9: XB-70 (XB-70, 2020)

1945 yılında nükleer bombanın icadı ile bu bombalar uçaklardan atılabilir hale getirildi. Ekim 1947'de, Ayna Yeager roket motorlu Bell X-1 uçağı üretildi ve bir yıl sonra 1948'de dünyada ilk defa uçuşta ses sürati aşıldı. 29 Kasım 1945 yılında bir Sikorsky R-5Long Island Sound'daki petrol arama bölgesinde havacılık tarihindeki vinç ile ilk helikopter kurtarma operasyonunu gerçekleştirdi (Bell X-1, 2020).



Şekil 10: Bell X-1 (Bell X-1, 2020)

1969 yılında Boeing firması o zamana kadar uçabilen en büyük ticari yolcu uçağı olan Boeing 747'yi geliştirdi. 1979 yılında Gossamer Albatross, insan gücüyle İngiliz kanalını geçen ilk çalışan uçak oldu. Bu başarı nihayet yüzyıllarca insanın mekanik uçuş hayalini gerçekleştirmiş oldu (Havacılık Tarihi, 2020).



Şekil 11: Gossamer Albatross (History of Aviation, 2020)

1980'ler geldiğinde artık aviyonik ve dijital havacılık teknolojileri gün yüzüne çıkmaya başladı. Fly by Wire (FBW) teknolojisi geliştirildi. Bu teknoloji ile bir uçağın geleneksel manuel uçuş kontrolleri elektronik sinyallere dönüştürülerek yeni bir kumanda teknolojisi ortaya çıkmış

oldu. Verilen hareket kumandaları bir aktüatör vasıtasıyla elektronik sinyaller ile kumanda yüzeylerini hareket ettirir. Uçağın lövyesine uygulanan her birim kuvvetin karşılığında belli oranda yüzeyler hareket eder. Böylelikle uçakların statik kararlılığı sağlanmış olur. Bu sistem başlangıçta General Dynamics'in F-16 Fighting Falcon gibi askeri uçaklarının manevra kabiliyetini arttırmak için kullanılsa da artık tüm ticari uçaklarda kullanılmaktadır (Havacılık Tarihi, 2020).

21. yüzyılın başlarında, dijital teknoloji ile pilotları ortadan kaldıracak insansız hava araçları projelerine hız verildi. 2001 yılında ABD'nin insansız uçağı Global Hawk, ABD'deki Edwards üssünden Avustralya'ya kesintisiz olarak uçtu. Bu olay o döneme kadar insansız bir uçak tarafından gerçekleştirilen en uzun noktadan noktaya uçuştur. Uçuş tam olarak 23 saat 23 dakika sürdü. Ekim 2003'te bilgisayar kontrollü başka bir insansız uçakla Atlantik Okyanusu boyunca bir uçuş gerçekleştirildi. Böylelikle artık İHA'lar uzaktaki bir operatörün kontrolü ile uzaktan saldırılar gerçekleştirebilen modern savaşın yerleşik bir unsuru oldu (Havacılık Tarihi, 2020).

Artık insansız hava araçları ile yerden kontrol edilebilen bir havacılık konseptine sahip olan ABD, son birkaç yıldır İHA'ları yerden kontrol edebilen operatörleri de devreden çıkararak yapay zekâ ile uçuş karakteristikleri ve görevler konusunda uçakları eğitmekte, uçaklar her yaptıkları görev sonucunda edindikleri tecrübeleri kurdukları ağ sayesinde birbirlerine aktarabilmektedir. Bu sayede gelecek nesil havacılık endüstrisinde daha az insan kullanılacak ve bunun sonucu olarak daha az hata yapıp daha az maliyetle daha verimli görevler yapılabilecektir.

2.6.6. İngiltere

İngiltere havacılık endüstrisi bugün dünyadaki en büyük ikinci ulusal havacılık endüstridir. Elbette bu endüstrinin kurulmasında George Cayley ve Wright kardeşler gibi havacılığın mimarı İngilizler başrol oynamışlardır.

1901 yılında ilk Havacılık Kulübü kuruldu. 1908'de ilk motorlu uçuş yapıldı. 1944 yılından sonraki yıllarda Türkiye'nin de satın alacağı "Spitfire" isimli av ve bombardıman uçağı seri üretiminde başlandı (Timeline of the Royal Air Force, 2020)



Şekil 12: Spitfire (Coldwar Aviation, 2020)

İkinci Dünya Savaşı İngiliz havacılığı için büyük gelişmelerin yaşandığı bir olay olmuştur. Versailles Barış Anlaşması Hitler tarafından uygulanmayıp Alman Hava Kuvvetleri kurulunca, İngiltere ordusu da hemen silahlanmaya başlanmıştır. O yıllarda güç olarak İngiliz Hava Kuvvetleri Alman Hava Kuvvetleri o yıllarda güç ve etkinlik olarak birbirine denk sayılabilirdi. 1936 yılında İngiltere “Gölge Fabrikaları” adını verdiği yeni bir üretim sistemine geçmiştir. Bu sistemde büyük uçak fabrikaları çok sayıda küçük uçak fabrikaları tarafından parça imal edilerek beslenecektir. İkinci Dünya Savaşı’nın en önemli teknolojik sonuçlarından birisi de özellikle hava angajmanları üzerinde çok etkili olan radardır. İngiliz bilim adamları, savaş başlamadan önce bile düşman uçaklarına yaklaşma konusunda erken uyarı verebilecek bir cihaz üzerinde çalışıyordu ve 1940'a kadar Britanya'nın elinde doğu kıyısında Alman uçaklarını havalandıkları anda tespit edebilecekleri bir dizi radar alıcı-vericisi vardı. İngiliz bilim adamları ayrıca, çevresindeki kırsal alanın harita tipi ana hatlarını oluşturan ve uçağı nabız gibi atan bir ışık olarak gösteren katot ışınlu osiloskopu mükemmelleştirdiler. Bu arada Amerikalılar, düşman uçakları ve müttefik uçakları arasında, kimliklerini radar operatörlerine bildiren transponderleri kurarak ayırt etmenin bir yolunu buldular (US Aviation History, 2020).

1935 yılı sonunda İngiltere, radar konseptini geliştirmek için adanın batısında 5 radar istasyonu kurmaya karar verilmişti. İkinci Dünya Savaşı esnasında İngiliz’lerin kayıplarını azaltmakta önemli rol oynayan 20 radar istasyonu ile bir ikaz ağı (early warning) kurulmuştur. Bu radarlar 1937 yılında aktif hale getirilmişti. Bir yandan da yoğun çalışmayla hava alanları inşa

edilmekteydi. 1936 yıllarında Kraliyet Hava Kuvvetleri (Royal Air Force-R.A.F.) dört komutanlığa ayrılmıştır:

- Bombardıman Komutanlığı,
- Av Komutanlığı,
- Sahil Komutanlığı,
- Eğitim Komutanlığıdır.

Bakıldığında, 1937 yılında, İngilizlerin çift kanatlı av uçaklarından sonuncusu olan Gloster Gladiator servise girdiği sırada Hurricane tipi 8 makineli tüfekli modern av uçakları da hizmete girmiştir. 1938 yılında Başbakan Chanberlain'in Almanya'ya giderek Hitler'i yatıştırmaya çalışması, İngiliz halkının sert tepkisiyle karşılaşmıştır. Münih toplantısı sırasında R.A.F. kadrosunda zamanın modern uçaklarından 43 adet Hurricane ve 3 adet Spitfire av uçağı vardı. Buna karşılık Alman Hava Kuvvetlerinin elinde savaşa hazır durumda 1200 bombardıman uçağı bulunuyordu. Hitler'le görüşme sonucu kazanılan bir yıl içinde R.A.F. 500'e yakın av uçağıyla takviye edilmiştir (Hürkuş, 1942).

1947 yılında ilk jet uçağı olan De Havilland Venom hizmete girdi. 1949 yılında delta kanatlı Avro-707 uçuşuna başladı. 1950'li yıllarda V-bomber uçakları geliştirilerek 1952 yılından 1984 yılına kadar İngiltere tarafından Avro Vulcan isimli bombardıman uçakları kullanıldı. Bu uçaklarla elektronik karıştırma (Electronic Counter Measures-ECM) ve nükleer bomba taşıyabilme kabiliyetleri sağlanmış oldu. 1967 yılında İngiltere Harrier adını verdikleri, Dikey/Kısa kalkış ve iniş (V / STOL) yeteneğine sahip askeri jet uçaklarını tasarlamayı başardı. 1980 yılından itibaren Tornado uçakları göreve başladı (US Aviation History, 2020).

1967 yılında İngiltere'nin de ortağı olduğu Fransız ve Batı Almanya ile oluşturulan konsorsiyum tarafından Airbus uçakları için çalışmalar başlatıldı ve Airbus A300 üretildi. 1994 yılına gelindiğinde günümüzde halen kullanılan Eurofighter Typhoon uçakları ortak üretim olarak yerini aldı. 1999 yılında Türkiye'nin de satın aldığı uzun menzilli taktik nakliye uçağı A-400M projesi hayata geçti. 2009 yılında seri üretime başlandı. 2000'li yıllardan itibaren İngiliz BAE şirketi tarafından İHA üretimine başlandı ve 2004 yılında BAE HERTI adlı İHA ile insansız hava araçları seri üretimi de başlamış oldu. İngiltere, bugün hala havacılık sanayi içerisinde birçok üretime belli oranlarda katkı sağlamaktadır. Örneğin F-35 uçağının üretim prosesi içerisinde %20, İsveç Saab JAS 39 Gripen uçakları için %30 ve Türkiye'nin TAI TFX yeni nesil savaş uçağı için de ASELSAN'la teknik destek anlaşması bulunmaktadır (The future of UK aviation, 2018).

İngiltere 2020 yılında havacılık sektöründeki yapay zekâ araştırmaları ve projeleri için 30 milyon paund ve uygulamaları için de 34 milyon paund bütçe ayırmayı planlamaktadır (The future of UK aviation, 2018).

2.7. İKİNCİ DÜNYA SAVAŞININ HAVACILIĞA ETKİSİ

Savaş, şüphesiz beraberinde getirdiği büyük kayıplar nedeni ile insanlığın hiçbir zaman yaşamak istemediği bir olgudur. Ancak şu da bir gerçektir ki, insanlığın hizmetine sunulan birçok teknolojik gelişme de yine savaşlar sırasında gerçekleştirilen çalışma ve deneylerin ürünüdür. Özellikle İkinci Dünya Savaşı, havacılık konusunda yeni teknolojilerin üretildiği, yeni taktik ve prensiplerin uygulandığı ve ileriye yönelik uzay çalışmalarına yön verecek çalışmaların başlatıldığı bir savaş olma özelliği taşımaktadır (Taşkesen, 2006).

Hava Kuvvetleri, kara kuvvetlerinin harekâtını desteklemek, önemli ulaşım ve ikmal noktalarının tahrip etmek, dost satih kuvvetlerinin desteklemek, bombardıman kollarına av uçaklarınca refakat etmek ve gece hava bombardımanı konularında ilk kez bu savaşta kullanılmıştır. İngilizler tarafından taarruza gelen Alman uçaklarının önceden belirlenmesi maksadıyla radar sistemleri geliştirilmiştir. Belki de ileride uzay çalışmalarına temel olacak ilk roket denemeleri de yine bu savaş sırasında gerçekleştirilmiştir (Taşkesen, 2006).

2.8. GEÇMİŞTEN BUGÜNE HAVACILIK KÖŞE NOKTALARI

Havacılığın kabul gören ilk yılları 1800’ler olarak kabul edilmektedir. O yıllardan bugüne kadar genel olarak havacılık köşe noktaları sayılabilecek kısımlar Tablo 2’de gösterilmiştir.

Tablo 2: Havacılık Köşe Noktaları (A-Progression-Of-Flight-Timeline, 2020)

YIL	KÖŞE NOKTALARI VE İLKLER
1783	İlk balon/Mongolfier Kardeşler
1799	İlk sabit kanatlı uçak ve aerodinamik kuvvetler/George Cayley
1848	Buhar gücüyle çalışan ilk monoplane/John Stringfellow
1849	İlk planör/George Cayley

1884	İlk full kontrol edilebilen uçak/Montgomery
1900	İlk zeplin/Ferdinand Graf Zeppelin(Alm)
1903	İlk motorlu uçuş/Wright Kardeşler
1909	İlk defa İngiliz Kanalı geçildi/Bleriot(Fr)
1910	İlk uçuş simülatörü/Antoinette(Fr)
1910	İlk jet itkili uçak/Coanda(Rom)
1911	Uçaktan ilk mühimmat atılması/Etrich Taube Giulio Gavotti(İta)
1912	İlk gece uçuşu/Giulio Gavotti(İta)
1912	İlk gemiden kalkan uçak/Short Improved S.27(İng)
1917	İlk defa Atlantiğin geçilmesi/Curtiss
1917	İlk sivil havayolu şirketi kuruldu/Chalk's Ocean Airways(ABD)
1923	İlk havada yakıt ikmali/Lowell Smith(ABD)
1939	İlk jet motorlu Uçak/Heinkel He 178(Alm)
1945	İlk turboprop motorlu uçak/Rolls-Royce(İng)
1948	İlk ses üstü uçuş/Bell X-1(ABD)
1949	İlk ticari havayolu şirketi/De Havilland(İng)
1961	İlk insanlı uzay girişimi/Vostok-1 Yuri Gagarin(Rus)
1969	İlk insanın aya ayak basması/Apollo-11 Neil Armstrong(ABD)
1986	İlk yakıt ikmallsiz dünya turu/Rutan Voyager Dick Rutan-Jeana Yeager(ABD)
2009	İlk güneş enerjili uçuş/Solar İmpulse(İsviçre)
2011	İlk uçan araba/Terrafugia(ABD)
2016	Güneş enerjisi ile dünya turu/Solar İmpulse 2
2020	Uzaya bir sivil şirket tarafından insanlı roket gönderildi/Space X(ABD)

3. HAVACILIKTA SAVUNMA SANAYİ TEKNOLOJİLERİ

Teknoloji ve teknoloji yönetimi konusu, özellikle bulunduğumuz coğrafya ve karşılaşılan problemler göz önüne alındığında en fazla üzerine düşülmesi gereken konudur. Elbette bu teknoloji gelişimi ve yönetimindeki en büyük payın savunma sanayine verilmesi, milli menfaatler açısından çok önemli, ar-ge çalışmalarına ayrıca itina gösterilmesi ise tam bağımsız bir ülke olabilmek için kaçınılmaz bir sonuçtur (Çetin, 2015). Bu bölümde genel manada savunma sanayini ve hava savunma kavramları ve alt unsurları incelenmiştir.

3.1. SAVUNMA KAVRAMI

Savunma kelimesi temel manada tehdit ve saldırılara karşı kendini müdafaa edebilmek, bunun için hazırlıklı olabilmek demektir. Savunma yapabilmek için tehditlerin ne olduğunun bilinmesi ve her tehdiye nasıl cevap verileceği, kişi ya da nesnelerin nasıl korunacağı hususu önceden iyice düşünülmelidir. Aksi halde sağlıklı bir savunma stratejisi kurabilmek mümkün olmamaktadır (Stratejik Vizyon Belgesi, 2014).

Savunma kavramı ile eşdeğer sayılabilecek kavram ise güvenlidir. Güvenlik kendi içerisinde toplumsal, kültürel, ekonomik ve insan güvenliği gibi çeşitli alt başlıklarda çeşitlendirilebilir. Bu ve buna benzer alt başlıklara yatırım yapan ve sonunda bunları sağlayabilen ülkeler ve toplumlar kendilerini ve ülkelerini çeşitli platformlarda savunabilme yetisine sahip olmuş olurlar (Stratejik Vizyon Belgesi, 2014).

Günümüzde güvenlik ve savunma tek başına sağlanabilen bir kavram olmaktan uzaklaşmıştır. Uluslararası güç ve dengelerin izlediği politikalar ve tüm güvenlik alanlarının birbirine bağlanması sebebiyle uluslararası çok boyutlu teşkilatlanmaya ihtiyaç duyulmuştur. Elbette güvenlik ve savunma meselesi sadece ulusal değil aynı zamanda uluslararası bir meseledir. Bu kapsamda; Birleşmiş Milletler, Avrupa Birliği, Avrupa Güvenlik Teşkilatı ve NATO gibi uluslararası örgütler kurulmuş, bunların yanı sıra çeşitli sivil toplum örgütleriyle de bu yapılar desteklenmiştir (Stratejik Vizyon Belgesi, 2014).

Bu çerçevede Türkiye'nin savunma havacılığı yol haritasında; savunma stratejilerini bir üst seviyeye çıkarabilecek yapı ve teknolojileri Türkiye'ye ithal etmek, bu teknolojileri üretebilecek insan gücü ve tesislere destek vermek ve bu konuda yeni yetişen nesli bilinçli bir şekilde milli üretime ve onun uzantılarına teşvik etmek yer almaktadır.

3.2. SAVUNMA SANAYİ KAVRAMI

Ülkeler, savunma endüstrisi alanında daha ileri teknolojilere ulaşabilmek ve bünyelerindeki diğer sanayi alanlarının kendi silahlı kuvvetlerinin her türlü ihtiyaçlarını milli ve yerli bir biçimde aynı zamanda da ekonomik olarak karşılayabilecek bir ürün yelpazesine sahip olabilmek için çalışmaktadır. Devletin ekonomik yapısını, silahlı kuvvetlerin taktik ve stratejik silahlar ile diğer askeri teçhizatlarını karşılayacak şekilde dizayn etmeli ve özellikle savunma sanayi yatırım faaliyetleri ile sıkı ilişkiler içerisinde olmalıdır. Savunma sanayinin başarısı tarih boyunca görülmüştür ki, devlet, asker ve özel şirketlerin topyekûn milli menfaatler uğruna birleşmesi ve çalışmasıyla sağlanabilmiştir (Çetin, 2015).

Savunma sanayi Türkiye'nin bulunduğu jeopolitik konum sebebiyle çok daha önemli bir hal almaktadır. Çünkü caydırıcılık temelde sahip olunan ekonomik güç ve savunma sanayinin gücü ile doğru orantılıdır. Aynı zamanda bu iki kavram da birbiri ile orantılı gözükmemektedir. Uluslararası arenadaki güçlü devletlere bakıldığında güçlü savunma sanayisi olan devletlerin aynı zamanda da güçlü birer ekonomiye sahip oldukları ortadadır.

3.3. HAVA SAVUNMA KAVRAMI

Hava Savunma, ülkenin egemenliğini sürdürebilmek için her türlü saldırıya karşı koyma ve ülkesini müdafaada bulunmak için yapılan savunma faaliyetleridir. Hava savunma, devlet tarafından silahlı kuvvetler vasıtasıyla tüm vatandaşlar için yapılmaktadır.

Hava savunma sanayi denilince devletin kendi güvenliği ve bekası için gerekli gördüğü savunma silah, araç ve gereçlerinin üretimini bünyesinde bulunduran endüstriyel sektördür. Askeri teknolojik araçlar, endüstriyel manada minimum maliyet maksimum faydadan ziyade ülkenin ihtiyaç duyduğu teknolojik altyapı ve rakamsal yeterlilikle bağımsız olarak üretim yapılması ile gerçek gücünü ve yerini göstermektedir. Savunma sanayi şirketleri sürekli gelişen ve değişen küresel ihtiyaçlara yetişebilmek için araştırma geliştirme faaliyetlerine önem vermek zorundadır (Baran, 2018).

Savunma sanayi devlet kontrolü altında yapılmaktadır. Savunma sanayi firmaları üretmek istedikleri silahların sayısını, tipini ve modelini ve fiyatını belirleme konularında devlet onayına ihtiyaç duymaktadır. Yatırımların büyük olması şirketlerin de büyük ölçekte kurulmasını sağlamaktadır.

Savunma sanayinin başlıca ana sektörleri şu şekilde sınıflandırılmaktadır (Baran, 2018) :

- Havacılık ve Uzay Sanayi
- Silah ve Mühimmat Sanayi
- Askeri Gemi İnşa Sanayi
- Askeri Otomotiv ve Zırhlı Araç Sanayi
- Roket ve Füze Sanayi
- Elektronik Sanayi
- Askeri Giyim Sanayi

Osmanlının yükselme döneminde ortaya çıkmaya başlayan Türk Savunma Sanayisi maalesef sanayileşme alanında batılı ülkelerin gerisinde kalmıştır. Savaşın getirdiği iktisadi olumsuzluklara rağmen Cumhuriyet döneminde de yine birtakım yatırımlar yapılmış, Makine Kimya Endüstrisi kurulmuş, çeşitli silah, mühimmat ve havacılık endüstrisi alanında atılımlar yapılmıştır.

Türkiye'nin 1952'de NATO'ya üye olmasıyla birlikte milli savunma sanayinin yavaş yavaş sonlandığı görülmüştür. Bundaki en büyük neden müttefik devletler vasıtasıyla sağlanan yardım ve krediler gösterilebilir. Kıbrıs Barış Harekâtı ve yaşanan çeşitli siyasi gelişmeler ve silah ambargoları neticesinde ortaya çıkan sonuçlar ışığında Türkiye, silah ithalatında dünyada ilk yirmi ülke arasına girmiştir. 1976 yılında ilk savunma sanayi politikası yayımlanmıştır. 1980'den itibaren başlayan savunma atılımlarında Türk Silahlı Kuvvetlerinin ihtiyaçları ana belirleyici etken olmuştur. 1985 yılında 3238 sayılı Kanun ile savunma sanayinin geliştirilmesi ve Türk Silahlı Kuvvetlerinin modernizasyonu amacıyla "Savunma Sanayiye Geliştirme ve Destekleme İdaresi Başkanlığı" kurulmuştur. 1989 yılında adı "Savunma Sanayi Müsteşarlığı" olarak değişmiştir. Genel görevleri arasında; devlet iştirakini düzenlemek, mali teşvikleri sağlamak, dış sermayenin katkısını sağlamak ve çıkan ürünlerin ihracatını yapmak sayılabilir (Baran, 2018).

Türk savunma sanayisi, küresel olarak ortaya çıkan 2001, 2008 ve 2009 ekonomik krizleri sonrasında yurtiçi alımlar azalmış, küçük ve orta ölçekli firmaların etkilendiği görülmüştür. Ancak yine de savunma sanayimiz güçlenerek devam etmiş ve geçmişteki dışa bağımlılık oranları çok düşük seviyelere düşmekle birlikte savunma sanayi üretimi çevre ülkelere nazaran oldukça artmıştır.

3.4. SAVUNMA SİSTEMLERİNDE TEMEL ASKERİ KRİTERLER

Savunma amaçlı teknolojik ihtiyaçların nitelikleri ve özellikleri idame, işletme, tedarik ve pazar konularında diğer endüstriyel alanlardan oldukça farklıdır. Bu sebeple savunma sektörü beş alt başlıkta incelenebilir.

3.4.1. Gizlilik

Askeri sistemler gizli olmalı, güçlü ve zayıf yönleri başka ülkeler tarafından bilinmemelidir. Aksi halde başarılı karşı sistemler üretmek çok kolay olacaktır (Makine İmalat Sanayi Özel İhtisas Komisyonu Raporu, 2000).

3.4.2. Emniyet ve Güvenilirlik

Bu sistemlere dışarıdan erişim yapılamamalıdır. Bunun için gerekli kriptolamalar ve şifrelemeler uygulanmalı, bu cihazlara fiziksel erişim de yetki çerçevesinde yapılmalıdır. Aksi halde bütün strateji ve planlamalar düşman unsurların eline geçebilir (Çetin, 2015)

3.4.3. Esneklik

Askeri sistemler değişen teknolojiye ayak uydurabilmeli ve gelişen teknolojik ürünler ve malzemeler ile adapte olabilmelidir. Bu sayede sistemler yeniden üretilmeden modernize olabilmektedirler.

3.4.4. Standardizasyon

Askeri sistemler müşterek kullanım için diğer kuvvet unsurları ile bir standart içerisinde olmalıdır. Bu durum lojistik anlamda zaman ve mali tasarruf sağlamaktadır.

3.5. SAVUNMA SANAYİNDE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ

Uluslararası ortamda teknolojik bağımsızlık ve hakimiyet küresel alanda söz sahibi olabilmek için belirleyici bir unsur olmuştur. Günümüzde teknoloji ve bilgi üstünlüğü özellikle sivil sektörün askeri savunma sanayine olan katkısıyla daha çok artmıştır. Bu alandaki üstünlüğe,

teknoloji yönetimini benimseyen ve sürdürülebilir politikaları uygulayan devletler ile Ar-Ge harcamalarına önem veren ve gelişimi diğer ülkelerden önce elde edebilen ülkeler sahip olup bölgelerinde caydırıcı bir konumda yer alacaklardır.

