



**HAVAYOLLARI KAZA İNCELEME SONUÇLARININ
ORGANİZASYONEL SÜREÇLERE AKTARILMASINDA BOW TIE
YÖNTEMİNİN KULLANILMASI**

Seçim Seçkin KOÇAK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KAZALARIN ÇEVRESEL VE TEKNİK ARAŞTIRMASI ANA BİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

EYLÜL 2021

ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.

Seçim Seçkin KOÇAK

13/09/2021

HAVAYOLLARI KAZA İNCELEME SONUÇLARININ ORGANİZASYONEL SÜREÇLERE AKTARILMASINDA BOW TIE YÖNTEMİNİN KULLANILMASI

(Yüksek Lisans Tezi)

Seçim Seçkin KOÇAK

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Eylül 2021

ÖZET

Havacılık organizasyonlarında tehlikelerin tespit ve analizi için kullanılan yöntemlerden bir tanesi de BOW-TIE yöntemidir. BOW-TIE ile tehlike tespiti ve analizi sonucunda, kazaya giden süreçlerin engellenmesi ana amaçlardan birisidir. Emniyet yönetim sistemi içerisinde bu süreç devamlılık arz eder ve elde edilen verilerle havacılık organizasyonu içerisinde önlemler tanımlanır. Yaşanan havacılık kazaları sonrası inceleme süreçlerinde, kazayı oluşturan unsurların tespit edilerek önlemlerin alınması için, kaza kırım inceleme metotları kullanılır. Kaza veya olay incelemelerinden elde edilen veriler sistem içerisinde o anda gerçekleşmiş olan kaza/olay özelinde önlemler olarak sistem içerisine aktarılır. Havacılıkta ana hedef aynı kazanın/olayın bir daha yaşanmamasıdır. Bu çalışmada; havacılık organizasyonlarında emniyet yönetim sistemi içerisinde devamlılığı olan tehlike analiz metodu BOW-TIE içerisinde, kaza/olay inceleme sonuçlarından elde edilen verilerin aktararak, organizasyon içerisinde analiz sürekliliğinin sağlanması amaçlanmaktadır. Çalışmada, yaşanmış olayın bir kez geri beslemesinin değil, sürekli olarak organizasyon içerisinde değişken etkenlerin analizinin yapılmasının daha faydalı olacağını göstermek üzere örnek bir kaza, BOW-TIE yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Bilim Kodu	: 91124
Anahtar Kelimeler	: BowTie, tehlike, tehdit, kaza, kırım, olay, havacılık, ICAO, SMS, FAA, EASA, Annex, emniyet, organizasyon, kontrol
Sayfa Adedi	: 92
Tez Danışmanı	: Dr. Öğretim Üyesi Ebru ARIKAN ÖZTÜRK
İkinci Danışman	: Dr. Ahmet ÖZTÜRK

THE USE OF BOW TIE METHOD IN TRANSFERRING THE RESULTS OF AN
AIRLINE ACCIDENT INVESTIGATION TO ORGANIZATIONAL PROCESSES

(M. Sc. Thesis)

Seçim Seçkin KOÇAK

GAZİ UNIVERSITY

GRADUATE SCHOOL OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

September 2021

ABSTRACT

One of the methods used for the detection and analysis of hazards in aviation organizations is the BOW-TIE. As a result of hazard detection and analysis with BOW-TIE, one of the main purposes is to prevent the processes leading to an accident. This process is continuous within the safety management system and measures are defined within the aviation organization with the data obtained. In the processes after aviation accidents, accident investigation methods are used to determine the elements that constitute the accident and to take precautions. The data obtained from accident or incident investigations are transferred into the system as precautions specific to the accident / incident that took place at that time. The main goal in aviation is not to experience the same accident / incident again. In this study; In the hazard analysis method BOW-TIE, which has continuity within the safety management system in aviation organizations, it is aimed to ensure the continuity of analysis within the organization by transferring the data obtained from the accident / incident investigation results. A sample accident was examined using the BOW-TIE method to show that it would be more beneficial to continuously analyzes the variable factors within the organization, rather than the feedback of the experienced event once.

Science Code : 91124
Key Words : Bow-Tie, Hazard, Thread, Accident, Incident, ICAO, SMS, FAA, EASA, Annex, Safety, Organization, Control
Page Number : 92
Supervisor : Dr. Lecturer Ebru ARIKAN ÖZTÜRK
Co-Supervisor : Dr. Ahmet ÖZTÜRK

TEŞEKKÜR

Çalışmalarım süresince değerli yardım ve katkılarıyla beni yönlendiren, değerli bilgi ve tecrübelerinden yararlandığım, yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen, sürekli pozitif yaklaşımlarıyla beni teşvik eden danışmanlarım Gazi Üniversitesi Öğretim Üyesi Sayın Dr. Ebru Arıkan ÖZTÜRK'e ve çalışma arkadaşım Sayın Dr. Ahmet ÖZTÜRK'e çok teşekkür ederim. Ayrıca BOW-TIE diyagramı oluşturmada yazılımı sağlayan CGE Risk Management Solution şirketine de şükranlarımı sunarım.



İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	iv
ABSTRACT.....	v
TEŞEKKÜR.....	vi
İÇİNDEKİLER	vii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ.....	ix
ŞEKİLLERİN LİSTESİ.....	x
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xii
1. GİRİŞ.....	1
2. ULUSLARARASI HAVACILIĞIN KURUMSAL YAPISI.....	5
2.1. ICAO (International Civil Aviation Organization) – Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı.....	5
2.2. FAA (Federal Aviation Administration) Federal Havacılık İdaresi	6
2.3. EASA (European Aviation Safety Agency) Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı	7
2.4. Diğer Bölgesel Otoriteler	8
3. KAZA KIRIM İNCELEME KURULUŞLARI VE METOTLARI.....	11
3.1. National Transportation Safety Board (NTSB)- ABD.....	11
3.2. European Union Aviation Safety Agency-EASA	12
3.3. Türkiye’de Kaza Kırım İnceleme ve Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı	12
3.4. Kaza Kırım İnceleme Yöntemleri	13
4. HAVACILIK ORGANİZASYONLARININ YAPISI VE UÇUŞ EMNİYET GEREKLİLİKLERİ.....	17
4.1. Havacılık Şirketleri/ Organizasyonları Standart Teşkilat Yapısı	17
4.2. Havacılık Organizasyonları Yayın Sistemi	18
4.3. Organizasyonun SHGM ve Uluslararası Kuruluşlara Uyumluluk Gereklilikleri.....	19

	Sayfa
4.4. Emniyet Yönetim Sisteminin (EYS) İşleticilere Getirdiği Zorunluluklar	20
5. TEHLİKE ANALİZİ VE BOW-TIE YÖNTEMİ	23
5.1. Tehlike Analiz Yöntemleri.....	23
5.2. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis – FTA)	25
5.3. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis- ETA)	31
5.4. FTA ve ETA Metodlarının Kısa Karşılaştırılması	37
5.5. BOW-TIE Yöntemi	37
5.6. BOW-TIE Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi	48
6. KAZA KIRIM RAPORU	51
6.1. Kazanın Özeti.....	51
6.2. Tespitler.....	51
6.3. Bulgular.....	53
7. KAZA KIRIM RAPORU VERİLERİNİN TEHLİKE ANALİZ METODU BOW-TIE ŞEMASI İLE KIYASLANARAK ORGANİZASYONA AKTARILMASI	55
8. SONUÇ	67
KAYNAKLAR	71
EKLER.....	75
EK-1. BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri.....	76
EK-2. Jenerik olay için havayolu şirketinin hazırladığı BOW-TIE şeması.....	91
ÖZGEÇMİŞ	92

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge	Sayfa
Çizelge 3.1. Kaza kırım inceleme metodları sınıflandırması.....	16
Çizelge 5.1. Tehlike tanımlama teknikleri	24
Çizelge 5.2. Kaza basamakları.....	36
Çizelge 7.1. BOW-TIE ile kaza kırım sonuçlarının kıyaslanması.....	57
Çizelge 7.2. Kaza kırım inceleme sonuçlarının BOW-TIE tehditleri çizelgesine eklenmesi	61
Çizelge 7.3. Yeni eklenen tehditle oluşan BOW-TIE Tehdit Çizelgesi	64
Çizelge 7.4. Eklenen SS kullanım yetersizliği tehditi çizelgesi.....	64

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil	Sayfa
Şekil 3.1. Kaza oluşuma sebep olan unsurlar	14
Şekil 3.2. Kaza analiz ve risk analiz metodları	15
Şekil 4.1. Emniyet Risk Yönetim süreci	22
Şekil 5.1. Hata Analiz (FTA) ağacı	26
Şekil 5.2. Hata ağacı sembolleri	27
Şekil 5.3. Minimal cut set - temel ağaç parçası	28
Şekil 5.4. FTA uygulaması akış şeması	29
Şekil 5.5. Basit Olay Akış şeması FTA	30
Şekil 5.6. Basit araç kazası Hata Ağacı (FTA) gösterimi	30
Şekil 5.7. Hatalı pozisyon bilgisi işaretlenmiş hava aracı hata ağacı	33
Şekil 5.8. ETA uygulama akış şeması	34
Şekil 5.9. Örnek bir olay ağacı analizi	35
Şekil 5.10. Ardışık sistem arızası içeren ICAO örnek bir olay ağacı analizi.....	36
Şekil 5.11. Önleyici ve azaltıcı emniyet tedbirleriyle BOW-TIE şeması	39
Şekil 5.12. Tehlike, başlatıcı olay, kontrol tedbirleri ve sonuçların gösterildiği şema...	40
Şekil 5.13. BOW-TIE şeması.....	40
Şekil 5.14. Tehlike	41
Şekil 5.15. Ana olay/ başlatıcı olay	42
Şekil 5.16. Tehditler.....	42
Şekil 5.17. Sonuçların olduğu temel BOW-TIE	43
Şekil 5.18. Kontrol tedbirleri/ bariyerlerin eklendiği Bow-Tie	44
Şekil 5.19. Sonuçların etkinliğini azaltan kontrol tedbirleri	44
Şekil 5.20. Bariyerlerin etkinliğini azaltan artırıcı faktörler.....	45
Şekil 5.21. Artırıcı faktörlerin kontrol tedbirleri	46
Şekil 5.22. Jenerik olay için havayolu şirketinin hazırladığı BOW-TIE şeması	47

Şekil	Sayfa
Şekil 7.1. Tehlike : İniş	55
Şekil 7.2. Ana olay : Dikey hızlanmanın yerle temasta 2 G hızdan daha fazla olması ..	55
Şekil 7.3. 100 ft yükseklikte 900fpm hızla alçalma tehdidinin Bow-Tie incelemesi	59
Şekil 7.4. BOW-TIE şeması değişiklik teklifi	62
Şekil 7.5. SS kullanım yetersizliği ile oluşan yeni BOW-TIE şeması.....	65
Şekil 7.6. SS kullanım yetersizliği ile oluşan yeni Tehdit şeması	66



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler ve kısaltmalar, açıklamaları ile birlikte aşağıda sunulmuştur.

Kısaltmalar	Açıklamalar
AC	Advisory Circular – Tavsiye Yayını
AMC	Acceptable Means of Compliance – Kabul Edilebilir Uyumluluk
AR	Authority Requirements - Otorite Gereklilikleri
C1	Consequence 1- Sonuç 1
CAA	Civil Aviation Authority - İngiliz Sivil Havacılık Otoritesi
CAP	Civil Aviation Publications – CAA Havacılık Yayınları
CS	Certification Specifications – Sertifikasyon Şartları
DOT	Department of Transportation – ABD Taşımacılık Bakanlığı
EASA	European Aviation Safety Agency - Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı
ECAC	European Civil Aviation Conference - Avrupa Sivil Havacılık Konferansı
ET	Event Tree – Olay Ağacı
ETA	Event Tree Analysis - Olay Ağacı Analizi
EYS	Emniyet Yönetim Sistemi
F	Failure – Arıza
FAA	Federal Aviation Administration - Federal Havacılık İdaresi
FCOM	Flight Crew Operating Manual - Uçuş Ekibi İşletme El Kitabı
FCTM	Flight Crew Training Manual - Uçuş Ekibi Eğitim El Kitabı
FT	Fault Tree – Hata Ağacı
FTA	Fault Tree Analysis - Hata Ağacı Analizi
GM	Guidance Material - Kılavuz Dökümanlar
ICAO	International Civil Aviation Organization - Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı
IATA	International Air Transport Association – Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği
JAA	Joint Aviation Authorities – Müşterek Havacılık Otoriteleri
JAR	Joint Aviation Requirementss - Müşterek Havacılık Gereklilikleri
KAİK	Kaza Araştırma ve İnceleme Kurulu

Kısaltmalar	Açıklamalar
M	Mitigation - Hafifletme
MCS	Minimal Cut Set - Temel Ağaç Parçası
MED	Medical - Tıbbi
NTSB	National Transportation Safety Board - Ulusal Ulaşım Güvenliği Kurulu
OM	Operations Manual - İşletme El Kitabı
OR	Organization Requirements – Organizasyonel Gereklilikler
PF	Pilot Flying - Kumandalardaki Pilot/Uçuşu yapan Pilot
PM	Pilot Monitoring – Gözleyen Pilot
RA	Radio Altimeter - Radyo Altimetre Yüksekliği
S	Success - Başarı
SARP	Standards and Recommended Practices – Standartlar ve Önerilen Usuller
SHGM	Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SHY-6A	Sivil Havacılık Yönetmeliği - Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliği
SMS	Safety Management System – Emniyet Yönetim Sistemi
SOP	Standart Operating Procedures - Standart Hareket Usulleri
SS	Side Stick - Kumanda Çubuğu
TD	Touch Down - Yerle Temas Noktası

1. GİRİŞ

Dünyada sivil havacılık kurallarının belirleyici otoritesi Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatının (International Civil Aviation Organization- ICAO) temel görevinin, ek doküman Annex 6'da, emniyetli operasyon amacına ulaşmak için kriterler önermek olarak yazılmıştır. ICAO, bir hava aracı kaynaklı meydana gelen, yaralanma, ölüm, malzeme kaybı veya uçağın tamamıyla kaybıyla sonuçlanan olayları kaza olarak, uçuş emniyetini etkileyen kaza harici diğer olayları ise olay olarak tanımlamaktadır [1]. Havayolu taşımacılığındaki ana hedef, hava taşımacılığı unsurlarının tamamının öncelikle emniyetli, verimli ve kaliteli hizmet alınmasının sağlanmasıdır. ICAO yanında IATA (International Air Transport Association – Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği) kaza/olay istatistiklerini takip ederek kural düzenleyici olarak faaliyet göstermektedir. ICAO ve IATA ayrı ayrı yıllık olarak Uçuş Emniyet Raporu (Safety Report) yayınlarak kaza/olay istatistikleri ve tespitlerini organizasyonların dikkatine sunarlar [2,3]. Bunda amaç kaza/olay sayısının azaltılması ve hava taşımacılığının daha güvenli hale getirilmesidir. Her iki kurumda resmi ve ticari organizasyonlara yapacakları denetlemelerde, kazaları oluşturan sorunlara karşı alınması gereken önlemleri de bu dokümanlardaki tespitleri doğrultusunda belirleyerek denetim listesine madde olarak eklerler. Türkiye' de bu kurumların karşılığı olarak T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı içerisinde Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) ve Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi vardır.

Havacılık işleticileri hem yerel hem de uluslararası operasyon yapabilmek, sertifikalarını muhafaza edebilmek için Emniyet Yönetim Sistemi (EYS) kurarak işletmek zorundadırlar. 2010 yılında ilk taslağı sunulan ve EYS' nin nasıl olması gerektiğini açıklayan Annex 19 Safety Management (Emniyet Yönetimi) kitabı, şimdiye kadar ICAO yayınlarının içinde farklı yerlerdeki ilgili bilgileri toplayarak bu konuda ana doküman olmuştur [4].

EYS kapsamında hali hazırda var olan, yaşanan ve potansiyel tehlike olan konuların tanımlanması ile değerlendirilerek risk analizlerinin yapılması zorunluluktur. Organizasyon içerisinde tehlike analizi sonucunda risk azaltıcı tedbirlerin alınarak risklerin azaltılması, kabul edilebilir seviyeye getirilmesi, sürecin gözleminin nasıl yapılacağı da ayrıntılı açıklanmalıdır [4].

Havacılık şirketlerinde kurulacak yapıda, Emniyet Risk Yönetimi içerisinde, tehlike tanımlama, emniyet risk değerlendirme sorumluluğu belirlenmeli ve tehlike belirleme süreci ardıl (reaktif), öncül (proaktif) ve tahmini (prediktif) analizlere uygun veri toplama metotlarını kapsamalıdır [4]. Ana amaç kaza kırım/olay oluşumunu engelleyecek tedbirleri önceden alabilmektir.

Kaza önlenmesine yönelik olarak işletilmesi zorunlu sistemin tanımı yapılırken ICAO kaza ve olay sonrası inceleme, araştırma ve analizlerin yapılmasının nasıl olacağını da metot tanımlamadan, yetki sorumluluk dağılımına yönelik olarak Annex 13’ de açıklamıştır. Kaza araştırmasının amacı bir sonraki oluşması muhtemel kaza ve olayların oluşumuna engel olacak önlemleri almamızı sağlayacak verilerin toplanmasıdır [1].

Kaza /olay öncesi ve sonrası veri toplama, analiz etme ve sonuç çıkarma süreçlerinin olması gerektiğini yukarıda belirtilen yayınlarında açıklayan ICAO, teknik metotlar konusuna dokümanlarında değinmemiş bu alanı akademik çevreler ile kaza/olay/tehlike/risk analiz ve incelemesini yapan resmi/yarı resmi kuruluşlara bırakmıştır. Kaza inceleme nasıl olmalı sorusu ile başlayan süreç ardıl verilerden, öncül verilere evrilerek bugüne kadar çeşitlenerek gelmiştir. Gelenen son aşama, organizasyonun daha emniyetli işler hale gelmesi, kendi işleyiş sürecinde kendini tedavi edebilir olması amacıyla elde edilen verilerin işlenerek kullanılmasıdır. Kaza/olay yaşanmasının ardından organizasyonlarda genellikle gerekli düzenlemeler ardı ardına yapılmaya başlanılır. Alınan önlemler kısıtlayıcı olabileceği gibi bazı kuralları değiştirici de olabilir. Genellikle getirilen ek tedbirler kazadan elde edilen verilerin dayanakları kaybolunca da değiştirilebilir, yumuşatılabilir veya zamanla organizasyona ek yük getirdiği düşünülerek kaldırılabilir.

Havacılık organizasyonlarında tehlikelerin tespit ve analizi için kullanılan yöntemlerden biri de BOW-TIE yöntemidir. BOW-TIE yöntemi havacılık kazalarında bariyerlerin tespit edilmesi ve bu tespitlerin havacılık şirketi organizasyonunun işleyişine aktarılması ve takip edilmesinde etkili bir yöntemdir. Çalışmada, EYS içerisinde yapılan tehlike analizlerinde kullanılan BOW-TIE şemalarına kaza/olay verilerinin aktararak alınması gereken önlemlerle kurumsal hafızaya işlenmesi ve devamlılığının sağlanması amaçlanmaktadır. Çalışmada kaza kırım inceleme metotları, tehlike analiz metotları ayrı ayrı çalışmalar olarak ele alınmış ve her iki süreçten elde edilen verilerin, cevapların organizasyonun işleyiş sürecine aktarılması incelenmiş olup, yaşanmış olayın bir kez geri beslemesinin değil,

sürekli olarak organizasyon içerisinde değişken etkenlerin analizinin yapılmasının daha faydalı olacağını göstermek üzere örnek bir kaza, BOW-TIE yöntemi kullanılarak incelenmiştir.

Çalışmanın birinci bölümünde havacılığın işleyişinin anlaşılması için havacılığın kurumsal yapısından bahsedilmiştir. İkinci bölümde kaza/olay inceleme sürecine dahil olan kuruluşlar ve kullanılan kaza inceleme yöntemleri bilgi olarak verilmiştir. Üçüncü bölümde havacılık şirketlerinde olması gereken yapı ve zorunluluklar kısaca anlatılmıştır. Dördüncü bölümde tehlike analizi ve BOW-TIE yöntemi anlatılarak, örnek olarak incelenecek olaya ait oluşturulmuş şema verilmiştir. Beşinci bölümde yaşanmış bir kazanın raporu üzerinden sonuçlar incelenmiş altıncı bölümde bu veriler BOW-TIE şemasına çizelgeler hazırlanarak aktarılmıştır. Kaza kırım sonuçlarının sistemde unutulmadan işlenme devamlılığının, organizasyon içerisinde sürekliliği olan Emniyet Yönetim Sistemi vasıtasıyla kullanılmasında bir yöntem incelemesi yapılarak çalışma tamamlanmıştır.

2. ULUSLARARASI HAVACILIĞIN KURUMSAL YAPISI

2.1. ICAO (International Civil Aviation Organization) – Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı (International Civil Aviation Organization-ICAO) Chicago Konvansiyonu'na (7 Aralık 1944) imza atan 52 ülke tarafından, Birleşmiş Milletler kuruluş kararnamesinin 43. maddesine dayanarak 4 Nisan 1947 tarihinde kurulmuştur.

ICAO'nun amaç ve hedeflerini Chicago Convention Madde 44'te yazdığı gibi ana hatları ile aşağıdaki biçimde özetlemek mümkündür [5].

- Sivil havacılığın uluslararası bağlamda ve küresel ölçekte güvenli ve düzenli gelişimini sağlamak,
- Uçuş emniyetini geliştirmek,
- Uçuş ve havaalanı güvenliğinin sağlanmasına destek olmak,
- Hava araçlarının barışsever amaçlar için yapım ve işletimlerini desteklemek,
- Daha etkin uluslararası sivil havacılık için havayolları, havaalanları ve hava seyrüsefer tesislerinin gelişimini sağlamak,
- Güvenli, düzenli ve ekonomik hava taşımacılığının küresel gereksinimlerini karşılamak,
- Haksız rekabetin yol açabileceği israfı önlemek,
- Taraf ülkelerin haklarını tam olarak korumak ve ülkelere uluslararası havayolu işletmeciliği konusunda fırsat eşitliği sağlamak, taraf ülkeler arasında ayrımcılık yapmamak,
- Uluslararası sivil havacılığı ilgilendiren tüm konuların gelişimi ve yenilenmesi için çaba göstermek.

Küresel düzeyde güvenlik, emniyet, çevre, hava ulaşımında ileri teknolojilerin kullanımı ve olanaklar ölçüsünde liberalleşme konuları, ICAO'nun en önemli ve ön plana çıkan faaliyetlerinin odaklandığı ve yoğunlaştığı konulardır.