Günümüzde sahip olunan teknolojik bilgi seviyesine göre silahların niceliği yani sayısı değil niteliği yani etkisi önem arz etmektedir. Karmaşık ve ileri teknolojiler ile yapay zekâ kullanımına başlayan gelişmiş ülkeler son dönemde daha kritik bir pozisyon almışlardır. Görülmektedir ki bu teknolojiler kullanıldığında hem savunma ihtiyacı daha verimli olarak karşılanabilmekte hem de ülkeler ekonomik olarak insan ve ürün masraflarını en aza indirmektedir. Bir bilgisayar ve işlemci vasıtasıyla tek bir hava platformu ile birçok görevi tek başına yapabilecek teknolojik donanımına sahip olmuşlardır. Elbette bu teknolojik gelişmelerin hayata geçebilmesi için ülkeler üniversiteleri ve savunma endüstrisi ile birlikte çalışmakta ve daha hızlı bir gelişim sağlayabilmektedir.

Ulusal çalışma gruplarının yanında elbette bu konuda çalışan Avrupa Savunma Ajansı ve NATO araştırma ve teknoloji organizasyonu (RTO) gibi uluslararası bazı organizasyonlar da bulunmaktadır (Çetin, 2015).

3.5.1. Avrupa Savunma Ajansı (European Defence Agency-EDA)

Avrupa Birliği ülkelerinin ortak güvenlik politikası ve savunulması kapsamında, bu konudaki kabiliyetlerinin geliştirilmesi ve ihtiyaca göre silahlanma ve tedarik alanlarında faaliyet göstermektedir. Tüm AB üyesi devletlere açıktır. EDA'nın en önemli görevlerinden biri Ar-Ge faaliyetlerini destekleyerek AB savunmasını geliştirip güçlendirmektir. Ajans Avrupa Birliği Ortak Dışişleri ve Güvenlik Politikası bünyesinde kurulmuştur (Çetin, 2015)

3.5.2. NATO Araştırma ve Teknoloji Organizasyonu (Research and Technology Organisation-RTO)

1996 yılına kadar savunma konusundaki NATO Ar-Ge faaliyetleri, Ulusal Silahlanma Direktörleri Konferansı bünyesinde bulunan Savunma Araştırma Grubu (DRG) içerisindeki sekiz panel ve Askeri Komiteye bağlı Hava-Uzay Ar-Ge Danışma Grubu içerisindeki yedi panel ile yürütülmüştür. ATO'nun ana görevi; bu konuda uzun vadeli strateji geliştirmek ve yapılan Ar-Ge faaliyetlerinin NATO'ya entegrasyonunu ve koordinasyonunu sağlayarak, gerekli şekilde yönlendirilmektedir (Teknoloji Yönetim Stratejisi, 2016).

NATO Araştırma ve Teknoloji Organizasyonu bilimsel araştırmalarda NATO üyesi ülkeler ve ortaklık yaptığı diğer ülkeler ile birlikte yaklaşık 66 ülke arasında iş birliği ve teknolojik bilgi değişimi sağlar. Bu organizasyonda yaklaşık 3000 bilim insanı, araştırmacı ve mühendis görev yapmaktadır (Teknoloji Yönetim Stratejisi, 2016).

3.6. TÜRK SAVUNMA SANAYİSİNDE TEKNOLOJİ YÖNETİMİ

Milli Güvenlik Stratejimiz Türk Silahlı Kuvvetlerinin ihtiyaçlarının bağımsız bir şekilde yurt içinden karşılanması ve caydırıcı bir güç olarak devamını sağlamaktır. Türk Savunma sanayisinin milli ve yerli kabiliyetlerinin artırılması için özgün tasarımlara ve uluslararası pazarda rekabet edebilir bir yapıya sahip olması gerekmektedir. Bunun için bilime uygun, akılcı stratejilere ihtiyaç duyulmaktadır. Belirlenen stratejileri faaliyete geçirmek ise her Türkiye vatandaşı için millî bir görevdir.

Türk Savunma Sanayi stratejik olarak, Silahlı Kuvvetlerin ihtiyaçlarının etkin bir biçimde karşılanması için ileri teknoloji ürünü silâh ve vasıtaların yurtiçinde üretilmesi ve bunun için gerekli teknolojik altyapının oluşturularak üretim tesislerinin kurulması, kurulan tesislerin de ilgili otoriteler tarafından teşvik ve desteklenmesi olarak söylenebilir (Çorum Savunma Sanayi Sektörel Araştırma Raporu, 2012).

Türk savunma sanayi teknoloji yönetimini belirleyen çalışmalar Savunma Sanayi Teknoloji Yönetim Stratejisi Belgesine (SSTYB) göre şu şekilde tanımlanabilir;

- Hükümet programları,
- Bilim ve Teknoloji Yüksek Kurulu kararları,
- TSK'nın gelecekteki teknoloji alanı öngörüsü,
- Kalkınma Bakanlığının koordinasyonunda hazırlanan kalkınma programları,
- TÜBİTAK koordinasyonunda hazırlanan Vizyon 2023 teknoloji öngörü projesi ve
- SSM Teknoloji Yönetim Stratejisidir.

Yurt içi Ar-Ge faaliyetlerinin, ayrıca ürün ve tasarım projelerinin geliştirilmesi ile birlikte, TSK ihtiyaçlarının yurt içinden karşılanma oranı 2003 yılında %25 iken, 2010 yılı sonunda %52,1'e, 2019 yılında ise %70'ler bandına yükselmiştir. Geleceğe yön verecek ülkeler arasında sayılabilmek için savunma sanayi teknolojilerinde bağımsız olmaya ve yoğun Ar-Ge faaliyetlerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu sebeple hali hazırda ülkenin savunma harcamasından Ar-Ge projelerine ayrılan%1'lik payın en az %5 seviyelerine çıkarılmasına ihtiyaç duyulmaktadır (Çetin, 2015).

4. UÇAK TEKNOLOJİLERİ ve YAPAY ZEKÂ

4.1. YAPAY ZEKÂNIN TANIMI

Yapay zekâ ya da literatürdeki adıyla Artificial Intelligence (AI), bilgisayar vasıtasıyla insanların zekâ ile ilgili zihinsel fonksiyonlarını inceleyen ve formüle eden, bu formülleri de yapay sistemlerde uygulamaya çalışan bir araştırma sahasıdır. Yapay zekâ, insanların düşüncelerini ve düşünme yapılarını anlayarak, bunların benzerlerini ortaya çıkarabilecek bilgisayar modelleri olarak tanımlanır. Kısaca bir bilgisayarın programlanarak düşünmesini sağlayabilme girişimidir. Yapay zekâda amaç öncelikle bilgi edinmek, edindiği bilgiyi algılamak, onun üzerine düşünebilmek ve sonucunda doğru kararı verebilmektir (Bozüyük, Yağıcı, Gökçe, Akar, 2005).

Yapay zekâ alanındaki çalışmalar 1960'lı yıllarda başlamasına rağmen bu alanda ilerleyebilmek için yeterli kapasitede bilgisayar ve türevleri bulunmadığından o dönemki araştırmalar ve yeni bir şey bulma girişimleri maalesef sonuçsuz kalmıştır. Günümüze geldiğimizde ise bilgisayarların sahip olduğu teknolojik gelişme ile yapay zekâ konusunda büyük gelişmeler yaşanmaktadır (Doğan, 2002).

Son yıllarda bazı gelişmiş ülkelerde ortaya çıkan yapay zekâ uygulamaları, bu alana karşı olan ilgiyi büyük ölçüde arttırmıştır. Çoğu uluslararası dergi ve yayında bu konu kapak yapılmış ve ilgiyi artırmıştır. Düzenlenen çeşitli seminerler ve konferanslar ile yapay zekâ akademik çevreye tanıtılmaya çalışılmıştır. Sonuç olarak yazılı birçok kaynak kitap ortaya çıkmıştır. Elbette yapay zekâ ile geliştirilen hiçbir ürün insanoğlunun sahip olduğu duygusal iletişime ve anlayışa sahip olamayacaktır. Ancak yapay zekâ ve kullanım alanları da diğer akademik ve endüstriyel alanlarda olduğu gibi insanoğlunun ve çevresinin geliştirilmesi, hayatının kolaylaştırılması içindir (Sönmez, 2020).

4.1.1. Yapay Zekânın Tarihçesi

Yapay zekâ konusundaki ilk araştırma 1947 yılında İkinci Dünya Savaşı'ndan sonra İngiliz matematikçi Alan Turing tarafından bir konferansta yapay zekânın bilgisayarlar vasıtasıyla araştırılmasını savunmuş ve konuyla ilgili Turing Testini sunmuştur. Ancak 1950 sonlarında Turing'in yapay zekâ görüşüne uygun bilgisayar programcılığı ve mantık konuları gelişmeye başlamıştır. Yazılan programlar çeşitli simülasyonlar ile gösterilmiş ancak yapay zekâ

görüşünün sadece oyunlarla sınırlı kalacağı görüşü yaygınlaşmaya başlamıştır. Bunun üzerine yazılımcılar ve programcılar genel mantıkta bir şeyler üretmek yerine özel meslek gruplarına yönelik çalışmalar yapmaya başlamışlardır (Şengöz, 2016).

Yapay zekâ adı ilk olarak Amerikalı bilim adamı McCarty tarafından ortaya atılmıştır. 1960'lı yıllara gelindiğinde yapay zekâ ile bilgisayarlar satranç, dama gibi zekâ oyunlarını oynamaya başlamışlar hemen ardından doku tarama programı ortaya çıkarılmıştır. 1970'lere gelindiğinde yapay zekâ gelişimi aynı hızda devam etmiş ve 1980'lerde insan beynine benzeyen yapay sinir ağları ortaya çıkarılmıştır (Çoban, 2018).

Yapay zekâ ile ilgili kronolojik gelişim aşağıdaki şekilde sayılabilir (Nilsson,2020), (Timeline of AI, 2020):

- 1940 Sinir ağları teorisinin doğumu
- 1941 İlk elektronik bilgisayar
- 1948 İlk ticari bilgisayar
- 1950 Turing test ile bilgisayarların zekâsı olabileceği iddiası
- 1956 Dartmouth konferansı
- 1956 Mantık teorilerinin geliştirilmesi
- 1958 LISP dilinin geliştirilmesi
- 1961 İlk endüstriyel robot Unimate
- 1964 İnsanlarla yapılan görüşmeleri kaydeden ELIZA
- 1966 Kendi kendine hareket edebilen ilk elektronik birey Shakey
- 1970 İlk uzman sistem
- 1969-1979 Bilgi tabanlı sistemler
- 1972 Prologun geliştirilmesi
- 1980 Yapay zekânın endüstride kullanılmaya başlanması
- 1981 Japonların 5. kuşak projesi
- 1986 Yapay zeka temelli donanımların şirketlere 425 milyon dolar'lık satışı
- 1986 Yapay sinir ağlarına dönüşüm
- 1988 DEC 40 uzman sistemi
- 1991 Yapay zekanın askeri alanda Birinci Körfez Savaşı'nda etkili bir biçimde kullanılması
- 1997 Deep Blue isimli satranç programının Kasparov'u yenmesi
- 1998 İnsan hislerini tespit edebilen ve karşılık verebilen robot KISMET

- 2000 AIBO gibi Robot hayvanların vizyona çıkışı, nomad isimli robotun göktaşı örneklerini inceleyerek Antartika'nın uzak bölgelerinin araştırılması
- 2002 İlk Otonom Ev süpürgesi Robotu: Roomba
- 2005 Savaş Makineleri: Bomba atma robotu Pack Bot
- 2008 Apple konuşma tanıma
- 2011 Watson konuşabilen dil şampiyonu
- 2012 Apple Siri
- 2014 Sürücüsüz Otomobil
- 2014 Facebook Yüz Tanıma
- 2017 ALPHAGO'nun dünya şampiyonu Ke Jie'yi go oyununda yenmesi
- 2018 Google Duplex

4.1.2. Yapay Zekânın Amacı

Yapay zekânın çok çeşitli ve sınırsız amaçları olmakla birlikte temelinde bilimsel olarak amacı, beyni ve onun kapasitesini ortaya koyabilmek, eğitimsel amacı anlama ve öğrenme kabiliyetini artırmak ve mühendislik olarak amacı ise zeki makineler tasarlayabilmektir. Genel olarak yapay zekâ şu 3 amaç için hizmet eder (Sönmez, 2020):

- Makineleri daha akıllı hale getirmek
- Zekanın ne olduğunu anlamak
- Makineleri daha faydalı hale getirmek

4.1.3. Yapay Zekânın Geleceği

Yapay zekâ konusunun anlaşılması zor bir alan olması sebebiyle akla bazı sorular gelmektedir. Örneğin; Akıllı robotlar hayatlarımızı ne kadar etkileyecek? Hayatımızın ne kadar içinde bulunacak? Kendi bilinçleri olacak mı? Ne kadar ileri gidebilecekler? Nasıl kontrol altına alacağız? gibi sorular insanların kafasını karıştırmaktadır. Bilgisayar teknolojisi alanındaki yazılımsal ve donanımsal gelişmeler bu hızla devam ederse 2021 yılında dünyadaki tüm insanların düşünme gücüne sahip olabilecek bir bilgisayar üretileceği düşünülmektedir (Bozüyük, Yağıcı, Gökçe, Akar, 2005), (Tuzcuoğlu, 2003).

Gelecekte insanların birbirine olan güveninin azalacağı düşünülmektedir. Bu sebeple insanların yapay zekâyâ sahip robotlara olan güveninin artması artık sadece bir bilim kurgu filmi

değildir. Sosyal anlamda olduğu gibi araştırma geliştirme alanında da onlara ihtiyacımız bulunmaktadır. Örneğin hayvanlar kullanılarak yapılan hava ve uzay araştırmalarını onlar yapabilecek, tehlikeli gördüğümüz maden arama, arıtma, zehirli atıklar, bomba imha vb. konularını biz koltuğumuzda otururken onlar rahatça halledebilecektir.

4.1.4. Yapay Sinir Ağları Tanımı

Yapay sinir ağları, tıpkı bir insan beyni gibi çeşitli bağlantılar ile birbirine bağlanan ve kendi belleğine sahip elemanlardan oluşan bir bilgi işlem yapısıdır. Yapay Sinir Ağları, bir sistem ile ilgili girdi ve çıktılar arasında ilişki kurarak önceden bilinmeyen girişlere doğru çıktılar üretebilmek üzerine oluşturulmuştur. Bu giriş ve çıkışlar arasında her zaman doğrusal bir ilişki veya matematiksel bir modelin karşılığı bir sonuç çıkmadığı durumlarda yapay sinir ağları tahmin yoluyla doğru çıktıya ulaşmayı hedefler (Özcan, 2007), (Salur, 2015).

Yapay Sinir Ağlarının kullanıldığı çeşitli uygulama alanlarını şu şekilde sıralayabiliriz (Keleşoğlu, Fırat, 2006) :

- **Askeri** : Havacılık ve Uzay sanayi, 3 boyutlu yüzey modelleme.
- **Mühendislik** : Askeri proje uygulamaları, imalat sanayi, endüstriyel ürün tasarımı
- **Tıp** : Tıbbi tanı koyma, biyomedikal uygulamalar, tıbbi görüntü işleme, organ morfasyonlarının belirlenmesi
- **Hayvancılık** : Hayvan davranış modellerinin oluşturulması,
- **Tarım** : Ürün rekoltesinin tahmini

4.2. UÇAK TEKNOLOJİSİ KAVRAMI

Uçak endüstrisi ekonomik olarak hassas olan bir endüstridir. İhtiyaçlar ve kullanılan teknolojiler en son teknoloji olması sebebiyle bazı üreticilerin isteği karşılayamama ihtimali yüksektir. Bu sebeple çoğunlukla savunma sanayine devlet desteği oldukça fazladır. Ayrıca diğer bir sorun da talep edilen uçağın teslimatının yapıldığı zamana uyması gerekmektedir. Yani öngörülü bir üretim yapmak esastır. Özellikle yeni nesil uçaklar yapılırken, bunların Ar-Ge, pilotaj eğitimleri ve diğer giderlerle birlikte çok maliyetli bir yatırıma neden olduğundan artık çalışmalar birkaç uçak yerine tek bir uçakla görev yapabilecek teknolojiye sahip uçaklar üretebilmek üzerine kurulmuştur (Demirdelen, 2016).

4.2.1. Uçak Teknolojilerinde Yapay Zekâ Kullanımı

Yapay zekâ, teknolojinin gelecekteki kapısını açmaya yarayan anahtar olarak ortaya çıkmıştır. Günümüzde yeni nesil savaş uçaklarından F-22 ve F-35 gibi uçaklar füzyon teknolojisi adı verilen bir teknoloji ile uçakların uzaktan kontrol edilebilir hale getirilmesine, havada pilotun karar verme sürecini hızlandıracak şekilde dost düşman ayrımı yapabilecek filtrelemeye imkân vererek yapay zekânın son kullanıldığı platformlar olarak öne çıkmaktadır.

Çok farklı uygulama alanları olması sebebiyle ortak bir tanımı olmasa da genel manada yapay zekâ tanımı için konuşma, algılama, tanımlama ve karar verme süreçlerini akıllı bir bilgisayar vasıtasıyla ortaya koyulmasıdır. OECD raporuna göre yapay zekâ, yeni teknolojiler arasında yıkıcı etkisi olabilecek riskli bir potansiyele sahip olduğu değerlendirilmektedir. Yapay zekâ teknolojisi savunma endüstrisinde uçuş yönetim sistemleri ve oto pilot sistemlerinde uzun yıllardır kullanılmaktadır (Havacılık ve Yapay Zekâ, 2020).

Bugün sivil uçaklarda kullanılan yapay zekâ için (Havacılık ve Yapay Zekâ, 2020) :

- En iyi uçuş rotasını hesaplayabilme
- Uçuş gecikmelerini hesaplama ve yeniden düzenleme
- Hava durumuna göre uçak içi ve uçak dışı cihazları kontrol edebilme
- Havada çarpışmayı engelleme gibi örnekler verilebilmektedir.

Askeri alanda ise geliştirilen insansız hava araçları (İHA), esneklik ve özerklik açısından son dönemde savunma endüstrisi tarafından en ciddi yatırım alanı olarak karşımıza çıkmaktadır.

Yapay zekâ özellikle insan hayatı konusunda da çok önemli bir yeredir. 2009 yılında NewYork La Guardia Havalimanı'ndan kalkan bir Airbus A320 kalkıştan sonra kuş sürüsüne çarpmış ve Hudson Nehrine zorunlu iniş yapmıştır. Uçağın pilotu 150 yolcu ve 5 mürettebatı kurtarmayı başarmıştır. Pilotun verdiği bu karar yılların verdiği tecrübe ve o andaki en doğru verebilecek soğukkanlılığa sahip olabilmesiyle gerçekleşmiştir. İnsanlar şu an yapay zekâyı gerektiği kadar güvenememektedir. Ancak gelecekte insanoğlunu bu veya buna benzer durumlarda çok kısa sürede en doğru kararı verebilecek yapay zekâ teknolojisi beklemektedir (Havacılık ve Yapay Zekâ, 2020).

ABD İleri araştırma projeleri Savunma Ajansı (Defence Advanced Research Projects Agency-DARPA)'nda nülunan askeri araştırmacılar, gelecekteki yüksek performanslı insansız jet avcı uçakları için yapay zekâ (AI) algoritmaları geliştirerek bu projede uygulanacağını açıkladılar. Açıkladıkları ilk teknik bültenin adı Otonomus Muhabere Projesi oldu. Bu proje, gerçekçi uçaklar kullanarak gözle görüş sağlanacak bir menzile içerisindeki dogfight gibi

uçuşlarda insan-makine ilişkisini ve makinelere olan güveni otonom manevralar kullanarak artırmayı hedefliyor.

Bu kapsamda ilk uçuşunu 5 Mart 2019 tarihinde ABD Arizona'daki Yuma Proving Grounds'da tamamlayan XQ-58A Valkyriea isimli yapay zekâlı insansız hava araçlarının kullanılması planlanmaktadır (The Air Force's New AI is like R2-D2 for Fighter Jets, 2020). Bu yapay zekâlı insansız hava araçlarının kullanım konsepti olarak ABD savunma bakanlığı tarafından 2'li bir kullanım sistemi olacağı belirtilmektedir. Bu sistemi oluşturan ilk parça kokpitinde pilot olan yapay zekâlı insanlı bir uçak olup bu uçakta yapay zekâ yardımcı pilot olarak kullanılabilecektir. Pilot sesli komut ile hem içinde oturduğu hem de kolundaki diğer yapay zekâlı uçakları yönlendirebilecek. Bu çalışma sayesinde kolun lideri olan pilot, kolundaki diğer yapay zekâlı insansız hava araçlarını limitlerinin uç noktalarına kadar kullanarak çok ölümcül bir savaş platformu olmayı sağlayacak ve böylece sadece o kolun değil tüm bir sistemin komutanlığını yapmış olacak. Yapay zekâlı insansız uçaklar geçirecekleri eğitim süreci ile hangi hedefe hangi silahı hangi taktikle kullanabileceğini öğrenip havada yeni stratejiler geliştirmeye de yardımcı olacaklar (Artificial Intelligence (AI) in Unmanned Vehicles, 2020).



Şekil 13: XQ-58A Valkyriea (XQ-58A, 2019)

4.3. AKILLI TEKNOLOJİLER

Akıllı teknolojiler genel manada iletişim, yer belirleme ve sensör teknolojileri olarak anılmaktadır. Bu sistemler bugün radyo ve televizyonlara, kullandığımız cep telefonlarına ve bilgisayarlarımıza entegre edilen sistemlerdir (Nairat, 2015). Bu teknolojileri aşağıdaki şekilde inceleyebiliriz.

4.3.1. Küresel Konum Belirleme Sistemleri

Küresel konum belirleme sistemi (Global Positioning System-GPS) ilk olarak ABD Savunma Bakanlığı tarafından tasarlanmıştır. Bu sistem sayesinde elinde GPS cihazı bulunan bir kişi istediği anda istediği bir yerin konumunu hava şartlarından bağımsız olarak uydulardan alarak, görüntüleyip kullanabilmektedir. Bu sistemde devamlı olarak konum, zaman, hız ve rota bilgileri alınabilmektedir (Tufan, 2014), (İçen, 2018), (Nairat, 2015).

Dünyadaki Uydu Navigasyon Sistemleri incelendiğinde; Japon Uydu Tabanlı Çoğaltma Sistemi, ABD Geniş Alan Çoğaltma Sistemi, Avrupa Birliği tarafından Galileo Uydu Sistemi ve Çok Fonksiyonlu Gönderici Uydu gibi sistemler de mevcuttur (Uzel, Kartal ve Diğerleri, 1998), (Kenanoğlu, 2018), (Nairat, 2015).

4.3.2. Kablosuz Ağlar (Wireless)

Kablosuz ağlar bir tür ağ şebekeleridir. Kısa veya uzun mesafelerde birbiriyle iletişim kurabilmek üzerine tasarlanmıştır. En kısa mesafeli şebeke PAN şebekesidir. Kablosuz ağlara Bluetooth, Zigbee gibi çeşitli şebeke ağlarını da örnek verebiliriz. Bunlar kısa mesafeli alan ağlarıdır. Uzun mesafeli ağlar ise alan ağlarıdır. Buna en iyi örnek ise elbette Wi-Fi ağıdır. Günümüzde hem mesafesi hem de ulaşımında kullanılması itibari ile en son karşımıza çıkan şebeke ise WIMAX ağıdır. Özellikle ulaşımında araçlar bu ağ ile yol kenarında bulunan cihazlar vasıtasıyla çok daha hızlı bir iletişim sağlayarak çeşitli bilgiler elde edebilmektedir (Güngör, Tekin, Yılmaz, 2009), (Nairat, 2015)

4.3.3. Cep Telefonu

Cep telefonu teknolojisinin gelişmesi ile 3G, 4G, 4,5G ve 5G mobil telefon şebekeleri kullanılmaya başlanmıştır. 3G üçüncü nesil, 4G dördüncü nesil ve 5G de beşinci nesil kablosuz

iletişim ortamlarıdır. Bu teknolojiler vasıtasıyla yol ve hava durumu bilgileri ile birlikte çeşitli bilgilere hızlı bir şekilde erişim sağlanabilmektedir.

4.3.4. Kızılötesi İletişim (Infrared-IR)

Kızılötesi iletişim teknolojisi bugün karayollarında araçların yol bilgilerinin paylaşmalarında, hava tahminlerinde, gece görüşünde, yer tespitinde ve ayrıca takip amaçlı da kullanılmaktadır. Kızılötesi teknoloji kısa mesafeli iletişim aracı olarak da kullanılabilir. Elektronik kimlik tespiti ve gişelerdeki elektronik ödeme uygulamalarında da kullanımı mevcuttur (Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve Eki Eylem Planı, 2014)

4.3.5. Kapalı Devre Televizyon (Closed-Circuit Television-CCTV)

Kapalı devre televizyon ile normal televizyon arasındaki en temel fark kapalı devredeki izleyicilerin sınırlı olmasıdır. Bir kapalı devre televizyon sistemi, kaydediciler, monitörler, kameralar ve lenslerden oluşur. Çoğu kamu kurumu, hastane, bankalar ve iş yerleri doğru zamanlı çevrim yapan bu kapalı devre televizyon sistemini kullanmaktadır.

Aynı zamanda yollarda bulunan kapalı devre televizyon ağları caydırıcılık açısından önemli olmakla birlikte araçların güvenliğini sağlamak ve servis kalitesini artırmak açısından da önemlidir. Bu sistemin şehir merkezlerinde kamusal güvenliği sağlamada da oldukça başarılı olduğu söylenebilir (Hunt, 2019), (Nairat, 2015).

4.3.6. Yakın Mesafe İletişim Teknolojileri

Radyo frekans okuyucularının otoyollar üzerinde belirli yerlere yerleştirilip yanından geçen araçların üzerindeki sensörler vasıtasıyla kontrol merkezlerine bilgi aktarılmasıdır. Radyo frekans kullanılarak yapılabilen uygulamalar aşağıda açıklanmıştır (Akıllı Ulaşım Sistemleri, 2020).

4.3.6.1. Radyo Frekans Tanımlama Teknolojisi (Radio Frequency Identification-RFID)

Radyo frekans ile tanımlama teknolojisi kullanılarak radyo nesneler otomatik olarak tanımlanabilir. Bu yöntemi, nesne etiketinin içine kaydedilmiş olan verinin radyo frekanslı

dalgalar ile okunması şeklinde tanımlayabiliriz. Alıcılar, antenlerden aldığı radyo frekansını dijital veriye dönüştürür ve kaydeder (Kargın, 2015), (Nairat, 2015).

4.3.6.2. Tahsis Edilmiş Kısa Mesafeli İletişim Teknolojisi (Dedicated Short Range Communications- DSRC)

Bu sistem, yaya ile araçların, araçlar ile diğer araçların, araçlar ile altyapının birbirleri ile iletişim kurması üzerine oluşmuştur. Bu sistem sayesinde ışıklı ve sesli uyarılarla trafik kazalarının önüne geçilebilmekte, elektronik ücretlendirme gibi sistemlerin araç içinden ikazının görülmesi sağlanabilmektedir.

4.3.6.3. Yakın Alan İletişim (Near Field Communication-NFC)

Yakın alan iletişim sistemi, frekans tanıma teknolojisi ile birkaç santimetrelik mesafelerden temassız kart okuma, otoyol geçiş ücretlerini ödeme, toplu taşıma biletleri ile ödeme gibi hızlı ve güvenli bir mobil iletişim ağı sunmaktadır.

4.3.7. Algılama Sensör Teknolojisi

Algılama sensörleri sistem bileşenleri incelendiğinde; bir algılayıcı, alıcı ve verici, işlemci ve güç kaynağı karşımıza çıkmaktadır. Bu sistemler genel olarak hava durumu sensörleri, yol sensörleri, araç sensörleri ve çevre algılama sensörleri olarak çeşitlendirilebilir.

4.3.7.1. Araç Sensörleri

Algılama sensörleri, lastik basıncı sensörleri, araç takip mesafe uyarıcı sensörler ve park etme sensörleri belli başlı sensörlerdir. Bu gibi sensörler araç kullanımda güvenli sürüşü desteklemektedir.

4.3.7.2. Yol Sensörleri

Bu sensörler çoğunlukla yol, kavşak ve tünellere monte edilmiş olup bu sensörler: kavşak ışıklarını yönetir, trafik akışını tespit eder ve sinyal sürelerini düzeltirler.

4.3.7.3. Hava Durumu Sensörleri

Bu sensörler ile havanın sıcaklığı, nemi, çığ(yoğuşma) noktası, rüzgârın yönü ve şiddeti ölçülebilmektedir. Bu ölçüm için temel olarak atmosfer basıncındaki değişimler kullanılmaktadır.

4.3.7.4. Çevre Algılama Sistemleri

Bu sistemlerin amacı genel olarak fiziki çevre güvenliğidir. Bu sistem ile daha önceden belirlenen bir alana izinli ya da izinsiz giren/girmeye çalışan birini aynı anda tespit edip monitörler vasıtası ile izlenebilmesini sağlamaktadır.

4.4. ASKERİ ARAÇLARDA KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLER

Askeri araçlarda kullanılan akıllı teknolojilerin askeri faydaları şöyle sıralanabilir:

- Caydırıcılık
- Görünmezlik
- Hızlı ve verimli iletişim
- Emniyet

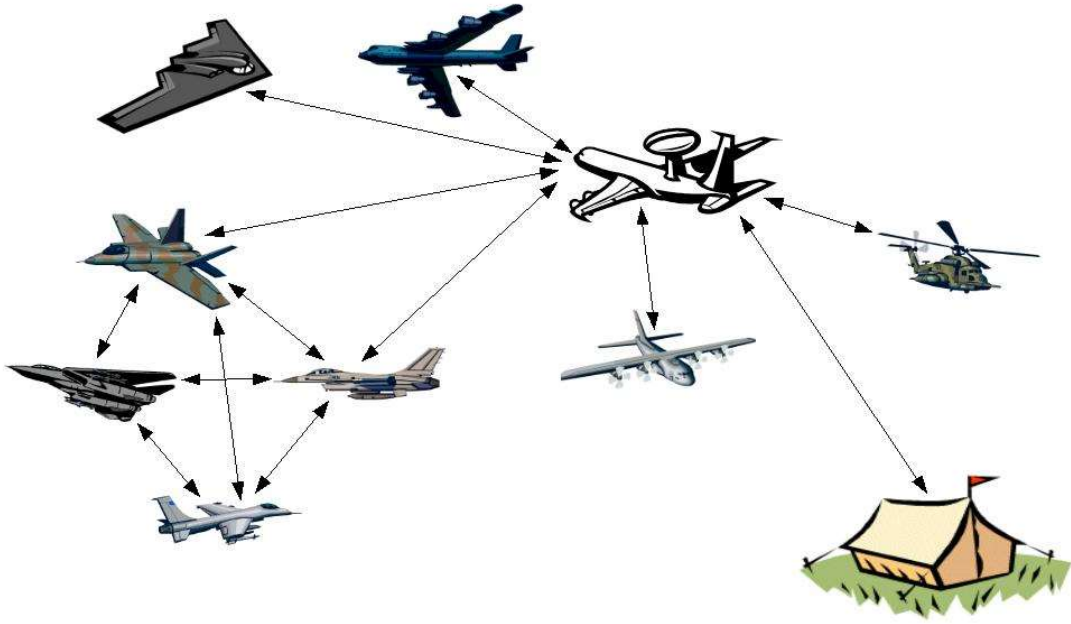
Günümüzde Akıllı teknolojilerin etkisi yaygınlaşmış ve daha çok etki alanına ulaşmıştır. Bu etkinin temelinde ise doğru amaçların tespit edilmesi yer almaktadır. Bu amaçlardan bazıları şu şekildedir (Nairat, 2015):

- İnsan, araç, altyapı ve merkez arasında koordinasyonu sağlamak
- Yol kullanıcılarının güvenliğini arttırmak ve trafik kazalarını azaltmak
- Ulaşım güvenliğini arttırmak ve daha iyi bir şekilde ulaşım sağlamak
- Yolların kapasitelerini en iyi ve en uygun bir şekilde kullanmak
- Mobilitayı arttırmak
- Enerji kaybına karşı tedbirler almak
- Enerjiyi daha iyi bir şekilde kullanmak ve verimliliğini sağlamak
- Çevre kirliliğini azaltmak ve çevreye verilen zararı azaltılmak.

5. AKILLI ULAŞIM TEKNOLOJİLERİNDE İLETİŞİM SİSTEMLERİ, BİLGİ ve UYARICI SİSTEMLER

5.1. AKILLI TEKNOLOJİLERDE İLETİŞİM SİSTEMLERİ

Akıllı teknolojiler gerçek zamanlı bilgileri ileterek trafik güvenliğini ve verimliliğini artırmak için her türlü ulaştırma sistemiyle iletişim, kontrol, tespit ve teşhis teknolojilerine sahiptir (Orjih, 2006).



Şekil 14: Genel İletişim Mimarisi (Orjih, 2006)

5.1.1. Kablosuz Ağlar (Wireless)

5.1.1.1. Kablosuz Ses ve Bilgi İletişimi (Wireless Sound and Data Communication)

Günümüzde çeşitli wireless teknolojileri; IEEE802.11a/b/g, özel kısa menzilli iletişim (Dedicated Short Range Communication-DSRC), genel paket radyo sistemi (General Packet Radio System-GPRS) ve evrensel mobil telekomünikasyon sistemi (Universal Mobile Telecommunication System-UMTS) gibi farklı kablosuz sistemler akıllı teknolojiler için kullanılmaktadır. Günümüzde GPRS veya UMTS teknolojileri geniş ağ kapsama alanı sağlamakla birlikte bant genişliği sınırlı kalmaktadır (Aksoy, 2012).

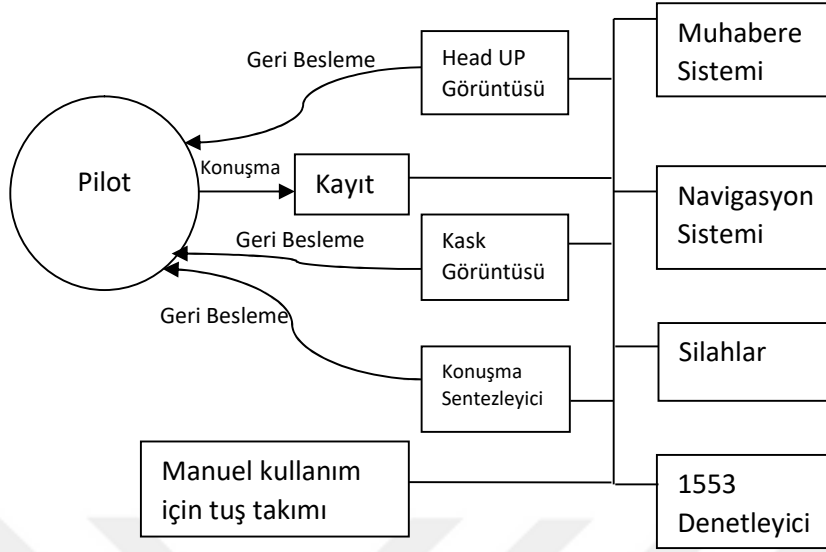
Son yıllarda, kablosuz ağlar kablolu ağlardan daha yaygın hale gelmiştir. Kablosuz ağların çok daha pratik kullanımda olduğu bir uygulama alanı havacılıktır. Çünkü uçaklar artık tüm dünyada aktif olarak kullanılmaktadır. Ticari havacılıkta, başlıca hedefler, yolculara uçuş sırasında internet bağlantısı sağlamaktır. Bu teknolojiyi ve bu talebi günümüzde Conexion by Boeing ve On Air karşılamaktadır. Askeri havacılıkta ise ordu, savaş uçakları için taktiksel durumsal farkındalığını geliştirmek için kablosuz ağları kullanmaktadır. Bu alanda, uçak kablosuz ağlarının (Aircraft Wireless Networks) geliştirilmesi ile standardizasyon ve yaygınlık açısından en iyi ağ şekli olmakla birlikte, ortak taktik telsiz sistemleri (Joint Tactical Radio System-JTRS) de aynı amaç için kullanılmaktadır (Orjih, 2006).

5.1.1.2. Sesli Komut Sistemi

Doğrudan ses ile komut ve geri bildirim sistemlerinin başlıca avantajlarından biri, pilotların havada iş yükünü azaltmalarıdır. Fly by voice veya voice command system adı verilen sesli komut sistemleri ile uçuş esnasında oldukça faydalı bir iş birliği sağlanabilir. Sesli komut sistemi, elinizi kumanda ve gaz kolundan çekmeden yirmiden fazla komut verilebilmektedir. Pilot örnek olarak şu komutları verebilir (Voice Command System, 2020) :

- Silah seçimi
- İstasyon seçimi
- Uçuş kontrol modu seçimi
- İrtifa seçimi
- Seyrüsefer noktası seçimi
- Radyo kanal değişikliği
- Yakıt sorgulama
- Silah ve yük durumu sorgulama

Her pilot bu programı kullanabilmesi için öncelikle sesini sisteme tanıtması gerekmektedir. Bu sayede sistem sesi tanır ve komutu uygular. Pilot komutu verir ve “giriş” (Enter) sözü ile sonlandırır. Verilen komutu sistem tekrar eder ve pilot bu sayede doğru komutu alıp almadığını kontrol eder. Sistemin hafızasında yüzden fazla kelime haznesi bulunmaktadır. Ayrıca sistem pilota uyarı mesajları verebilir. Örnek olarak uçağın yere doğru yaklaştığını algılayan sistem, bilgisayara girilen irtifa altında veya artık pozitif yönlü manevra yapması gerektiği zamanda pilota "pull up" yukarı çekmesi için sesli komut mesajı gönderir (I Machine Interface, Agard, Conference, 1982).



Şekil 15: Ses Komut Sistem Mimarisi (Agard, 1982)

5.1.2. Data Link (Link-16)

Ortak Taktik Bilgi Dağıtım Sistemi, rakip birimlerin mevcudiyetinde gerçek zamana yakın hava, kara ve deniz birimleri arasında taktik bilgi alışverişine izin verir. Veri iletişimi için zaman bölmeli çoklu erişim tekniğini kullanır ve aynı zamanda frekans atlamalı yeteneği ve şifreleme özellikleri kullanarak, görev gereksinimlerine uygun olarak eşzamanlı ağlarda eşzamanlı olarak çeşitli üniteleri birbirine bağlar (I Machine Interface, Agard, Conference, 1982).

Platformun görev bilgisayarı, fonksiyonlarından bazılarını gerçekleştirir. Terminal, iç mesajları görev bilgisayarına gönderir ve iç mesajları görev bilgisayarından alır. Görev bilgisayarı, terminalin gerektirdiği platforma özgü verileri periyodik olarak veya istenildiği anda anında platformun navigasyon sistemindeki navigasyon verileri, yakıt durumu, platformdaki silah verileri ve operatör hareketleri ve benzeri toplar ve gönderir. Terminal, diğer platformların pozisyonları, sistemindeki navigasyon verileri, durum, hava kontrolü ve gözetim bilgileri, ağ zaman referansı vb. ile ilgili bilgileri görev bilgisayarına gönderir (I Machine Interface, Agard, Conference, 1982).

Askeri ağların yapısı ticari havacılıkta bulunanlardan çok farklıdır. Bu ağların amacı, İnternet hizmetleri sağlamak değil, pilotlar ve silah sistemleri operatörleri için taktik durum bilincini artırmaktır. Havadan ihbar ve kontrol sistemi gibi bir havadan kumanda ve kontrol merkezi genellikle ana faaliyet merkezidir. Savaş yönetimi görevlerine ek olarak, Havadan İhbar

ve Kontrol Sistemleri (Airborne Warning and Control System-AWACS) genellikle durumu yerdeki merkezi komuta geri bildirir (I Machine Interface, Agard, Conference, 1982).

Ağ, ses ve veri kanalları üzerinden taktik bilgilerin yanı sıra iletişim, navigasyon ve tanımlama alışverişinde kullanılır. Farklı uçak platformları arasında birlikte çalışabilirlik, sıkı standartlaştırma ile sağlanır. Askeri uyarı sistemlerindeki (Alerts-Warning-Notifications-AWN) en son standartlar MIL-STD-6016 dokümanında tanımlanmıştır. Burada sunulan bilgilerin halka açık kaynaklardan toplanmış olmasına rağmen, ihracat kısıtlamaları nedeniyle standartların kamuya açık olmadığını belirtmek gerekir. Taktik veri bağlantılarında en son, ABD silahlı kuvvetleri için geliştirilen Taktik Dijital Bilgi Bağlantısı J'dir. TADIL-J, ABD MIL-STD-6016 tarafından tanımlanmıştır ve NATO ve dünyadaki diğer ülkeler tarafından olarak kabul edilmiştir (I Machine Interface, Agard, Conference, 1982).

5.1.3. Ortak Taktik Telsiz Sistemi (Joint Tactical Radio System-JTRS)

JTRS, bir diğer askeri kablosuz ağ standardı Ortak Taktik Telsiz Sistemidir. JTRS, ABD askeri saha operasyonları için gelecek nesil radyo. 2 MHz'den 2 GHz'e kadar geniş bir çalışma bant genişliğine sahiptir. JTRS'nin bir başka benzersiz yönü hem ses hem de veri aktarımı sağlayan yazılım tanımlı bir radyo olmasıdır. Güvenlik için şifreleme yeteneklerini ve mobil geçici ağlar için Geniş Bant Ağ Yazılımını içerir. Radyonun yapılandırmasına bağlı olarak, 1,2 Mbps'ye kadar patlama hızları elde edilebilir. JTIDS gibi, JTRS de, savaş sırasında durumsal farkındalığı artırmak için kullanılacak güvenli ses ve veri iletimi için bir kolaylık sağlayacaktır (Orjih, 2006).

5.1.4. Seyrüsefer Sistemleri

5.1.4.1. Ataletsel Seyrüsefer Sistemi (Inertial Navigation System-INS)

INS yani, Ataletsel Seyrüsefer Sisteminin en önemli özelliği; uydu bağlantısına veya pusulaya bağlı kalmadan seyrüsefer yapılmasına imkân tanımasıdır. Ateletsel Seyrüsefer Sistemi, içinde bulunan cayroskoplarla, üç eksen (dikey, yatay, derinlik) akselerasyonu ölçerek uçağın belirli bir referans koordinat noktasına göre konumunu ölçer. Uçak harekete başladığında oluşan ivmeyi zamanla çarparak üç boyutta kat ettiği mesafeleri hassas olarak hesaplar ve uçağın o andaki pozisyonunu gösterir. Bunun yanı sıra manyetik baş bilgisi, havanın hızı, uçağın irtifası

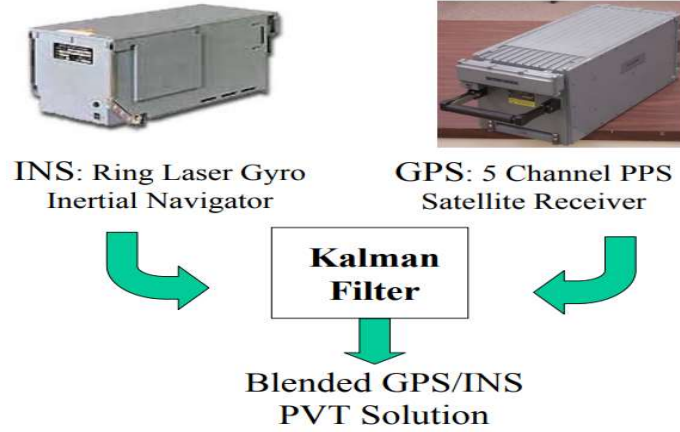
ve havanın ısısı gibi bilgileri sağlayabilir. En son teknoloji ise RING LASER GYRO ve FIBER OPTIC GYRO'dur (Kızılarıslan, Çalışkan, 2016) (Séna,2012).

5.1.4.2. Küresel Konumlama Sistemi (Global Positioning System-GPS)

Küresel Konumlama Sistemi, GPS diğer bir deyişle Uydu Navigasyonu, her türlü hava koşulunda en az dört veya daha fazla uydusu ile dünyadaki herhangi bir noktadaki yer ve zaman bilgilerini sağlayan navigasyon sistemidir. GPS, ABD'nin, Global Orbiting Navigation Satellite System, Rus, GALILEO Avrupa'nın geliştirdikleri uyduya dayalı seyrüsefer sistemleridir. GPS'in temel mantığında, konumları iyi bilinen uydularda bir atom saati bulunur ve uydular ile GPS alıcısının arasındaki mesafenin ölçümü esas alınarak konum, zaman ve iletim süresi kodlu olarak gönderilir (Kızılarıslan, Çalışkan, 2016), (Eldem, 2015).

Alıcı, bu bilgilerden faydalanarak irtifa, boylam, enlem ve zamanı çözer ve o anda bulunulan konum ve hızı hesaplar. Şekil 17'de birleştirilmiş INS ve GPS navigasyon cihazı görülmektedir. GPS sisteminin muhtemel hata kaynakları olarak, meteorolojik atmosferik olaylar, sistem saatindeki sapmalar ve uyduların konum hataları sayılabilir. Bu hataları tolere edebilmek için diferansiyel GPS kullanılır. Alıcıların biri uçakta diğeri ise yeryüzündeki terminal sahasında bulunur. Bu alıcılardan diferansiyel alıcı sistem hatalarını tahmin eder ve düzeltir. Bir data link vasıtasıyla düzeltilen bilgiler uçağa gönderilir. Bu sistemlere yerel bölge artırma sistemleri (Local-Area Augmentation System-LAAS) adı verilir. Bölgesel olarak sistem düzeltmelerinin özel uydular üzerinden geniş alanlarda yapıldığı sistemdir. Bu sistemlere geniş bölge artırma sistemleri (Wide-Area Augmentation System-WAAS) adı verilmektedir (Kızılarıslan, Yiğit, Çalışkan, 2016), (Kilian,2007).

Uçaklarda, şimdiye kadar bahsetmiş olduğumuz navigasyon yardımcılardan ve INS/GPS cihazlarından alınan bilgiler birleştirilerek entegre edilir ve en doğru konum, hız ve yön bilgisi elde edilir. Ayrıca kalkıştan inişe kadar olan her aşamada, hangi navigasyon sensörünün kullanılacağına karar verilir bu sistem çoklu sensor navigasyon sistemidir. INS ve GPS sistemi F-16 gibi bazı uçaklarda Kalman filtresi ile filtrelenerek iki kaynaktan gelen bilgiyi korelasyon ile pilota gönderir. Buna blended GPS/INS kullanımı adı verilir (Kızılarıslan, Yiğit, Çalışkan, 2016).

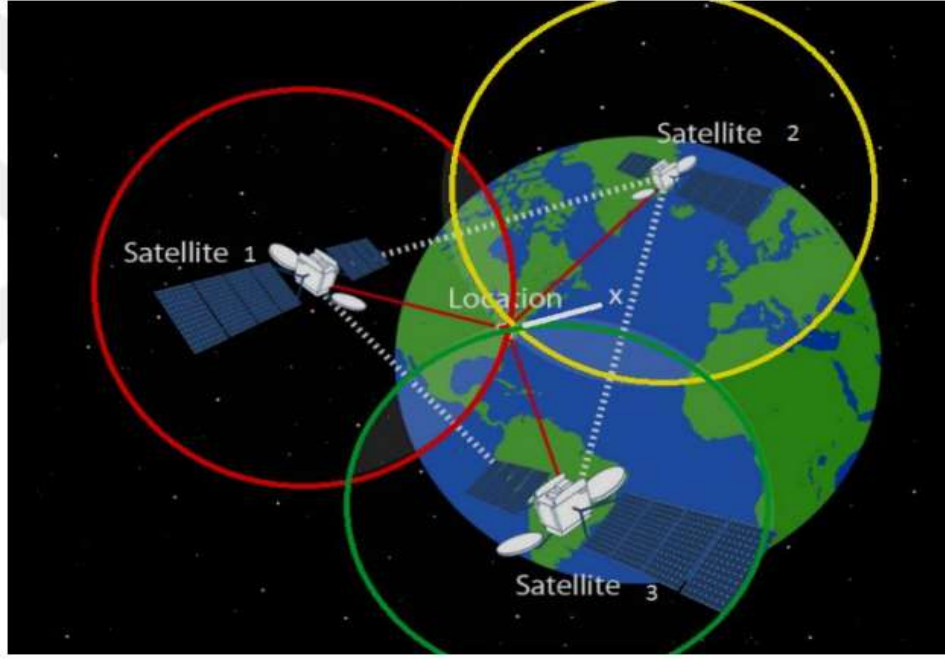


Şekil 16: GPS/INS ve Kalman Filtresi (Kızılarşlan, Yiğit, Çalışkan, 2016)

5.1.4.3. LN 100G GPS Gömülü Ataletsel Seyrüsefer Sistemi

ASELSAN'ın Northrop Grumman lisansı ile üretmiş olduğu LN100G cihazı, ataletsel seyrüsefer ve GPS teknolojilerinin bir arada olduğu bir sistemdir. Ataletsel seyrüsefer alt sistemi, optik olarak beslenen 18 cm yörünge uzunluğuna sahip Lazer Jiroskop kullanır. GPS alıcısı alt sistemi, bir 5 kanallı alıcıdır. LN 100G, Hava Kuvvetleri'nde F-16 ve F-4 savaş uçakları, Sikorsky Blackhawk, Sikorsky Seahawk ve Eurocopter Cougar helikopterleri gibi hava araçlarına entegre edilmiştir (Kızılarşlan, Yiğit, Çalışkan, 2016), (Eldem, 2015).