Öte yandan ICAO'nun başlıca görevlerinden birisi de üye ülkelere, uluslararası hava taşımacılığı konularında, ekonomi politikaları belirlemede ve hukuki düzenlemeler oluşturmada rehberlik etmektir.

ICAO, 193 üye ülkesi ve endüstri grubu ile, belirlediği uluslararası sivil havacılık Standartları ve Önerilen Uygulamaları (Standards and Recommended Practices (SARP)) ile güvenli, verimli, ekonomik açıdan sürdürülebilir bir sivil havacılık sektörü oluşturmak ve doğaya karşı sorumlu politikalar konusunda taraflarla fikir birliğine varmak için çalışmaktadır. Bu SARP'ler ve politikalar, ICAO Üye Devletleri tarafından yerel sivil havacılık operasyonları ve düzenlemelerinin küresel normlara uygun olmasını sağlamak için kullanılmaktadır; bu da havacılığın küresel ağında günlük 100.000'den fazla uçuşun dünyanın her bölgesinde güvenli ve güvenilir bir şekilde yapılmasına olanak sağlamaktadır.

ICAO tarafından kuralları ve standartları belirlenmiş, dökümanlarla yayınlanmış uygulamalar üye ülkeler tarafından kabul edilmekte ve ülke otoritelerinin denetimleri ile uluslararası diğer havacılık kuruluşlarının denetimine tabi olarak işletilmektedir.

2.2. FAA (Federal Aviation Administration) Federal Havacılık İdaresi

ICAO Birleşmiş Milletler Teşkilatının kuruluşunun ardından ortaya çıkmış olmasına rağmen, FAA (Federal Aviation Administration), Federal Havacılık İdaresi çok daha önceden modern havacılık tarihinin ABD' de gelişimiyle şekillenen bir kuruluştur [6].

1903 yılında Orville Wright kardeşi Wilbur 12 saniyelik ilk uçuşu gerçekleştirerek dünya çapında havacılık endüstrisinin başlangıcına yol açtılar. I. Dünya Savaşı sonrası sınırlı gelişmelere rağmen, havacılık yıllarca güvenilirliği düşük bir ulaşım yöntemi olarak kaldı. 1925 yılında kabul edilen Hava Posta Yasası, kârlı bir ticari havayolu endüstrisinin yaratılmasını kolaylaştırdı ve birçok havayolu şirketi ticari yolcu taşıma seferlerine başladı [6].

Hava taşımacılığındaki ve ekonomideki gelişim sonucunda 1926 yılında kabul edilen Federal Hava Ticaret Yasası ile Ticaret Bakanlığı ve bakanlık bünyesinde Havacılık Şubesi kuruldu. 1934 yılında büyütülerek ismi Hava Ticaret Bürosu olarak değiştirilen birim, 1936 yılında Hava Trafik Merkezlerini de bünyesine katarak hava trafiğinin kontrolü ve idaresini federal olarak yönetmeye başladı. 1938 yılında Sivil Havacılık Yasası onaylanarak yürürlüğe girdi. Bu yasayla kaza soruşturmalarını yürütecek ve önleme yolları önerecek üç üyeli bir Hava Güvenliği Kurulu ile bağımsız Sivil Havacılık Otoritesi (CAA) kurulmuş oldu [6].

1958 yılında, sivil havacılıktaki sorumluluk ve yetkileri uçuş emniyetinden sorumlu yeni bir bağımsız Federal Havacılık Ajansı'na aktaran Federal Havacılık Kanunu onaylanarak yürürlüğe girdi. Aynı yıl taşımacılık alanında yeni bir yapılanma ihtiyacı ile Ulaştırma Bakanlığı yeniden yapılandırılarak Federal Havacılık Ajansı yetkilerini Federal Havacılık İdaresine (FAA- Federal Aviation Administration), kaza inceleme sorumluluğunu da (NTSB- National Transportation Safety Board) Ulusal Ulaşım Güvenliği Kuruluna devrederek günümüzdeki yapının kurulması sağlandı [6].

Günümüze kadar ulusal ve uluslararası alanda etkin olan FAA görev ve kapsamı ile ilgili birçok değişiklik yapılmış olmasına rağmen, havacılık ve uzay araçları üretimi, yönetimi, çalışanların sertifikasyonu, uçuş emniyeti gibi alanlardaki dünyadaki en etkin ve üretken kurum olarak devam etmektedir.

FAA ve ICAO kuralları büyük ölçüde uyumlu olmasına rağmen, genel operasyonu ve yapıyı etkilemeyen farklılıklar vardır ve bu farklılıklar yayınlanarak havacılık kullanıcılarına duyurulmaktadır.

2.3. EASA (European Aviation Safety Agency) Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı

1951 yılında Avrupa Konseyi Danışma Kurulunun, hava sahası kontrolü ve havacılıkta Avrupa'da eşgüdümü sağlamak amaçlı bir konferansın toplanarak bir kurulum oluşturulması teklifini değerlendiren Avrupa ülkeleri bakanlar komitesi, problemin ICAO sorumluluğunda toplanacak bir konferansla çözümünü sağlamak amacıyla, ICAO dan talepte bulundu. ICAO tarafından kabul edilen bu taleple beraber verilen yol haritasına uygun olarak bir hazırlık komitesi kuruldu ve 1955 yılında anlaşmaya varılarak konferansın toplanması kararı alındı [7].

1955 yılında Strazburg'da toplanan konferans ECAC (European Civil Aviation Conference) (Avrupa Sivil Havacılık Konferansı), çalışma şekli, mali kaynakları, ICAO, Avrupa ve ilgili hükümetler, sivil toplum kuruluşlarıyla olan ilişkilerinin nasıl olacağına dair düzenlemeleri kabul etti. ICAO içerisinde yapılan bu oluşum sonucunda uluslararası hukuk alanında da meşruiyetini kabul ettirmiş oldu [8].

İlk 44 ülke içerisinde Türkiye’de oluşumun kurucuları arasında yer almış ve Avrupa hava sahası ile ilgili karar verici ülkelerden birisi olmuştur [7].

1970 yılında ECAC içerisinde Avrupa havacılık endüstrisinin üretimi olan uçak, motor gibi ana malzemelerin sertifikasyonunu sağlayan kuralları oluşturmak, takip etmek amacıyla JAA (Joint Aviation Authorities – Müşterek Havacılık Otoritesi) kuruldu. 1987 yılına gelindiğinde FAA benzeri bir teşkilata dönüştürülerek personel lisanslaması dahil, bakım, tasarım vb. dahil olmak üzere yetkilendirilerek alanı genişletildi. JAA yeni haliyle Avrupa Birliği ülkeleri ile müzahir ülkelerin ortak havacılık teşkilatı olarak çalışmaya başladı ve kurallarını 44 ülkenin ortak havacılık standartları olarak JAR (Joint Aviation Regulations – Müşterek Havacılık Gereklilikleri) kısaltmasıyla oluşturarak yayınladı [8].

Avrupa Birliği’nin kurumlarını oluşturmaya başlaması ile üye ülkelerin tek çatı altında toplandığı ve tek bir havacılık otoritesine bağlı olunması kararının ardından 2002 yılında EASA (European Aviation Safety Agency – Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı) ismiyle kendi havacılık otoritesini kurdu. Böylece ECAC ve JAA üyesi 44 ülkeden Avrupa Birliği üyesi ülkeleri başka bir kurumun çatısı altında topladı [9].

EASA öncelikle JAA üzerindeki yetkilerin çoğunluğunu Avrupa Parlamentosu kararıyla devraldı ve 2008’ de de uçak operasyonu ve personel lisanslandırma yetkilerini de devralarak Avrupa Birliği ülkelerinin tek yetkili kurumu oldu [9].

Etkinliğini kaybeden JAA ise eğitim organizasyonu olarak yapılandırılarak kısmi olarak faaliyetlerine devam ediyor.

ECAC halen 44 ülkenin sivil havacılık yöneticilerinin katılımıyla yaptığı toplantı ve aldığı kararlarla varlığını sürdürmektedir.

2.4. Diğer Bölgesel Otoriteler

ABD ve Avrupa Birliği haricinde ICAO kurallarına aykırılık olmamak kaydı ile iki veya daha fazla ülke bölgesel ortaklık oluşturabilir [5]. Sivil havacılık otoriteleri ile resmi ve yarı resmi kuruluşların isimleri ICAO tarafından listelenmiştir [10]. Bu liste devletlerin değişmez yetkili otoritelerini kapsadığı gibi havacılık alanında çalışmalarıyla öne çıkmış sosyal toplum kuruluşlarını da kapsar. ICAO tarafından genel çerçevesi çizilen havacılık

kurallarının haricinde coğrafi özelliklerinden dolayı veya havacılık teknolojisi vb. sebeplerden dolayı Avustralya-Yeni Zelenda, Çin, Rusya, Hindistan, Kanada gibi kendine has ek kuralları olan, uygulayan havacılık otoriteleri de vardır.





3. KAZA KIRIM İNCELEME KURULUŞLARI VE METOTLARI

Bu bölümde; Emniyet Yönetim Sistemi, raporlama, denetim ve değerlendirme kapsamına değinilmeden sadece olay kaza inceleme nasıl ve hangi yapı tarafından yapılıyor sorularına kısa cevaplar verilmeye çalışılmıştır.

3.1. National Transportation Safety Board (NTSB)- ABD

ABD kongresi 1926' da onayladığı Hava Ticaret Yasası ile kaza kırım inceleme görevini Ticaret Bakanlığı'na vermiştir [11]. 1940' da ise bu görev Sivil Havacılık Kurulu Havacılık Güvenliği Bürosuna (Civil Aeronautics Board's Bureau of Aviation Safety) aktarılmıştır [12].

Kongre 1967 yılında ise ulaştırma sektörünü tek bir bakanlıkta, Ulaştırma Bakanlığında (Department Of Transportation-DOT) topladı ve Ulusal Taşımacılık Emniyet Kurulunu da (National Transportation Safety Board-NTSB) idari yönetimi Bakanlığa bağlı bir birim olarak kurdu.1974'te ise NTSB tamamıyla araştırma ve soruşturmalarda bağımsız hareket edebilsin diye bağımsız hale getirdi ve yapısını güçlendirdi. NTSB denizyolu, karayolu, demiryolu, havacılık, boru hattı taşımacılığında meydana gelen kazalar ve tehlikeli madde taşımacılığı kazalarını araştırdı. NTSB herhangi bir taşımacılığı veya ulaştırma düzenleme, finanse etme veya doğrudan faaliyette bulunma yetkisinde değildir. Görevi objektif bir bakış açısıyla soruşturmalar yürütmek ve tavsiyelerde bulunmaktır [12]. İdari yapısı oluşan kazayı teknik olarak inceleme üzerine kurulmuştur ve direk ABD hükümetine bağlı çalışır. Ana idari kısımlarının yanında kurullar, komisyonlar, yargıçlar ve uzmanlardan oluşturulmuştur.

1996 yılında Kongre NTSB'ye havacılık kazalarının FAA ile koordine ederek sınıflandırılması görevini de verdi [13]. NTSB yapısı ve detaylı işleyişi ABD kanunlarında United States Code (USC) olarak geçen (Title 49-Subtitle II-Chapter 11) Madde 49 Bölüm 11'de detaylı olarak açıklanmıştır [14].

ABD Federal Havacılık Dairesi FAA, Ulaştırma Bakanlığı ile organik ilişkisi yoktur ancak inceleme sonuçları ve süreç içerisinde irtibat kuracakları kurumlar olarak bunlar tanımlanmıştır.

3.2. European Union Aviation Safety Agency-EASA

20 Ekim 2010 tarihinde Avrupa Konseyinde kabul edilen 996/2010 sayılı karar ile Uluslararası Sivil Havacılık Sözleşmesi dikkate alınarak 7 Aralık 1944’ de Chicago’da imzalanan anlaşma hükümleri, Annex 13’te belirlenen hususlar ile ICAO gereklilikleri dikkate alınmıştır. Bu karar ile EASA yetkili kurul olmuş fakat ülkelerin ICAO sözleşmesinden kaynaklanan haklarını kullanmalarını da kısıtlamamıştır. Oluşturulacak birimin yönetimi üye devletlerin ilgili otoritelerinin başkanlarından birisi olacak şekilde düzenleme yapılmıştır [15].

EASA bu düzenleme ile her üye devlet adına işlem yapma ve prosedürleri yürütme yetkisini elde etmiştir. Sivil Havacılık Emniyet Araştırma Otoritesi Avrupa Ağı (European Network of Civil Aviation Safety Investigation Authorities –The Network) ismiyle oluşturulan yapının tanımı ve sorumlulukları bu düzenleme ile belirlenmiş, üye ülkelerin tamamı bu yapıya dahil edilmiştir [15]. Böylece Avrupa Birliği, her üye ülkenin kendi kaza kırım inceleme yapıları olmasına rağmen, oluşturduğu tek bir merkeze hepsini bağlayarak ve bu yapılardan bilgi, uzman transferini düzenleyerek kendi coğrafyası başta olmak üzere, paydaşlarının dahil olduğu her türlü kaza incelemesini tek elden yürütme hakkını kanuni altyapıya kavuşturmuştur. Özellikle Almanya ve Fransa kaza kırım inceleme konusunda sahip oldukları bilgi birikimi ve sağlam yapılarını hem muhafaza etmişler hem de Avrupa Birliğinin oluşturulan yapısında temel kaynağı oluşturmuşlardır [15].

The Network (Ağ) diye de ifade edilen Avrupa Birliği Uçuş Emniyet Araştırma Otoritesi araştırmanın her safhasında tavsiye kararları yayınlama hakkına sahiptir [15]. ABD NTSB kuruluşunun aksine yayınlanan tavsiye kararlarına sivil havacılık otoriteleri veya ilgili kuruluşlar cevap vermek zorundadır. ABD NTSB ise tavsiyelerde bulunur ama icracı kuruluşların uyma zorunluluğu yoktur.

3.3. Türkiye’de Kaza Kırım İnceleme ve Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı

01/11/2011 Tarihli ve 28102 Sayılı (Mükerrer) Resmî Gazete’de yayımlanan 655 sayılı Kanun Hükmünde Kararname ile “Kaza Araştırma ve İnceleme Kurulu” teşkil edilmiş olup görevini 10/01/2019 tarihine kadar sürdürmüştür [16].

Değişen ve gelişen dünyadaki benzeri yapılar göz önüne alındığında inceleme biriminin daha modern bir yapıya kavuşması amacıyla 10/01/2019 tarihinde yayınlanan KHK ile “Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı” teşkil edilmiştir. Söz konusu madde ile T.C. Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığına bağlı olarak oluşturulan birim aynı zamanda Cumhurbaşkanlığı içerisinde kurulan Güvenlik ve Dış Politikalar Kuruluna rapor sunma sorumluluğu ile aslında bir bakıma en yetkin otoriteye karşı da sorumlu hale getirilmiştir.

Bu düzenleme ile Kaza Araştırma ve İnceleme Kurulu (KAİK) olarak bu tarihe kadar çıkan her türlü mevzuatta yapılan atıflar artık Başkanlığa yapılır kabul edilmiş ve Türkiye’de ulaşım kazalarını inceleme tamamıyla Başkanlık sorumluluğuna verilerek, yönetmelik çıkarma hakkı tanınmıştır [17].

11 Mayıs 2019 tarihli resmî gazetede yayınlanan yönetmelikle de oluşturulan Başkanlıkta çalışacak personelin yetkileri, kaza kırım inceleyen uzman nitelikleri, çalışma ve inceleme sürecinin nasıl olacağı, mali işler gibi işleyişe dair konular düzenlenmiştir.

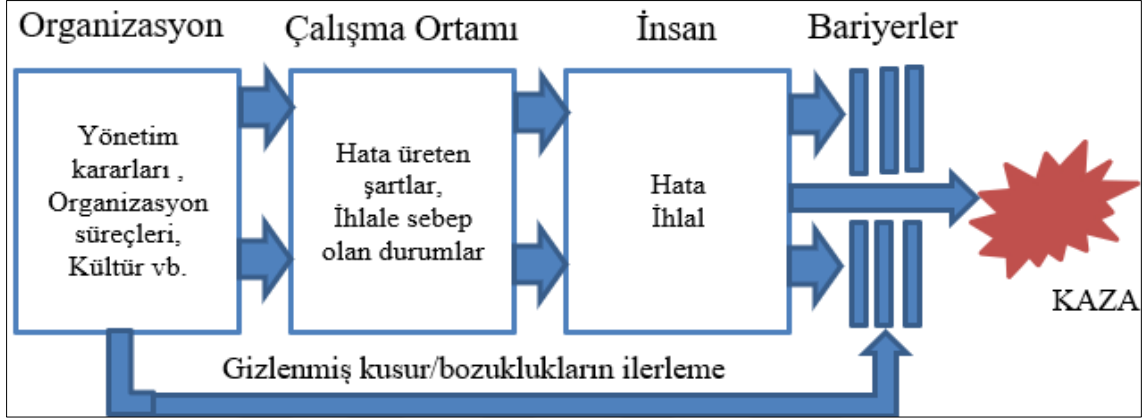
3.4. Kaza Kırım İnceleme Yöntemleri

17 Eylül 1908’ de Orville Wright’ın yaklaşık 2000 izleyici önünde yaptığı gösteri uçuşunun kazayla sonuçlanmasının ardından 4 ay sonra Frank Lahm’ın yazdığı rapor ilk kaza kırım raporudur. Posta ve yolcu taşımacılığının ABD’de 1914’ de başlayan süreci, 1926’ da alınan hava ticaretini düzenleyen kararla Ticaret Bakanlığı içinde kurulan Hava Ticaret Sekreterliği (Secretary of Air Commerce [11]) departmanı, hava araç kazalarının incelenmesiyle görevlendirilmiştir [18]. Aynı dönemlerde, örneğin 1919’ da Birleşik Krallık gibi teknolojik olarak gelişmiş ülkeler de benzer kararlar almışlar ve kaza kırım inceleme ve sonuçlarının rapor haline getirilmesi kanuni zorunluluk haline gelmiştir [19].

1944 yılında Chicago Convention gereği ICAO kurulmuş ve görevleri arasına kaza kırım inceleme ile hava taşımacılığının emniyetli yapılmasını sağlamak amacıyla standartlar oluşturulması da girmiştir.

Kazanın nasıl olduğunu tanımlarken kullanılan modellerin genelde akış şeması iş, insan ve organizasyon üzerinden başlanılarak tarif edilir. Bu unsurların yaratacağı risklerin insan faktörleriyle ilişki biçimine göre ne olabileceği ve hangi ihlal veya hatanın emniyetsiz

olguları yaratabileceği modellenmeye çalışılır. Bu emniyetsiz elemanların, unsurların meydana çıkmasını sağlayacağı olay ve bunun üzerine düzeltici işlemde meydana gelecek olan ve şimdiye kadar olanlar üzerine eklenen düzeltici işlem hatası ile kaza meydana gelir. Bu akışın unsurlarının kaza üzerine etkisinin ne olduğunu araştırmak için ise tam tersine bir akış döngüsü ile kaza kırım inceleme modelleri oluşturulur.



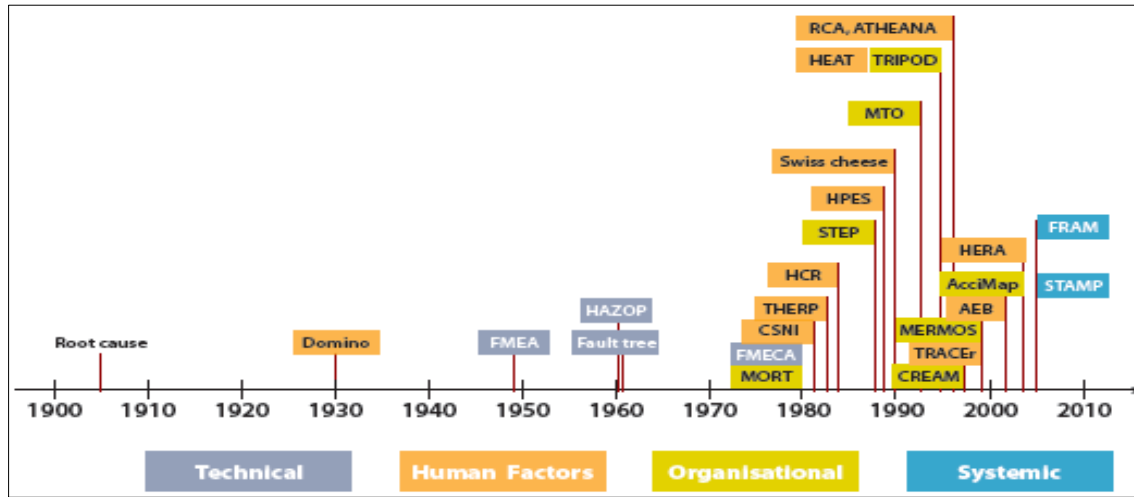
Şekil 3.1. Kaza oluşuma sebep olan unsurlar [20]

Tam tersi süreçte yapılan incelemede neden, niçin, nasıl ve kim sorularına cevap bulunması amacıyla kaza modellemesinin tersine devam eden sürecin tanımı ise kaza inceleme modelini oluşturur. Şekil 3.1’de akışın tersine, yani kaza, istenmeyen olay, istenmeyen sonuçtan başlatılan süreç, kırılan bariyerlerin tespiti, yapılan hatalar veya ihlallerin tespiti, bu duruma sebep olan şartlar, bu şartları oluşturan unsurların tespiti ile kısaca kaza kırım inceleme veya analiz süreci yürütülür. Kaza modellerinin Hollnagel (2004) sınıflandırmasını yapmıştır [21].

- Ardışık olayların oluşturduğu kazalar; işleticinin veya makinanın arızasının veya yanlış faaliyetinin sebep olduğu olaylar zincirinin sonucunda oluşan kazalardır. Süreç zayıf bileşenlerin güçlendirilmesini amaçlar. Ardı ardına hataların sonucunda oluşur.
- Epidemiyolojik model; zayıflatılmış veya ortadan kalkmış bariyerlerin sebep olmasını kaza sebebi olarak dikkate alır ve önleyici/ düzeltici amacı ise bariyer inşa etmek veya mevcut bariyerleri güçlendirmektir. Gizli, saklı tehditlerin veya tespit edilememiş eksikliklerin sebep olması da bu modeldedir.
- Sistemik model; kazalarda sistemde kontrolün kaybolduğu alanları dikkate alır ve temel hedefi sistemin kontrol altında tutulmasıdır. Karmaşık sistemlerin birbirleriyle çelişmesi

veya eşgüdümlü çalışması gereken unsurların birbirlerini çalışmayacak hale getirmesi sonucunda oluşan kazaları da bu grupta yer alır.

Kaza analiz ve risk analiz metodları büyük teknolojik gelişmelerin sonucunda veya yeni tip kazaları anlamak için geliştirilmişlerdir. Şekil 3.2’te çok kullanılan kaza kırım inceleme yöntemlerinin zaman ve anlayışa bağlı olarak değişimi görülmektedir. Teknolojik gelişim ile teknik sebebi bulmaya yönelik anlayıştan sırasıyla insan faktörleri, organizasyonel anlayış ve sonuçta sistemik diye tanımlanabilecek anlayışa dönüşüm olduğu anlaşılmaktadır [22].



Şekil 3.2. Kaza analiz ve risk analiz metodları [22]

FMEA	Failure Modes and Effects Analysis – Arıza/Hata Modları ve Etkileri Analizi
HAZOP	HAZard and OPerability analysis – Tehlike ve İşlerlik Analizi
MORT	Management Oversight and Risk Tree – Yönetim Gözetimi ve Risk Ağacı
FMECA	Failure Mode Effects and Criticality Analysis – Arıza Tür Etkileri ve Kritiklik Analizi
CSNI	Consolidated Secret Network Infrastructure – Birleştirilmiş Gizli Ağ Yapısı
THERP	Technique For Human Error Rate Prediction – İnsan Hata Oranı Tahmin Tekniği
HCR	Human Cognitive Reliability – İnsan bilişsel Güvenilirliği
STEP	Sequentially Timed Events Plotting – Sıralı Olay Zaman Grafiği
HPES	Human Performance Evaluation System – İnsan Performansı Değerlendirme Sistemi

MTO	Mission Tasking Order – Görev Sorumluluk Sırası
HEAT	Human Error Analyses Tool – İnsan Hata Analizleri Aracı
TRIPOD	Tripod Beta – Üçlü Beta
RCA	Root Cause Analysis – Kök Sebep Analizi
ATHEANA	A Technique for Human Event Analysis – İnsani Sebep/Olay Analiz Tekniği
CREAM	Cognitive Reliability and Error Analysis Method – Bilişsel Güvenilirlik ve Hata Analiz Yöntemi
TRACEr	Tecnique for the retrospective and predictive analysis of cognitive errors in air traffic control – Hava Trafik kontrolündeki Bilişsel Hataların Geriye dönük ve tahmini analiz tekniği
MERMOS	Assessment Method for the Performance of Safety Operation (Methode d'Evaluation de la Realisation des Missions Operateurs pour la Surete) – Emniyet Operasyonu için Değerlendirme Yöntemi
AEB	Accident Evolution and Barrier – Kaza Gelişim ve Bariyeri
AcciMAP	Accident MAP – Kaza Haritalaması
HERA	Human and Environment Risk Assessment – İnsan ve Çevre Risk Değerlendirilmesi
STAMP	Systems-Theoretic Accident Modeling and Processes – Sistematik-Teorik Kaza Modelleme ve Süreçleri
FRAM	Functional Resonance Accident Model – Fonksiyonel Salınımlı Kaza Modeli

Kaza kırım inceleme modellerinin hangi sınıfa girdiğini Wienen, Bukhsh, Vriezekolk, Wieringa (2017), Çizelge 3.1'deki gibi tasnif etmiştir [23].

Çizelge 3.1. Kaza kırım inceleme metodları sınıflandırması [23]

Class (Sınıf)	Methods (Metotlar)
Sequential (Ardışık)	Deviation Analysis (Sapma Analizi), ECFA/C, FTA, MES, MORT, RCA, STEP
Epidemiological (Epidemiolojik)	3CA, Accimap, AEB, CREAM, Domino Accident Model, Reason/SCM, SCT, SOL, TEM Tripod- β
Systemic (Sistemik)	FRAM, STAMP
Other (Diğer)	CDM, HFACS, SHELL

Kaza kırım inceleme modelleri tarihsel süreç içerisinde endüstrideki değişime bağlı olarak kazaya sebep olan unsurları tespit etme ve bu tespit edilen unsurların etkinliğini ya azaltma veya yok etmeye yönelik önlemleri bulacak şekilde evrilmiştir.

4. HAVACILIK ORGANİZASYONLARININ YAPISI VE UÇUŞ EMNİYET GEREKLİLİKLERİ

4.1. Havacılık Şirketleri/ Organizasyonları Standart Teşkilat Yapısı

ICAO tarafından tanımlanmış bir organizasyonun asgari şartları yerine getirilmeden ve yetkileri otorite tarafından onaylanmadan havacılık alanında ticari faaliyet gösterilmesi mümkün değildir. ICAO Annex 6 Operation Of Aircraft başta olmak üzere diğer Annex içeriklerinde de atıfta bulunularak tanımlanmış organizasyon yapısı hemen hemen her ülkede büyük ölçüde aynıdır. Türkiye’de SHY-6A Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliği organizasyonun yapısını tanımlayan ana dökümandır. Bu dökümana göre organizasyon içerisinde olması gereken birimler ve görevler aşağıdaki gibidir [24];

- Aşağıdaki Birimlerin bağlı olduğu Sorumlu Müdür
- Uçuş işletme
- Yer işletme
- Bakım
- Uçuş eğitim
- Güvenlik
- Kalite sistemi
- Emniyet sistemi

Her birimin faaliyetlerinden sorumlu bir yönetici tanımlanması ve bu yöneticilerin dökümanda belirlenmiş niteliklere sahip olması gerekmektedir. Ayrıca her birim için de yapılması gereken faaliyetler hem bu dökümanda hem de farklı dökümanlarda tanımlanmıştır. Örneğin uçuş eğitim için yapılacak faaliyetlerin detayı ICAO Annex 1 Personel Licensing ve SHY- 1 Pilot Lisans Yönetmeliğinde de vardır.

Yine ticari işletme ve organizasyon tanımlamasının yapıldığı aynı yönetmeliğe göre ticari havacılık şirketlerin olması gereken dökümantasyon gereklilikleri de aşağıdaki gibidir [24];

- İşletme El Kitabı (4 bölüm olarak tanımlanır ama aslında 4 ayrı kitaptır. Standart Usuller El Kitabı Part A, Standart Usuller Tip El Kitabı Part B, Rota, Seyrüsefer ve Meydan Bilgileri El Kitabı Part C, Eğitim El Kitabı Part D)
- Sürekli Uçuşa Elverişlilik El Kitabı

- Asgari Teçhizat Listesi (Minimum Equipment List, MEL)
- Bakım Programı veya Programları
- Ağırlık ve Denge Formları (Weight and Balance Sheet)
- Güvenlik Planı
- Üretici Firma dökümanları, Güncel olarak
- Diğer otorite tarafından istenilen dokümanlar

Bu dökümanların içeriklerinin ne olacağı ICAO tarafından yayınlanan Annex, DOC ve manual kitaplarında tanımlandığı gibi ülkemizdeki havacılık otoritesi olan SHGM tarafından yayınlanmış yönetmelik, talimat, el kitabı, genelge vb. mevzuat içerisinde tanımlanmıştır.

4.2. Havacılık Organizasyonları Yayın Sistemi

ICAO kuruluş anlaşmasının ardından yayınlanan ve Annex olarak adlandırılan EK'ler halihazırda 19 adettir. DOC ismi ile yayınlanan el kitabı ve diğer konularla ilgili kural ve bilgi içeren kitaplar ise genel havacılığın her alanında düzenleme içermektedir. Her ülke ve bölgesel ortaklık bu sistemin içerisinde, genel yayınlar içeriğine uygun dökümanlar yayınlama sorumluluğundadır. Farklılıkları da mutlaka ilgili kullanıcılara duyurma zorunlulukları vardır [25].

FAA yayın sistemi yine aynı bilgi ve kuralları içermekle beraber özellikle ölçü birimlerindeki farklılıklardan kaynaklanan değişiklikler vardır. FAA sisteminde FAR (Müşterek Havacılık Gereklilikleri- Federal Aviation Regulation) olarak adlandırılan ana kurallar yanında uygulamaya, operasyona yönelik yayınlar ile teknik uygulamalara yönelik yayınlar da mevcuttur [26].

EASA aynen FAA gibi kendi yayın sistemini geliştirmiş ve komisyon kararları ile numaralandırmıştır. EU NO 1234/2010 gibi bir numara sistemi kullanarak komisyon kararı olarak kurallarını yayınlamıştır. Örneğin personel lisanslandırılması için EU NO 1178/2011 olarak yayınlanan kural içerisinde alt başlıklar olarak AR (Otorite Gereklilikleri- Authority Requirements), OR (Organizasyon Gereklilikleri- Organization Requirements), MED (Tıbbi-Medical) gibi alt başlıkları kullanılmıştır. Aynı zamanda 'hard rule – sıkı kural' kabul edilen kurallar ve uygulamaları, 'soft rule – yumuşak kural' olarak adlandırılan Acceptable Means of Compliance and Guidance Material (Kabul Edilebilir Uyumluluk ve

Kılavuz Dökümanlar- AMC&GM) ile yine ‘soft rule’ olarak adlandırılan Certification Specification, (Sertifikasyon Şartları – CS) dökümanları ilgili konuyu destekleyen ve açıklayan dökümanlardır [27].

Havacılık şirketlerinin işletilmesi, yapısı, lisanslandırılması, kullanılacak dökümanların şekilleri ve içerikleri gibi birçok kural, uçuş kurallarına ek olarak bu yayın sistemi içerisinde tanımlanmıştır. Havacılık otoriteleri veya onların yetkilendirdiği ulusal ve uluslararası denetim kuruluşları, uygulanan yayın sisteminin tanımladığı dökümanlara göre, ICAO sistemi temel olmak üzere haberli ve habersiz denetimlerini yapacak şekilde yetkilendirilmişlerdir.

4.3. Organizasyonun SHGM ve Uluslararası Kuruluşlara Uyumluluk Gereklilikleri

Türkiye’de ilk Sivil Hava Taşımacılığı 1933 yılında 5 uçaklık küçük bir filo ile “Türk Hava Postaları” adı ile başlatılmıştır. Cumhuriyetimizin 10. Yılında, Milli Savunma Bakanlığı’na bağlı olarak kurulan “Havayolları Devlet İşletme İdaresi” Türkiye’de sivil hava yolları kurmak ve taşıma yapmak üzere görevlendirilmiştir. 1954 yılında Ulaştırma Bakanlığı bünyesinde kurulan “Sivil Havacılık Dairesi Başkanlığı”, 1987 yılında “Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü” olarak günün koşullarına göre yeniden teşkilatlandırılmıştır. 18 Kasım 2005 tarihine kadar Ulaştırma Bakanlığının Ana Hizmet Birimi olan Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, bu tarihte yürürlüğe giren 5431 sayılı Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Teşkilat ve Görevleri Hakkında Kanun ile finansal açıdan özerk hale gelmiş ve şu anki yönetim yapısına ulaşmıştır [28].

Bugün, Türkiye’de havacılık faaliyetleri, 2920 Sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ve bu kapsamda yayımlanmış olan İdari ve Teknik Yönetmelikler ve Havacılık Talimatları çerçevesinde yürütülmektedir.

SHGM halihazırda ICAO yetkisi kullanarak, EASA kurallarının kısmen uygulandığı, kendi milli yayın sistematiğine uyumlu, kanun, yönetmelik, genelge, talimatlarla tanımlanan kurallar bütünü kullanmaktadır. Örneğin SHY 1 Pilot Lisans Yönetmeliği içeriği ICAO da Annex 1 Personel Licensing, EASA da (EU) No 1178/2011 of 3 November 2011 Aircrew olarak geçmektedir.

4.4. Emniyet Yönetim Sisteminin (EYS) İşleticilere Getirdiği Zorunluluklar

Uluslararası zorunluluk olarak ülkeler bir ulusal uçuş emniyet programına sahip olmak ve operatörlere de programın uygulanmasını sağlamak zorundalar. Annex 6'da genel başlıklarını verdiği ve tanımladığı görevlerin ayrıntılarını Annex 19 Safety Management kitabında detaylandırmıştır. Aynı şekilde Annex 1, 6, 8, 11, 13 ve 14 içeriğinde Emniyet Yönetim Sistemiyle ilgili konuların toplandığı el kitabı olarak DOC 9859 Safety Management Manual (Emniyet Yönetim Sistemi El Kitabı) içeriği de tamamıyla uygulamaların ne olacağıyla ilgilidir [29]. Genel olarak Annex 6'da tanımlandığı şekliyle operatörlerin sorumlulukları [30];

- Tehlikeleri belirler
- Kabul edilebilir bir emniyet seviyesini koruyucu, devamlılığını sağlayıcı emniyet tedbirlerini alır
- Emniyet seviyesinin düzenli denetimi ve kesintisiz gözlemlenmesi ile sürekliliğinin sağlanmasını amaçlar
- Emniyet seviyesinin genelinin sürekli gelişimini sürdürmeyi amaçlar

Kısaca tanımlanmış bu görevlerin yapılabilmesi için kurulacak emniyet yönetim sisteminin (EYS) veri, bilgi toplayarak analiz yapması gerekmektedir. Tanımlanmış olan ve toplanması gereken veri, bilgi kaynakları ise;

- Emniyet Yönetim sisteminin bir parçası olan uçuş verileri takip programı verileri [30]
- Kaza inceleme verileri
- Zorunlu olay/rapor araştırma verileri
- Gönüllü raporlama verileri
- Sürekli uçuşa elverişlilik verileri, bakım sistemi üzerinden gelen
- Operasyonel performans gözlem verileri
- Emniyet risk değerlendirme verileri
- Denetleme/gözlem bulgu ve raporları
- Diğer ülke, bölgesel emniyet gözlem organizasyonları veya kaza/olay inceleme organizasyonlarının emniyet veri tabanları [29]

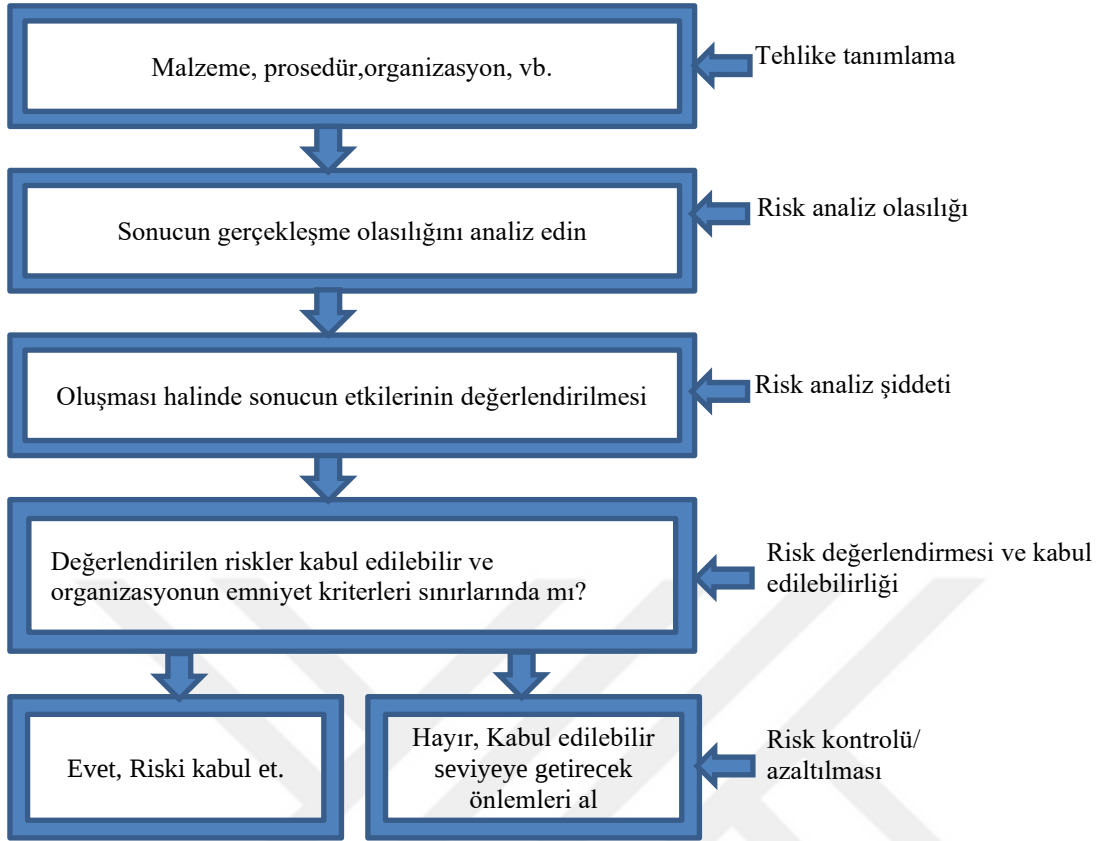
Her havacılık organizasyonunda yönetim, personelin faaliyetlerini ve bir hizmetin veya ürünün kullanıcıya ulaştırılması için gerekli kaynakların kullanımının sürecini kontrol eder.

Organizasyonun emniyeti tehdit eden tehlikelere maruz kalması, bu sürecin içerisinde faaliyete devam ederken veya faaliyetlerin sonucunda oluşur. Yönetim bu tehlikelere maruz kalma riskini azaltmak için belirleyeceği risk azaltma stratejisinde belirlediği yöntemlerin içeriği [29];

- Risk ve tehlikelerin etkisini azaltabilecek etkinlikte olmalı
- Maliyet/kar getiri oranı dikkate alınmalı
- Organizasyonun kaynaklarıyla yapılabilir olmalı
- Uygulayıcılardan kabul görmeli
- Uygulamaya sokulabilir ve yapılabilir olmalı
- Dayanıklı ve sürdürülebilir olmalı
- Uygulanan işlemlerin ardından kalan risklerin tespiti kontrolü yapılabilmesi
- Azaltıcı her tedbirin ardından ortaya çıkacak yeni tehlike ve risklerin kontrolü yapılabilmesi
- Zaman planlaması yapılmalı

Operatörün sorumlulukları, toplaması gereken verileri alacağı kaynaklar ve süreç içerisinde tespit edilen tehlikelerin yaratacağı risklerin belirlenmesi sonucunda alınan kararların uygulamasının nasıl olacağı da EYS içerisinde tanımlanması gereken görevlerden birisidir.

Tehlike tespitinin yapılması ve kullanılacak modellerin neler olması gerektiği hiçbir kuralla tanımlanmamış, yöntem ve model tamamıyla uygulayıcıya bırakılmıştır. Tehlike tespiti, öncül, ardıl sonuçlarının incelenmesi ile geri beslemenin organizasyonda yapılması EYS nin sorumluluklarından birisidir. Bu sorumluluğun yerine getirilmesi sürekli analiz ve sürekli gözlem ile mümkün olur. EYS içerisinde tehlike tespitini de içeren risk yönetim süreci organizasyonda karar aşamasına kadar yapılabilmesi gerekenleri aşağıdaki gibi tanımlamıştır.



Şekil 4.1. Emniyet Risk Yönetim süreci [29]

Bu döngü içerisinde EYS içerisinde ilgi alanımız tehlike tespiti ve değerlendirilmesi olarak sınırlandırılmış olmasına rağmen aslında tehlike analizi sistemin işleyişindeki en temel unsurdur. Aynı şekilde kaza kırım inceleme sonucu elde edilenlerin de sisteme geri dönüşünün yapılması aynı şekilde tehlike analizi sürecinde olduğu gibi yapılmalıdır [29].

5. TEHLİKE ANALİZİ VE BOW-TIE YÖNTEMİ

5.1. Tehlike Analiz Yöntemleri

Tehlike, bir kaza veya olaya neden olabilecek herhangi bir durum, olay veya koşuldur. Bir havacılık organizasyonundaki emniyetli operasyon yapılabilmesi için ilk aşama, ‘tehlike’ tespiti ve bu tehlikelerin risk analizlerinin yapılmasıdır. Sadece organizasyon içerisinde değil işletmenin içerisinde olduğu çevrede de tehlike tanımlanmalı, dökümanite edilmeli ve kontrol edilmelidir. Risk yönetim sürecinin ilk adımı tehlikenin doğru bir şekilde değerlendirilebilmesidir. Yoksa kararlar yanlış bir bilgi ve temel üzerine dayandırılmış olur [31].

Uçuş emniyeti veya havacılık literatüründe ‘emniyet’, kişilerin veya malın zarar görme durumunun, ihtimalinin azaltıldığı ve tehlike tanımlama ile emniyet risk yönetimi vasıtasıyla, kabul edilebilir seviye veya daha altında bir seviyede tutulduğu durumdur.

Profesör James Reason tarafından geliştirilen ‘Swiss-Cheese’ İsviçre Peyniri modeli, kazaların sistem içerisinde birçok savunma mekanizmasının art arda kırılması sonucu oluştuğunu göstermektedir. Havacılık gibi karmaşık sistemlerde, sistem içerisinde birçok savunma mekanizması olduğu varsayıldığı için, kazalar nadiren tek bir katmanda meydana gelen ihlal sonucu oluşmaktadır. Reason modeli kazaların sistem içerisinde var olan hem aktif ihlallerin hem de saklı sistem hatalarının kombinasyonu sonucu olduğunu önermektedir [40]. Emniyet yönetim süreci ve risk yönetimi emniyeti olumsuz etkileyebilecek potansiyel ‘tehlikeleri’ tanımlar. Bu süreçler aynı zamanda tespit edilen tehlikelerin risklerini değerlendirecek etkin, uygulanabilir yolları sağladığı gibi, tehlikeyi ortadan kaldırmak veya yaratacağı riskin etkisini azaltmak için kullanılacak yolları belirleyerek uygulamayı da sağlar [29].

Tehlike analizi ve tanımlama teknikleri konusunda bir literatür araştırması yapan HSE Information Service, 1000 üzerinde ilgili referansın taranması sonucunda Çizelge 5.1’de, şimdiye kadar tespit edilen 40 teknik için kullanılan kısaltma veya akronimleri tamamını kapsayacak şekilde listelemiştir. Bu teknikler haricinde de teknikler olabildiği gibi her tanımlı yöntemin her durum için uygun olmadığı ayrıca her uygulanan yöntemin güçlü ve

zayıf yönlerinin olduğu da ayrıca belirtilmiştir. 2000 yılı itibarıyla HAZOP en çok bilinen ve kullanılan yöntemdir.