Küresel konumlanma sistemi, ABD tarafından geliştirilen küresel uydu tabanlı navigasyon ve konumlama sistemidir. Yeryüzünden 20.200 km uzaklıktaki yörüngede 24 uydu bulunmaktadır. Bu uydular GPS kullanıcılarına gerçek zamanlı olarak onların yerini, konumunu ve hızını belirlemek için mikrodalga sinyaller gönderir. GPS uyduları her düzlemde 4 uydu ile 6 yörünge düzleminde dağılır. Altı düzlemsel yörünge yaklaşık olarak ekvatorial düzleme göre 55 derecelik bir eğime sahiptir. Böyle bir GPS uydu takımı için 4'ten 10'a kadar GPS uyduları dünyanın her yerinde görülebilir. Şu andaki GPS uydu takımı 32 blok II/IIA/IIR/IIR-M uydularından oluşmaktadır (Kızılarşlan, Yiğit, Çalışkan, 2016), (Eldem, 2015).



Şekil 17: Uydu Sayısına Göre GPS Hesaplama (GPS Bileşenleri, 2018)

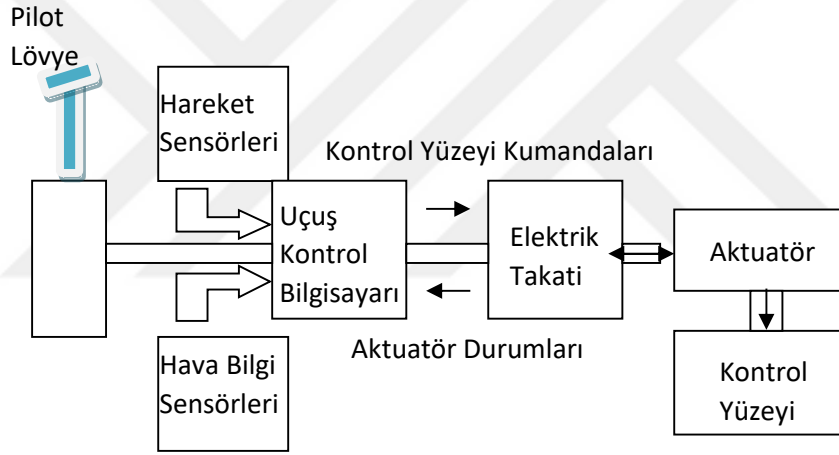
5.1.5. Fly by Wire

Uçuş kontrol sistemleri temel olarak yanal (yaw), dikey (pitch) ve dairesel (roll) eksenlerinde uçağı kumanda etmemizi sağlar. Kontrol sistemlerinin tarihi gelişimine bakıldığında kullanılan teknoloji ve uygulanan uçaklar aşağıdaki gibidir (A History Of Fly By Wire, 2020) :

- Un-Powered : 1910-1920
- Powered Boost : 1940-1940
- 3000 psi Hydraulics : 1940-1950
- Auto Pilots : 1950-1950
- Fully Powered : 1950-1960 (Boeing 727)
- Fully Powered : 1950 (B-47) 1970 (Boeing 747)
- Fly-By-Wire : 1970 (F-16) 1980 (A-320)
- Digital Fly-by-Wire : 1970-1980 (A-320)
- 5000 psi Hydraulics : 1990 (V-22) 2005 (A-380)
- Power-By-Wire : 2006 (F-35) 2005 (A-380)

Öncelikle manuel olarak fiziki güçle kumanda edilen uçuş kontrol yüzeyleri, hidroliki takiben de elektriki olarak kumanda edilmeye başlanmıştır. Günümüzde birçok savaş uçağı ve askeri uçak fly by wire adı verilen kumanda sistemini kullanmaktadır. Basit bir tanımla bu sistemi manuel uçuş kumandalarını elektronik bir arayüz ile değiştiren uçuş kumanda sistemidir. Aerospace Recommended Practice, Fly By Wire sistemini araç kontrol bilgilerinin tamamen elektrikselsel yollarla iletildiğı bir uçuş kontrol sistemi olarak tanımlar.

Bir Fly-By-Wire kontrol sistemi, pilot kontrol girişlerini, hava hızı, irtifa ve saldırı açısı gibi çeşitli parametreleri izleyen ve uçağı belirlenen uçuş alanı içinde tutmak amacıyla uçuş kontrol yüzeyi hareketlerini veren bir bilgisayar sistemidir. Kelimenin tam anlamıyla, bu bilgisayar pilot kontrol ve sensör girişı yoluyla elektrik sinyallerini yorumlar ve istenen uçuş oryantasyonunu elde etmek için karşılık gelen kontrol yüzeyini harekete geçirmek için elektrik sinyallerini çıkarır (A History Of Fly By Wire, 2020).



Şekil 18: FBW Şeması (A History Of Fly By Wire, 2020)

Fly-By-Wireden önce, uçakların doğası gereğı düz bir uçuşa dönmek istemesi üzerine tasarlanmaları gerekiyordu. Fly By Wire teknolojisinin havacılık endüstrisine getirdiğı en büyük avantajlardan biri, havacılık mühendislerine doğası gereğı dengesiz olan bir uçağı tasarlayabilmeleridir. Fly-By-Wire sistemleri uçağın uçuşunu gerçek zamanlı olarak izleyebilmekte ve uçağın gökyüzündeki kararsızlığı nedeniyle pilotun becerisi ile hiçbir zaman uçamayacağı uçağı izin vermektedir. Mekanik bağlantıların kaldırılması ve hidrolik sistem bileşenlerindeki azalma ile de uçak ağırlığı azalmıştır. Bilgisayarın, bir pilottan çok daha hızlı bir olumsuz uçuş koşuluna cevap verme kabiliyetinin yanı sıra, elektrik devrelerinin tasarımıyla daha fazla güvenlik sağlanır. Daha az donanım ve mekanik parça gerektiğinden, uçağın yakıt

verimliliği arttığından ve yolcuların artan uçak taşıma özelliklerinden kaynaklanan daha fazla konfor yaşadıklarından sistemin genel maliyeti düşer. Ayrıca, uçuş zarfını kontrol etmek için de tasarlanabilmektedir (A History Of Fly By Wire, 2020).

5.1.6. Oto pilot Sistemi

5.1.6.1. Oto pilot Sistemi Tarihi Gelişimi

Bugün dünyadaki hemen hemen her büyük uçağın bir parçası olan oto pilot, 1933 yılında New York'ta Sperry Gyroscope Co. tarafından icat edilmiş ve pilot Wiley Post, 13.000 millik uçuşuyla dünya çapında ün kazanmıştır. Bu sistem, cayroskop kullanılarak uçağın istikametini ile uçuş kontrol yüzeyleri arasında bir arayüz oluşturarak çalışmakta idi (Artificial intelligence (AI) in Unmanned vehicles, 2020).

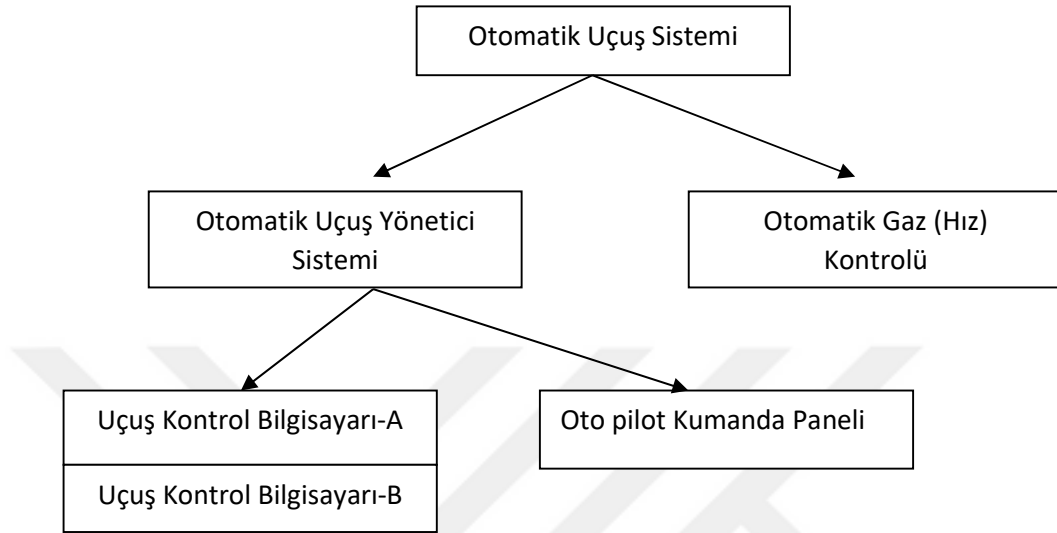
Bir başka otomatik pilot biçimi ise ayarlanmış bir hızı koruyan araba seyir kontrolüdür. Teeter adındaki bu Seyir Kontrolü 1945'te icat edilmiş olmasına rağmen, 1958 yılına kadar ticari kullanım görmemiştir. Aya gitme yarışı hızlanırken 1961 yılında James Adams adında bir yüksek lisans öğrencisi 2,5 saniyelik bir gecikmeyle kendi kendine ay yörüngesine gidebilen bir araç icat etti. 1977 yılında ise Japon Tsukuba Makine Mühendisliği caddedeki işaretleri bir kamera yardımıyla algılayıp saatte 20 mil hızla otonom sürüş yapabilen bir araç geliştirmeyi başardı (Artificial intelligence (AI) in Unmanned vehicles, 2020).

Oto pilot sistemi pilota kontrollü bir kolaylık sağlayarak, üç boyutlu ortamda uçağın istenen rota ve irtifada uçabilmesine imkân sağlar. Bunu ise Uçuş Kontrol Bilgisayarı (Flight Control Computer-FCC) adı verilen bilgisayarlar vasıtasıyla Çoklu Kontrol ve Görüntüleme (Multifunction Control and Display Units -MCDU) üzerinden sağlar (T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16c/d blocks 50 and 52+, 2003).

Uçuşta bilgisayarlar, uçak üzerindeki çeşitli sensör, prob ve elektrikli/elektronik donanımlar ile verdiği sinyaller kullanılarak uçağın hızı, gittiği yönü, yüksekliği ve pozisyonunu saptar. Oto pilotu devreye koyduğumuzda ise bu sistem tıpkı bir pilot gibi davranarak uçağa gerekli yönlendirmeleri yaparak uçuşun otomatik şekilde sürdürülmesini sağlar. Oto pilot kullanılarak uçak düz uçabilir, noktalar arası dönebilir, tırmanabilir ve teknik yeterliğin olması durumunda iniş yapabilir. Pilot inişten hemen sonra kumandayı ele alır (Otomatik Uçuş, MEB yayınları, 2012).

Otomatik uçuş sistemleri şu bölümlerden oluşur:

- Autopilot Flight Director System(AFDS) : Oto pilot uçuş yönetici sistemi
- Auto Throttle(A/T) Otomatik gaz (hız) kontrol sistemi dir.



Şekil 19: Otomatik Uçuş Sistem Elemanları Diyagramı (Otomatik Uçuş, MEB yayınları, 2012)

5.1.6.2. Oto pilot Uçuş Sistemi Çalışma Mantığı

Otomatik uçuş işlemi ya da diğer adıyla oto pilot sistemi, uçaktan aldığı hız, irtifa, pozisyon gibi bilgileri bir uçuş kontrol sistemi vasıtasıyla bilgisayarlar yardımıyla sağlamaktadır. Bu sistem ile genel olarak şu uygulamalar yapılabilmektedir:

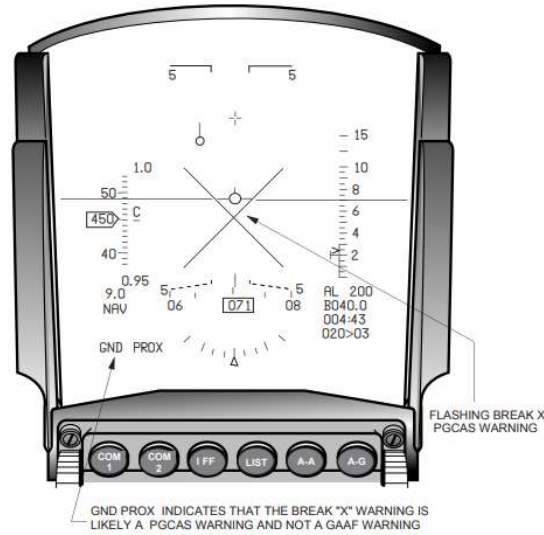
- Oto pilot
- Uçuş yönetimi
- İrtifa ikazı
- Hız sabitleme/ayarlama
- Mach ayarı

5.2. AKILLI TEKNOLOJİLERDE BİLGİ VE UYARI SİSTEMLERİ

5.2.1. Çarpma/Çarpışma Uyarıcı Sistemler

5.2.1.1. Öngörülen Yere Çarpma Önleme Sistemi (Predictive Ground Collision Avoidance System-PGCAS)

Öngörülen Yere Çarpma Önleme Sistemi (Predictive Ground Collision Avoidance System-PGCAS), üç boyutlu bir arazi ve engel modeli kullanmaktadır. TRN işlevi uçağın çevredeki alana göre konumunu doğru bir şekilde kaydettikten sonra, DTS depolanan DFM'de bir koridor tarar ve koridorda bulunan verilerden en kötü durum iki boyutlu arazi engeli profili geliştirerek uçağın rotası üzerinde bulunan arazi ve engeller için doğru ve zamanında PGCAS tavsiyelerinin sağlanmasını sağlar. Taranan alanın toplam boyutu, uçak toplam atalet hızına, TRN yatay konum doğruluğuna ve anlık uçak dönüş hızına göre ayarlanır. Pilota bu esnada sesli olarak pull up ve Head up Display ekranında yanıp sönen çarpı işareti çıkmaktadır (M1 The Pilot's Guide, 1998), (Head-Up Display Symbology for Ground Collision Avoidance, 1997).



Şekil 20: PGCAS HUD Uyarı Sembolojisi (M1 The Pilot's Guide, 1998)

5.2.1.2. Trafik Çarpışma Önleme Sistemi (Traffic Collision Avoidance System-TCAS)

Trafik Çarpışma Önleme Sistem (Traffic Collision Avoidance System-TCAS), kara tabanlı hava trafik kontrol sisteminden bağımsız olarak çalışan ve çok çeşitli uçak tipleri için

çarpışmadan kaçınma koruması sağlayan, havadaki cihaz ailesidir. Tüm TCAS sistemleri bir dereceye kadar çarpışma tehdidi uyarısı ve trafik gösterimi sağlar. TCAS I ve II, temel olarak uyarı yeteneklerine göre farklılık gösterir. TCAS I, davetsiz misafir uçağının görsel olarak edinilmesinde pilotun çalışmasına yardımcı olmak için trafik danışmanları sağlar. TCAS I, ABD’de 10'dan fazla ve 31'den az sandalyeye sahip türbin motorlu, yolcu taşıyan uçaklar için kullanım için zorunludur. TCAS I ayrıca birkaç genel havacılık sabit kanatlı uçak ve helikopter üzerine kuruludur. TCAS II, TA'lar ve çözünürlük önerileri yani uçağın arasındaki mevcut dikey ayrımı arttırmak veya sürdürmek için dikey boyutta önerilen kaçış manevralarını sağlar (Introduction to TCAS II, Version 7.1, 2011).

TCAS II, ABD tarafından, 30 koltuklu bölgesel hava yolu uçağı veya maksimum 33.000 lbs'den fazla maksimum kalkış ağırlığına sahip ticari uçaklar için zorunludur. Genel havacılık kullanımı için zorunlu olmasa da birçok türbin destekli genel havacılık uçağı ve bazı helikopterler de TCAS II ile donatılmıştır. TCAS konsepti, radarlarda kurulu olan aynı radar işaret transponderlerini kullanır. TCAS ekipmanı tarafından sağlanan koruma seviyesi, hedef uçağın taşıdığı transponder tipine bağlıdır. TCAS’ın işletme transponderine sahip olmayan uçaklara karşı hiçbir koruma sağlamadığına dikkat edilmelidir (Introduction to TCAS II, 2011).

Tablo 3: Trafik Çarpışma Önleyici Sistemler Koruma Seviyeleri (Introduction to TCAS II,2011)

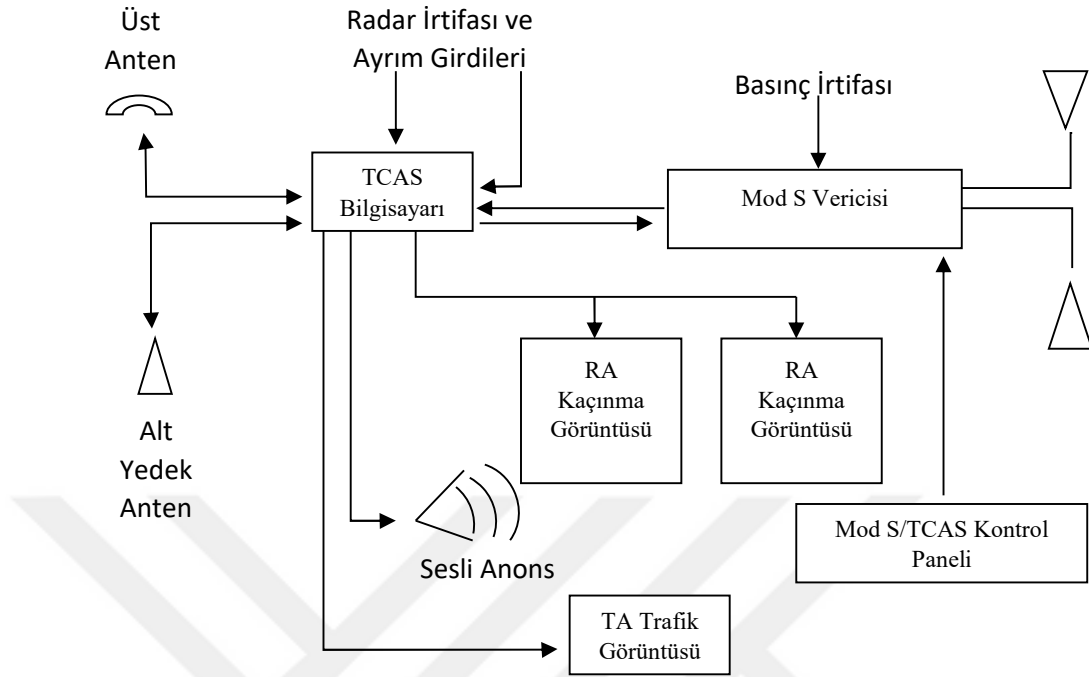
Hedef Uçak Ekipmanı		Kendi Uçak Ekipmanımız	
		TCAS I	TCAS II
	Mod A	Trafik Tavsiyesi (Traffic Advisory-TA)	-
	Mod C ve Mod S	Trafik Tavsiyesi (Traffic Advisory-TA)	Kaçınma Tavsiyesi (Resolution Advisory-RA) ve dikey ayrım sağlar
	TCAS I	Trafik Tavsiyesi (Traffic Advisory-TA)	Kaçınma Tavsiyesi (Resolution Advisory-RA) ve dikey ayrım sağlar
	TCAS II	Trafik Tavsiyesi (Traffic Advisory-TA)	Kaçınma Tavsiyesi (Resolution Advisory-RA) ve dikey ayrım sağlar

1956 yılında Büyük Kanyon üzerindeki iki uçak gemisinin çarpışması olayı hem havayollarını hem de havacılık otoritelerini, ATC tarafından sağlanan ayırma hizmetlerinde bir başarısızlık olduğunda son çare olarak görev yapacak etkili bir çarpışma önleme sistemi geliştirmeye teşvik etmiştir. 1950'lerin sonlarında ve 1960'ların başlarında, çarpışmadan kaçınma geliştirme çabaları pasif ve iş birliği yapmayan sistemlere vurgu yaptı. Bu kavramların pratik olmadığı ortaya çıkmıştır. Bu tasarımlarla üstesinden gelinemeyen önemli bir operasyonel sorun, çatışmaya katılan uçaklar arasında yüksek bütünlüklü bir iletişim bağlantısı gerektiren çelişkili olmayan, tamamlayıcı kaçınma manevralarına ihtiyaç duyulmasıdır (Introduction to TCAS II, Version 7.1, 2011).

Dr. John S. Morrell'e atfedilen en önemli çarpışmadan kaçınma konseptlerinden biri, uçakların kapanma veya menzil oranına bölünmesiyle uçak arasındaki eğimli menzile olan Taunun kullanımıdır. Bu kavram, bir karşılaşmada en yakın yaklaşma noktasına olan uzaklıktan ziyade zamana dayanır. 1960'ların sonlarında ve 1970'lerin başında, birkaç üretici, sorgulayıcı/transponder ve zaman/frekans tekniklerine dayanan uçak çarpışma önleme sistemleri geliştirmiştir. Her ne kadar bu sistemler kademeli uçak karşılaşma testi sırasında düzgün çalışsa da, FAA ve havayolları ortaklaşa normal havayolu operasyonlarında yoğun terminal alanlarında yüksek oranda gereksiz alarm üretecekleri sonucuna varmışlardır. Bu problem sistemin uçuş ekibiyle güvenilirliğini zayıflatırdı. Ek olarak, her bir hedef uçağın, donatılmış bir uçağa koruma sağlamak için aynı ekipmanla donatılması gerekecektir (Introduction to TCAS II, Version 7.1, 2011).

1970'lerin ortasında, Beacon Çarpışma Önleme Sistemi (Beacon Collision Avoidance System-BCAS) geliştirilmiştir. BCAS, davetsiz misafirin menzilini ve yüksekliğini belirlemek için Hava Trafik Kontrol Radar Beacon Sistemi transponderlerinden gelen cevap verilerini kullanmıştır. O zaman, ATCRBS transponderleri tüm havayollarına ve askeri uçaklara ve çok sayıda genel havacılık uçaklarına kuruldu. Böylece, BCAS donanımlı herhangi bir uçak, diğer uçaklara ek donanım gereksinimleri getirmeden havadaki diğer uçakların büyük çoğunluğunu tespit edebilecek ve korunabilecektir. Ek olarak, daha sonra geliştirilmekte olan Mod S transponderlerinde kullanılan ayrı adres iletişim teknikleri, iki çelişen BCAS uçağının yüksek güvenilirlik derecesine sahip koordine kaçış manevraları yapmasına izin verdi. 1978'de hafif bir uçakla San Diego'ya giden bir uçak arasındaki çarpışma, FAA'nın etkili bir çarpışma önleme sisteminin geliştirilmesini tamamlama çabalarını artırmaya hizmet etmiştir (Introduction to TCAS II, Version 7.1, 2011).