Çizelge 5.1. Tehlike tanımlama teknikleri [32]

Abbreviation or Acronym (Kısaltmalar)	Full Title (Tam İsimler)
HAZOP	Hazard and Operability Study (Tehlike ve İşlerlik Çalışması)
CHA	Concept Hazard Analysis (Konsept Tehlike Analizi)
CSR	Concept Safety Review (Konsept Emniyet Gözden Geçirme)
PHA	Preliminary Hazard Analysis (Öncül Tehlike Analizi)
FTA	Fault Tree Analysis (Hata Ağacı Analizi)
CCA	Cause-Consequence Analysis (Sebeup-Sonuç Analizi)
Pre-HAZOP	Pre-Hazard And Operability Study (Öncül Tehlike ve İşlerlik Çalışması)
FIHI	Functional Integrated Hazard Identification (Fonksiyonel Birleşik Tehlike Tanımlama)
CEX	Critical Examination of Safety Systems (Emniyet Sistemi Kritik İncelemesi)
MOSAR	Method Organised Systematic Analysis of Risk (Organize Sistematik Risk Analiz Yöntemi)
GOFA	Goal Oriented Failure Analysis (Hedefe Yönelik Başarısızlık Analizi)
Inherent	Inherent Hazard Analysis (Varolan Tehlike Analizi)
FMEA	Failure Mode And Effect Analysis (Arıza Modu ve Etki Analizi)
Func. FMEA	Functional Failure Mode And Effect Analysis (Fonksiyonel Arıza Modu ve Etki Analizi)
FMECA	Failure Modes, Effects, And Criticality Analysis (Arıza Modları, Etkileri, ve Kritiklik Analizi)
MOp	Maintenance And Operability Study (Bakım ve İşlerlik Çalışması)
Block diagram	Reliability Block Diagram (Güvenilirlik Blok Şeması)
Structural	Structural Reliability Analysis (Yapısal Güvenilirlik Analizi)
Vulnerabilty	Vulnerability Assessment (Kırılganlık Değerlendirilmesi)
CHAZOP	Computer Hazard And Operability Study (Bilgisayar Tehlike ve işlerlik Çalışması)
Struc. english	Structured English (Yapılandırılmış İngilizce)
Spec. language	Specific Language (Özel Dil)
SADT	Structured Analysis And Design Techniques (Yapılandırılmış Analiz ve Tasarım Teknikleri)
State-transition	State-Transition Diagrams (Durum-Geçiş Diyagramı)
GRAFCET	Graphe De Commande Etat-Transition (Durum Geçiş Komuta Tablosu)
HTA	Hierarchical Task Analysis (Hiyerarşik Görev Analizi)
AEA	Action On Error Analysis (Hata Analizi Eylem İncelemesi)
Human rel.	Human Reliability Analysis (İnsan Güvenilirliği Analizi)
Pattern search	Pattern Search Method (Patern Araştırma Yöntemi)
PHEA	Predictive Human Error Analysis (Tahmini İnsan Hata Analizi)

2012 yılında yazılan bir makalede ise sadece 7 tehlike tanımlama ve analiz tekniği dikkate değer bulunmuş ve en çok kullanılanlar olarak nitelendirilmiştir [33]. Bunlar;

- What-If (Ne oldu – Olsa) Analizi

- What-If / Checklist (Ne oldu – Olsa /Kontrol Listesi) Analizi
- HAZOP (Tehlike ve İşlerlik İncelemesi)
- FMEA (Hata Modu ve Etki Analizi)
- Fault Tree Analizi (Hata Ağacı Analizi)
- Event Tree Analizi (Olay Ağacı Analizi)
- Cause-Consequence Analizi ve BOW-TIE Analizi (Sebeup Sonuç Analizi ve BOW-TIE)

Burada yazılı olan tekniklerin tamamı her süreçte kullanılmayacağı gibi çok kullanılanlar hariç birçok teknikle ilgili de yeteri kadar yayın bulmakta zordur. Çizelge 5.1’de 2000 yılı itibarıyla tekniklerin bir kısmını kapsamaktadır. Ancak tez çalışmasının kapsamında olan BOW-TIE yönteminin oluşumuna katkı sağlayan diğer yöntemler ise Event Tree (ET), Fault Tree (FT) analiz yöntemleridir.

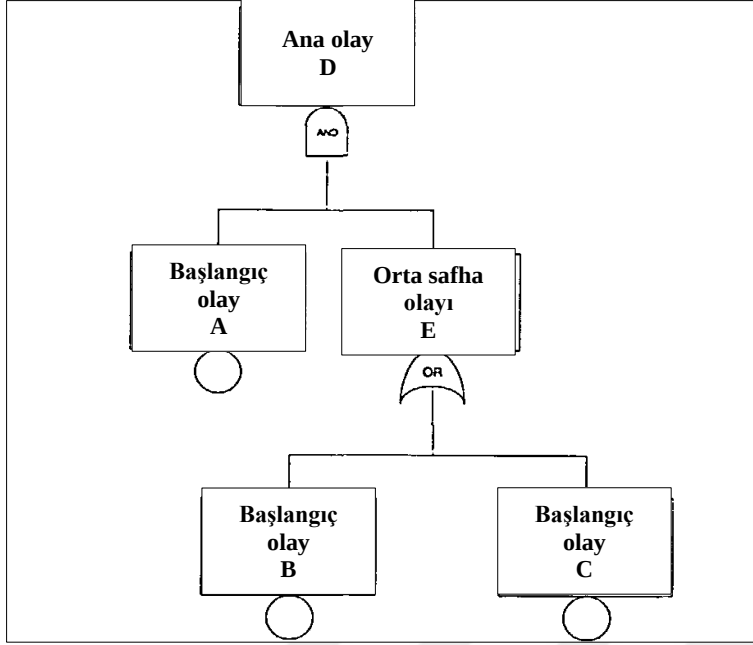
5.2. Hata Ağacı Analizi (Fault Tree Analysis – FTA)

Birçok alanda kullanılan bir hata tespit etme yöntemi olarak da adlandırılabilen, risk ihtimali oluşturan alanları tespit etmede kullanılan bir yöntemdir. İlk olarak Bell Laboratories şirketinde, füze kontrol sistemlerinin tasarımı aşamasında, sistemi kullanmadan analizini yapmak amacıyla H.A. Watson tarafından 1962 yılında geliştirilmiştir. Daha sonra Boeing şirketinin kullanmaya başlamasıyla hızla yayılmış ve birçok sektörde kullanılır hale gelmiştir. FTA analizi kullanılmaya başladığı yıllardan itibaren birçok eklemelerle geliştirilerek günümüze gelmiştir [34].

FTA öncelikle ana olay tespiti ile başlar ve ana olayı oluşturmaları muhtemel sebeplerin neler olacağını tespit etmeye çalışır. Tespit edilen unsurların ortadan kaldırılması veya oluşma ihtimalinin azaltılması için yapılması gerekenler üzerine akış şeması oluşturulur. Tümdengelim mantığı ile ana olay oluşumuna giden süreçte hataya sebep olabilecek önceki olaylar incelenir [35].

FTA ana amacı sistemin işleyişi sırasında oluşacak olay ve kazaları, meydana gelmelerinden önce tespit ederek önlemlerinin alınmasını sağlamaktır. İstatistiksel ve analitik metodları kullanarak VE (AND), VEYA (OR) kapı sembolleri ile akış diyagramı oluşturur. Ana olaya gelene kadar birçok alt olayın oluşturduğu seviyeler olabilir. Şekil 5.1’de basit bir hata ağacı (fault tree) analizi akış diyagramı görülmektedir. Burada ana olayın oluşumu VE kapısıyla

olay A ve olay E oluşursa gerçekleşebiliyor. E olayı ise B veya C olayının herhangi birisinin oluşması sonucunda meydana geliyor [36].

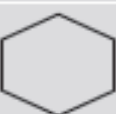


Şekil 5.1. Hata Analiz (FTA) ağacı

Endüstride birçok alanda kullanılan FTA, havacılık kadar üretim ve tasarımda da sıklıkla kullanılır hale gelmiştir. Örnek olarak kompozit malzeme tasarım ve üretiminde kullanılması incelendiğinde, aynen havacılıktaki operasyonel faaliyetlerde kullanımında olduğu gibi sistemdeki arızaların kök sebebini araştırmak, büyük sistemlerin nitel ve nicel olarak zayıf yönlerini tanımlamak için kullanıldığı görülür. FTA için birçok dökümanda olduğu gibi burada da 3 olay tanımlaması yapılmaktadır [37].

- Temel/ Başlangıç/ilk olay (Basic Event): başlangıç hatası ve eksiklik
- Ara olay (Intermediate Event): ilk olay ile mantıksal ilişki sonucu ortaya çıkan olay
- Ana olay/istenmeyen durum (Top Event): sistem tarafından istenmeyen ama birçok ara olayın oluşması sonucunda ortaya çıkan hasıla. İlk olayların birçok değişik oluşması muhtemel hasılası sonucunda oluşan son durum

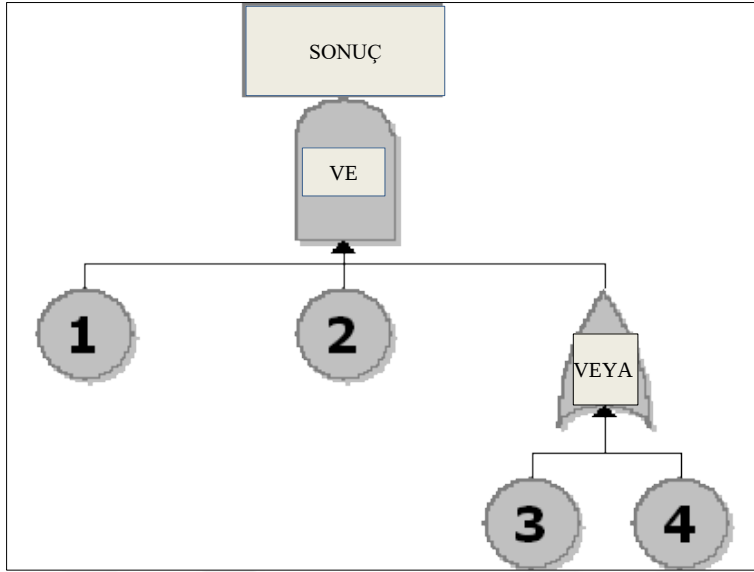
Bu olaylar, mantık ve olay sembolleriyle birbirlerine bağlanılarak tümdengelim ağacı oluşturulur. Oluşturulan ağacın sembollerinden bazıları ve anlamları aşağıdadır;

	İşlem Tanım kutusu
	VE kapısı
	VEYA kapısı
	Öncelikli VE kapısı
	KISIT kapısı
	Transfer kapısı
	Temel olay
	Ev – Analiz edilen sistemin dışında gelişen olaydır
	Koşullu olay

Şekil 5.2. Hata ağacı sembolleri [37]

Sembollerden oluşturulacak ilk *temel ağaç parçası* ‘*minimal cut set*’ MCS olarak tanımlanarak istenmeyen duruma kadar devam edilir.

Şekil 5.3’te temel ağaç parçasında istenmeyen durumun oluşması için {1,2 ve 3} veya {1,2 ve 4} hata ihtimalinin oluşması gerekir. Bu 2 duruma *temel ağaç parçası* veya ‘*minimal cut set*’ MCS diyoruz [38]. Temel ağaç parçalarını birbirlerine bağlayarak ve ilişkilendirerek varılmak istenilen ana olay durumuna ulaşılır.



Şekil 5.3. Minimal cut set - temel ağaç parçası [38]

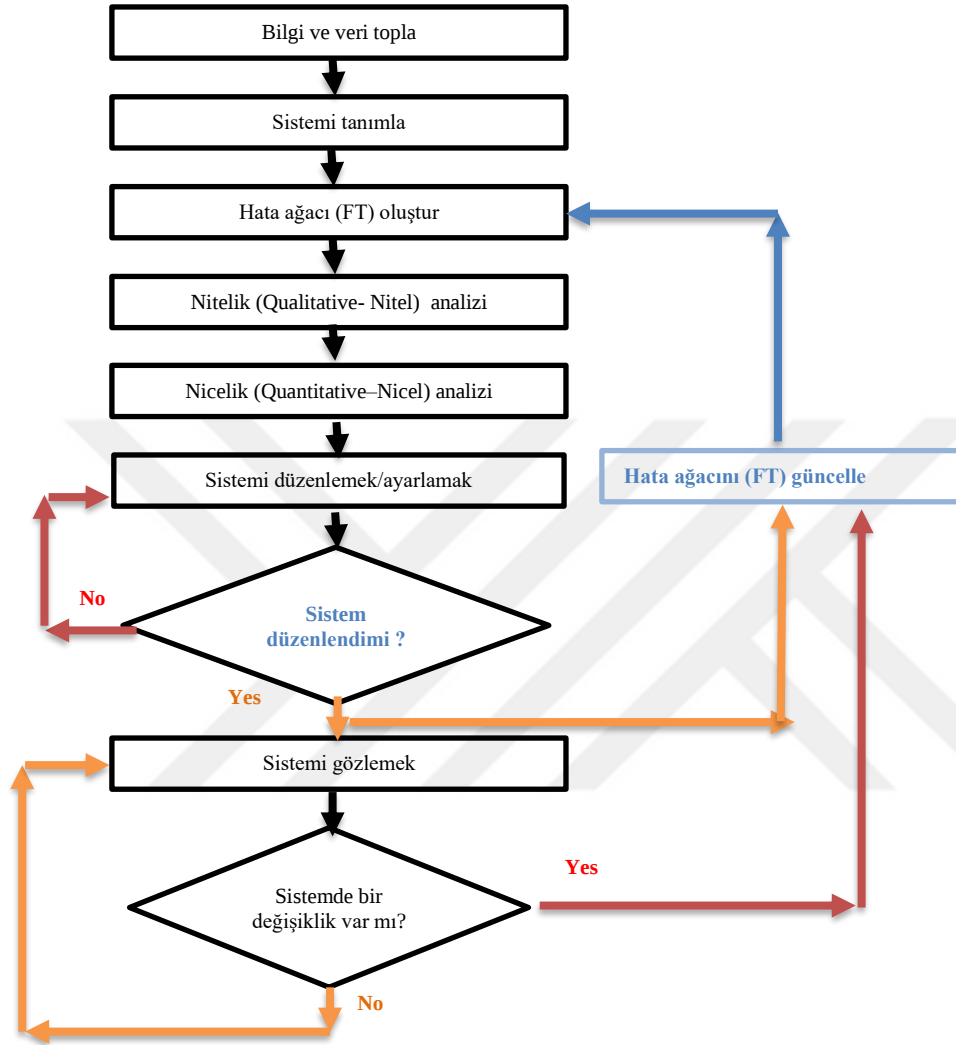
FTA analizinde VE, VEYA kapıları ile oluşturulan ağaç formasyonu, yukarıdaki örneklerde görüleceği gibi kolaylıkla bir blok diyagramla ifade edilecek şekle dönüştürülebilir. Sonuçta iki şekilde de aynı sonuca ulaşılabilecektir. İki ifade şekli arasındaki fark, oluşturulma aşamasında blok diyagram kullanıyorsa, *'bu sistem veya alt sistem nasıl çalışabilir?'* sorusunu, FTA ağacı kullanıyorsanız *'bu sistem veya alt sistem nasıl hata yapar veya çalışmaz?'* sorusu defalarca sorulmalıdır [39].

FTA modelinin nasıl kullanılması gerektiği ile ilgili birçok yayın olmasına rağmen Reaktör Emniyet Çalışması (Reactor Safety Study) ilk defa 1975 yılında 1300 sayfalık bir doküman yayınlamıştır. Lee at.al bu dökümandan da yararlanarak bir FTA modelinin 4 aşamadan oluşan sürece sahip olduğunu belirtmiştir [40].

- Sistemin tanımlanması
- Ağacın oluşturulması
- Nitel analiz
- Nicel analiz

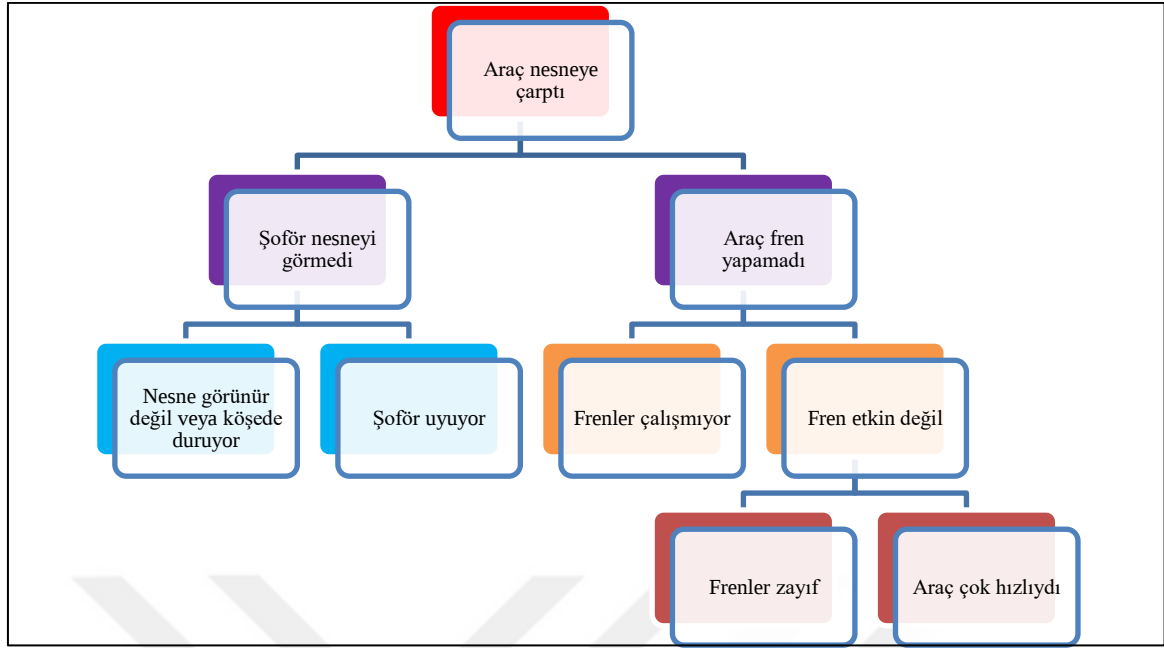
FTA, Şekil 5.4'te gösterilen akış diyagramında olan sırayla oluşturulur. Kırmızı çizgiler sistemde bir değişiklik yapılacağını, turuncu çizgiler ise sistemde değişiklik yapılmayacak süreci gösterir. Sırasıyla bilgilerin toplanması, sistemin tanımlanması, ağaç oluşturulması,

nitel analiz, nicel analiz, sistemin analiz sonucuna göre düzenlenmesi, sistemin gözlenmesi ve geri besleme mekanizmasının çalıştırılması olarak Şekil 5.4' deki gibi gösterilebilir [41].

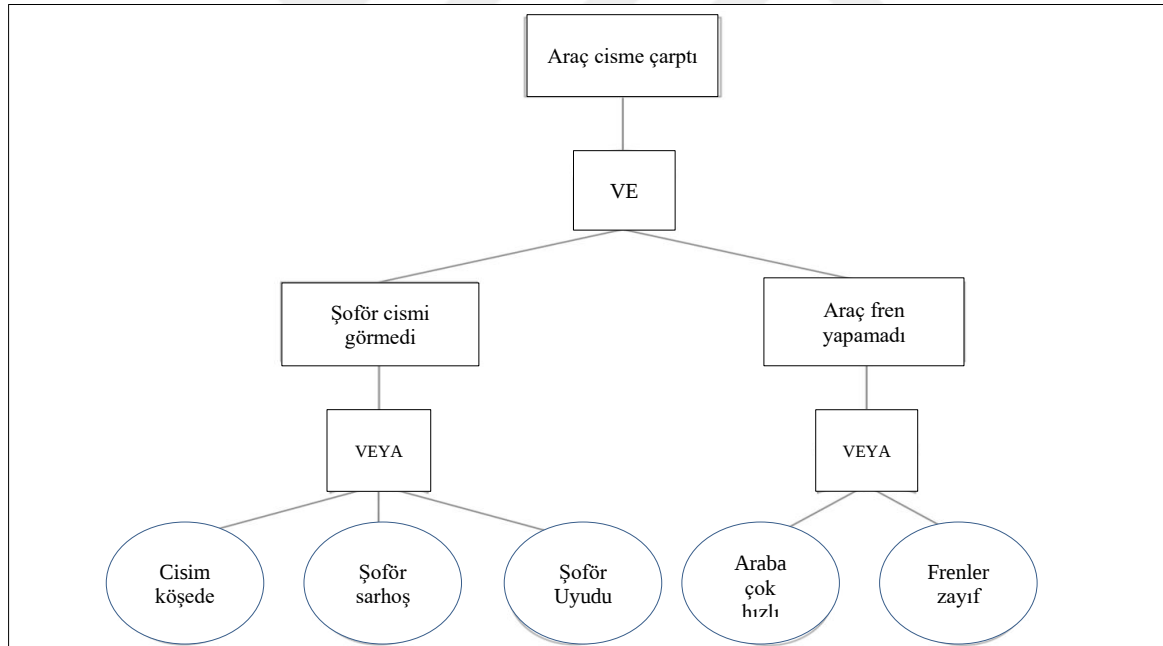


Şekil 5.4. FTA uygulaması akış şeması

Yukarıdaki bölümde ilk iki maddenin kısaca açıklaması yapılmıştır. Nitel ve nicel analiz yapılarak hem muhtemel ihtimallerin tespiti de yapılabileceği gibi istenmeyen durumun oluşmasını engelleme ihtimali olan eylemlerin veya önlemlerin tespiti de yapılabilir. BOW-TIE modülünde FTA tarafının analizini yapılacaktır. Ancak hata ağacı analizinin kurulumunun anlaşılması açısından Şekil 5.5 ve Şekil 5.6'da iki benzer jenerik trafik kazası hem VE/VEYA kapıları ile hem de kapılar kullanılmadan gösterilmiştir.



Şekil 5.5. Basit Olay Akış şeması FTA [42]



Şekil 5.6. Basit araç kazası Hata Ağacı (FTA) gösterimi

Şekil 5.5'te olayın oluşumuna etki eden unsurların ana olaya etkileşimleri verilmiş ancak gerçekleşmeleri esnasında birbirleriyle bağlantılarını belirleyen kapılar gösterilmemiştir. Şekil 5.6'da ise basit anlamıyla araç kazası VE VEYA kapılarıyla verilmiştir.

FTA uygulamasında, oluşması muhtemel senaryolar tespit edilerek çalışılmaya başlanılır. Bu durum, muhtemel olan senaryoların aynı konuda farklı gruplar tarafından yapılan çalışmalarda aynen alınabileceği gibi, kısmen de alınabilir veya hiç alınmayabilir. Kullanılan muhtemel senaryoların eleştiriye açık olduğu kabul edilmelidir. Sonuç olarak Ana Olay/İstenmeyen Durum oluşumuna giden birçok ağaç oluşumunun tümdengelimle oluşturulması gerekecektir. Her minimal ağaç seti oluşumu yeni bir ağaç setinin parçası olacak şekilde olabilecektir. Ağaç setleri üzerinden nitel ve nicel analiz yapılarak sonuçlar çıkarılır. FTA nitel ve nicel analizi destekleme konusunda güçlü bir teknik olsa da sonuçları analizi yapana bağlıdır. Aynı olay/konu üzerine çalışma yapanlar farklı ağaçlar çizebilmektedir.