5.2.1.3 TCAS II Bileşenleri



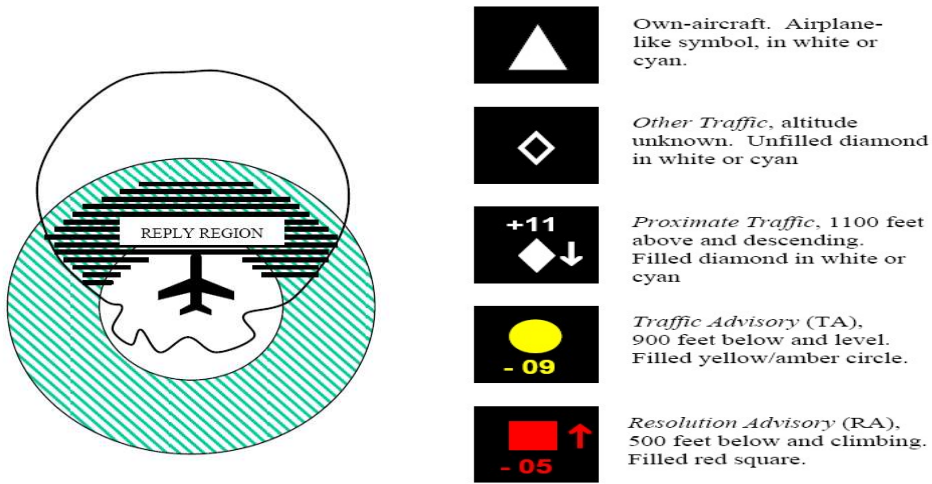
Şekil 21: Trafik Çarpışmayı Önleyici Sistem Bileşenleri (Introduction to TCAS II, 2011)

5.2.1.4. TCAS Bilgisayar Ünitesi

TCAS Bilgisayar Birimi veya TCAS İşlemci, hava sahası gözetimi, izinsiz giriş takibi, kendi uçak irtifa takibi, tehdit tespiti, RA manevrası tespiti ve seçimi ile danışmanlık üretimi gerçekleştirir. TCAS İşlemcisi, TCAS çevresinde koruma hacmini belirleyen çarpışma önleme mantığı parametrelerini kontrol etmek için kendi uçaklarından basınç rakımı, radar rakımı ve ayırık uçak durum girişlerini kullanır. İzlenen bir hava aracı, bir kaçınma seçtiğinde, saldırgandan yeterli dikey kayıp mesafesini sağlayacak ve genellikle mevcut uçuş yolundaki sapmaları en aza indirecek şekilde bir hava aracı kullanmaktadır. Tehdit uçağı ayrıca TCAS II ile donatılmışsa, kaçınma manevrası tehdit uçağı ile koordine edilecektir (Introduction to TCAS II, 2011).

5.2.1.5. TCAS Kokpit Gösterimi

Pilotlarla birlikte TCAS arayüzü iki ekranla sağlanır, trafik göstergesi ve RA ekranı. Bu iki ekran, her iki ekranı da tek bir fiziksel birime dahil etmek gibi çeşitli şekillerde uygulanabilir.



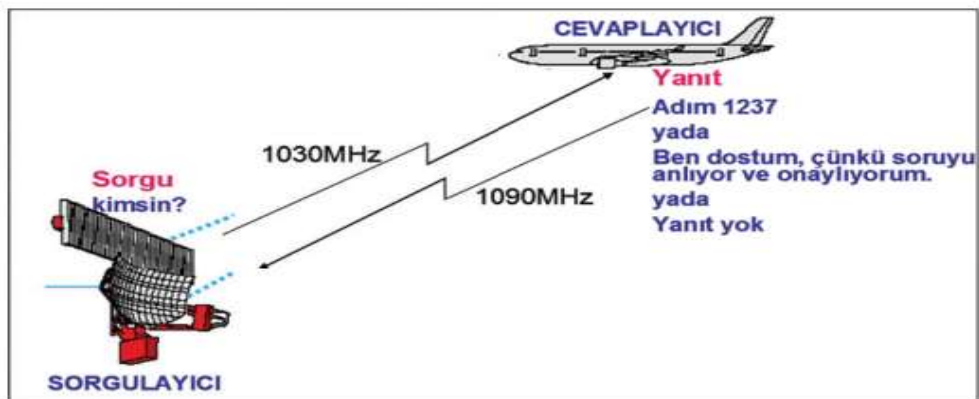
Şekil 22: TCAS II Tarama Alanı ve TCAS II Kokpit Gösterimi (Introduction to TCAS II, 2011)

Uygulamadan bağımsız olarak, verilen bilgiler aynıdır. Hem trafik ekranı hem de RA ekranı için standartlar DO-185B ve ED-143'de tanımlanmıştır. Yakın trafik (Proximate Traffic), kendi uçağından 6 nmi ile 1200 ft mesafede bulunan tehdit içermeyen trafiktir (Introduction to TCAS II, Version 7.1, 2011).

5.2.2. Dost/Düşman Uyarıcı Sistemler

5.2.2.1. Dost-Düşman Tanıma Sistemi (Identification Friend or Foe-IFF)

Dost-düşman tanıma sistemi (Identification Friend or Foe-IFF) günümüzde gerek askeri gerekse sivil alanlarda etkin olarak kullanılmaktadır. Bu sistem sayesinde dost kuvvetlerin birbirlerini tanımaları ve birbirlerine zarar vermelerini önlemek mümkün olmaktadır. IFF sistemi bir sorgulama ve cevaplama sistemidir, sorgulayıcı ve cevaplayıcı cihazlardan oluşur. IFF Sorgulaması gösterilmiştir (Eldem, 2015).



Şekil 23: IFF Sorgulaması (Eldem, 2015)

Sorgulayıcı, platformdaki birincil sensör ile koordineli olarak çalışmaktadır ve radarın tespit ettiği hedefleri sorgulamakta ve sonuç olarak uçağın dost/bilinmeyen bilgisi ile uçağa ait bilgiler elde edilmektedir.

5.2.2.1.1. Mode S Transponder

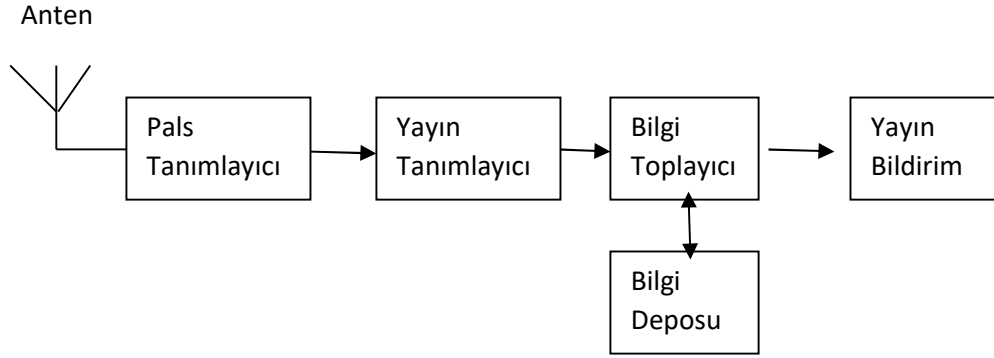
Hava Trafik Kontrol Transponder: sivil uçaklar artan sayı ve hızlarıyla hava trafik denetiminde sorunlar yaratabilmektedirler. Bu sorunların üstesinden gelebilmek için, dünya çapındaki sivil kuruluşlar IFF teknolojisini sivil hava trafik kontrol ortamlarına uyarlamışlardır. Bu ortamlarda IFF sistemi, SSR (Secondary Surveillance Radar) olarak adlandırılmaktadır. Mod S (Selective), yoğun trafik ortamlarında Hava Trafik Kontrol sistemlerini (ATC) desteklemek için kullanılan bir gözetleme (Surveillance) ve veri linki sistemi olarak geliştirilmiştir (Eldem, 2015).

Sistemin Sivil havacılıktaki uygulama şekilleri Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (ICAO) tarafından, ICAO Annex 10 dokümanlarında tanımlanmaktadır. Mod S sistemi ile adresli sorgulama yeteneği, veri linki kabiliyeti ile uçağa ait uçuş bilgisi, hız, güzergah, hava durumu gibi bilgilerin aktarılabilmesi mümkündür. Bu sayede hava trafik kontrolü daha etkin yapılabilmektedir. Mod S’te uçaklar kendilerine bir sorgulama yapılmadan dahi, kimlik ve uçuş durumları hakkındaki bilgileri periyodik olarak yayınlatabilirler. Bu sayede daha iyi bir trafik kontrolü ve da az elektromanyetik kirlenme sağlanabilmiştir (Eldem, 2015).

5.2.2.1.2. Milli Mod 5/S IFF Sistemi

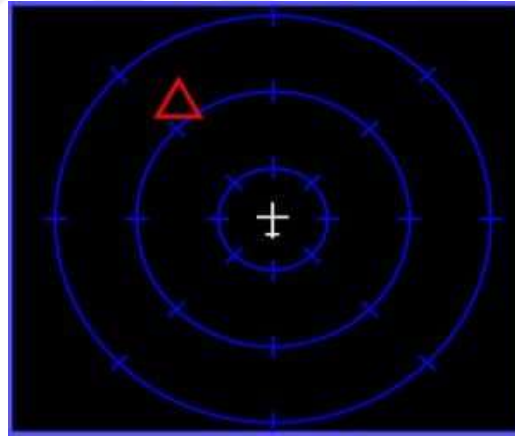
ASELSAN, dost düşman tanıma tanıtmaya sistemi olarak bilinen Mod 5/S IFF sistemini, Ar-Ge projesi ile tümüyle yerli tasarım olarak geliştirmeyi başarmıştır. Sistem, NATO’daki gelişmelere paralel olarak, STANAG 4193 uyumlu Mod 1, 2, 3/A, C, 4,5 ve Mod S sorgularına yanıt iletme kabiliyetine sahiptir. Milli IFF Mod 5/S Sorgulayıcı ve Cevaplayıcı cihazları ile birlikte kullanılan M5K Kripto Birimi TUBİTAK-BİLGEM tarafından geliştirilmiştir. Milli IFF sistemi, F-4 uçakları ile Hava Savunma Radarlarına entegre edilerek test edilmiş olup uzmanlardan tam not almıştır. TSK envanterindeki mevcut cihazların Milli Mod 5/S’e yükseltilmesi amacıyla seri üretim ve entegrasyon çalışmaları devam etmektedir. Amerikan firması BAE lisansı ile üretilmekte olan AN/ APX-123 Cevaplayıcı Birimi ile TSK’nın kısa vadedeki ihtiyaçlarının karşılanması hedeflenmiştir (Eldem, 2015).

5.2.2.2. Radar İkaz Alıcısı (Radar Warning Receiver-RWR)



Şekil 24: Radar Uyarı Alıcısı Genel Diyagramı (Brown, 2014)

Radar İkaz Alıcısı (Radar Warning Receiver-RWR) ile uçağın dış kısımlarının etrafına yerleştirilmiş çok sayıda anten vardır. Bu çok geniş bantlı antenler, radarların radyo emisyonlarını dinler ve pilotun sinyale bir yön ve mesafesini göstermek için bir kokpit ekranı kullanır. Bazı güçlü RWR'ler hangi dalga biçiminin bir radar yaydığını belirleyebilir ve radarın kaynağını belirleyebilir. RWR ekranının bir örneği aşağıda sunulmuştur (Brown, 2014).



Şekil 25: Radar Uyarı Alıcısı Ekranı (RWR, 2020)

Bir sinyal algılandığında meydana gelen bir sesli uyarı da vardır. Cıvıltı, algılanan radara bağlı olarak tonda değişebilir ve deneyimli bir pilot bu tonda tespit edilen tehdit türünü tanıyabilir. Algılanan radar gökyüzünü temizliyorsa, ekrandaki ton ve sembol uçakları izlemeye başlayandan farklıdır. Bir pilot, bu bilgileri hava taşıtlarına yönelik tehditlerin durumsal farkındalığı için kullanır. Daha uzun ve sürekli bir ton, uçağın şimdi üzerine kilitlendiğini ve izlendiğini tanımlar. Bu, pilotun bu radara derhal dikkat etmesi ve bilhassa harekete geçmesi gerektiğini bilmesini sağlar. Radar imzası, izlemeden daha aktif bir füzeyi yönlendirmeye kadar

değiştikçe, radar güdümlü bir füzenin ne zaman başlatıldığını tespit edebilen çok sayıda güçlü radar uyarı alıcısı bulunmaktadır. Bu kızılötesi füzeler arayan durumda değildir. Bir IR füzesi, radar enerjisini yaymak yerine uçağa kilitlemek için pasif bir ısı arama sistemi kullanır. Kızılötesi tehdidine karşı koymak için, bazı uçak sistemleri bir füze ısı izi tespit etmek ve bir uyarı sağlamak için uçaktaki IR sensörlerini kullanır. IR füzelerinin radar güdümlü bir füzeden çok daha yakın bir mesafede kullanılması gerekir ve ısı imzası mevcut olmadan önce tespit edilemez. Bu, IR füzesinin fırlatılmasından sonra, bir pilotun IR füzesini ve etkileme zamanını tespit etmek için sadece saniyesi vardır (Brown, 2014), (Cloer, 2018).

5.2.2.3. Füze İkaz Sistemi (Missile Warning System-MWS)

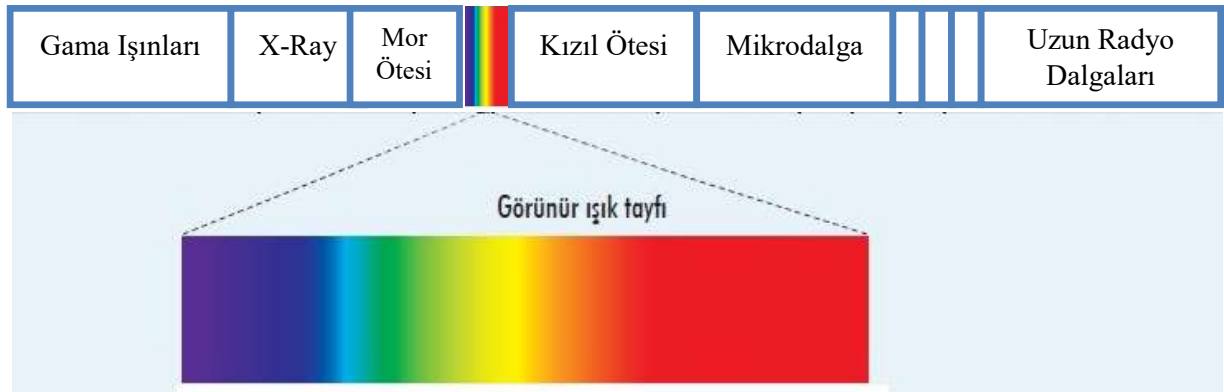
Füze ikaz sistemi (Missile Warning System-MWS), sabit ve döner kanatlı hava platformlarını, kızıl ötesi füzelere karşı korumak için kullanılan elektronik destek sistemleridir. Elektro-Optik füze ikaz alıcıları, kızıl ötesi ya da mor ötesi bantlardaki algılayıcıları kullanmaktadır. Füze ikaz alıcıları, füzenin egzoz alevi dışında kalan, füzeye benzer izsel karakteristiklere sahip nesnelere de duyarlıdır. Çoğu zaman, arka planda bulunan IR ve UV kaynaklar, füze egzoz alevi olarak tespit edilmektedir. Füze ikaz sistemleri, askeri bir platforma fırlatılmış olan güdümlü füzeleri tespit ederek platform operatörünü uyaran platform koruma sistemleridir. Yaygın olarak, askeri hava platformlarının korunmasında kullanılırlar ve radar ikaz alıcıları gibi yalnızca radar güdümlü değil, platforma yönelik her türlü füzeyi tespit edebilirler. Füze ikaz sistemleri, ortamda bulunan dinamik yer parazitleri, güneş ışınları ve değişik atmosferik etkilere rağmen uzun mesafelerde bulunan füzeleri tespit etmektedir. Güdümlü füze tehditlerinde ortaya çıkan gelişmeler, platformlar için kullanılan kendini koruma sistemlerindeki gelişmeleri de beraberinde getirmektedir (Salman, 2009):

- Füze Fırlatma Uyarıcısı (FFU)
- Missile Launch Warner (MLW)
- Füze Yaklaşma Uyarıcısı (FYU)
- Missile Approach Warner (MAW)
- Füze İkaz Sistemi (FİS)
- Missile Warning System (MWS)
- Füze İkaz Alıcıları (FİA)
- Missile Warning Receiver (MWR)

Füze tehdidi ile ilgili uyarı vermekten sorumlu birimlerdir. Bu tez kapsamında adlandırma olarak Füze İkaz Sistemi kullanılmaktadır. Elektronik Harp literatüründe de adlandırma olarak daha çok Füze İkaz Sistemleri kullanılmaktadır.



Şekil 26: Genel Füze İkaz Sistemi Görüntüsü (Salman, 2009)



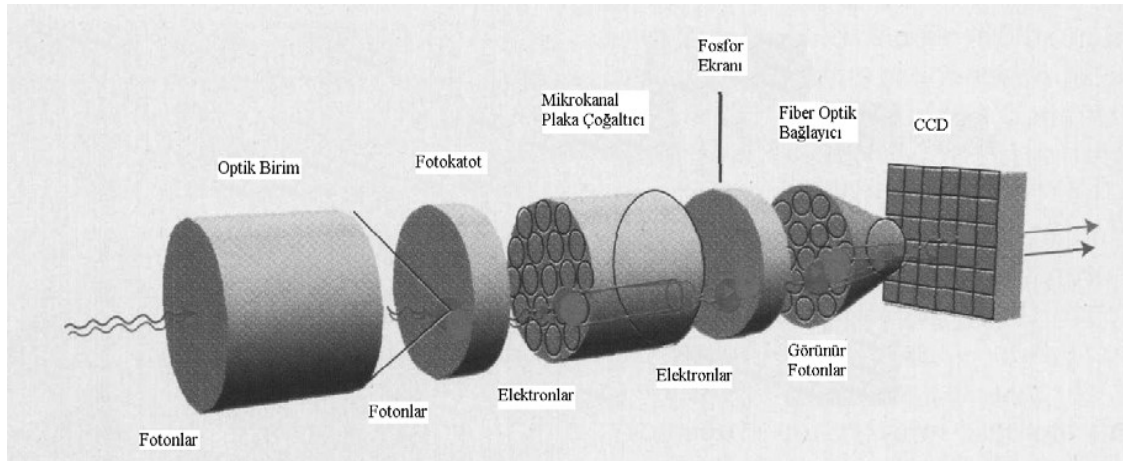
Şekil 27: Elektromanyetik Spektrum, (Salman, 2009)

Füze egzoz alevinin IR bandında olan kısmının büyük olması ve atmosferik sönmülenmenin çok küçük olması IR bandta çalışmanın faydaları olarak sıralanabilir. Sonuç olarak uzun tespit mesafeleri de mümkün olmaktadır. Fakat bu dalga boyunda füzenin egzoz aleviyle birlikte tespit edilen diğer doğal ve insan yapımı sinyaller de bulunmaktadır. Bunun sonucunda füzenin imzasının diğer sinyallerden ayrılmasını gerektiren sinyal işleme problemi ortaya çıkmaktadır.

Sinyal işleme yükünü azaltmak için yapılabilecek en temel girişim, kaynaklar hakkında daha fazla bilgi sağlamak için aynı banttaki iki alt bandı da kullanmaktır. Doğal kaynak olarak yanlış alarm sayısının çok az olması UV bantta çalışmanın en büyük faydalarından biridir. Yanlış alarm olarak tespit edilen sinyallerin büyük çoğunluğu insan yapımıdır. Tespit edilen hedeflerin azlığından dolayı işlemcinin üzerindeki yük azalmaktadır. Bütün bunlara rağmen füze egzoz alevinin UV bandındaki kısmının büyüklüğünün birkaç katı bile önemli taktik uzaklıklarda IR bantta uyarı verecek yeterli enerji büyüklüğünden daha azdır. UV bantta çalışmanın zorluklarından biri de gerekli süzgeç karakteristiklerini sağlamaktır (Salman, 2009).



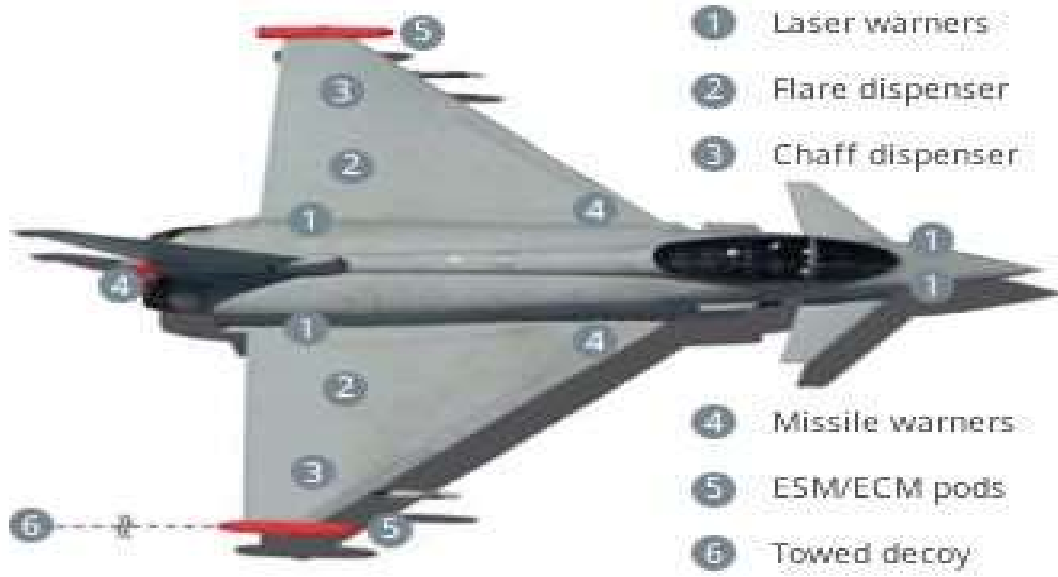
Şekil 28: Görünür, IR ve UV Spektrum Görüntüleri (Salman, 2009)



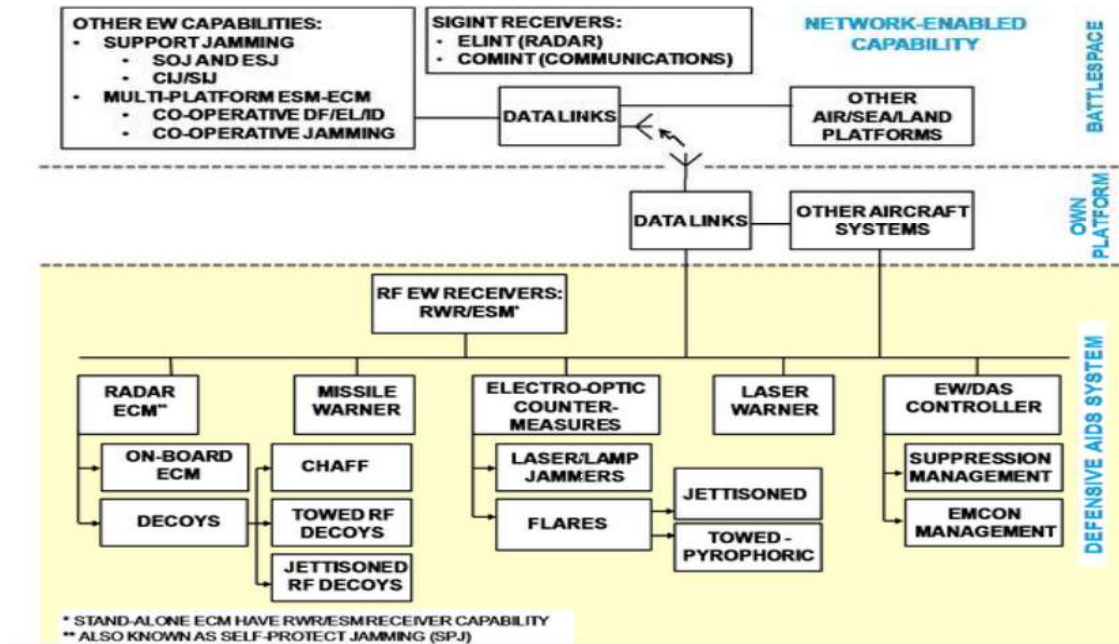
Şekil 29: AN/AAR 57 tipi Füze İkaz Sisteminin Bileşenleri (Salman, 2009)

5.2.2.4. Savunma Destekli Alt Sistem (Defensive Aid Sub-System-DASS)

Savunma destekli alt sistem (Defensive Aid Sub-System-DASS), kanat ucu ECM/ECM-Elektronik Karıştırma Destek podlarından (Electronic Support Measures/Electronic Counter Measures), füze uyarıcılarından, chaff ve flare dispanserlerinden ve lazer uyarıcılarından meydana gelmektedir (DASS System, 2020).



Şekil 30: Eurofighter Elektronik Korunma Sistem Bileşenleri (Eurofighter, 2020)



Şekil 31: Elektronik Korunma Sistem Elemanları (DASS System, 2020)

5.2.2.5. Kızılötesi Arama ve Takip Sistemi (Infrared Search and Track System-IRSTS)

Kızılötesi arama ve takip sistemi (Infrared Search and Track System-IRSTS) kokpitte katod ışını tüpünün varlığı, pilotun çalışma kabiliyetini azaltılmış görünürlük koşulları altında artırma konusundaki ilgiyi artırmıştır. Pilotun gözlerinin görsel yeteneklerini artırmak için çeşitli sensör seçeneklerinin olduğu düşünülmüştür. Her biri kendine özgü özelliklere sahip olsa da, sonuçta, çıktısını pilota iletmek için çeşitli olası görüntüleme seçeneklerinden birine bağlıdır. Şu anda, görsel arama aktivitesini azaltan çekici bir seçenek, dış dünyanın algılanan bir görüntüsüne bilgisayar tarafından üretilen sembolojinin üst üste binmesini içerir (I Machine Interface, 1982).

Bu yaklaşımı kullanarak düşük ışıklı bir televizyon veya ileriye dönük kızılötesi sensör uçuş için uygun bir görüntü sağlayabilir. Her iki sensör tipi de, verilerin algılanmasında ve pilota iletilmesinde seçicidir ve öngörülen rol için doğru seçeneği seçmek için özen gösterilmelidir. Düşük seviyeli uçuşlarda düşük ışıktaki bir televizyon, pilotun yolunu tıkayan ağaçlar hakkında yeterli veri sağlarken, kızıl ötesi bir algılayıcı tarafından izlenen aynı manzara ahşaptaki potansiyel hedefleri tespit eder ve gelişmiş navigasyon için bir ufuk sağlar. Hangisi kullanılmalı? İdeal olarak, ikisinin de avantajları arzu edilir, ancak alanın veya paranın her iki sensörün de takılmasına izin vermek için para kazanması mümkün değildir. Sonuç olarak, hangi çözüm seçilirse seçilsin, belli bir ölçüde yetersiz kalmaktadır (I Machine Interface, 1982).

Sensör tipini seçtikten sonra en uygun görüş alanını belirlemek gerekir. Bu başlı başına ciddi bir problem haline gelir. Sensör çıkışı, dış dünya ile birlik büyütme sağlamak üzere düzenlenmiş baş aşağı veya yukarıdan aşağıya doğru bir ekran üzerinde görüntüleniyorsa, ekranın sunduğu sınırlı ileri görüş alanı, pilotun uçuş performansını ciddi ölçüde etkileyebilir ve bunun için gerekli çevresel ipuçlarını bırakarak doğru manevra ve navigasyondur. Ayrıca ekranın yetersiz çözünürlüğü hedef algılamayı daha da zorlaştırıyor ve silahların azaltılmış menzillerde başlatılması gerekiyor (I Machine Interface, 1982).



Şekil 32: SU-27 Kızılötesi Arama ve İzleme Sistemi (SU-27, 2020)

5.2.2.6. Elektronik Karıştırma (Electronic Counter Measures-ECM) ve Diğer Tedbirler

İkinci Dünya savaşı sırasında bulunan belki de en önemli havacılık buluşu radardır. Radarlar ile uçakların havada farkındalıkları olağanüstü şekilde artmış bu sayede savaş strateji ve taktikleri tamamen değişmiştir. Gözle göremesiniz bile radarla takip edebildiğiniz hiçbir uçak sizden saklanamaz. Bunun engelleyebilmek için çeşitli tedbirler geliştirilmiştir. Bunların başında radar kesit alanı düşürülerek geliştirilen hayalet uçak teknolojileri yer almaktadır. Bu teknoloji tasarımları 1960'lara kadar dayanmaktadır (Taha, 2010).

Tarihte sayabileceğimiz ilk hayalet uçak SR-71 casus uçaklarıdır. Bunu takiben F-117A ve B-2 bombardıman uçakları gelmiştir. Elbette bu uçaklar tamamen algılanamayan platformlar değildir. Çünkü havada tespit edebilen başka sensörler de bulunmaktadır. Optik, Kızılötesi ve akustik sensörler gibi. Yani tam anlamıyla şimdiye kadar gerçek bir hayalet uçak yoktur. Sadece az görünür olanları vardır (Taha, 2010).

Radar Kesit Alanını kısaca RKA tanımlarsak, radarın alıcısına yansıyan kontrol yüzeylerinin büyüklüğü ile yoğunluklarının arasındaki oran diyebiliriz. Bu alanı ne kadar düşürürsek o kadar az görünür oluruz. RKA'yı düşürebilmek için günümüzde çeşitli alaşımlar geliştirilmektedir. Bu alaşım ve kompozit malzemeler gelen sinyali emer ve yansımayı azaltır. Ayrıca uçaklar tasarımcıları da yansıtıcı dış yüzeyleri küçültme yoluna gitmişlerdir. Yine de bu tedbirler tam anlamıyla görünmezlik sağlayamazlar. İlave tedbirlere ihtiyaç duyulmaktadır. Bu tedbirlerin başında da radarın yaydığı sinyalleri karıştıracak, bozacak veya boyut ve hızını değiştirecek elektronik karıştırma teknolojisi ortaya çıkmıştır (Taha, 2010).

5.2.2.6.1. Elektronik Harp

Elektronik harp tanım olarak askeri uçakların elektromanyetik spektrumlarını kontrol edebilmek için uygulanan bir harp çeşididir. Elektronik harp içerisine elektronik taarruz (karıştırma) ve elektronik korunma girmektedir (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.2. Elektronik Taarruz

Elektronik taarruz için, uçakların, anti radyasyon füzelerinin kısaca radyo frekansı ile hareket eden tüm elektromanyetik spektrum kaynaklarının karıştırılma faaliyetidir diyebiliriz.

Elektronik taarruz ile düşman yer gözetleme radarları kör edilebilir. Düşman uçakları sizi başka yerde arayabilir. Ya da anti radyasyon yani radar yayını yapan kaynağa giden füzeler farklı bir adrese yönlenebilir. Ancak şu unutulmamalıdır ki ne kadar kuvvetli bir elektronik taarruz yaparsanız o kadar fazla enerji salınımı yaparak HOJ- Home on Jam gibi elektronik karıştırma yapan uçaklara gidebilen füzelere hedef olabilirsiniz (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.3. Elektronik Korunma

Elektronik taarruza karşı elbette farklı elektronik korunma yolları geliştirilmiştir. Elektronik taarruz yayın yapan radara yapıldığı için radar kapatılabilir. En yaygın yöntem uçaktan atılabilen Chaff adı verilen yansıtıcı şeritlerdir. Bu yansıtıcı şeritler vasıtasıyla uçağın arkasında veya yanında farklı bir yansıtıcı alan oluşturularak aktif güdümlü füzelerin buraya yönelerek uçağın kurtulmasını sağlarlar (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.4. Radar Karıştırma ve Aldatma Simülatörü

RAKAS, kara, hava ve deniz platformlarında kullanılan Radar, Elektronik Harp ve Haberleşme sistem operatörlerinin eğitimlerinde kullanılmak üzere geliştirilmiş bir simülatör sistemidir. Tek bir şalter içerisinde birlikte çalışabilen ve Rakas Sistemini oluşturan alt sistemlerin genel işlevleri şu şekildedir. Retsim, önceden tanımlanmış veya kullanıcı tarafından programlanabilen elektronik taarruz tekniklerini uygulayarak, radar operatörlerine Elektronik Karşı Tedbirler konusunda eğitim verilmesi için kullanılan alt sistemdir. Radsim, tehdit radar sistemlerinin elektromanyetik yayınlarının benzetimini yaparak, hedef platform harekât personeline ve Radar ED sistem operatörlerine eğitim verilmesine imkân veren alt sistemdir (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

RADED, modern radarlar da dâhil olmak üzere envanterde bulunan radar sistemlerinin tespit ve teşhisini gerçekleştiren, bu radarlara karşı Elektronik Taarruz (ET) uygulanması için gerekli parametreleri sağlayan ve bu parametreleri ET sisteminde kullanılması için aktaran alt sistemdir. Rakas Medsis, muhabere bantlarında tespit yapan, ET uygulanması için gerekli parametreleri sağlayan ve bu parametreleri Rakas Metsim'e aktaran alt sistemdir. Rakas Metsim, muhabere operatörlerine karıştırma/aldatma şartlarında çalışma eğitimlerinin verilmesine, tehdit/hedef muhabere sistemlerine karşı geliştirilen karıştırma ve aldatma tekniklerinin sahada değerlendirilmesine imkân sağlayan alt sistemdir. Stabilize Hedef Takip Sistemi, Stabilize Yönlendirilebilir Anten Platformu (SYAP) ve bunun üzerinde kurulu Hedef Takip Sistemi'nden

(TV-IR kamera) oluşmaktadır. SYAP, üzerinde taşıdığı TV-IR sistemlerinin yanı sıra Yön bulma antenlerinin, Radsim ve Retsim antenlerinin hedefe yönlendirilmesi ve hedefin takip edilmesi amacıyla kullanılmaktadır. SHTS ayrıca kameralar aracılığı ile otomatik hedef takip yeteneğini de sunmaktadır (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.5. Karıştırma Yöntemleri

Karıştırma yöntemleri genel olarak şu şekilde sınıflandırılır: Eskort Karıştırması, Korunma Karıştırması ve Uzaktan Karıştırma. Şimdi bu üç karıştırma yöntemini kısaca inceleyelim.

5.2.2.6.5.1. Korunma Karıştırması (Self Screening Jamming-SSJ)

Self Screening Jamming yani SSJ, radarın kendini koruyabilmesi ve düşman unsurlar tarafından algılanamaması için uyguladığı karıştırma türüdür. Gürültü ve aldatma karıştırması olarak kullanılabilir (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.5.2. Eskort Karıştırması

Askeri uçaklar genelde havada paket halinde birden fazla sayıda görev yaparlar. Bu görevler esnasında diğer uçağı koruyan ve Eskort adı verilen uçaklar, paketteki diğer uçakların korunması amacıyla karıştırma uygularlar. Buna eskort karıştırması adı verilir (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.2.6.5.3. Uzaktan Karıştırma (Stand off Jamming-SOJ)

Uzaktan karıştırma yani Stand off Jamming için görevlendirilen elektronik harp uçakları bulunmaktadır. Bu uçakların görevi sadece dost uçakları korumak için elektronik karıştırma ve korunma sağlamaktır. Genelde yan sektörlerden uygulandığı için gürültü karıştırması kullanılır (Collins Aerospace Flight Brochure, 2019).

5.2.3. Arıza Uyarıcı Sistemleri

F-16 gibi modern savaş uçaklarında oluşan arızaları pilota ileten sesli ve görsel uyarıcılar mevcuttur. Arızanın büyüklüğüne göre genel olarak uçuşu ve pilotun hayatını birinci derecede etkileyen arızalar için ilgili arızanın uyarı(warning) lambası yanar ve hemen arkasından pilota “Warning-Warning” sesli ikazı gelmektedir. Bu sayede pilot yoğun harekât şartlarında işler ile ilgilenirken aynı zamanda uçak ile ilgili durumsal farkındalık sağlayabilmektedir. Yine aynı şekilde daha düşük öneme sahip arızalar için ise diğer uyarı ışıklarının bulunduğu paneldeki lambalardan ilgili lamba yanar ve hemen ardından pilota “Caution-Caution” sesli ikazı gelmektedir (T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16c/d blocks 50 and 52+, 2003).

5.2.4. Çevre Koşulları Uyarıcı Sistemler

5.2.4.1. Otomatik Terminal Bilgi Servisi (Automatic Terminal Information Service-ATIS)

ATIS veya Otomatik Terminal Bilgi Servisi, daha yoğun hava limanlarında kayıtlı havacılık bilgilerinin sürekli yayınlanmasıdır. ATIS yayınları hava durumu bilgileri, aktif pistler, mevcut yaklaşımlar, Notam ve pilotların ihtiyaç duyduğu diğer bilgiler gibi temel bilgileri içerir. Pilotlar, kontrolörlerin iş yükünü azaltmak ve uçuşlarını hazırlamak için yerel hava trafik kontrol cihazıyla iletişim kurmadan önce ATIS yayın bilgilerini dinler. Bir havaalanındaki ATIS, belirli bir VHF frekansında otomatik veya kaydedilmiş bir sesle veya bir radyo-navigasyon işaretleyicisinin vokal kanalı aracılığıyla verilir. ATIS sağlandığında, ATIS mesajının hazırlanması ve yayılması, kule kontrolörünün veya havaalanı uçuş bilgisi kontrolörünün sorumluluğunda olacaktır. ATIS kaydı, belirli aralıklarla veya bilgilerde önemli bir değişiklik olduğunda güncellenir (Airman’s Information Manual, 1994).

Bu değişikliği alfabetik harf tanımını ilerleterek takip eder. Mektup her güncellemeyle alfabeyi aşağı doğru iter ve 12 saat veya daha uzun bir süre ara verdikten sonra Alfa’da başlar. Pilotlar, kontrol cihazına pilotun mevcut tüm bilgilerle güncel olduğunu bildirmek için bilgisine ve ATIS kimlik mektubuna sahip olduğunu belirtmelidir. Belirli bir ülkedeki çoğu havaalanı aynı ATIS formatına veya aynı otomatik sese sahip düzene sahip olacaktır. Çok karmaşık havalimanlarında biri varışlı, diğeri kalkışlar olmak üzere iki ATIS frekansına sahip olmak mümkündür. ATIS iletimleri geniş bir alanda alınabilir. ATIS her havaalanına özgüdür (Airman’s Information Manual, 1994).

5.2.4.2. Anti-Icing Buz Önleyici Sistemler

Anti-Ice sistemi, buz oluşumunu önlemek için yüksek basınçlı hava tahliye havasını sabit fan giriş kılavuz kanatlarına, CIVV'lere ve giriş basıncı probu destek konisine yönlendirir. Ek olarak, giriş basınç probu buz oluşumunu önlemek için elektrikle sürekli ısıtılır. Sistem DEEC ve üç konumlu ANTI ICE anahtarı tarafından kontrol edilir (T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16c/d blocks 50 and 52+, 2003).



Şekil 33: F-16 Anti Ice Siviçler

(T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16c/d blocks 50 and 52+, 2003)

Anti-buz sistemi, ANTI ICE anahtarı Otomatik konumundaysa ve girişte bulunan bir sensör buz birikimini algılıyorsa, Anti-Ice düğmesini ON konumuna veya otomatik olarak yerleştirerek elle etkinleştirilebilir. Aktivasyon ayrıca, eğer acil durum dc bus 2 numaralı güç kesilirse (DEEC tarafından engellenmedikçe) de oluşabilir. Giriş desteği, buz birikmesini önlemek için elektrikle ısıtılır. Bu ısıtıcı, manuel veya otomatik çalışma için Anti-Ice düğmesiyle de kontrol edilir. DEEC, 30.000 fit MSL'nin üzerinde ve motor giriş veya hava akımı yüksek olduğunda yüksek buzlanmayı önler. Ek olarak, bir DEEC arızası, motordaki buzlanmayı önleyen kanama havası kaybına neden olabilir. Caution panelinde bulunan Inlet Icing uyarı ışığı, giriş buz algılayıcısı tarafından bir buz birikimi algılandığında veya bir algılama sistemi arızası meydana geldiğinde yanar. Inlet Icing ikazı yaklaşık 70 saniye boyunca açık kalır. Daha fazla buz birikirse, uyarı ışığı daha uzun süre açık kalabilir veya tekrar kapanıp tekrar açılabilir (T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16c/d blocks 50 and 52+, 2003).

5.3. TÜRKİYE'DE VE DÜNYADA UÇAK KAZALARININ NEDENLERİ

Ulaştırma filolarının temel görevi uçuşa hazır uçuş ekibi ve uçak ile günlük planlanan uçuş faaliyetlerini yerine getirmektir. Güvenlik, her zaman havacılık sektörü için en önemli konulardan biri olmaktadır. Havacılık sisteminin gittikçe daha büyük ve karmaşık bir hal alması

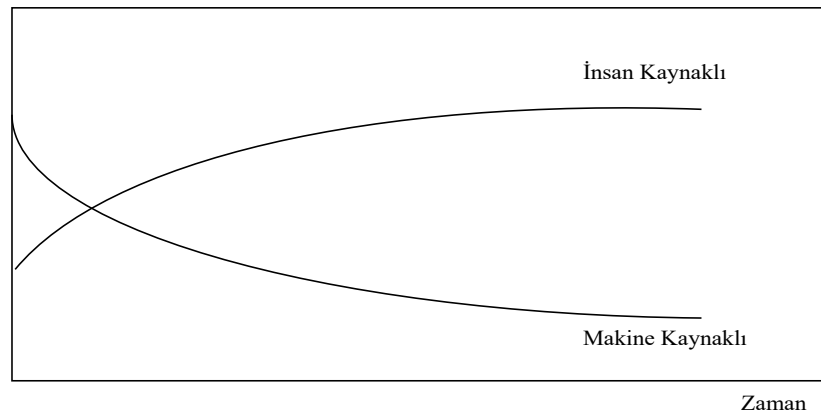
uçuş ve yer emniyeti güvenliğinin sağlanmasını zorlaştırmaktadır. Hava aracı sisteminin mekanik, insan ve teknoloji bileşenlerinin aksaklık göstermesi veya arıza yapması sonucunda meydana gelen olaylar havacılık kazaları olarak adlandırılmaktadır. Havacılık kazalarının temelinde birçok neden bulunmaktadır.

Türkiye'de 1955-2003 yılları arasında 562 sivil havacılık kazası meydana gelmiştir ve bu kazaların 237'sinde en bir ölüm veya yaralanma oluşmuştur. 2004-2011 yılları arasında 206 uçak kazası meydana gelmiştir. Uçak kazaları, uçak, ortam, yöntem ve insan faktörleriyle açıklanır. Sisteminin çeşitli bileşenlerinde meydana gelen önemli arızalara bağlı olarak diğer bileşenlerinde bozulması, kötü meteorolojik koşullar kazaya neden olabilmektedir. Uçak kazaları nedenleri incelendiğinde %56 uçuş ekibi, %17 uçak tipi, %13 hava koşulları, %6 diğer faktörleri, %4 bakım ve onarım, %4 havaalanı/ hava trafik kontrolleri kaynaklı olduğu belirtilmektedir. Benzer bir çalışmada uçak kazalarında insan faktörünün payı %70-80 aralığında seyrettiği ifade edilmiştir (İstatistiklerle Hava Taşımacılığı Kazaları, 2012).

5.3.1. Uçak Kazalarında İnsan Faktörü ve Makine İlişkisi

1990'lı yılların başlarına kadar Hava Güvenliği Araştırma Bürosu tarafından uçak kazalarını analiz etmek 6 faktörlü kaza sonuç sistemi kullanılıyordu. Kullanılan faktör kategorileri: pilot, uçak gövdesi (uçuş kontrolleri dahil), motor, arazi, diğer personel (yolcu ve yerdeki insanlar dahil olmak üzere uçuş ekibi dışındaki personel) ve hava durumudur. Gerekliğinde, her bir kazayla birden fazla faktör ilişkilendirilebilir. Bir güvenilirlik kontrolü olarak bağımsız bir kodlayıcı da kazalara faktörler atadı. Bu faktörler ve karşılık gelen kappa değerleri aşağıdaki gibidir: pilot (0.75), diğer personel (0.81), hava durumu (0.71), uçak gövdesi (0.82), motor (0.84), arazi faktörü için ise kappa değeri 0.34'tü (Hobbs, 2004).

Kaza Nedenlerinin İlgili Oranları



Şekil 34: İnsan ve Makinelerin Zamana Bağlı Kazalara Etkisi (Hobbs, 2004)

İncelenen kazalarda pilot kaynaklı kazalar %54 iken, pilot dışındaki personel kazaları, toplam kazaların %7'sinde görülmüştür. İncelenen kazaların %14'ünü oluşturan ve bir sonraki en sık görülen faktör olarak motor hataları ve arazi karşımıza çıkmaktadır. Arazi faktörleri içeriğinde, iniş veya kalkış alanında bulunan hayvanlar, araçlar veya diğer engeller bulunuyordu. Kazaların %12'sinde ise hava durumu bir faktördü. (Hobbs, 2004).

5.3.2. Akıllı Askeri Uçaklar ile Eski Nesil Uçakların Başarı ilişkisi

Eski nesil uçak pilotları bombalamak istedikleri yeri tayin edebilmek için uzun süre mesai harcarlardı. Manuel atış teknikleri ile yani eğik atış ile atış yaptıkları için hassas hesaplamalar yapmaya çalışsalar da hava durumunun etkisi, pilotların tecrübesi, atılacak yerin görünmemesi gibi sebeplerle başarı oranları çok düşüktü. Her uçak sadece bir veya iki bomba taşıyabildiği ve hassas vuruş yeteneklerine sahip olmadıklarından küçük bir alan için bile onlarca uçağa ihtiyaç vardı.

Yeni nesil uçaklara baktığımızda ise sahip oldukları GPS sistemi ile hedefi çok hassas tayin edebilmektedirler. JDAM/JSOW/GBU gibi akıllı mühimmatlar ile en kötü hava şartlarında bile bilgisayarlar hesaplamalarıyla nokta atışı görevler yapabilmektedirler. Bu yeni nesil savaş uçakları hava muharebesinde sadece topla diğer uçağı vurmaya çalışırken şimdi akıllı teknolojilerden Kızılötesi (IR) veya radarlar yardımıyla çok uzaktan düşman uçağına angaje olabilmektedirler. Bu sayede başarı yüzdeleri büyük oranda artmıştır.

Aşağıda bazı hava araçlarının yaşadığı kazalar neden sonuç ilişkisi ile değerlendirilmiştir (Timeline of Aircraft Accidents, 2020).

Tablo 4: Akıllı Teknolojiler Açısından Uçak Kazaları Değerlendirilmesi (Timeline of Aircraft Accidents, 2020)

YIL	UÇAK	ÜLKE	KAZA SEBEBİ	GÜNÜMÜZDE KULLANILAN AKILLI TEKNOLOJİLER AÇISINDAN DEĞERLENDİRME
1908	Wright Model A	ABD	Pervane kırılması ve uçak kumanda kablolarının kopması	Mekanik uçuş kumandaları fly by wire'lara göre kontrolsüz bir durum oluşturmaktadır.

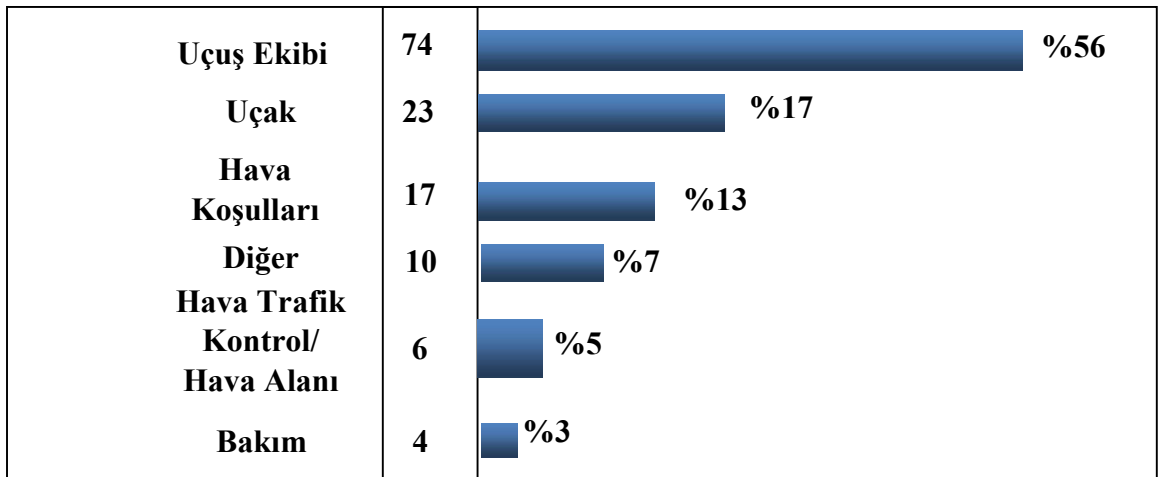
1909	La République	Fransa	Motorun yetersiz su sirkülasyonu sebebiyle aşırı hararet yapıp durması	Son dönemde kullanılan motorlar genel olarak dijital motor kontrol (DEC:Digital Engine Control) ünitesi adı verilen mini bilgisayar ile sürekli kontrol edilerek bu durum daha öncesinden kontrol altına alınabilmektedir.
1911	ASL Valkyrie	UK	Pilotun tecrübe yetersizliği	Uçuş eğitimi çok maliyetli bir konudur. Bu maliyetin azaltılması ve bazı konuların yerde de öğrenilebilmesi için Phyton ya da Matlab gibi programlarla yazılan Similatörler geliştirilmiştir.
1912	Bleriot	Fransa	Pilotların sabah pus sebebiyle birbirlerini görememeleri	Uçaklarda bulunan radarlar, data linkler, TCAS gibi çarpışmayı önleyici sistemler ile iki uçak birbirini çıplak gözle göremediğinde dahi hava resmine farkındalık sağlayabilmektedirler.
1913	Maurice Farman MF.7	Rusya	Yerden gelen ateş ile vuruldu	RWR sistemleri yerden atılabilecek top, füze gibi sistemleri tespit edebilmekte ve hangi sektörden atış yapıldığını pilota gösterebilmektedir.
1914	Burgees D-1	ABD	200 feetten suya çarptı	PGCAS sistemi uçağın yere çarpma ihtimalini değerlendirerek pilota sesli ve

				görsel uyarı vermektedir.
1920	Handley Pages/O-400	İngiltere	Uçak puslu bir havada alçaktan uçuğu için bir ağaca ve evin duvarına çarpmıştır.	ATIS sistemleri ile anlık hava durumu alınabilmekte, GPS ve INS sistemleri sayesinde de alternatif uçuş yolları oluşturulabilmektedir.
1947	Douglas DC- 6	ABD	Yakıt transfer ünitesinin tasarım hatası sebebiyle uçak, yakıtsızlık sebebiyle düşmüştür.	Uçak tasarım aşamalarında Matlab, Phyton gibi yazılım ve similasyon programları kullanılarak tasarım hatalarının önüne geçilmektedir. Ayrıca uçakta bulunan ikaz sensörleri yakıtın belli bir seviye altına düşmesi ile pilotu bilgilendirmektedir.
1959	Avro Super Trader IV	Türkiye	Uçak şiddetli rüzgâr sebebiyle rotasından sapmış ve Süphan Dağına çarpmıştır.	AWOS ve ATIS gibi sistemler ile meteoroloji bilgisi alınabilmekte, GPS ile otomatik rüzgar düzeltmesi yapılabilmekte, uçağın kaç derece rotadan saptığı gözlenebilmektedir.
1977	Boeing 747	Tenerife	Pist içerisinde kalkış esnasında 2 uçak yoğun sis sebebiyle birbirlerini görmedikleri ve kule ile telsiz koordinesi kuramadıkları için çarptı.	Kule IR sensörler ve pist içi kameralar ile pist içerisindeki tüm uçakları izleyebilmekte, acil bir durum karşısında emergensi guard kanalından çağrı yapabilmektedir.