5.3. Olay Ağacı Analizi (Event Tree Analysis- ETA)

ETA oluşması muhtemel veya gerçekleşmiş olayların sonuçlarının neler olduğu, olabileceği ve bu sonuçların insan, malzeme, çevre gibi etki alanları üzerindeki olumsuz sonuçlarının önlenmesi, azaltılması için alınması gereken önlemleri tespit etmede kullanılır. ETA aynı zamanda kaza sürecindeki muhtemel olayların grafik olarak izahını yapmada kullanılır ve bu yaklaşımın iki sonucu üzerinden süreç devam ettirilir, kaza/başarısızlık/hata ve başarı/olumlu sonuç. Başarı, kaza sürecini tamamıyla sonlandırır veya etkisini başarıyla en aza sönmümlendirerek indirir. FTA gibi akış diyagramını kullanarak oluşturulur ve bazen beraber kullanılarak FTA bitince kazanın olası sonuçları veya oluşan sonuçları için ETA ile devam edilir [43].

ETA ilk olarak 1970'lerin ilk yarısında mühendisler tarafından WASH-1400 Nükleer Santral emniyet çalışmaları esnasında kullanılmıştır [44]. Karmaşık sistemlerde meydana gelen kazaları incelemede kullanılabilir olması havacılık kazalarında da kullanılmasına olanak sağlamıştır.

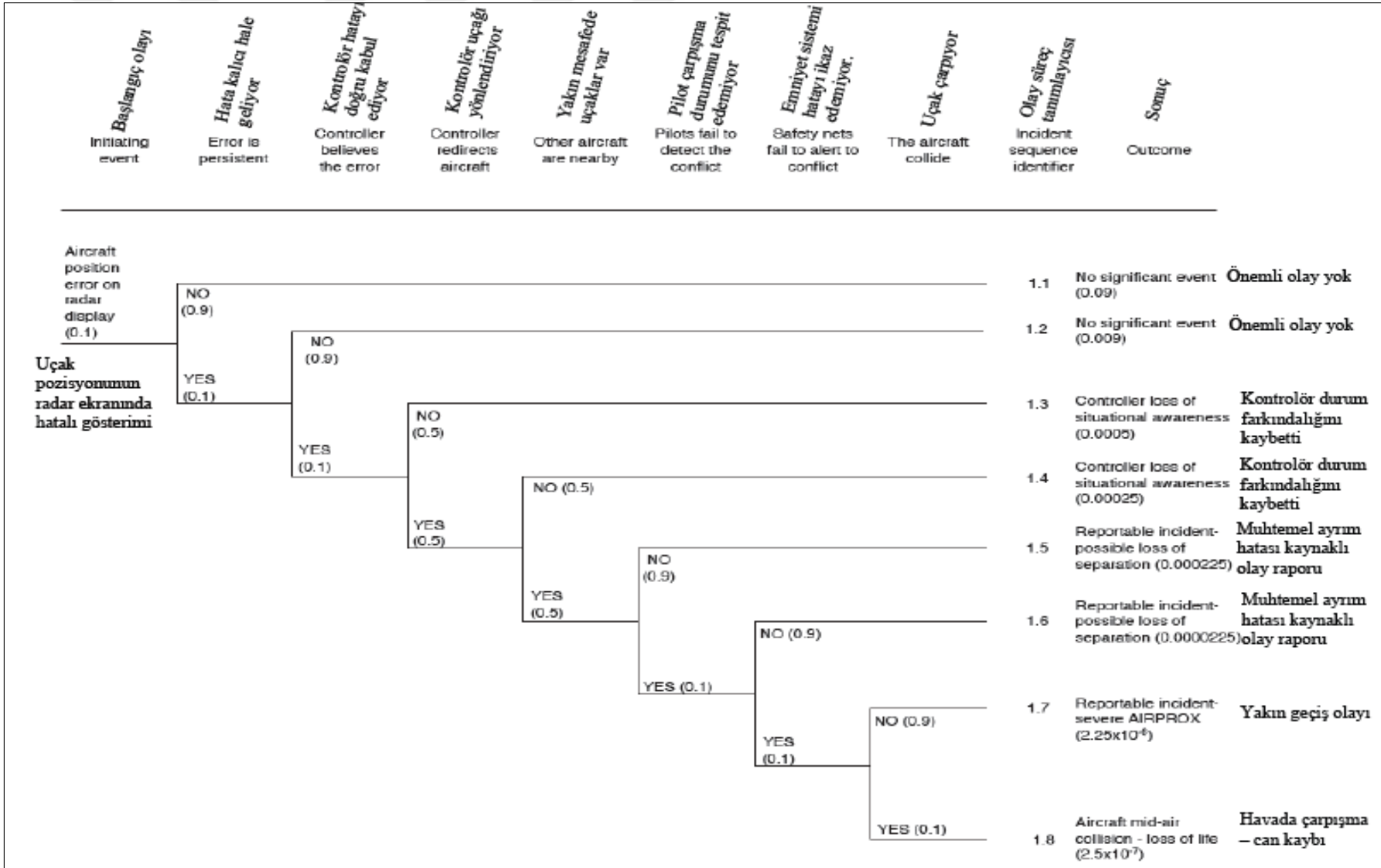
Olay ağacının havacılıkta nasıl oluşturulacağını örnekle daha kolay anlatılabilir. İngiliz Sivil Havacılık otoritesi CAA dökümanı olan *CAP 760 Guidance on the Conduct of Hazard Identification, Risk Assessment and the Production of Safety Cases* Appendix D Sf. 62'de verilen örnek, olay ağacı oluşturulmasının nasıl olacağını daha açıklayıcı olarak anlatmaktadır. Radar ekranı üzerinde yanlış konumlandırılmış bir hava aracının durumunu başlangıç olayı olarak kaza kırma giden süreç incelenmeye başlanmıştır. Ağacın her yolu bir sonuca gider ve bu sonucun etkileri hesaplanır. Her sonucun oluşma olasılığı birbirinden

farklıdır. Bu olayda kaza oluşumuna giden yolda, kaza oluşumunu veya etkisini sönümlendirecek elemanlar ile faaliyetleri de sürecin içinde etkinlik şiddeti ve oluşma olasılığı açısından incelenebilir. Pilotun, radar kontrolörünün veya hava sahasındaki diğer hava araçları gibi süreç içinde etkin olan unsurlarda olasılıklar içerisine dahil edilir.

İnceleme sonucu veya süreci bize, her olasılığın değerlendirilmesini, alınacak önlemlerin kaza veya oluşması beklenen olayın şiddeti ve oluşma olasılığını ne kadar azaltacağını da tespit etmemizi sağlar. Olay ağacı analizi kaza veya olay oluşuktan sonra da oluşturularak aynı tipte bir kazanın, olayın yaşanmaması için alınması gereken tedbirleri veya sonuçlarını azaltıcı önlemlerin neler olabileceğini tespit etmeyi de sağlar.

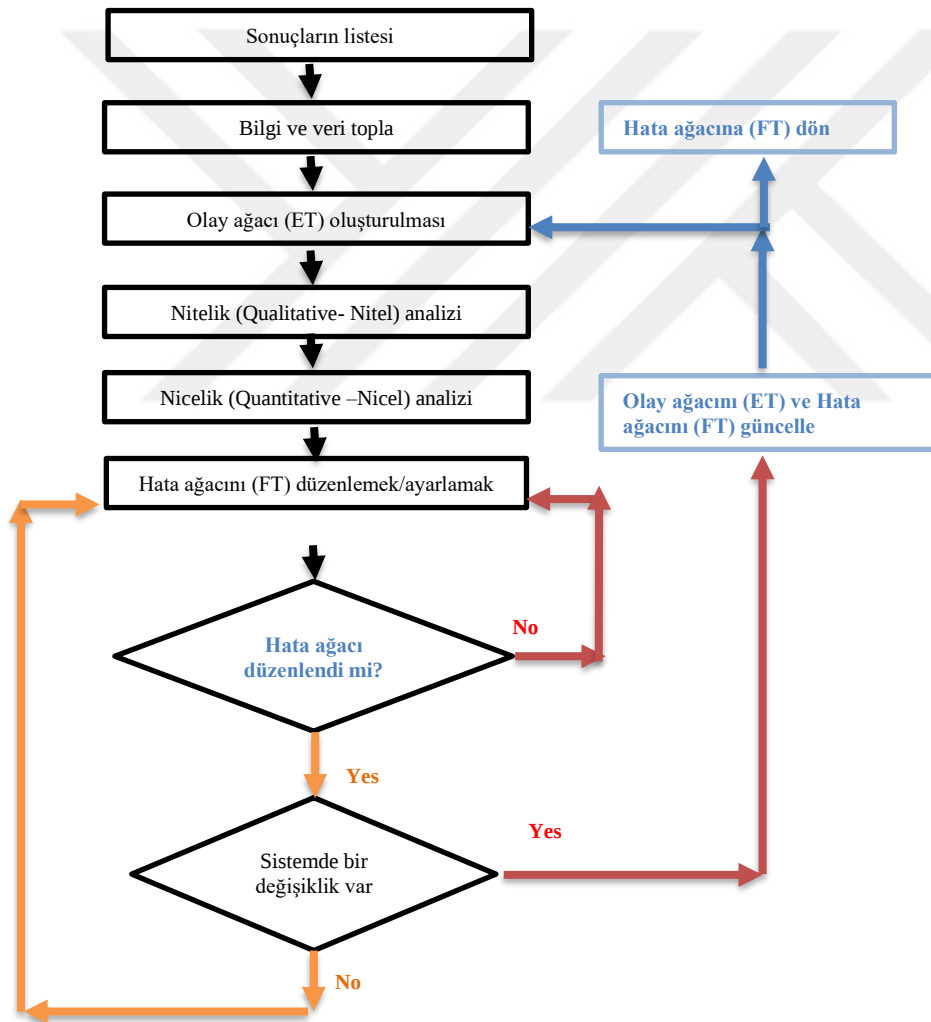
Örnek jenerik ağaçta başlangıç olayı radar ekranında pozisyonu yanlış işaretlenmiş bir hava aracının varlığıyla başlatılmıştır. Yukarıda bu hatanın devamlılığı yani kalıcılığı kesinleşmiş engellenmemişse ‘YES’ yani evet ile devam edilir. Hayır yani ‘NO’ cevabı artık durumun düzeltildiği sonucunu ifade eder ki bu da ağacın kol uzantısının artık bir olay olmayacağı sonucuna gittiğini göstermektedir. Süreç kontrolörün davranışlarıyla devam etmektedir. Önce algısı daha sonra uçağı yönlendirmesinin sonuçları incelenmiştir. Durumun farkına varıyorsa düzelterektir. Hatalı durum, kontrolörü doğru olduğuna inandırmış ise uçağı talimat verse de vermese de uçağın radar ekranındaki durumu yanlış yerde olduğu için kaza oluşma olasılığı vardır. Pozisyonu hatalı bilinen uçağı yakın bir başka hava aracı varsa, iki hava aracının durumları birbirleri için tehlike arz eder. Eğer pilotlar bu durumu tespit edemezlerse, geriye uçaklarda bulunan cihazları yakınlaşmayı tespit etmelerinden başka bir önlem mekanizması kalmıyor. Her ağaç kolunun sonucu ve oluşma ihtimali tespit edilmiştir [45].

Şekil 5.7. Hatalı pozisyon bilgisi işaretlenmiş hava aracı hata ağacı [45]



Olay Ağacı sürecinin uygulanması Şekil 5.8’de süreci gösterildiği haliyle temelde altı adımda oluşturulur [41];

1. Olay sonucundan oluşması muhtemel veya ortaya çıkan sonuçların listelenmesi
2. Bilgilerin toplanılması
3. ETA akış şemasının oluşturulması
4. Niteliksel ve niceliksel analizin yapılması
5. FTA yapıldıysa tekrar düzenlenmesi ve eklemelerin yapılması
6. Akış diyagramına geri beslemenin yapılması

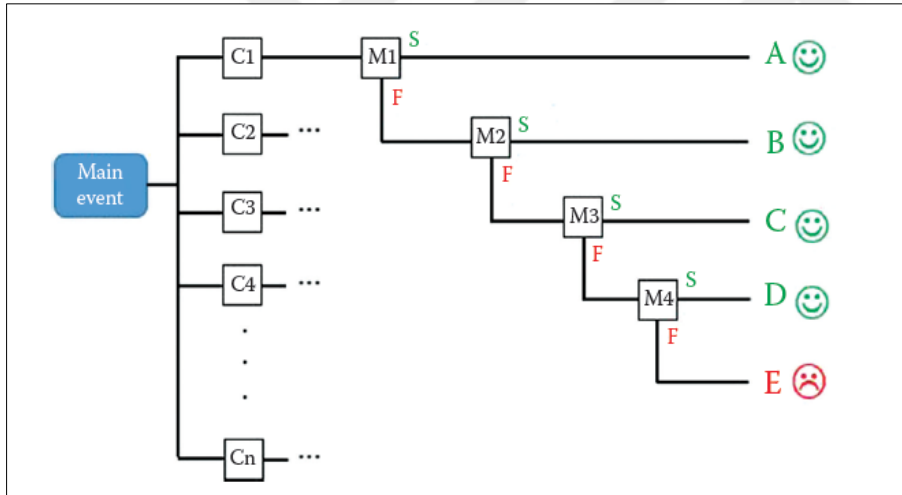


Şekil 5.8. ETA uygulama akış şeması

Olay ağacı oluşturulması ise sırasıyla;

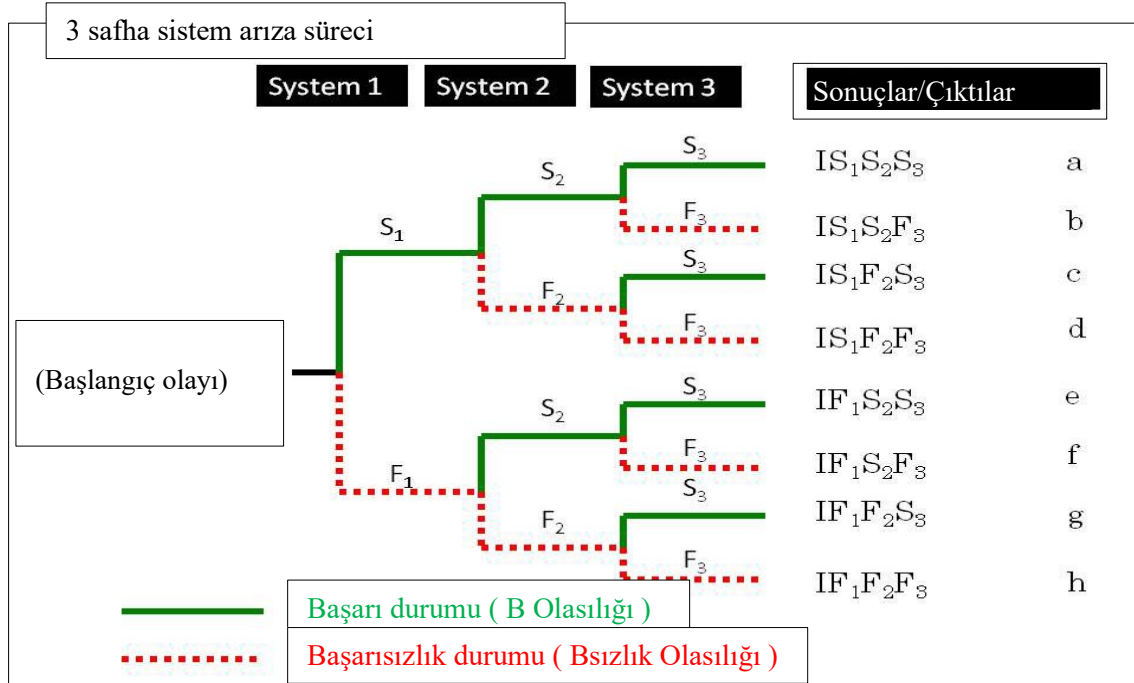
1. Sonuçların tamamının belirlenmesi
2. Her sonucun etkisini azaltacak önlemlerin, bariyerlerin belirlenmesi
3. Her önlem veya bariyerin başarı ve başarısızlık ihtimalinin bulunması
4. Her senaryoda her sonucun bariyer veya önlemi için başarı ve başarısızlık olasılıklarının hesaplanmasını kapsar [41].

Ana olay sonucunda oluşan sonuçları C1(Consequence 1- Sonuç 1), C2 (Consequence 2 - Sonuç 1) ve Cn olarak gösterilebilir. Önlem veya bariyerleri de M (Mitigation-Sönümlendirme) harfi ile ifade edilir. Başarı S(Success) veya başarısızlık F (Failure) olarak gösterilebilir. Oluşturulan olay ağacı size ait olacaktır ve başkaları tarafından oluşturulacak olanlar farklı bakış açılarıyla farklı sonuçlar elde edebilecektir.



Şekil 5.9. Örnek bir olay ağacı analizi [41]

Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatının (ICAO) önerdiği örnek Olay Ağacı (ETA) şeması Şekil 5.10’da verilmiştir [46]. Başlangıç noktası ana olay olan şemada, sonuçlara (outcomes) ulaşana kadar arada ‘fail/arızalı’ olan ya da aksayan sistemlerin çıktılarının analizi yapılır [46].



Şekil 5.10. Ardışık sistem arızası içeren ICAO örnek bir olay ağacı analizi

Çizelge 5.2’de verilen örnekte, başlayan bir motor yangını için olay ağacı oluşturulmuştur. Başlangıç olayı motorda oluşan yangındır. Arkasından uçakta yangını algılayan otomatik sistem motora giden yakıtı kesmiştir. Motora yakıtın gitmemesi yangını söndüremezse yangın söndürme sistemi devreye girecek ve yangını söndürmek için kimyasal madde püskürtecektir. Eğer bu süreçte başarılı olamazsa, kaza oluşumuna giden süreç devam edecektir [47].

Çizelge 5.2. Kaza basamakları

Kaza Basamakları		
Olay	Tanımı	Muhtemel Sonuç
Yangın	Yangın başlangıç olayıdır	
Yakıt beslemesi durduruldu	Yakıt yokluğu yangının durmasına sebep oldu	Başarı – Yangın söndü Başarısızlık – yangın devam etti
Yangın söndürme sistemi devreye girdi	Yangın söndürme sistemi yangını algıladı ve çalıştı	Başarı – sistem çalıştı ve yangın kontrol altına alındı Başarısızlık – yangın motoru yaktı

Çizelge 5.2. (devam) Kaza basamakları

Başlangıç Olay	Olay 1	Olay 2	Son Durum
Yangın	Motoru besleyen yakıt durdu	Yangın söndürme sistemi girdi devreye	
			Minimum zarar Orta seviye zarar Şiddetli zarar

Olay ağacı analizi tehlike tanımlaması için kullanılmamalıdır. Bir tehlikenin kaza veya olaya dönüşmesine sebep olacak olası tesadüfi sonuçlarını inceleyerek, olayın oluşumuna yol açacak olan ortadan kaldırılan bariyerleri tespit ederek, tehlike tanımlamasını ve risk değerlendirmesini desteklemek için kullanılır. Olay ağaçları, kaza/olay veya kaza/olay serilerinin olası sonuçlarının olabilirliğini ve şiddet varsayımının incelemesinde daha çok kullanılır [45].

5.4. FTA ve ETA Metodlarının Kısa Karşılaştırılması

ETA sistemde nelerin aksadığını gösterir ancak neden ve niçin aksadığını göstermez. Olayların hangi sırayla gerçekleştiğini ortaya koyar.

FTA ise daha karmaşıktır ve aksayan sistem unsurlarının neden ve niçin olduğunun anlaşılmasını sağlar. Olay oluşma sırasını göstermez [48].

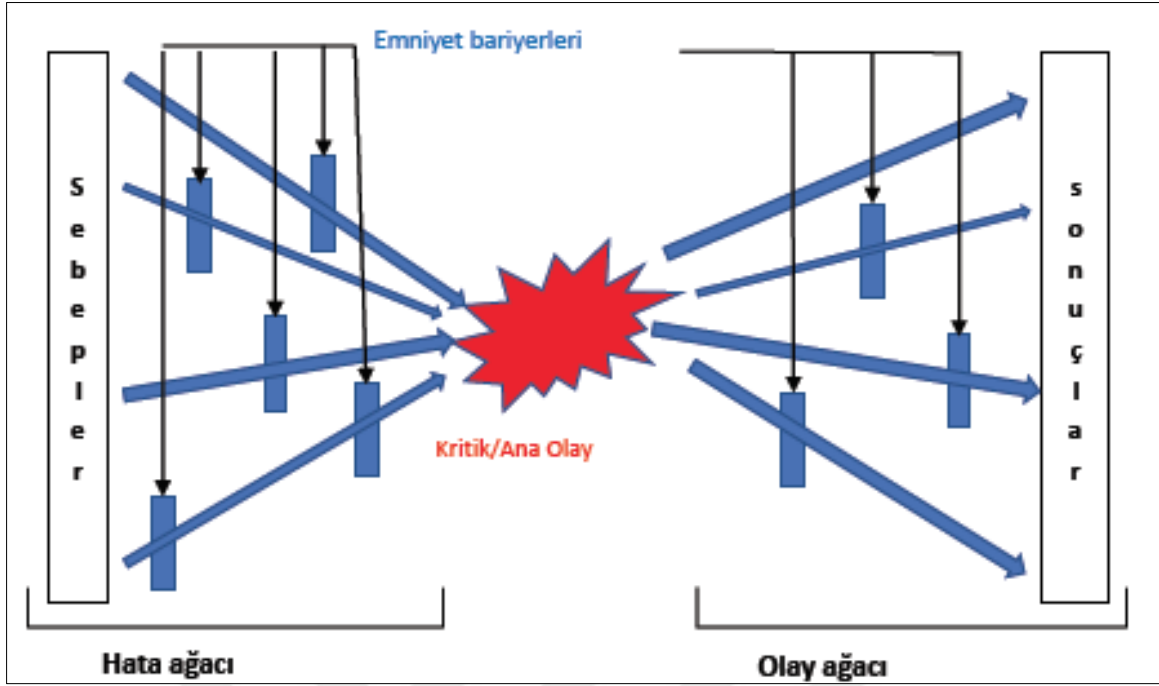
5.5. BOW-TIE Yöntemi

BOW-TIE analizi ETA ve FTA metodlarının bir kombinasyonudur. 1970'lerden itibaren kullanılan ve 1999'dan itibaren risk analizi amacıyla kullanılan bir model olmuştur. Özellikle hava aracının yere çarpması sonucu oluşan kazaların analizinde kullanılmaktadır. Tehlikeleri tespit etmede kök sebep analizi ve aynı tarz da hata ağacı oluşturarak kaza oluşum olasılıklarını öngörme amacıyla kullanımının yanında, olay ardından ortaya çıkan ve çıkabilecek sonuçları olay ağacı yöntemiyle analiz ederek riskleri belirleme, alınabilecek sıralı önlemleri belirlemede kullanılmıştır. BOW-TIE, havacılıkta sadece yere çarpmanın dışında uçuşta ve yerde meydana gelen veya gelebilecek çeşitli olayların incelenmesinde sık kullanılan bir yöntem olmuştur [48].