1980	Lockheed 1-1011-200	Suudi Arabistan	Kalkıştan sonra Kargo bölümünde yangın çıktı ve kontrol altına alınamadı. Uçak başarılı bir şekilde iniş yaptı ancak acil çıkış kapıları açılmadı ve uçakta bulunanlar hayatını kaybetti.	Uçakların sahip olduğu ısı sensörleri ile motor bölümü, havalandırma bölümü, kargo ve iniş takımı bölümlerinde oluşabilecek yangın öncesi aşırı ısınma durumları pilotlara bildirilmekte, otomatik yangın söndürme sensörleri ile yangın kısa sürede kontrol altına alınabilmektedir.
1983	Boeing 747	Kore	Alaska'dan kalkan uçak Seul rotasındayken rotadan çıkarak Sovyet hava sahasına yanlışlıkla girmiş ve Rus savaş uçakları tarafından düşürülmüştür.	Gelişen GPS ve INS sistemleri ile istenilen rota uçulabilmekte ayrıca herhangi bir şekilde telsiz teması kurulamadan rotadan çıkılması durumunda IFF sistemleri ile uçak ile ilgili arıza, kaybolma, kaçırılma gibi komutlar diğer hava ünitelerine gönderilebilmektedir.
1996	Boeing747-İlyushin 76	Kazakistan	Uçaklar havada çarpıştılar.	TCAS sistemleri ile rota üzerinde bir hava aracı varsa pilotlar uyarılmaktadır.
2003	BAE AVRO 146 RJ -100	Türkiye	Uçuş Ekibi tarafından, 2800 ft irtifada minimum alçalma irtifasına (MDA) gelinmesine ve yaklaşma ışıkları veya pistin görülememesine rağmen inişte ısrarcı davranılmış ve uçak	ILS, MLS gibi aletli iniş sistemleri ile pilotlara inişte alçalma hattı görülebilmekte, eğer pist görüşü yoksa uçağa bağlanabilen yedek meydan yakıtı ile pilot ikaz edilerek zamanında uygun bir meydana divert edilebilmektedir. Ayrıca uçak bilgisayarı tarafından en

			araziye çarparak düşmüştür.	az yakıt harcayacak gaz kolu rejimi ve irtifa/sürat bilgisi pilota bildirilebilmektedir.
2006	Tu-154	Ukrayna	10000 feet yükseklikte oraj ve türbülans sonucu uçak hakimiyeti kaybedilerek uçak düştü.	Automated Weather Observing System-AWOS adı verilen hava gözlem sistemleri ile pilotlar uçuş öncesinde ve uçuş esnasında uçtukları rota üzerindeki hava olaylarını öğrenebilmekte, ayrıca sahip oldukları radarlar ile uçuş yolunda herhangi bir bulut/oraj oluşumu olup olmadığını inceleyebilmektedirler.

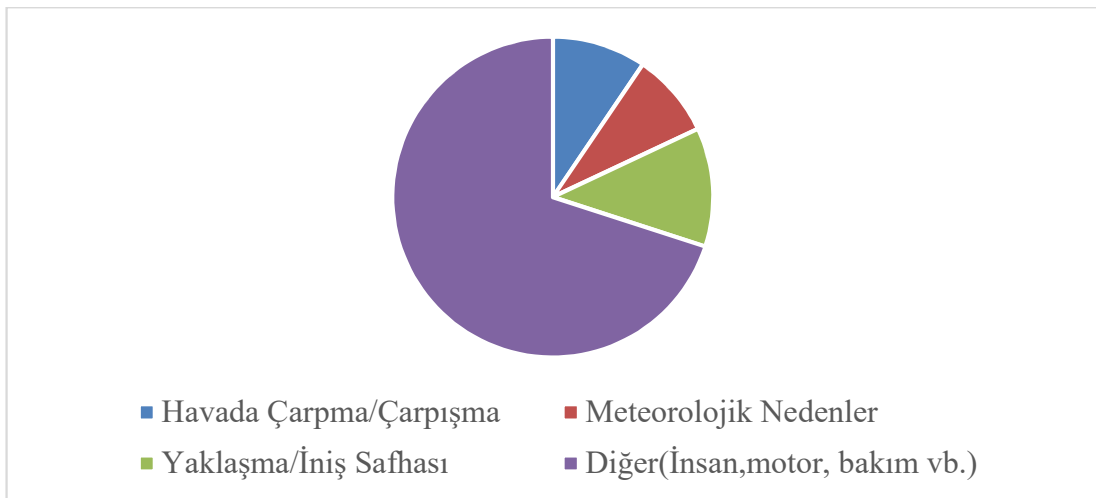
Yukarıdaki örnekler de gösteriyor ki, akıllı teknolojilerin eksikliği hem uçakların hem de pilot ve yolcuların kaybıyla sonuçlanmıştır. Bu sebeptendir ki havacılık camiası içerisinde “Havacılık kurallarının kanla yazılmıştır” düşüncesi hâkimdir. Boeing firması tarafından her yıl yayınlanan “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations” adlı doküman incelendiğinde 1959-2019 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının sebepleri aşağıdaki grafikte açıklanmıştır. Akıllı teknolojiler sayesinde uçak, hava koşulları ve hava trafik gibi konularda kaza oranları düşmekte ancak insan faktörü ciddiyetini korumaktadır.



Şekil 35: Dünya Ticari Jet Filolarının Tam Hasarlı Kazaların Temel Nedenleri (Boeing, 2020)

Elbette bu incelemeler yapılırken askeri uçaklar ile ticari uçakları ayrı ayrı ele almak gerekmektedir. Taşıdığı riskler ve sahip olduğu teknolojiler farklılıklar göstermektedir. Özellikle ticari uçaklar ele alındığında, görülüyor ki insan kaynaklı sebepler göz ardı edilirse, akıllı teknolojilerden TCAS/PGCAS ile uçakların havada birbirini görmeden çarpışma ihtimali veya rotada bir dağa çarpma ortadan kalkabilmekte, ATIS/AWOS/Radar gibi sistemlerle uçuş rotası veya gidilecek meydanın hava şartları önceden farkedilebilmekte, Anti-Icing sistemiyle buzlanmalar önlenmekte, ILS gibi aletli alçalma sistemleri ile de yaklaşma esnasında ağaca veya piste çarpma ihtimali de oldukça azalmaktadır. Bu kapsamda bahsedilen sistemlerin yaygın olarak faaliyete girdiği 1970 tarihini referans alacak olursak 1920 ile 1970 yılları arasında en az bir can ya da uçak kaybı yaşanan kazalar incelendiğinde toplam 410 ticari uçak kazası karşımıza çıkmaktadır. Bu kazalar bir grafik yardımıyla irdelendiğinde, bahsedilen sebeplerle oluşan kazalar toplam kazaların %30'unu oluşturmaktadır. Oluşan kazalarda 476 kişi kaybetmiştir. Bu kazalar akıllı teknolojiler açısından irdelendiğinde; havada bir dağa veya başka bir uçağa çarpmaya bağlı kazalar toplam kazaların %9,5'ini, meteorolojik şartlara bağlı kazalar %8,5'ini, yaklaşma ve iniş esnasında oluşan kazalar ise %12'sini oluşturduğu görülmektedir. Mekanik sebeplerle insan faktörünü göz ardı ederek bahsedilen akıllı teknolojiler ile bu kazaların olmama ihtimali varsayıldığında kaza oranlarında %30 luk bir azalma olması muhtemel görünmektedir (Timeline of Aircraft Accidents, 2020).

Havada Çarpma/Çarpışma Sebepli Kaza	: 39	Toplam Kazalara Oranı	: %9,5
Meteorolojik Sebepli Kaza Sayısı	: 35	Toplam Kazalara Oranı	: %8,5
Alçalma/İniş Safhası Kaza Sayısı	: 49	Toplam Kazalara Oranı	: %12
Toplam	: 123	Toplam Kazalara Oranı	: %30



Şekil 36: 1920 – 1970 Yılları Arasındaki Kayıplı Ticari Uçak Kazaları
(Timeline of Aircraft Accidents, 2020)

6. TARTIŞMA VE SONUÇ

6.1. GENEL DEĞERLENDİRME

Akıllı teknolojilerin ve yapay zekâ kavramının savunma havacılığında kullanılması ile insan faktörünün kazalara olan etkisi azalmaktadır. İletişim ağının büyümesi ve gelişmesi ile savaş stratejileri değişmekte yapay zekânın sisteme entegrasyonu ile havada karar verme süreci azalmaktadır. Birçok hava aracı ile yapılan harekât uzaktan da kumanda edilebilen F-35 gibi uçaklarda GPS, DASS, TCAS, MWS, RWR gibi sistemler kullanılarak tek platform üzerinden sağlanabilir hale gelmeye başlamıştır. Av bombardıman görevleri için akıllı mühimmat adı verilen GPS güdümlü mühimmatlar kullanılarak çok hassas atış yapılabilir hale gelmiştir. Bu sayılanların tamamı gelişen yeni teknolojiler ve yapay zekânın bir sonucudur.

Bugün askeri havacılıkta insan hayatına ve teknolojiye daha fazla önem vermemizin göstergelerinden birisi akıllı teknolojileri kullanmak olacaktır. Görülüyor ki, akıllı teknolojiler askeri uçaklarda kullanıldıkça kaza oranları azalmakta, harekât başarısı artmaktadır. Eskiden çoklu ortamlarda birbirini havada göremeyerek birçok çarpışma ve ölümler olmakta iken bugün radar, data link, sensörler ve diğer yardımcıları ile bu oran azalmıştır. Sıfır kayıp için teknolojiyi kullanmak, geliştirmek ve öğrenilen bilgileri diğer nesillere aktarmak hepimiz için hep akademik hem de milli bir ödev olmalıdır.

Teknoloji ve teknolojik gelişmeler ile birlikte askeri uçaklar ve bu uçakların gelişimi günümüzün en ilgi çekici konuları arasında yer almaktadır. Akıllı teknolojiler ise bu iki konuyu kapsayan en temel sistemler arasında yerini almaktadır. Bugün askeri uçaklar için en önemli ihtiyaç ve özellikleri sıralamak gerekirse bunlara elektronik harp ile başlayabiliriz. Akıllı teknolojiler arasında yer alan sensörlerin bu alanın temelini oluşturduğunu görmekteyiz. Aynı şekilde çoklu harekât ortamında hedef paylaşımı ve muhabere konuları ele alındığında ise yine Akıllı teknolojiler arasında yer alan data linkleri, takiben GPS/INS sistemlerini, muhabere için değişik frekans aralıklarında kullanılan telsiz ve kablosuz diğer iletişim araçları bu teknolojiler arasında sayılabilmektedir.

6.2. SONUÇ VE BULGULAR

Boeing firması tarafından her yıl yayınlanan “Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations” adlı doküman incelenmiş ve 1959-2019 yılları arasında yaşanan uçak kazalarının sebepleri olarak; %56 uçuş ekibi, %17 uçak, %13 hava koşulları ve %15 diğer faktörler ortaya çıkmaktadır. Gelişen teknoloji ile beraber zamana bağlı olarak kazalarda insan faktörünün etkisi halen geçerliliğini korumakta ve sistemlerin akıllı hale getirilmesi ile sistemsel hatalar azalırken insan kaynaklı hataların arttığı görülmektedir.

1908 yılından günümüze kadar gerçekleşen birtakım sivil ve askeri uçak kazaları akıllı teknolojilerin katkısı göz önüne alınarak değerlendirildiğinde akıllı teknolojiler ile birçok kazanın önüne geçilebileceği ortaya konulmaya çalışılmıştır. Bu kazalar incelenmiş ve mekanik ve insan kaynaklı sebepler göz ardı edildiğinde, akıllı teknolojilerden TCAS/PGCAS ile uçakların havada birbirini görmeden çarpışma ihtimali veya rotada bir dağa çarpma ortadan kalkabileceği, ATIS/AWOS/Radar gibi sistemlerle uçuş rotası veya gidilecek meydanın hava şartlarının önceden farkedilebileceği, Anti-Icing sistemiyle buzlanmaların önlenebileceği, ILS gibi aletli alçalma sistemleri ile de yaklaşma esnasında ağaca veya piste çarpma ihtimalinin de azalacağı değerlendirilmiştir.

Bu kapsamda 1920 ile 1970 yılları arasındaki can veya uçak kaybı yaşanan sivil uçak kazaları incelenmiş ve toplam 410 kaza önümüze çıkmıştır. Oluşan kazalarda 476 kişi kayıtlı kaybetmiştir. Bu kazalar akıllı teknolojiler açısından irdelendiğinde; havada bir dağa veya başka bir uçağa çarpmaya bağlı kazalar toplam kazaların %9,5’ini, meteorolojik şartlara bağlı kazalar %8,5’ini, yaklaşma ve iniş esnasında oluşan kazalar ise %12’sini oluşturduğu görülmektedir. Bahsedilen akıllı teknolojilerin eksikliği sebebiyle kazaların olma ihtimali göz önüne alındığında, akıllı teknoloji eksikliği sebebiyle oluşan kazaların toplam kazaların %30’unu oluşturduğu görülmüştür. İnsan faktörü göz ardı edilerek bahsedilen akıllı teknolojiler ile bu kazaların olmama ihtimali varsayıldığında o yıllarda kaza oranlarında %30 luk bir azalma olması ve hepsinden önemlisi yüzlerce can kaybının önüne geçilebileceği değerlendirilmektedir.

Havada Çarpma/Çarpışma Sebepli Kaza	: 39	Toplam Kazalara Oranı	: %9,5
Meteorolojik Sebepli Kaza Sayısı	: 35	Toplam Kazalara Oranı	: %8,5
Alçalma/İniş Safhası Kaza Sayısı	: 49	Toplam Kazalara Oranı	: %12
Toplam	: 123	Toplam Kazalara Oranı	: %30

6.3. ÖNERİLER

Geçmişten bugüne askeri uçak kazalarını incelediğimizde büyük oranla pilot hatası faktörü gözümüze çarpmaktadır. Bu sebeple uçuşun öncesinde ve her safhasında pilotların hem fiziksel hem de duygusal durumları sensörler ve kameralarla takip edilmeli, kontrol altına alınmalıdır. Diğer insanlara nazaran uçuculuk konusunda daha gelişmiş içgüdülere sahip olsalar da, pilotların yoğun uçuş ortamlarında farkındalık ve karar verme kabiliyeti azalabilmekte, bunun sonucu olarak da insan ve uçak kaybı yaşanabilmektedir. Bu sebeple uçaklara çeşitli sensör ve sistemler entegre edilmiştir. Bu sistemler arasında, düşman uçağını ve yerden havaya atılan füze sistemlerini gösterebilen RWR, atılan füzeyi ikaz eden MWS, yere veya karşıdaki bir engelle çarpmayı engelleyen PGCAS ve TCAS, ses ile komut sağlayan Voice Command System sayılabilmektedir. Bu teknolojiler vasıtasıyla daha güvenli ve daha efektif bir uçuş imkânı sağlanmış olmaktadır.

Günümüzde sahip olunan teknolojik bilgi seviyesine göre silahların niceliği yani sayısı değil niteliği yani etkisi önem arz etmektedir. Karmaşık ve ileri teknolojiler ile yapay zekâ kullanımına başlayan gelişmiş ülkeler son dönemde daha kritik bir pozisyon almışlardır. Çünkü görülmektedir ki bu teknolojiler kullanıldığında hem savunma ihtiyacı daha verimli olarak karşılanabilmekte hem de ülkelerin ekonomik olarak hem insan hem de ürün masraflarını en aza indirerek bir bilgisayar ve işlemci vasıtasıyla tek hava platformu ile birçok görevi tek başına yapabilecek teknolojik donanımına sahip olmuşlardır. Elbette bu teknolojik gelişmelerin hayata geçebilmesi için ülkeler üniversiteleri ve savunma endüstrisi ile birlikte çalışmakta ve daha hızlı bir gelişim sağlayabilmektedir.

Yapay zekâ ve hergün ortaya çıkan yeni teknolojiler bugünün merak edilen konuları yarının ise vazgeçilmezleri olacaktır. Bu gelişmeler ve değişimler hayatımızın her alanını baştan sona etkileyecek, değiştirecek ve kolaylaştıracaktır. Elbette bu gelişmeler hem iş hem de sosyal hayatımızı baştan sonuna kadar değiştirecektir. Bu teknolojiye direnmek yerine sahiplenmek gerekliliği her geçen gün hayatımıza giren yapay zekâ ürünleri ile desteklenmektedir. Bugün savunma sanayinde de yapay zekâ alanında ilerlemek çağı yakalayabilmek ve küresel ekonomide söz sahibi olabilmek için son derece önem taşımaktadır. Artık kablosuz ağlar yardımıyla F-16 uçakları uzaktan kontrol edilebilmekte, insansız hava araçlarına yapay zekâ modellemesi ile hedef tespiti, teşhisi ve imhası yapılabilmekte, havada karşılaştığı problemlere kendi başına çözümler üretebilmektedir.

Bugün Japonya, Çin, Avustralya ve ABD askeri havacılık yönünü stealth teknolojisine sahip, yapay zekâ kullanan ve “Wingman Drones” adını verdikleri kol elemanı İHA'lara

çevirmiştir. Bu alanda ise ABD XB-58 Valkyrie isimli yapay zekâlı İHA'sı üzerinde çalışmaktadır. Bu araçlar A-400 M gibi taşıyıcı platformlardan istenilen noktadan atılabilecek ve uzaktan kontrol edilebilecektir. Hem yerden hem de sistem komutanı olarak görev yapacak insanlı bir uçaktan tüm sistem elemanı İHA'lar yönlendirilebilecektir. Yapay zekâyâ sahip olan bu İHA'ların eğitimleri 2019 yılının Mart ayında başlatılmış olup bu makinaların öğrenmeleri asla durmayacaktır. 2023 yılında aktif göreve başlaması planlanan XB-58'ler, öğrendikleri ve görüntüledikleri tüm bilgileri anlık olarak data linkler vasıtasıyla kara, deniz ve havadaki tüm platformlara iletebileceklerdir. Bu kapsamda ABD F-15-E (X)'leri ile F-35'lerini sisteme entegre etme çalışmalarına başlamıştır. Şuan yarı-otonom olarak görev yapabilme kabiliyeti olan XB-58'lerin yakın zamanda tam otonom hale gelebilmesi için çalışmalar yürütülmektedir.

Yapay zekâ teknolojisi ve İHA konsepti ile savaş stratejileri tamamen değişecektir. Türkiye için ise bu ölçüde milli İHA ve SİHA konseptinin akıllı hale getirilip data linkler vasıtasıyla müşterek bilgi akışı içerisinde hareket edebilmeleri önem taşımaktadır. Bu kapsamda savunma sanayi Türkiye'nin bulunduğu jeopolitik konum sebebiyle çok daha önemli bir hal almaktadır. Çünkü caydırıcılık temelinde sahip olunan ekonomik güç ve savunma sanayinin gücü ile doğru orantılıdır. Aynı zamanda bu iki kavram da birbiri ile orantılı gözükmemektedir. Uluslararası arenadaki güçlü devletlere bakıldığında güçlü savunma sanayisi olan devletlerin aynı zamanda da güçlü birer ekonomiye sahip oldukları ortadadır.

Bu çerçevede Türkiye'nin savunma havacılığı yol haritasında; savunma stratejilerini bir üst seviyeye çıkarabilecek yapı ve teknolojileri Türkiye'ye ithal etmek, bu teknolojileri üretebilecek insan gücü ve tesislere destek vermek ve bu konuda yeni yetişen nesli bilinçli bir şekilde milli üretime ve onun uzantılarına teşvik etmek yer almaktadır. İşte dünyadaki gelişmiş ülkelerin sahip olduğu bu veya buna benzer yapay zekâ teknolojilerine sahip olmak için belirli bir vizyon ile çalışmak Türkiye'nin geleceği açısından çok önemlidir. Bu sebeple savunma sanayi ve yapay zekânın eksenini oluşturan başta matematik, matematiksel modelleme, fizik, uzay, bilgisayar ve yapay zekâ algoritmaları yazabilecekleri programlama alanında olmak üzere her alanda yetişmiş insan gücüne ihtiyaç bulunmaktadır.

7. KAYNAKLAR

- Agard. (1982). Advanced Avionics and the Military Aircraft Man/I Machine Interface. Conference Proceedings No. 329
- Aksoy, S.C. (2012). Akıllı Ulaşım Sistemlerinde Kullanılacak Haberleşme Ağının Planlanması
- Baran, T. (2018). Türkiye’de Savunma Sanayi Sektörünün İncelenmesi Ve Savunma Sanayi Sektörü Harcamalarının Ekonomi Üzerindeki Etkilerinin Değerlendirilmesi. Uluslar arası İktisadi ve İdari Bilimler Dergisi (DEAS)
- BDL. (2020). Alman Havacılık Tarihi. Erişim adresi:<https://www.bdl.aero/de/zeitreise-der-deutschen-luftfahrt>
- Bell X-1. (2020). Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/Bell_X-1
- Boeing. (2020). Statistical Summary of Commercial Jet Airplane Accidents Worldwide Operations, 1959-2019.
- Bozüyük, T., Yağcı, C., Gökçe, İ., Akar, G. (2005). Yapay Zeka Teknolojilerinin Endüstrideki Uygulamaları
- Brown, S.M. (2014). The Design and Implementation Of Embedded Software For A Low Cost Radar Warning Receiver
- Collins Aerospace. (2019). Avionics Management Systems. Erişim adresi: <https://www.rockwellcollins.com/-/media/files/unsecure/products/product-brochures/integrated-systems/flight-deck/flight2-brochure.pdf?lastupdate=20190730151741>
- Çetin, S. (2015). Türk Savunma Sanayi Gelişimi İçin Hızlandırılmış Teknoloji İstihbarat Yöntemi
- Çevik İ. (2017). Kabin Memuru Yönetim Sistemi Mobil Uygulaması
- Çoban, T. (2018). Sinemada Yapay Zeka
- DASS System. (2020). Erişim adresi:<https://www.eurofighter.com/the-aircraft>
- Demirdelen, M. (2016). Uçak Üretim Yan Sanayi Kuruluşlarında Kimyasal Maruziyetlerin ve Risklerin Belirlenmesi
- Doğan A. (2002). Yapay Zeka. Kariyer Yayınları

- Eldem, M.O. (2015). Askeri Aviyonik Sistemler Ve Modernizasyon. Tmmob Emo Ankara Şubesi Haber Bülteni 2015/2
- Eldem M.O. (2015). Askeri Aviyonik Sistemler ve Modernizasyon(6). Tmmob Emo Ankara Şubesi Haber Bülteni 2015/3
- Emily. (2020). Erişim adresi: <http://www.j-hangarspace.jp/japanese-aviation-history>
- Eurofighter. (2020). Erişim adresi: <https://www.eurofighter.com/the-aircraft>
- F-16 A/B Mid-Life Update Production Tape M1 The Pilot's Guide to new capabilities&cockpit enhancements F333657-90-C-2233 ECP 1885R1. (1998). Erişim adresi: <https://www.scribd.com/doc/2326267/F-16-MLU-Manual-Part-1#download>
- F-16 Autopilot Systems. (2020). Erişim adresi: <https://steamcdn-a.akamaihd.net/>
- Fcc Uluslararası Finans Yatırım Yönetim Danışmanlık A.Ş. (2012). Çorum Savunma Sanayi Sektörel Araştırma Raporu
- Fransa Hava Kuvvetleri Tarihi. (2020). Erişim adresi: <https://devenir-aviateur.fr/venir/histoire-de-larmee-de-lair#date-1564>
- Geoffrey, O. B. (Mayıs, 1997). Head-Up Display Symbolology for Ground Collision Avoidance. USAF B.S. Aeronautical Engineering United States Air Force Academy
- GPS Bileşenleri. (2018). Erişim adresi: <https://thesciencegeek.org>
- Gordon, A. (1962). History of Flight
- Gossamer Albatross, Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_aviation, 2020.
- Gruss, M. (2020). A new artificial intelligence contract to keep planes flying. Erişim adresi: <https://www.c4isrnet.com/artificial-intelligence/2020/01/15/a-new-artificial-intelligence-contract-to-keep-planes-flying/>
- Güngör, M., Tekin, A., Yılmaz, R. (2009). Wimax: Diğer Geniş bant Telsiz Erişim (GTE) Teknolojileri ile Karşılaştırılması
- Hardesty, V. (1991). Barbarossato Berlin: A SummingUp". Red Phoenix: The Rise of Soviet Air Power 1941–1945. Washington, D.C. Smithsonian Institution. s. 225.
- Hardesty, V. (1991). Appendixes. Red Phoenix: The Rise of Soviet Air Power 1941–1945. Washington, D.C. Smithsonian Institution. s. 253

- Havayolu ve Havacılık Terimler Sözlüğü. (2020). Erişim adresi:<https://www.avjobs.com/history/airline-glossary.asp>
- Havacılık ve Yapay Zeka. (2020). Erişim adresi:<https://blog.havacilikpsikolojisi.net/havacilik-ve-yapay-zekâ>
- Havacılık Tarihi. Erişim adresi (2 Mayıs 2020): https://en.wikipedia.org/wiki/History_of_aviation
- Havacılık Tarihi, Ruslar Geliyor. (2001). Erişim adresi: <https://acikradyo.com.tr/arsiv-icerigi/havacilik-tarihi-ruslar-geliyor>
- Helikopterin 2500 yıllık tarihi. 2010. Erişim adresi:https://www.ntv.com.tr/galeri/teknoloji/helikopterin-2500-yillik-tarihi,mC59-iRkUkOuGhIFisCUNQ/uCZLZvDHkG7C6B_6HQTPg
- Helikopterlerin Kısa Tarihi. (2020). Erişim adresi: <http://www.havaciyiz.com/Tarih09-Helikopter1.htm>
- History of Aviation. (2009). Erişim adresi:https://www.sweethaven02.com/PDF_Lifelong/History%20of%20aviation.pdf
- History of Japanese First Jet Aircraft. (2020). Erişim adresi:<https://airandspace.si.edu/stories/editorial/history-japans-first-jet-aircraft>
- History of Japan Aviation. (2020). Erişim adresi:<https://www.khi.co.jp/corporate/history/003.html>
- Hobbs, A. (2004). Human Factors: The Last Frontier of Aviation Safety? Article in International Journal of Aviation Psychology
- How artificial intelligence is now supporting the aviation industry. (2020). Erişim adresi:<https://www.aviationbusinessnews.com/low-cost/artificial-intelligence-aviation-industry/>
- Hunt, K. (2019). Intelligent transportation Systems (ITS)
- Hürkuş, V. (1942). Havalarda İstanbul. Kanaat Kitapevi
- Ilıcalı, M., Camkesen, N., Kızıltaş, M.Ç., Ergin,E. (2015). İstanbul'da Kent içi Ulaştırma Sistemleri ve AB Ülkeleri ile Karşılaştırmalı Bir Değerlendirme

- İçen, E. (2018). Küresel Ve Bölgesel Konumlama Sistemleri, Teknolojileri Ve Uygulamaları
- İlk Sovyet Jetleri ve Jet Motorları. (2020). Erişim adresi: <http://www.tayyareci.com/rus-ucaklari/rusjet.asp>
- Integrated Systems, Erişim Adresi: <https://www.rockwellcollins.com/media/files/unsecure/products/product-brochures/integrated-systems/flight-deck/flight2-brochure.pdf>, 2019.
- İstatistiklerle Hava Taşımacılığı Kazaları (2012). Uçak-Havacılık-Uzay Mühendisliği Meslek Dalı Ana Komisyonu, Cilt : 48 Sayı: 566
- JAXA. (2013). New JAXA Philosophy and Corporate Slogan" (JAXA'nın Yeni Felsefesi ve Kurumsal Sloganı). Erişim adresi: https://global.jaxa.jp/press/2013/10/20131009_jaxa_e.html
- John, F., Keane J.F., Carr, S.S. (2020). A Brief History of Early Unmanned Aircraft, Erişim adresi: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.686.7958&rep=rep1&type=pdf>
- Kargın, A. (2015). RFID (Radio Frequency Identification) (Radyo Frekansı ile Tanımlama)
- Kaya, İ.S. (2016). Chicago Sözleşmelerinin Uluslararası Hukuk Açısından Değerlendirilmesi. İnönü Üniversitesi Hukuk Fakültesi Dergisi Cilt:7 Sayı:2
- Kaymaklı, H. (1997). Havacılık Tarihinde Türkler-2. Hv.K.Yayınları
- Keleşoğlu, Ö., Fırat, A. (2006). İç Basınç Altında İnce Cidarlı Kabukların Yapay Sinir Ağları ile Çözümü
- Kenanoğlu, M.E. (2018). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Dışsallık Bağlamında Değerlendirilmesi: Seçilmiş Ülke Uygulamaları
- Kent, G.B. (2016). H8K “Emily”, Japanese Flying Boat, The Pacific War Online Encyclopedia©2007,2009,2014,2016 by Kent G. Budge. Erişim adresi: http://pwencycl.kgbudge.com/H/8/H8K_Emily.htm
- Kızıllarlan, M., Yiğit, C.Ö., Çalışkan, E. (2016). Gps-Ppp Ve Gps/Glonass-Ppp Yöntemlerinin Konum Belirleme performansının değerlendirilmesi
- Kızılcı, S., Kavuran, T. (2019). İkinci Dünya Savaşı'nda Japonya Karşısı ABD Propaganda Posterlerinin Korku Çekiciliği Bağlamında İncelenmesi, sf.66

- Killian J. (2007). Testing the Latest Embedded GPS/INS Hybrid Navigation System for the F-16 Fighting Falcon
- Kir, K. (2010). Analysis On Link-16 Tactical Digital Information Link (TADIL) System Networks
- Korul, V., Küçükönel, H. (2003). Türk Sivil Havacılık Sisteminin Yapısal Analizi
- Lee, C. (2018). What is a Radar Warning Receiver, or RWR?. Erişim adresi: <https://duotechservices.com/radar-warning-receiver-rwr-alr-69>
- Makine İmalat Sanayi. (2000). Özel İhtisas Komisyonu Raporu. DPT: 2536 – ÖİK: 552
- MEB yayınları. (2011). Aerodinamik. Erişim adresi: www.megep.meb.gov.tr
- MEB Yayınları. (2011). Uçağa Etkiyen Dört Ana Kuvvet
- Messerschmitt Me 262. (2020). Erişim adresi: https://en.wikipedia.org/wiki/Messerschmitt_Me_262
- Millî Savunma Ve Güvenlik Enstitüsü. (2014). Stratejik Vizyon Belgesi
- Military researchers to develop artificial intelligence (AI) algorithms for future Unmanned jet fighters. (2020). Erişim adresi: <https://www.militaryaerospace.com/unmanned/article/14169765/artificial-intelligence-combat-aircraft-manned-and-unmanned>
- Nairat, R. (2015). Akıllı Ulaşım Sistemlerinin Filistin Ramallah'ta Uygulanabilirliği
- Nilsson, N.J. (2010). The Quest For Artificial Intelligence, A History of Ideas and Achievements
- Orjih, O. (2006). Recent Developments in Aircraft Wireless Networks
- Özcan, B. (2007). Yapay Sinir Ağları
- Presented to Parliament by the Secretary of State for Transport by Command of Her Majesty. (2018). Aviation 2050 The future of UK aviation.
- Putra, R.P. (2018). Russian Bomber's Policy in Proliferation Nuclear Weapons. Erişim adresi: https://www.researchgate.net/publication/324005961_Russian_Bomber's_Policy_in_Proliferation_Nuclear_Weapons
- RWR, Erişim adresi: <https://duotechservices.com/radar-warning-receiver-rwr-alr-69>, 2020.
- Salman, M. (2009). Füze İkaz Alıcılarında Hedef Tespiti İçin Bilgisayarla Görme Yaklaşımları

- Salur, M.N. (2015). İşletmelerde Finansal Başarısızlık Tahmini Ve Yapay Sinir Ağları Modelinin Kullanımı: Borsa İstanbul'da Bir Uygulama
- Savunma Sanayi Müsteşarlığı. (2016). Teknoloji Yönetim Stratejisi, 2011-2016
- Schweiger,J., Krammer,J. (1999). Active Aeroelastic Aircraft and its Impact on Structure and Flight Control Systems Design
- Science Learning Hub. (2020). A-Progression-Of-Flight-Timeline. Erişim adresi: <https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1691-a-progression-of-flight-timeline>
- Séna, C., Max, P. (2012). Seneviratne Ott Aruna, Wireless Communications and Applications. Springer Science and Business Media LLC
- Şengöz, N. (2016). Yapay Zekâ Metodlarının Bir Sınıflandırma Probleminde Karşılaştırılması
- Shgm. (2020). Tarihçe. Erişim adresi:<http://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/1--tarihçe>,
- Socialist Worker Online. (2003, 1 Ağustos). Why did Stalin riseto power?
- Sovyet Hava Kuvvetleri. Erişim adresi (2 Mayıs 2020): https://tr.wikipedia.org/wiki/Sovyet_Hava_Kuvvetleri
- Sovyet Hava Kuvvetleri. Erişim adresi (02 Mayıs 2020): https://tr.wikipedia.org/wiki/Sovyet_Hava_Kuvvetleri
- Sönmez, O. (2020). Yapay Zeka. Erişim adresi: <https://web.itu.edu.tr>
- Spitfire, Erişim adresi: http://i237.photobucket.com/albums/ff163/deli_dumrul/coldwar-aviation/ihsantanbogan05sm.jpg, 2020.
- SU-27. (2020). Erişim adresi: https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Su27UB_67blue_cockpit_IRST.jpg
- T.C. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığı. (2014). Ulusal Akıllı Ulaşım Sistemleri Strateji Belgesi ve Eki Eylem Planı
- T.C. Millî Eğitim Bakanlığı Yayınları. (2012). Otomatik Uçuş. Erişim adresi: www.megep.meb.gov.tr
- T.O. GR1F16CJ1, Flight Manual Haf Series Aircraft F16 C/D Blocks 50 and 52+ Lockheed Martin Corporation f3365790c2002 f4262001d0058. (2003). Erişim adresi:<https://info.publicintelligence.net/haf-f16.pdf>

- Taha, A.A. (2010). Uçaklardaki Darbeli Doppler Radarları İçin Elektronik Karıştırmanın Algılama Menziline Etkisi
- Taşkesen, G. (2006). Türk Havacılık Tarihine Eleştirel Yaklaşım
- The Air Force's New AI Is Like R2-D2 for Fighter Jet. (2020). Erişim adresi: <https://www.popularmechanics.com/military/aviation/a26871027/air-force-ai-fighter-plane-skyborg/>
- Timeline of Artificial Intelligence. Erişim adresi (10 Mayıs 2020):https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Artificial_Intelligence
- Timeline of the Royal Air Force. Erişim adresi (2 Mayıs 2020): https://en.wikipedia.org/wiki/Timeline_of_the_Royal_Air_Force
- TU-95, Erişim adresi: https://tr.wikipedia.org/wiki/Tupolev_Tu-95, 2020.
- Tufan, H. (2014). Akıllı Ulaşım Sistemleri Uygulamaları Ve Türkiye İçin Bir Akıllı Teknolojiler Mimarisi Önerisi
- Tuzcuoğlu, H. (2003). Yapay Zeka Teknikleri, Depremde Kullanılması ve Küme Kuramlar
- Tübitak. (2018). 2003-2023 Strateji Belgesi. Erişim adresi:[Vizyon2023.tubitak.gov.tr](http://vizyon2023.tubitak.gov.tr)
- Türkiye'nin Gökyüzündeki Başarı İmzası, (2020). Erişim adresi:<https://www.trthaber.com/haber/gundem/turkiyenin-gokyuzundeki-basari-imzasi-yerli-ihave-sihalar-464449.html>
- Uçuş Göstergeleri. (2020). Erişim adresi: <http://www.caneracarbay.com/2015/04/ucus-gostergeleri>
- Uçucu Ekip Uçuş Görev ve Dinlenme Süreleri ile Uygulama Esasları Talimatı (SHT 6A – 50) (Rev. 02). (2020). Erişim adresi: web.shgm.gov.tr
- UK Essays. (2020). A History Of Fly By Wire. Erişim adresi:<https://www.ukessays.com/essays/engineering/a-history-of-fly-by-wire-engineering-essay.php>
- Ulaştırma Bakanlığı. (2020). Akıllı Ulaşım Sistemleri. Erişim adresi:<http://hgm.udhb.gov.tr/tr/sayfa/49>

- Ulaştırma Bakanlığı. (2011). Özel İhtisas Komisyonu Raporu Hava Yolu Ulaştırması Alt Komisyonu Raporu. DPT: 2584 ÖİK: 596.
- Unmanned Aerial Vehicle. Erişim adresi (2 Mayıs 2020):https://en.wikipedia.org/wiki/Unmanned_aerial_vehicle
- US Aviation History. (2020). Erişim adresi:<https://www.avjobs.com/history/index.asp>
- US FAA. (2020). A Brief History of US Aviation, Erişim adresi:https://www.faa.gov/about/history/brief_history/
- US FAA. (2011). Introduction to TCAS II, Version 7.1
- US FAA. (1994). Airman's Information Manual
- Uzel, T., Kartal, F., Güllal, E., Erkaya, H., Hoşbaş, R.G. (1998). Gps / Glonass İkili Sistemi. Harita ve Kadastro Mühendisliği Dergisi
- Voice Command System. (2020). Erişim adresi: <https://www.youtube.com/watch?v=Jsi6ukXg9as>
- Wernher, V.B. (1966). History Of Rocketery
- Wilson, J.R. (2019). Artificial intelligence (AI) in Unmanned vehicles. Erişim adresi:<https://www.militaryaerospace.com/home/article/16709577/artificial-intelligence-ai-in-unmanned-vehicles>
- Worth, R.H.Jr. (1995). Savaşta başka çare yok: Japonya üzerindeki Amerikan Ambargosu ve Pasifikteki savaşın patlak vermesi
- XB-70. (2020). Erişim adresi: <https://www.bdl.aero/de/zeitreise-der-deutschen-luftfahrt>
- XQ-58A Valkyrie. (2019). Erişim adresi: <https://www.c4isrnet.com/air/2019/03/14/introducing-skyborg-your-new-ai-wingman>

8. EKLER

8.1. TERİMLER SÖZLÜĞÜ (Havayolu ve Havacılık Terimler Sözlüğü, 2020)

Kanatçık

Her kanat ucunun arka kenarında bulunan kontrol yüzeyi.

Uçak Kanadı

Uçak kanadı, alt ve üstünden geçen hava arasındaki basınç farkını kullanarak kaldırmayı sağlayan uçak sathı.

Altimetre

Bir uçağın ortalama deniz seviyesinin (MSL) üzerindeki yüksekliği gösteren bir cihaz.

Kokpit Ses Kayıt Cihazı (CVR)

Kokpitte duyulabilir sesleri, ayrıca uçak tarafından yapılan ve alınan tüm radyo yayınlarını ve uçakta yapılan tüm dahili telefon ve genel anonsları kaydeden bir cihaz. Genellikle son 30 dakikanın sesini tutan sürekli bir döngü kaydedicidir.

Kuyruk Bölümü

Bir uçağın çeşitli kuyruk yüzeylerini, yani dikey ve yatay stabilizelerini ifade eden bir terim.

Federal Havacılık İdaresi (FAA)

ABD'nin hava güvenliği ve hava trafik kontrol sisteminin işletilmesinden sorumlu devlet kurumu.

Flaplar

Kontrol yüzeyleri bir kanadın arka kenarına monte edilir ve kanadın daha düşük hızlarda ürettiği kaldırma miktarını arttırmak için kullanılır. Flaplar aynı zamanda iniş yaklaşımı sırasında bir uçağı yavaşlatma etkisine sahiptir.

Uçuş Veri Kayıt Cihazı (FDR)

Bir uçuşla ilgili teknik bilgileri kaydeder. Bir FDR, uçağın hızı, yüksekliği, istikameti ve diğer uçuş parametreleriyle birlikte çeşitli uçak sistemlerinin performansı hakkında bilgi kaydeder. Bir kokpit ses kayıt cihazı (CVR) gibi, bir uçuş veri kayıt cihazı da bir kazanın kuvvetlerine dayanacak şekilde tasarlanmıştır, böylece bilgileri kazaya yol açan koşulları yeniden oluşturmak için kullanılabilir (bazı durumlarda dijital uçuş veri kaydedicisi veya DFDR).

Uçuş Güvertesi

Kokpit olarak da adlandırılan, bir uçağın pilotların oturduğu ve uçağı kontrol ettiği bölümüdür.

Uçuş planı

Bir uçuşun varış noktası, rota, uçaktaki yakıt, vb. gibi beklenen operasyonel ayrıntılarını kapsayan gerekli bir planlama belgesi. Uygun hava trafik kontrol birimine gönderilir. Hem VFR hem de IFR uçuş planları olmakla birlikte VFR planlar zorunlu değildir.

Navlun

Posta hariç tüm hava kargoları.

Glideslope

Bir piste ideal iniş yolu. Yerden iletilen radyo sinyalleri ile elektronik olarak tanımlanabilir. Özel bir radyo alıcısı taşıyan bir uçak, bu elektronik kayma yolunu tespit edebilir ve piste kadar takip edebilir.

Hipersonik Uçuş

Uçuş Mach 5'ten daha yüksek hızlarda veya ses hızının beş katında yapılır.

Alet Uçuş Kuralları (IFR)

Belirli sınırlı görünürlük ve bulut koşullarında uçuşu yöneten kurallar. IFR uyarınca, bir hava aracının hava trafik kontrol tesisleri ile temas halinde olması gerekir ve hava trafik kontrol ile diğer tüm IFR hava araçlarından ayrılır.

Aletli İniş Sistemi (ILS)

Bir piste yaklaşan uçaklara radyo tabanlı yatay ve dikey kılavuzluk sağlar. Düşük görüş koşullarında iniş uçaklarına kılavuzluk etmek için kullanılır.

Knot

Saatte bir deniz mili kısaltması. Bir deniz mili, bir mevki milinden yüzde 15 daha uzun olduğu için, deniz mili olarak ifade edilen bir hız, saatte mil olarak ifade edilenden %15 daha yüksektir.

Kaldırma

Bir uçağın kanatları boyunca havanın hareketinden kaynaklanan kuvvet. Bir uçağın ağırlığının üstesinden gelmek için yeterli kaldırma üretildiğinde, hava aracı yükselir.

Minimum Ekipman Listesi (MEL)

Bir uçağın yolcularla yasal olarak kalkabilmesi için iyi çalışır durumda olması gereken hava aracı ekipmanlarının bir listesi. Bir uçağın uçuşa elverişliliği için gerekli olmayan bazı parçaların onarımı, FAA tarafından onaylanan sınırlı bir süre için ertelenebilir.

Paylon

Bir uçağın yapısının, motoru bir kanala veya gövdeye bağlayan kısmı.

Radar

Terim "Radyo Algılama ve Değişen" ifadesinden türemiştir. Ultra yüksek frekanslı radyo dalgalarının kesin bir hızda seyahat ettiği ve vurdukları nesnelerden yansıdığı ilkesine dayanır. Bir nesnenin yönünü ve mesafesini belirlemek için kullanılır.

Dümen

Genellikle dikey stablizenin arka kenarına monte edilen ve uçağın sapma hareketini yani uçağın burnunun sol ve sağ hareketini kontrol eden bir kontrol yüzeyi.

Simülatör

Acil durumlar da dahil olmak üzere uçuş senaryolarını simüle eden pilotları eğitmek için kullanılan yere dayalı bir cihaz.

Hız Frenleri/Pike Flabı

Pike Flabı olarak da bilinir, normalde monte edildikleri kanat veya gövde ile aynı hizada olan, ancak daha fazla sürüklenme ve uçağı yavaşlatmak için hava akışına uzatılabilen yüzeylerdir.

Süpersonik Uçuş

Yüksekliğe göre değişen ancak deniz seviyesinde saatte 700 milden fazla olan ses hızından daha yüksek hızlarda uçuş.

Terminal Kontrol Alanı (TCA)

En yoğun havalimanlarının çevresinde ve üzerinde belirlenmiş bir bölge. TCA'larda yapılan bir uçuş pilot deneyimi, uçak ekipmanı ve iletişim kapasitesi için katı şartlar taşımaktadır.

İtke/Thrust

Bir jet motoru veya pervane tarafından üretilen kuvvet. Newton fiziğı tarafından tanımlandığı gibi, bir jet egzozunun geriye doğru hareketine ileri tepkidir.

Trafik İkaz ve Çarpışma Önleme Sistemi (TCAS)

Diğer uçakların mevcudiyetine ilişkin pilotları aramak ve uyarmak için ticari jetlerle kurulmuştur. TCAS'ın geliştirilmiş versiyonları, pilotlara, uçakların çok yaklaşmasını önlemek için alınacak önlemler konusunda tavsiyelerde bulunur.

Transponder

Yer tabanlı radarla, üzerinde bulunduğu uçağı özel olarak tanımlayan dört haneli özel bir kodla sorgulamaya "yanıt veren" bir elektronik cihaz. Bazı transponderler özel koda ek olarak uçağın yüksekliğini otomatik olarak iletme özelliğine sahiptir.

Turbofan

Motorun hava akışının belirli bir bölümünün yanma odasını atladığı bir tür jet motoru.

Turbo Jet

Gücü yalnızca jet egzozunun sonucu olan "saf" bir jet motoru için orijinal atama.

Turboprop

Pervaneyi döndürmek için jet motoru kullanan bir tür motor. Turbopropolar, tipik bir jetinkinden daha yavaş ve rakımlardan daha düşük hızlarda göreceli verimliliklerinden dolayı genellikle bölgesel ve ticari uçaklarda kullanılır.

Görerek Uçuş Kuralları (VFR)

Genellikle iyi görünürlük ve sınırlı bulut örtüsü dönemlerinde uçuşu yöneten kurallar. VFR altında uçan uçakların hava trafik kontrolörleri ile temas halinde olmaları gerekmez ve diğer uçaklardan kendi ayrılmalarından sorumludur.

Geniş Gövde Uçağı

Genellikle yolcu kabininde birden fazla koridoru olan herhangi bir uçak olarak kabul edilir. Geniş gövdeli uçaklara örnek olarak Boeing 747 767 ve 777, Lockheed L-1011, McDonnell Douglas DC-10 ve Airbus Industries'in A300 ve A310 verilebilir. Teknik olarak, gövde çapı 200 inçten fazla olan herhangi bir hava aracı bir geniş gövde olarak kabul edilebilir.

ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler		
Adı Soyadı	Mustafa ŞEN	
Doğum Yeri	Eskişehir	
Doğum Tarihi	15.09.1984	
Uyruğu	T.C.	
Telefon	02667170117	
E-Posta Adresi	mustafatopraksen@gmail.com	
Web Adresi		

	Eğitim Bilgileri
	Lisans
Üniversite	Milli Savunma Üniversitesi Hava Harp Okulu
Fakülte	Fen Bilimleri
Bölümü	Uçak Mühendisliği
Mezuniyet Yılı	2006

	Yüksek Lisans
Üniversite	Bandırma Onyedli Eylül
Enstitü Adı	Fen Bilimleri Enstitüsü
Anabilim Dalı	Akıllı Ulaşım Sistemleri ve Teknolojileri
Programı	Akıllı Ulaşım Sistemleri