BOW-TIE modeli sebep-sonuç ilişkisini tanımlamada kullanılan bir model haline gelmiştir. FTA modelinin ‘ana olay’ı ETA modelinin ‘başlangıç olay’ı olarak birleştirilmiştir. İki taraflı olarak yapılan inceleme hem sebepler zinciri hem de sonuçlar zinciri üzerinden ileri ve geriye dönük analizleri yapmada kullanılabilir [49].

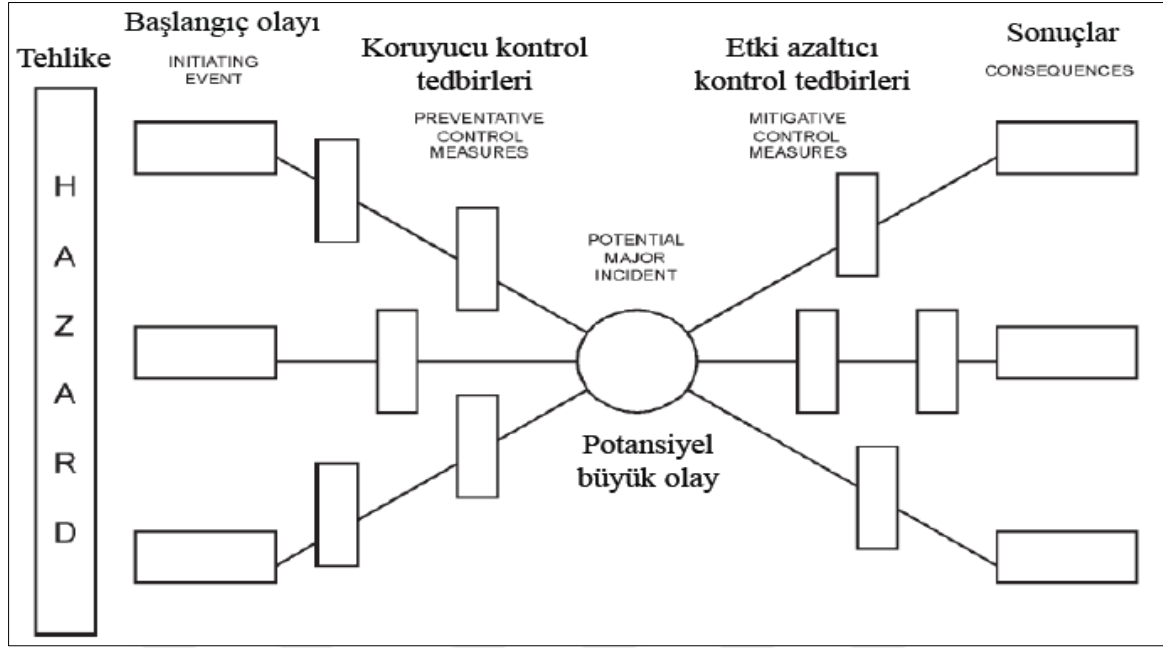
Havacılık şirketlerinde kurallar gereği olması gereken Kalite Yönetim Sistemi (QMS- Quality Management System) ve Emniyet Yönetim Sisteminde (SMS- Safety Management System) BOW-TIE pratik uygulaması üzerinde durulacaktır. İnsan, malzeme ve kuralların yani prosedürlerin birlikte çalışma süreçleri ve uyumluluklarını sağlayan bu sistemlerin işleyişleri istenilen veya arzu edilen sonucu elde etme amacına uygun biçimde yazılı olarak belirlenmiştir. Organizasyon içerisinde insan davranışları, çalışılan her birim için ayrı operasyon gereklilikleri içereceği için birbirlerinden ayrı sistemler olarak ele alınabilir. Malzeme de mekanik ve elektrik olarak iki ayrı başlıkta incelenebilir. Elektrik ise yazılım ve donanım olarak teknik sistem olarak kabul edilebilir. Organizasyon içerisinde her ne kadar farklı sistemler tanımlansa da her sisteme veya alt sisteme BOW-TIE uygulanabilir [41].

BOW-TIE modelini risk analizi için ilk olarak tam anlamıyla sistematik kullanan Royal Dutch Shell Company olmuştur [50-52]. Modelin şirketin iş modeline aktarılması ile endüstride yaygın olarak kullanır hale gelmiştir. Sırasıyla İngiliz savunma sanayi, Fransız Hükümeti, İngiliz Sağlık ve Emniyet Yönetimi, Avustralya Devlet Yönetimi, Yeni Zelanda Taşımacılık Emniyeti Otoritesi, ABD Federal Havacılık Dairesi FAA ve bankacılık sektörü modeli kullanıp sonuçlarını yayınlamıştır [53]. BOW-TIE özellikle havacılıkta emniyetin ölçümü için bütünsel bir yaklaşım gösterir. Sebep analizi ki buna olay öncesi analiz, sonuç analizi ki buna da olay sonrası analizi denilebilir. Burada olayı ortaya koyup papyon benzeri bir şekilde birleştirildiği için ismi BOW-TIE olarak anılmıştır. FTA ve ETA bu şekilde birbirlerine bağlanarak kullanılmadan önce defalarca ayrı ayrı kullanılmıştır. Fakat ikisini bu mantıkla bağlayan daha iyi model halihazırda yoktur.



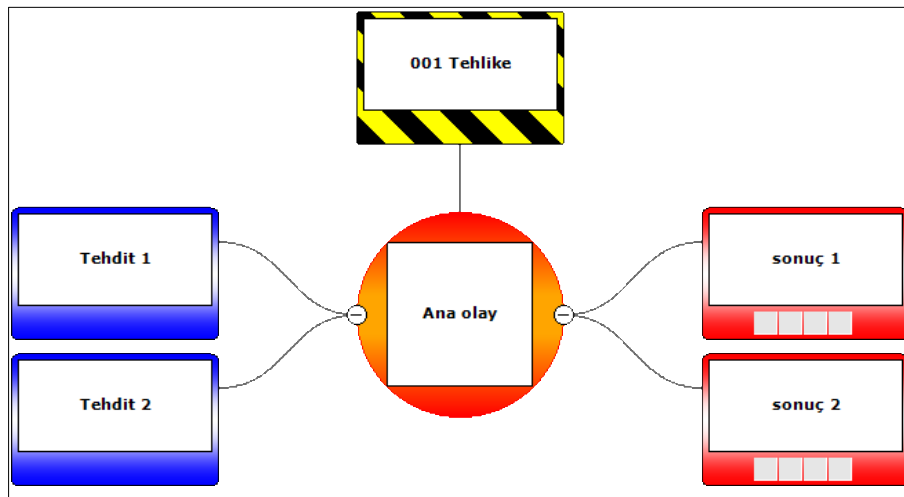
Şekil 5.11. Önleyici ve azaltıcı emniyet tedbirleriyle BOW-TIE şeması [54]

BOW-TIE merkezde bir olay tanımlamasıyla başlar. Kontrolün kaybedildiği bu duruma ‘ana olay’, ‘kritik durum/olay’, ‘merkezi veya merkez olay’ gibi tanımlar yapılabileceği gibi ‘istenmeyen durum’ diye de tanımlama yapılabilir. Süreç içerisinde karşılaşılabilecek en olumsuz durumun ifadesidir. Öncül veya artçıl süreçleri incelendiğinde, sebeplerin yaratacağı durum ile istenmeyen sonuçları oluşturacak durumun aynı olduğudur. Farklı sektörlerde küçük değişikliklerle aynı yöntem, aynı mantık silsilesi ile kullanılmaktadır. Örneğin kimyasal madde deniz terminali için yapılan bir çalışmada Şekil 5.12’deki model kullanılmış ve merkezde ‘potansiyel ana olay’ tabiri kullanılmıştır [55].



Şekil 5.12. Tehlike, başlatıcı olay, kontrol tedbirleri ve sonuçların gösterildiği şema [55]

Tehlike analiz yöntemi olarak BOW-TIE havacılıkta kullanılmaktadır. Çalışmada İngiliz Sivil Havacılık Otoritesinin internet sitesinde örnekleri olan şemalar ve temel şekiller kaynak olarak kullanılmıştır. Şekil-5.13'te oluşturmaya çalışılan nihai diyagramın modelin en küçük şeması vardır [56].



Şekil 5.13. BOW-TIE şeması

BOW-TIE bu haliyle havacılık sektöründeki farklı birimler tarafından kullanılmaktadır. Sektör için önemli olan kısmı bu modelin önlem veya bariyerleri tanımlaması ile önlem ve

bariyerleri devre dışı bırakan veya etkinliğini azaltan unsurları tespit etmeye yaramasıdır. Nitel bir analizin yapılabilmesine imkân sağlar.

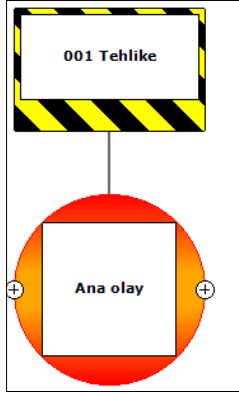
Şeklin veya ağacın oluşumuna öncelikle bir tehlike (hazard) tanımlaması ile başlanır.



Şekil 5.14. Tehlike

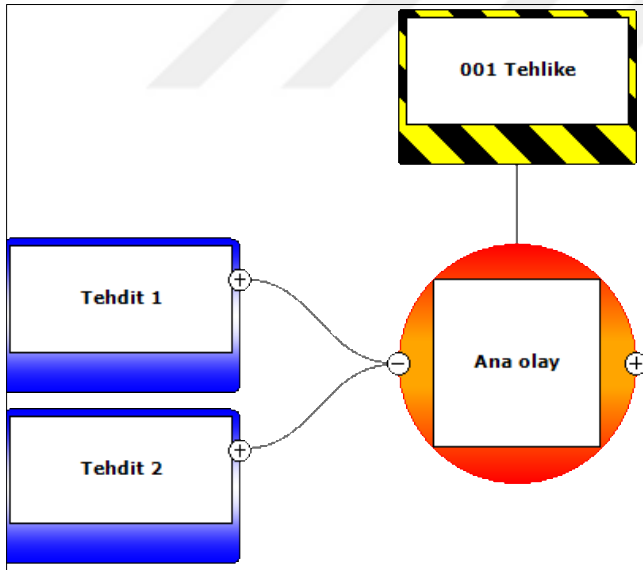
Sistem içerisinde normalde var olan ve önlenmesi veya etkisi azaltılması gereken bir durumu, bir nesneyi veya bir faaliyeti ifade eder. Kötü meteorolojik şartlar bir durum, diğer hava aracı bir nesne ve uçak kullanıyor olmak ise bir faaliyeti ifade eden örnekler olarak ele alınabilir. Havacılıkta genel kabul görmüş anlamıyla; Personelin yaralanmasına veya hayatını kaybetmesine, malzeme veya yapıların hasara uğramasına sebep olacak, onları görevlerini yerine getiremeyecek seviyeye getirecek potansiyeli barındıran durum, nesne veya faaliyete ‘tehlike’ denir.

Ana olay (Top Event), tehlikeden sonra tanımlanması gereken unsurdur. Burada ‘tehlike’ artık kontrol edilemeyecek durumdadır. Sonucu ana olay olarak ortaya çıkar ve daha kaza oluşmamıştır. Eğer ‘ana olay’ kontrol edilmezse sonuçları bir felaket olarak ortaya çıkacaktır. Ana olay, tehlike üzerindeki kontrolün kaybolduğu veya tehlikenin kontrol edilemediği, sistemin istenmeyen emniyet durumunun yaratıldığı olay diye de ifade edilebilir. Şekil 5.7’de örnek olarak verilen olay, çok yoğun trafiğe sahip hava sahasında kontrolör açısından incelenmiş ve hata ağacı şekle dökülmüştür. Aynı tarz olayda bir pilotun tanımlanan durumu ise, uçağın pozisyonuna ait algısını kaybetmesi, durum muhakemesi kaybı yaşamasıdır.



Şekil 5.15. Ana olay/ başlatıcı olay

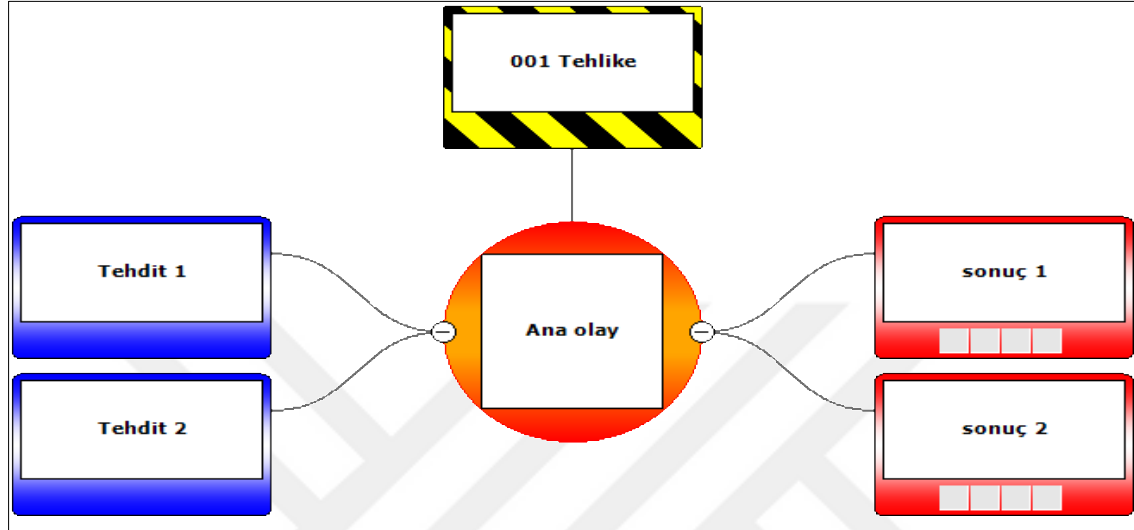
Tehlike ve ana olay belirlendikten sonra soldan sağa BOW-TIE oluşturmaya başlanılır ve sırada sebepler (Causes) veya tehditler (Threat) nelerdir belirlenmelidir. Burada ana olaya ‘neden/niçin’ ve ‘nasıl’ soruları sorularak, ana olayla doğrudan ilgisi olan sebepler/tehditler bulunur. Potansiyel tehlikeyi ortaya çıkaran doğrudan ana olayın oluşumunu sağlayan sebepler veya tehditlerdir.



Şekil 5.16. Tehditler

Trafiğin yoğun olduğu bir hava sahasında durum muhakemesi kaybı yaşayan uçaktaki pozisyon bilgisi veren cihazın arızası ana olayı yani pilotun uçağın pozisyonuna ait algısını kaybetmesini ortaya çıkaran tehditlerden birisidir.

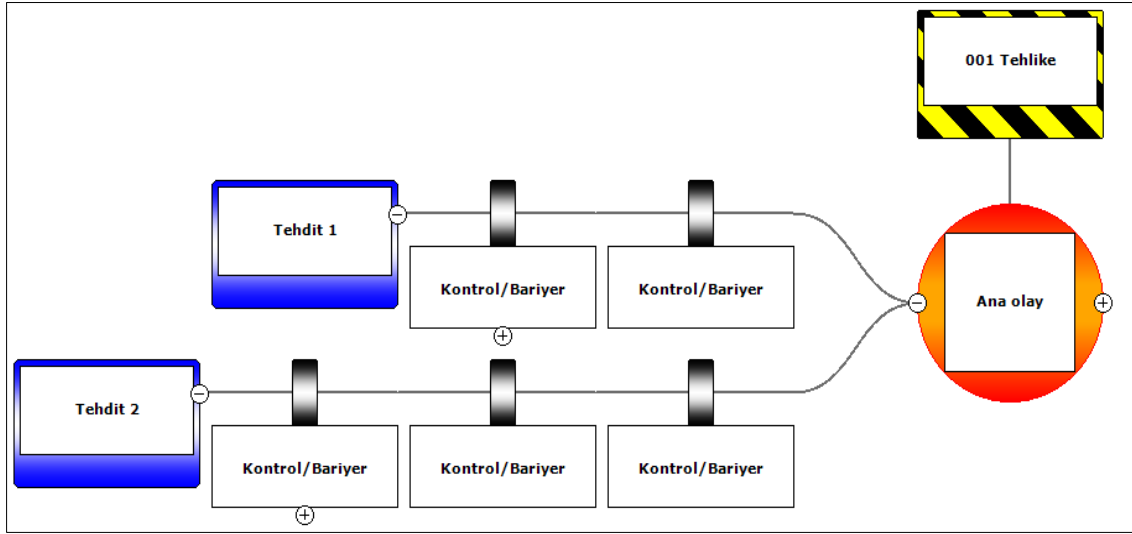
Ana olayın sağı tarafında ise ana olayın kontrol tedbirleriyle yönetilememesi durumunda meydana gelmesinin yarattığı istenmeyen durumlar (undesirable events) veya sonuçları (consequence) tanımlanmalıdır. Bunlar genellikle kazalar veya kazaya ramak kalma durumu veya hasarla sonuçlanan olaylardır.



Şekil 5.17. Sonuçların olduğu temel BOW-TIE

Sonuçlar bir faaliyet olarak ifade edilmelidir. Örneğimizde yoğun hava sahasında yaşanan durum muhakemesi kaybı sonucunda iki hava aracının çarpışması, sonuç veya istenmeyen durumun ifadesidir. Ana olayın birçok farklı sonucu olabilir.

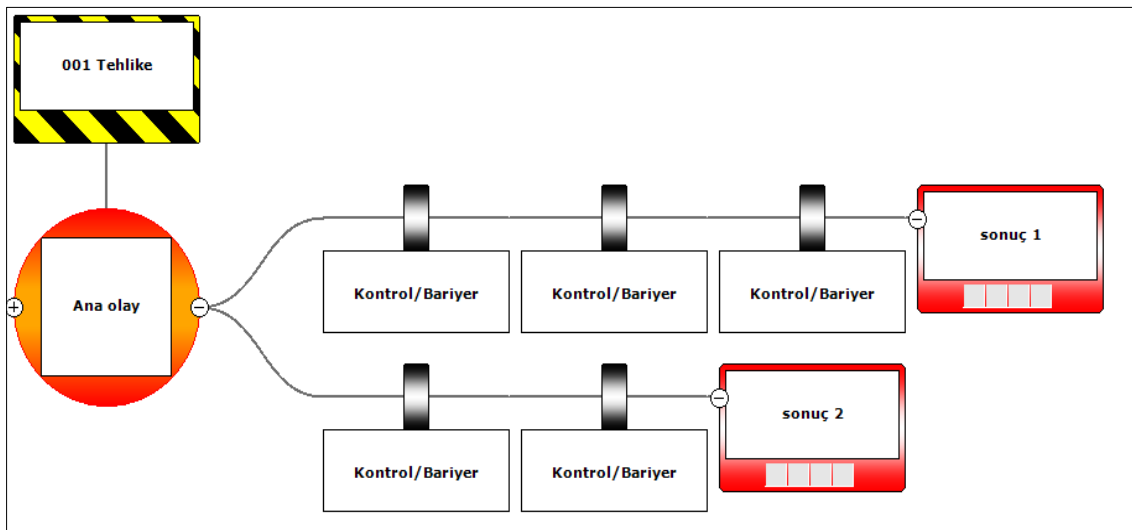
Önleyici kontroller (prevention control), mevcut durumu muhafaza etmek için istenmeyen bir güce veya eğilime karşı alınan her türlü önleme denir. Amaç ana olayın oluşumunu engellemektir.



Şekil 5.18. Kontrol tedbirleri/ bariyerlerin eklendiği BOW-TIE

Tehditin olasılığını ortadan kaldırmak veya var olan bir tehditin ana olayın ortaya çıkmasına sebep olmasını engelleyecek her türlü önlem, önleyici kontrol tedbirleri veya önleyici bariyerlerdir. Örneğimizde uçaktaki bozulan cihazın uçuştan önce kontrolünün Teknik birimi tarafından kontrolünün yapılması tehdit potansiyelini azaltır, yedek bir sistemin veya cihazın olması ve arızalı cihazın yerine otomatik devreye girmesi ise, ana olayın oluşumunu engeller.

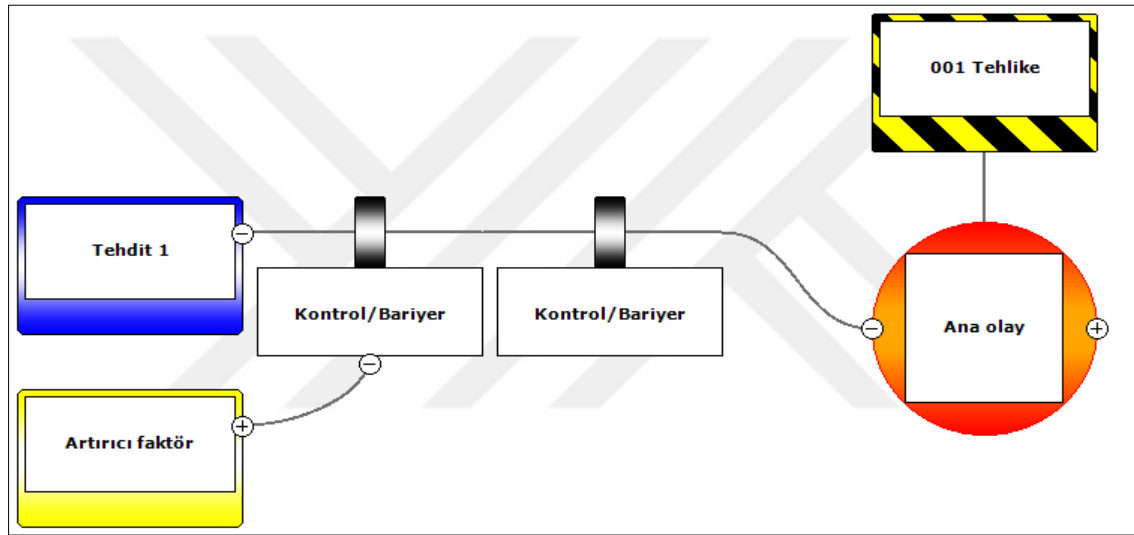
Aynen önleyici kontrolde olduğu gibi ana olay ortaya çıkmasından sonra alınacak tedbirlerle de istenmeyen sonuçların yani kazanın oluşumu engellenebilir. Bunları da koruyucu kontroller (Recovery Control) diye isimlendirilebilir.



Şekil 5.19. Sonuçların etkinliğini azaltan kontrol tedbirleri

Bu kontroller kazanın engellenmesi, sonuçların etkisinin azaltılması amacıyla alınan önlemlerdir. Örneğimizden devam edersek uçaktaki cihazları arızalanması ile pilotun durum muhakemesi kaybı yaşamasının önlenmesi amacıyla yer radarlarının kabiliyetlerinin artırılarak, yerden talimatla uçağın yönlendirilmesi, havada iki hava aracının çarpışmasını engelleyebilir.

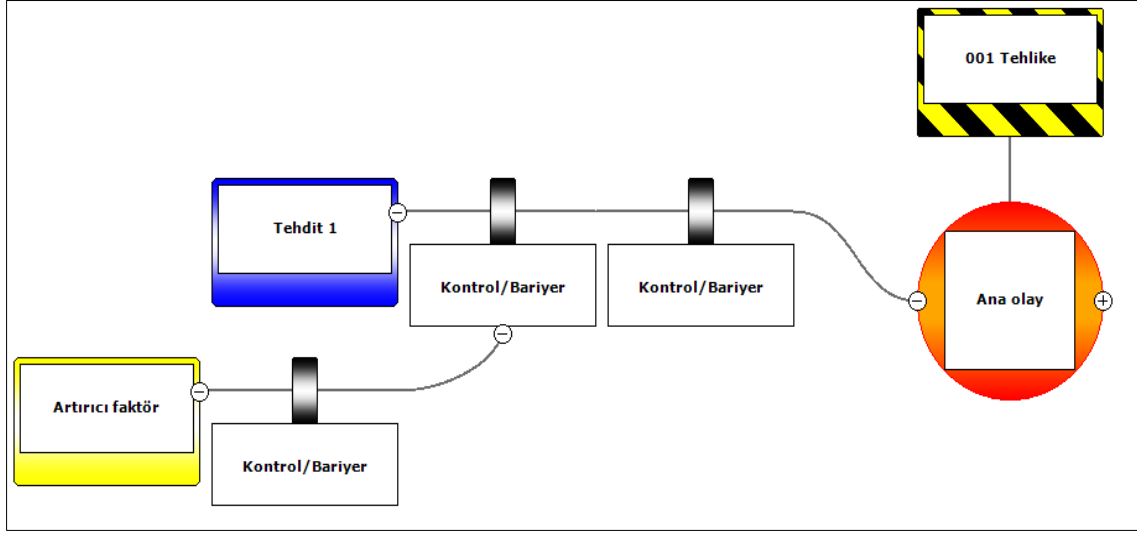
Tehdit derecesini azaltmak veya ortadan kaldırmak için konulan bariyerlerin etkinliğini azaltan, tehditin derecesini artıran unsurlara artırıcı faktörler/ unsurlar (Escalation Factors) denir.



Şekil 5.20. Bariyerlerin etkinliğini azaltan artırıcı faktörler

Örneğimizde önleyici kontrol tedbiri olarak pozisyon durumunu belirten yedek sistemin devreye girmesini koymuştuk. Eğer bu sistem pilot tarafından devreye konması gerekiyor ve pilotun bu konuda bilgi eksikliği varsa, bu durum önlenemez bir tehdidin seviyesini artırıp ana olayın gerçekleşmesini sağlar. Pilotun bilgi eksikliği artırıcı faktör olarak ele alınabilir. Kontrol tedbirlerinin etkinliğini azaltarak veya yok ederek riskin artmasını sağlayan her duruma artırıcı faktörler/ unsurlar denir. Doğrudan ana olayın sebebi olarak veya sonucu olarak ele alınmaz. Sadece kontrol veya bariyerin neden etkinliğinin devreden çıkabileceği veya etkinliğinin azalacağı üzerine yoğunlaşılır.

Artırıcı faktörlerin de kontrol tedbirleri olabilir. Yukarıda bahsettiğimiz gibi aynı gerekçelerle artırıcı faktörün etkisini ortadan kaldıran veya azaltacak bir kontrol tedbiri uygulanabilir.



Şekil 5.21. Artırıcı faktörlerin kontrol tedbirleri

Örneğimizde pilotun bilgi eksikliğini artırıcı önlem olarak ele alabileceğimizi belirtmiştik. Ancak uçak içi pilotun göstergeleri takip ettiği ekranların bir bölümünde arıza ikazı ile pilotun yapması gereken işlemi, görsel veya sesli olarak ikaz ettirebilirsek, bu durum artırıcı önlemin kontrol tedbiri olarak alınabilir.

Kontrol tedbirleri BOW-TIE şemasının sağ ve sol tarafında arka arkaya sıralanabilir. Sıralamada birbirleriyle bağlantılı yani bir sonraki bir öncekini devreden çıkarabileceği gibi ayrı ayrı uygulanacak tedbirler de olabilir.

BOW-TIE diyagramında renkler kullanılarak kontrollerin etkinlik derecelerine de vurgu yapılmıştır. Kırmızı renk ile tehlike ve kritik durum ifade edilmektedir. Etkinliği zayıf olan önlemler ise turuncu renk ile, etkinliği olan ise yeşil renk ile ifade edilmiştir.

Havacılık şirketlerinin iç analizleri için bitmiş bir BOW-TIE örneği, anlatılanlar ışığında Şekil 5.22'deki gibi hazırlanabilir.

¹ Şekil 5.22' de bariyer içeriklerinde dökümanlara yapılan atıfların açıklamaları EK 1 ' de açıklanmıştır. OM-B NONTYPE 2.12.1 EK 1 Madde 1, 2.1.11.3 EK 1 Madde 2, OM-B NONTYPE 2.13 EK 1 Madde 3, OM-B NONTYPE 2.1.11.3(f) EK 1 Madde 4, OM-B NONTYPE 2.1.13(c) EK 1 Madde 5, OM-B NONTYPE 2.1.3.1 (I)(1)(e) EK 1 Madde 6-7., OM A 8.1.2.8 EK 1 Madde 8., OM A 8.2.5.2 EK 1 Madde 9., OM A 8.2.5.3 EK 1 Madde 10., OM A 8.1.8.5 (B) EK 1 Madde 11., OM A 8.1.8.2 (A) EK 1 Madde 12., OM-B NONTYPE 2.1.1 EK 1 Madde 13'de açıklanmıştır. EK 2'de şeklin büyütülmüş hali vardır.

Şekil 5.22’te uçağın yaptığı her iniş ‘Tehlike’ olarak adlandırılmıştır. İnişte yüksek G kuvvetiyle yerle temas etmek ise ana olay olarak ele alınmıştır. Sol taraftaki her mavi kutucuk ‘tehdit’ veya ‘sebebe’ olarak ifade edilmiştir. Örneğin ilk sebebe, 100 feet yükseklik aşağısında alçalma hızının dakikada 900 feet olması uçağın yere doğru hızla yaklaştığını ifade eder. Yerle temasın sert olmasının sebeplerinden birisidir. Şemanın sağ tarafı ise ana olayın sonuçlarını ele almıştır. Sert inişten dolayı yolcuların rahatsız olması, yolcu yaralanması veya uçağın gövde hasarı olması da bu sonuçlardan birisidir. Şemanın her iki tarafı için kontrol tedbirleri sıralanmıştır.

5.6. BOW-TIE Analiz Sonucunun Değerlendirilmesi

BOW-TIE oluşturulmasından sonra bu diyagramın nasıl kullanılacağı ve kullanılan önlem veya bariyerlerin etkinliğinin ne kadar olacağı ve gerçekte bu bariyerler olması gereken yerde kullanılıp kullanılmadıkları başta olmak üzere bir inceleme başlatmakta fayda vardır. Önleyici veya koruyucu bariyerlerin niteliklerinin ne oldukları, kim ve ne için konuldukları, işlevlerinin belirlenmesini de sağlayabilecektir.

BOW-TIE diyagramında kontrol tedbirleri genel başlıklar olarak eğitim, sertifikasyon veya yeterlilik, denetim, prosedürler, inceleme ve test etme, bakım, iletişim ve işaretleme yani sinyalizasyon olarak belirlenebilir [55]. BOW-TIE uygulayıcısının bilgi birikimi ve incelediği sistemi tanıma yeterliliği analizin etkin önlem ve bariyerleri içermesini sağlamaktadır. Aynı olay üzerine inceleme yapan gruplar veya başka uzmanların BOW-TIE şemalarında farklılıklar olabilmekte, aynı önlemleri kullanmak yerine farklı önlemler önererek hem önlemin uygulayıcısını değiştirmekte hem de etkinliğini değiştirebilmektedirler. Sonuçta ana olayı önleyen veya oluşması halinde etkisini azaltan önlem veya bariyerlerin, bu bariyerlerin etkinliğini azaltıcı olarak şemaya işlenen artırıcı faktörlerde değişebilmektedir. Ancak tehlike ve olay arasındaki süreci anlatmada etkin bir araç olan metod, aynı zamanda analizi yapanı bu süreç boyunca etkin önleyici ve koruyucu veya etki azaltıcı önlemleri diyagrama eklemeye zorlamaktadır. Bu önlemler karar vericilerinin kimler olması gerektiğini belirleyerek emniyet seviyesini artırmaktadır. Kullanılan bariyerlerin veya önlemlerin kimlere sorumluluk yüklediği ve gerçekte nerede olurlarsa etkin olabilecekleri de ayrı bir sorun olarak durmaktadır. Havacılık organizasyonlarında kişiye görev verilmesi veya ek eğitim planlanması veya fazla istihdamla

görevi yapacak kadro oluşturulması gibi birbirinin yerine kullanılacak önlemler alınabilir. BOW-TIE şemasının bu konuda incelenmesinde fayda vardır.

BOW-TIE metodolojisi sonucu bir organizasyonda emniyet seviyesinin nasıl idame ettirileceği organizasyonu oluşturan bileşenlerin tamamına anlatılmalıdır. Burada bariyerlerin, artırıcı tedbirlerin ve artırıcı tedbirlerin kontrol faktörlerinin organizasyon bileşenlerine yükledikleri sorumlulukların içeriği tanımlanmalıdır. Burada kontrol tedbirlerinin nasıl tanımlanması gerektiği de önemlidir. Bu konuda farklı tanımlamalar yapılmıştır. Kontrol tedbirlerini yani bariyerleri aktif, pasif ve prosedüre ait olanlar diye tanımlama yapanlar da olmuştur [41]. Bu tanımlamada prosedüre ait olanların önemli olduğu ve bunların ihmalinin en büyük zararları oluşturduğu belirtilmiştir.

BOW-TIE şemasında tehditler ile tehditlerin etkinliğini azaltacak olan kontrol tedbirleri organizasyon içerisinde belirli birimlerin görev tanımları içerisinde. Örnek olarak verirse el kitaplarına atıf yapılan kontrol tedbirleri, organizasyonda belirli birimlerin görevleri arasındadır ve Emniyet Yönetim Sistemi içerisinde görevlerin takibi sistem yöneticileri tarafından takip edilmektedir. Şemaya eklenen her unsur sorumlulara görev olarak atanmak ve takibi yapılmak durumundadır. ICAO tarafından belirlenen yönetim sistemlerinin organizasyon içerisinde kurulması, bu sistemlerin şirketler tarafından hazırlanmış uygun yönetim dökümanlarına sahip olması, sistem yöneticisi olarak atanmış yeterlilikleri standartlara uygun kişilerin olmasının gerekliliklerini daha önceki bölümlerde ayrıntılı bahsedilmişti. Öncül olarak yapılan ve sistem içerisinde tehlikeleri tespit eden yöntemlerin verileri ile meydana gelmiş olayların sebeplerinin kıyaslarının yapılması gerekliliği ve bu iki sürecin ilişkilendirilmesi, verilerin işlenmesindeki verimliliği artıracaktır.



6. KAZA KIRIM RAPORU

Örnek olarak alınan rapor gerçek yaşanmış bir havacılık kazasının sonucunda elde edilmiştir. Şirket ve ülke ismi gibi tanımlayıcı ifadeler kanuni zorunluluklar nedeniyle değiştirilmiştir. Bu kaza kırımının sonucunda yukarıda örneklediğimiz BOWTIE diyagramına aktarılan sonuç üzerinden çalışma tamamlanacaktır.

Kaza kırım raporu üzerinden yapılacak çalışmada tespit edeceğimiz bir sonuç kazadan önce organizasyon tarafından yapılan BOW-TIE tehlike analizinde tehdit olarak, önlem olarak veya sonuç olarak değerlendirilmemiş olabilir. İncelencek sonucun BOW-TIE analizinde uygun yere yerleştirilerek bariyerlerinin veya kontrol tedbirlerinin hem kaza kırımının önlenmesi amacıyla organizasyon içerisinde sisteme eklenmesi gereken tedbirleri belirleyecektir hem de tehlikenin etkisinin azaltılması veya ortadan kaldırılmasını sağlayacaktır.

6.1. Kazanın Özeti

İniş esnasında piste yüksek düşey hızla temas eden bir Airbus tipi uçak, pas geçme işlemini başlatmış, havada hasar görmüş bir motorunu susturmuş, arızalı iniş takımı dikmesi, bazı kontrol satırları ile 20 dakika sonra tekrar iniş yapmıştır. İniş esnasında pistte kalamayarak pistten çıkmıştır.

6.2. Tespitler

Kaza kırım incelemesinde yapılan detaylı çalışma, uçakta olan kayıt cihazları verileri, üretici firma, kaza kırım inceleme heyeti, yabancı kaza kırım inceleme uzmanları, kule ve radar kayıtları, uydu kayıtları, yapılan görüşmeler, uçak içerisinde bazı cihazlarda bulunan kayıtlı veriler kullanılarak tamamlanmıştır. Bu tespitler ışığında bizi ilgilendirenler kısaca şunlardır;

- Meydan, pist, seyrüsefer cihazlarında olay esnasından herhangi bir anormallik tespiti yapılmamıştır.
- Öndeki uçak veya pist başına etki eden herhangi bir uçak vorteksi tespiti yapılmamıştır.

- Uçuş verileri kayıt cihazına göre ilk yaklaşımda 670 ft RA (Radio Altimeter- Radyo Altimetre) yüksekliğe kadar otomasyon kullanılarak gelinmiş ve bu irtifada AP devre dışı bırakılmıştır. Kumandalar kaptan pilottadır.
- 105 ft RA'da (TD-5 sn) de 400 ms süreyle 18° kadar sol ve ardından 1,2 sn içinde tam sağ (20°) SS (Side Stick) kumandası verilir ve bu kumanda 1.2 sn süresince korunur.
- Yatış kumandası verilmesi esnasında herhangi bir atmosferik rahatsızlık yoktur. (Uçak 0° (sıfır derece) yatış, 0g yanal ivmelenme, 2° sabit yunuslama ve LOC sinyali üzerindedir)
- 90 ft RA (TD- 4,5 sn) aynı anda maksimum'un (16°) %85'i oranında ($13,7^\circ$) burun aşağı ve sağa SS kumandası verilir. Bu arada IAS 140 kts'ye çıkar.
- 60 ft RA (TD- 2 sn) maksimum sola yatışa ($10,5^\circ$) ulaşıldığı anda SS kumandası durur. Bu aşamada yunuslama -4° ve düşey hız 1050 fpm'dir. Hemen ardından tam geriye SS kumandası verili, gaz kolları rölantiye çekilir, yunuslamada artış başlar.
- 45 ft RA'da sağ ve sol pedallara basılır. Yatış sola 4° dir ve azalmaktadır.
- 20 ft RA' da (TD- 0,5 sn) PM tam geriye SS uygular. DUAL INPUT ikazı alınır.
- Temas anındaki değerler düşey ivme = 4,8 g, yunuslama açısı 1° ve artışta, yatış sağa $2,8^\circ$ ve artışta, düşey hız= 27 ft/sn, sürat ise $V_{app} = V_{ls} + 14$ biçimindedir.
- TD+1 sn'de sağa yatış aniden 8° 'ye çıkar. 6° sağa ve tam geriye SS uygulanır. Yunuslama 8° ve artıştadır.
- TD+3 sn'de gaz kolları kademeli olarak TOGA'ya atılır. Yunuslama $10,2^\circ$, yatış sağa $13,6^\circ$ 'ye ulaşır. Sola pedal ve SS uygulanır.
- TD+10 sn'de yunuslama $14,8^\circ$ 'ye ulaşır ve 2 sn sabit kalır. Kuyruğun bu aşamada sürttüğü düşünülmektedir.

Uçakta uçuş öncesinde daha önceden kaydedilmiş bir arıza yoktur. Yerle temas sonrası sistem uçaktaki ilk arıza bilgisini kaydetmiştir. Airbus uçağında pilotların kumanda vermesini sağlayan SS vardır ve bu kumanda aletin girdilerini algılayarak kumanda satırlarına gönderen 14 algılayıcı vardır. Hepsi çalışır durumdadır.

Uçak üreticisinin el kitabında kumanda tekniği ile ilgili olarak aşağıdaki ifade yer almaktadır;

“Uçak stabil durumda ve otomatik kumanda ayarları yapıldığı için, eğer uçak uçuşu gereken hattan saparsa, kumandalardaki pilot (PF) kumanda çubuğunu kullanarak küçük düzeltmeler yapması ihtiyacı olur. Kumandalardaki pilot kumanda çubuğu ile boğuşmamalı

veya aşırı kumanda vermemelidir. Eğer PF aşırı kumanda verdiğini hissederse, kumanda çubuğu serbest bırakılmalıdır”² [57].

Airbus uçağında inişte, pistte istenilen noktaya teması sağlamak için burun aşağı derin kumanda verilmesi aynı dokümanda önerilmemektedir.

Kaza kırım ile ilgili olarak yapılan simülasyonlarda hava akımından kaynaklanacak ve derin kumanda verilmesini sağlayacak bir bulguya rastlanılmamıştır.

Kaza kırımın olduğu uçaktaki kaptan ve ikinci pilottan oluşan iki kişilik kokpit ekibi incelenmiştir. Kaptan bu inişte kumandalarda olan, uçağı kullanandır yani Pilot Flying (PF), ikinci pilot ise uçağı gözlemleyen Pilot Monitoring (PM), telsizle görüşmeleri yapan, kayıtları tutan, hava durumunu alan yani diğer işlemleri yerine getirendir. İnişte uçak kaptan pilotun kullanımında, ikazları yapan, gösterge değerlerini okuyan ise ikinci pilottur.

Kaptan pilotun yaklaşık 15000 saat toplam uçuşu vardır. Deneyimi büyük ölçüde farklı kumanda tekniği olan Boeing firmasının üretimi uçaklardadır. Airbus uçaklarının SS kumanda tekniğinde ise daha az tecrübesi vardır.

İkinci pilotun şirketin yetiştirdiği pilotlardandır ve eğitimini tamamıyla Airbus uçaklarında almıştır. Eğitim süreçleri hariç hat deneyimi ise 3 ay ile sınırlıdır.

6.3. Bulgular

Son 110 ft RA’ya kadar herhangi bir olumsuzluk yaşanmayan uçuşta, belirgin bir dış dinamik olmamasına rağmen PF yani kaptan pilot tarafından gereğinden fazla SS kumandası verilmiş ve yere yakın seviyede burun aşağı yunuslama nedeniyle uçak kontrol edilemez hale gelerek yüksek düşey hızla yerle temas etmiştir. Temas esnasında sağ dikme kırılmış, flaplar hasarlanmış, devamında sağ motor ve kuyruk yere sürtmüştür. Pas geçilerek tekrar havalanılmış, havada arızalanan 2 numaralı motor durdurulmuştur. Tekrar iniş yapılmış ve yerle temasa müteakip kırık sağ dikme katlanarak uçak sağa yatmış, sürüklenerek pist dışına çıkmıştır.

² “Since the aircraft is stable and auto-trimmed, the PF needs to perform minor corrections on the sidestick, if the aircraft deviates from its intended flight path. The PF should not fight the sidestick, or overcontrol it. If the PF senses an overcontrol, the sidestick should be released

Kazanın ana sebebinin Kaptan pilotun zayıf iniş tekniğinin olduğu tespiti yapılarak alınması gereken önlemler kaza kırım raporunda sıralanmıştır. Bu bölümde tavsiyelerin tamamı burada sıralanmayacaktır. Ancak BOW-TIE metodu ile yapılmış olan tehlike analizinde, tehditler olarak sıralanan hususlar ve kaza kırım raporu tespitleri kıyaslanacaktır. Kaza kırım raporunda olan tespitlerden BOW-TIE diyagramında olmayanlar incelenecek ve diyagrama aktarılacaktır. Kaza kırım raporunda yazılan, birbirleriyle ilişkili olan tavsiyelerden inceleme konusu yapılacaklar aşağıdadır;

- Airbus tip eğitimlerinde SS kullanım tekniğine özel yer verilmelidir.
- Airbus filosu simülatör eğitimlerinde pilotların SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır.
- Airbus filosu yol kontrollerinde pilotların SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır.

Aynı tavsiyelerin içerisinde olan ama tali olarak yine ilgili olan bir madde de aşağıdadır;

- Deneyimli pilot işe alım kriterleri yeniden değerlendirilmelidir.

Sonuç olarak bu tespitlerdeki ana husus, kaptan pilotun farklı kumanda tekniğine sahip olan Boeing uçaklarında daha fazla tecrübesi olması ve Airbus uçaklarında ise daha az uçuş tecrübesine sahip olmasıdır. Geriye yönelik kaptan pilotun uçuşlarının teknik veri incelemeleriyle de bu veri desteklenmiştir.

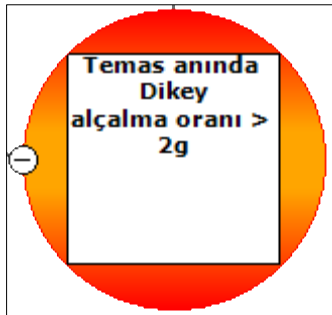
7. KAZA KIRIM RAPORU VERİLERİNİN TEHLİKE ANALİZ METODU BOW-TIE ŞEMASI İLE KIYASLANARAK ORGANİZASYONA AKTARILMASI

Organizasyon içerisinde yapılan çalışmada elde edilen iki ayrı sonuç var. Bunlardan bir tanesi BOW-TIE diyagramı kullanılarak elde edilen tespitler diğer yaşanan kaza kırım sonucunda elde edilen tespitler. Organizasyon olay yaşanmadan önce kaza/olay yaşamamak için yaptığı çalışmada ‘hangi unsurlar eksik kaldı ki kaza oluşumu engellenemedi?’ sorusuna cevap bulmak ve önlemleri almak zorundadır. Önlemleri alıp kaza kırım inceleme sürecini bitirmek yerine, EYS içerisinde kazaya sebep olan ve incelemede eksik kalmış tehditlerin varlığı da tespit edilmelidir. Kaza kırım inceleme sonuçları BOW-TIE diyagramında incelemesi yapılmamış tehditler olarak aktarılarak sürekliliği olan bir süreç içerisinde dahil edilmelidir.

Çalışmadaki örnekler üzerinden anlatılması gerekirse BOW-TIE üzerindeki tehditler ve kaza kırım raporu üzerinden tespit edilen sonuçları kıyas yapmak gerekmektedir. BOW-TIE şemasında tehlike ve ana olay örneğimizde aşağıdaki gibidir;



Şekil 7.1. Tehlike: İniş



Şekil 7.2. Ana olay: Dikey hızlanmanın yerle temasta 2 G hızdan daha fazla olması

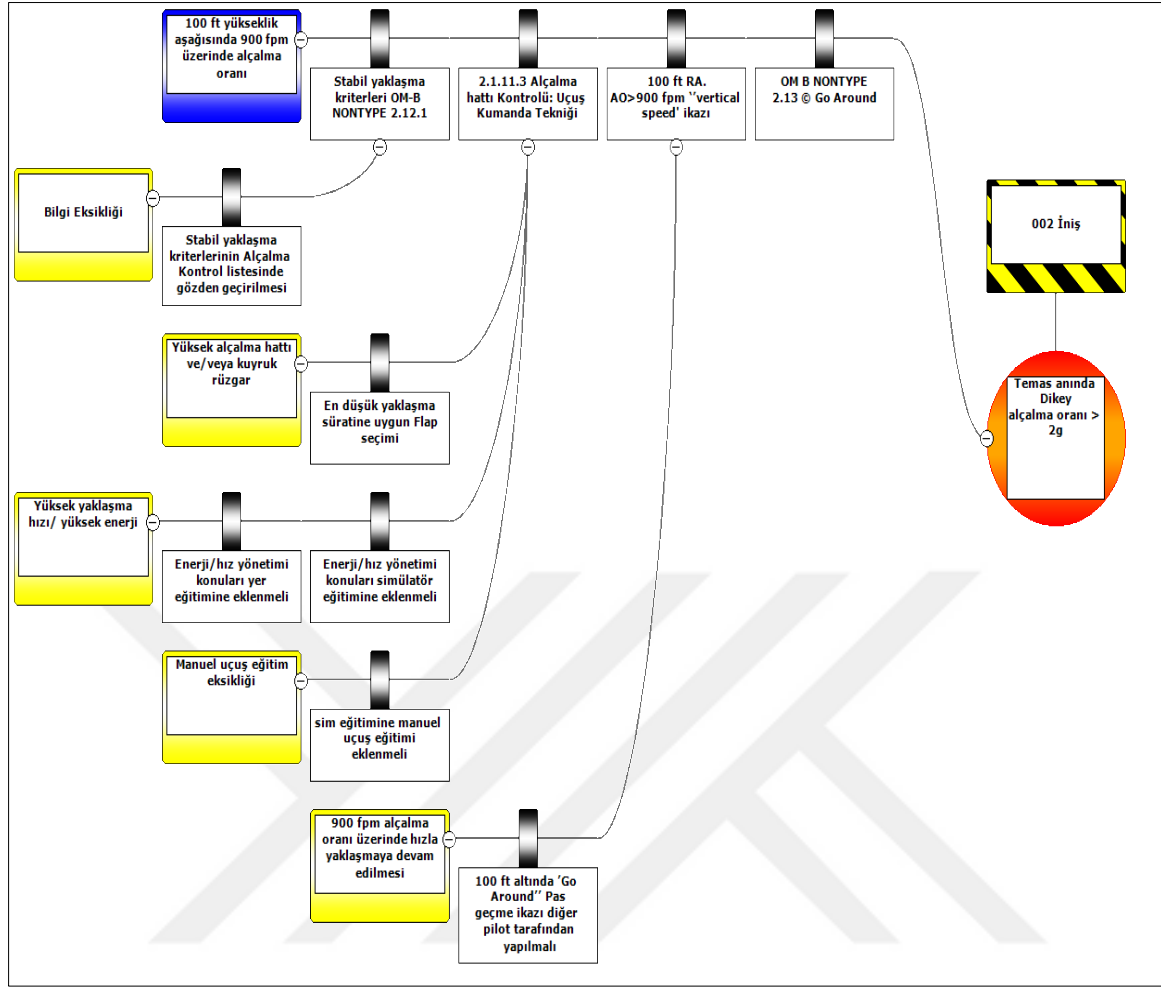
Olay öncesi tehlike analizi ile bize tehditleri değerlendirmeyi sağlayan BOW-TIE ile kaza kırım sonrası tespit edilen sebeplerin neler olduğunu Çizelge 7.1'deki kıyas tablosunda daha rahat görülebilir.

Çizelge 7.1'de görüldüğü gibi yaşanan olay öncesinde oluşturulan BOW-TIE diyagramındaki tehditlerin içerisinde Kaptan pilotun kumanda çubuğu (SS – Side Stick) kullanım tecrübesine ilişkin bir tehdit algısının analizi yapılmamıştır. Buna ilişkin olarak alınması gereken tedbirler / bariyerler oluşturulmamıştır. Kaza yapan Kaptan Pilot uçuş tecrübesi normalin üzerinde olan tecrübeli bir pilottur. Kumanda tekniği ile ilgili bir sorun olması beklenmeyen personel arasında yer almaktadır.

Çizelge 7.1'de kaza kırım tespitleri ile tehditleri karşılaştırdığımızda, tespitleri direk ilgilendiren, kumanda çubuğu kullanımıyla ilgili bir tehdidin BOW-TIE diyagram içerisinde yer almadığı görülür. BOW-TIE analizinde bu yönüyle öngörülmeleyen tehdidin oluşturularak bariyerleri belirlenmelidir.

Tehlike	Ana Olay	Tehditler	Kaza Kırım Tespitleri
MEYDANA İNİŞ	YERLE TEMAS ANINDA 2 G DEN YÜKSEK DİKEY HIZ	100 ft RA yükseklik altında 900 fpm üzerinde alçalma hızı	Airbus tip eğitimlerinde SS kullanım tekniğine özel yer verilmelidir
		Vref altında hız	Airbus filosu simulator eğitimlerinde pilotların SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır
		Yüksek yaklaşma hızı	Airbus filosu yol kontrollerinde pilotların SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır
		Geç Palye	Deneyimli pilot işe alım kriterleri yeniden değerlendirilmelidir
		Erken Palye	
		Aynı anda kumanda verme (Airbus)	
		Tekrarlı yerle temas	
		Kanat vorteksi veya rüzgar döngüsü	
		Meteorolojik etkenler (Yan rüzgar, kırılan rüzgar, baskılayıcı rüzgar, düşük görüş)	
		Uçak sistemlerinin ölçtüğünden daha yüksek gerçek uçak ağırlık	
		Kısa ve/veya dar pist	
		Göz yanılsaması (pist veya çevre faktörlerinden dolayı)	

Kaza kırım sonuçları, tespitleri incelendiğinde, elde edilen sonuçların nasıl işleneceğinin tespiti yapılmalıdır. Örneğin ilk tespit olan ‘*Airbus tip eğitimlerinde SS kullanım tekniğine özel yer verilmelidir*’ incelenecek olursa elimizdeki BOW-TIE şemasına ne olarak girebileceğine karar verilmesi gerekir. Tehdit olarak girebileceği gibi varolan bir tehdit bariyeri olarak veya artırıcı faktör ile artırıcı faktör bariyeri olarakta girebilir. Öncelikle var olan tehdidin bariyeri, artırıcı faktörü veya artırıcı faktörünün bariyeri olarak eklenmesi durumu incelenmiştir. Sert iniş tabir edebileceğimiz ‘istenmeyen olay’ a ait ilk tehdit olan ‘*100 ft RA yükseklik altında 900 fpm’den fazla alçalma oranı*’ incelendiğinde ‘2.1.11.3. alçalma hattında uçuş kumanda tekniği’ bariyerinde, ‘Manuel uçuş tecrübesi eksikliği’ artırıcı faktörü vardır. Bu artırıcı faktör genel bir kumanda kullanım zaafiyetine bağlı olarak yazılmıştır fakat özel olarak ‘simit lövyeye’ tabir edilen ve pilotun önünde olan klasik kumanda aygıtı kullanım tecrübesinin, yeni teknoloji üretimi olan, yeni nesil oyun konsollarındaki, insan hissiyatına değil de ekran görüntüsü üzerinden verilen kumandayı otomatik olarak uçağa aktaran bir sistemin kullanım eksikliğini karşılayacak bir ibare içermemektedir. Çalışmada söz konusu olan kumanda çubuğu Airbus şirketi tarafından kullanılan ve kumanda çubuğu (Side Stick- SS) olarak isimlendirilmiş olan kumanda aygıtıdır. Şekil 7.3 jenerik diyagramımızdaki tehdit ve bileşenlerinin kaza öncesinde EYS gereği olarak yapılmış analizini içermektedir.



Şekil 7.3. 100 ft yükseklikte 900 fpm hızla alçalma tehdidinin BOW-TIE incelemesi³

Şekil 7.3'teki tehdit ve tehdit ile ilgili olan BOW-TIE diyagram unsurları Çizelge 7. 2'ye aktarılmıştır. Aynı çizelgeye kaza kırım tespitleri de uygun olan bariyerin karşılığına eklenerek çizelgede birleştirilmiştir.

Kaza kırım tespitlerine bakıldığında özellikle süzülüş hattının alçak irtifada muhafaza edilmemesi ve uçağın kontrolünde derin kumanda tabir edilen gereğinden fazla kumanda verilmesi kazaya sebep olan unsurların başında gelmektedir. BOW-TIE diyagramı çizelgeye aktarılırken 'tehdit' sütunu oluşturulmuş ve hemen yanında ise kontrol tedbirleri yani bariyer sütunu oluşturulmuştur.

³ Şekil 7.3'te kutucuklar içerisinde döküman maddelerine yapılan atıflara ait bilgiler EK-1'dedir. OM-B NONTYPE 2.12.1 EK 1 Madde 1., 2.1.11.3 EK 1 Madde 2., OM-B NONTYPE 2.13 EK 1 Madde 3.'te açıklanmıştır.

Her bariyer için diyagramda geçen artırıcı faktörlerin ilki bariyerin yan sütununda diğerleri alt satırlarda sırasıyla gösterilmiştir. Artırıcı faktörlerin bariyerleri de aynı mantıkla yan sütunda gösterilmiştir.

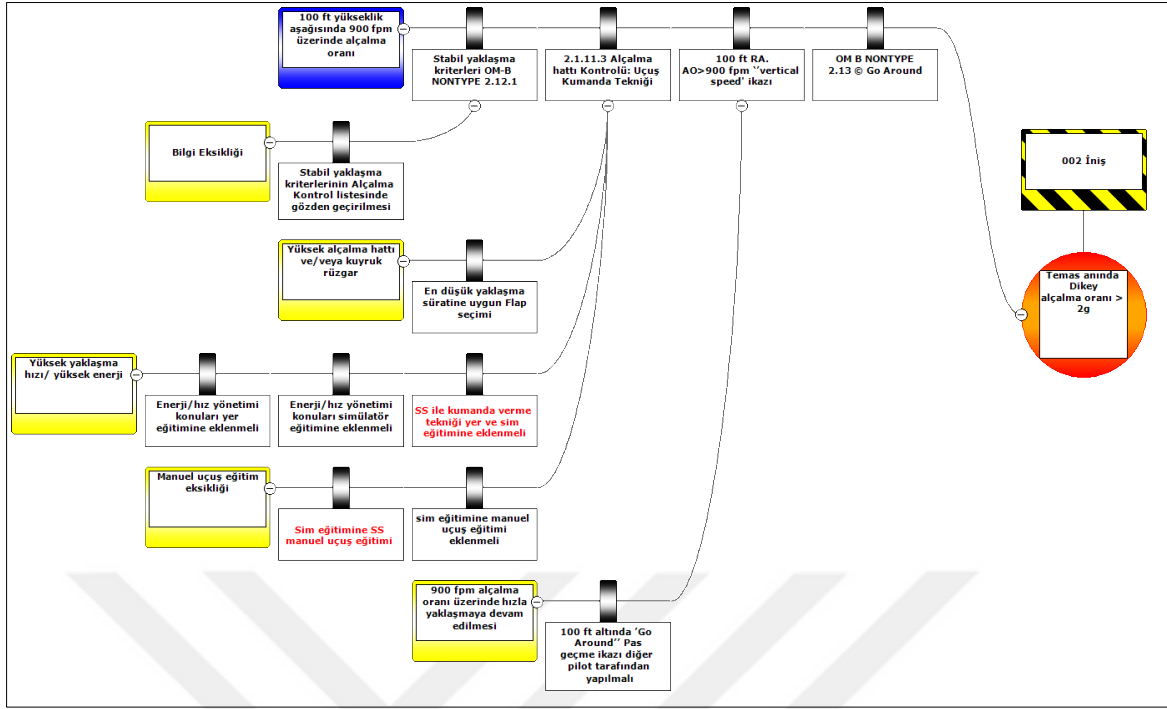
BOW-TIE diyagramımızdaki ilk tehdit için belirlenmiş olan bariyerlerden ‘alçalma paterninde kumanda tekniği’ bu çalışmadaki kaza kırım tespitlerinden kumanda tekniği ile ilgilidir. Bu bariyerin artırıcı faktörleri olarak;

- Yüksek yaklaşma hızı/ yüksek enerji
- Manuel uçuş tecrübesi eksikliği

Kaza kırım tespitlerini ilgilendiren ve kumanda tekniği sonucu oluşan artırıcı faktörlerdir. Çizelge 7.2’de sırasıyla ikisi için incelemesinde uçuş kumanda tekniği olarak işlenen bariyerin artırıcı faktörleri gösterilmiştir. Bu artırıcı faktörlere konulacak bariyerler veya artırıcı faktörlerin etkinliklerini azaltacak kontrol tedbirlerinin kaza kırım tespitleriyle eşleşmesi Çizelge 7.2’de gösterilmiştir.

Çizelge 7.2. Kaza kırım inceleme sonuçlarının BOW-TIE tehditleri çizelgesine eklenmesi

Sıra No	T. Nu	Tehdit	Kontrol Tedbiri/Bariyer	Artırıcı Faktör	Artırıcı Faktör Kontrol Tedbiri	Kaza Kırım Sebeplerinin Eklenmesi
1.1	1	ROD above 900 fpm below 100 Ft RA – 100 feet yükseklikte 900 fpm üzerinde alçalma oranı	App. Stabilization criteria OM.B.NON-TYPE 2.12.1 (El kitabı B bölümünde stabil yaklaşma kriterleri)	Lack of the knowledge- Bilgi eksikliği	Review of approach stabilization criteria on Descent Checklist- Alçalma kontrol listesinde stabil yaklaşma kriterlerini kontrol etmek	
2.1			2.1.11.3 Flight Techniques glide path control (Alçalma paterninde kumanda tekniği)	High Glide Path angle and/or Tailwind (Yüksek alçalma açısı ve/veya kuyruk rüzgarı)	Selection of landing Flap conf for minimum approach speed (minimum yaklaşma süratine uygun flap seçimi)	
2.2.1				High Approach speed / High Energy (Yüksek Yaklaşma hızı/yüksek enerji)	Energy/speed management topics should be added to ground training at SOP/FCOM lesson (Enerji/hız kontrolü konuları yer eğitime, kitaplara eklenmeli)	Side Stick ile kontrol farklılıkları yer eğitim dersine eklenmelidir.
2.2.2					Energy/speed management topics should be added to SIM sessions (Enerji/hız kontrolü konuları SİM eğitime eklenmeli)	SS ile verilen kumanda tekniğinin uygunluğu sim eğitime içerik olarak dahil edilmelidir.
2.3				Lack of the manual flight experience (manual uçuş eksikliği)	Additional manual flight training should be added to SIM session (Fazladan manual uçuş eğitimi SİM eğitime eklenmeli)	Airbus tecrübe eksikliği bu bölümde artırıcı faktör olarak eklenebilir. Yeni Bow-Tie şeması oluşturulur.
3.1			If vs exceeds 900 fpm below 100ft RA call out ‘VERTICAL SPEED’ (Dikey sürat 100 ft RA yükseklikte 900 fpm değerini aşarsa ‘VERTICAL SPEED’ ikazı yapılmalı)	Continue approach with more than 900fpm vertical speed (alçalmaya devam edilirse)	Go Around Call out by PM in case of vertical speed more than 900 fpm still exist below 100 feet RA (PM tarafından pas geç ikazı yapılmalı)	
4.1			OM B NON type 2.13 © Go Around (El kitabına göre pas geçmeyi uygulamak)			



Şekil 7.4. BOW-TIE şeması değişiklik teklifi

Kaza kırım incelemesi sonucunda tespit edilmiş olan fakat tehlike analizi yapılırken farkedilmemiş bir unsur Şekil 7.4'teki BOW-TIE diyagramına değişiklik olarak işlenmiştir. Sırasıyla Çizelge 7.2'ye uygun olarak;

- ‘Yüksek yaklaşma hızı/yüksek enerji’ artırıcı faktörüne bir kontrol tedbiri eklenmiştir
- ‘Manuel Uçuş tecrübe eksikliği’ artırıcı faktörü ‘Airbus/Boeing Manuel Uçuş Tecrübe Eksikliği’ olarak değiştirilmiştir.
- Değiştirilen artırıcı faktöre ek olarak ‘Ek olarak SS manuel sim uçuş eğitimi’

eklenmiştir.

Bu yapılan değişiklikler organizasyon içerisinde Emniyet Yönetim Sistemine tehdit analizi yapılabilmesini sağlayacak şekilde, yeni tespitlerin aktarılmasına olanak sağlamıştır. Yeni oluşmuş diyagram kaza inceleme tespitlerinin ileriye yönelik olarak organizasyonun ilgili birimlerine görev aktarımı yapılmasını sağlayacaktır.

Bu eklemeler ile Çizelge 7.1’de kaza kırım tespitlerinden;

- Airbus tip eğitimlerinde SS kullanım tekniğine özel yer verilmelidir.
- Airbus filosu simülatör eğitimlerinde pilotların SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesini sağlayacak düzenlemeler yapılmalıdır.

konuları BOW-TIE şemasına eklenerek EYS gereği olarak organizasyonun işleyişine aktarılmış, sürekliliği sağlanarak ilgili birimlerin takibine alınmış, denetime tabi hale gelmiştir. Yol kontrollerinde SS kullanım tekniklerinin gözlemlenmesi konusunda kaza kırım araştırması sonucu yapılan tespit ise daha genel bir faaliyet olarak ele alınmalıdır. Pilotların sene içerisinde yaptıkları uçuşlardan sadece birisinde ‘yol kontrolü’ yapıldığı düşünülürse, SS kullanımının ölçülmesi için ayrılan zamanın çok sınırlı olduğu görülür. Özellikle sert iniş sonucu yaşanan kazalardaki kumanda tekniğinden kaynaklı problemlerin tespitinin en iyi yapılacağı yer simülatör eğitimleridir. Ancak ‘yol kontrol’ ise yapılan bir uçuşun bütün safhalarının kapsanacağı bir denetimdir. İniş veya iniş öncesi otomatik pilotsuz yapılacak uçuşlarda anılan tespit yapılması mümkün olmayabilecektir. Sert inişin incelendiği BOW-TIE tehlike incelemesinde en önemli tespit ve tehdit ilk sıradaki durumdur. 100 ft yükseklikte derin süzülüş içeren durumda verilecek kumandalar SS kullanımındaki mahareti ortaya çıkaracaktır. Yol kontrolü esnasında kontrolü yapan personelin dikkatini çekmek için bilgilendirme yapılabilir ve aynı tehdit içerisinde bir bariyer olarak konulabilirse de zorlama bir kontrol tedbiri olacaktır.

Kaza kırım analiz tespitlerinin önceki çözümümüzde var olan bir tehdit içerisine ekleyerek BOW-TIE diyagramına aktardık. Diğer bir çözüm, yaşanan kaza kırım sonucunda SS kullanımını eksikliğini bir tehdit olarak alarak BOW-TIE şemasına eklemek olabilir. Bu yeni tehdit tanımlaması ile önceki çözümde eklenmeyen ‘yol kontrol’ uygulaması da bir bariyer olarak alınabilir. Yeni tehdit şeması Çizelge 7.3’teki gibi olur.

Çizelge 7.3. Yeni eklenen tehditle oluşan BOW-TIE Tehdit Çizelgesi

Tehlike	Ana Olay	Tehditler
MEYDANA İNİŞ	YERLE TEMAS ANINDA 2 G DEN YÜKSEK DİKEY HIZ	100 ft RA yükseklik altında 900 fpm üzerinde alçalma hızı
		Vref altında hız
		Yüksek yaklaşma hızı
		Geç Palye
		Erken Palye
		Aynı anda kumanda verme (Airbus)
		Tekrarlı yerle temas
		Kanat vorteksi veya rüzgar döngüsü
		Meteorolojik etkenler (Yan rüzgar, kırılan rüzgar, baskılayıcı rüzgar, düşük görüş)
		Uçak sistemlerinin ölçtüğünden daha yüksek gerçek uçak ağırlık
		Kısa ve/veya dar pist
		Göz yanılması (pist veya çevre faktörlerinden dolayı)
YENİ TEHDİT		SS kullanım yetersizliği

Eklenen yeni tehdeide ait olan bariyerler/kontrol tedbirleri, artırıcı faktörler ve artırıcı faktörlerin kontrol tedbirleri de Çizelge 7.4'teki gibi olur.

Çizelge 7.4. Eklenen SS kullanım yetersizliği tehditi çizelgesi

Yeni Tehdit	Kontrol Tedbiri Bariyer	Artırıcı Faktör	Artırıcı Faktör Kontrol Tedbiri
SS Kullanım Yetersizliği	FCOMrev42 3.04.27.P1-5 Flight Controls ⁴	Lack of the knowledge- Bilgi eksikliği	Additional manual flight sim training / ground training – manuel kullanım eğitimi için simulator ve yer eğitimi planlanması
	FCTM24Jun09 OP-020 P20 Flight Controls/NO-160/SI-020 ⁵	Lack of manual flight experience – Manuel uçuş kumandası kullanım eksikliği	Additional manual flight sim training / ground training – manuel kullanım eğitimi için simulator ve yer eğitimi planlanması
	2.1.11.3 Flight Technics; glide path control. ⁶		
	Line control Flight Checks- Uçuş Yol Kontrolü		

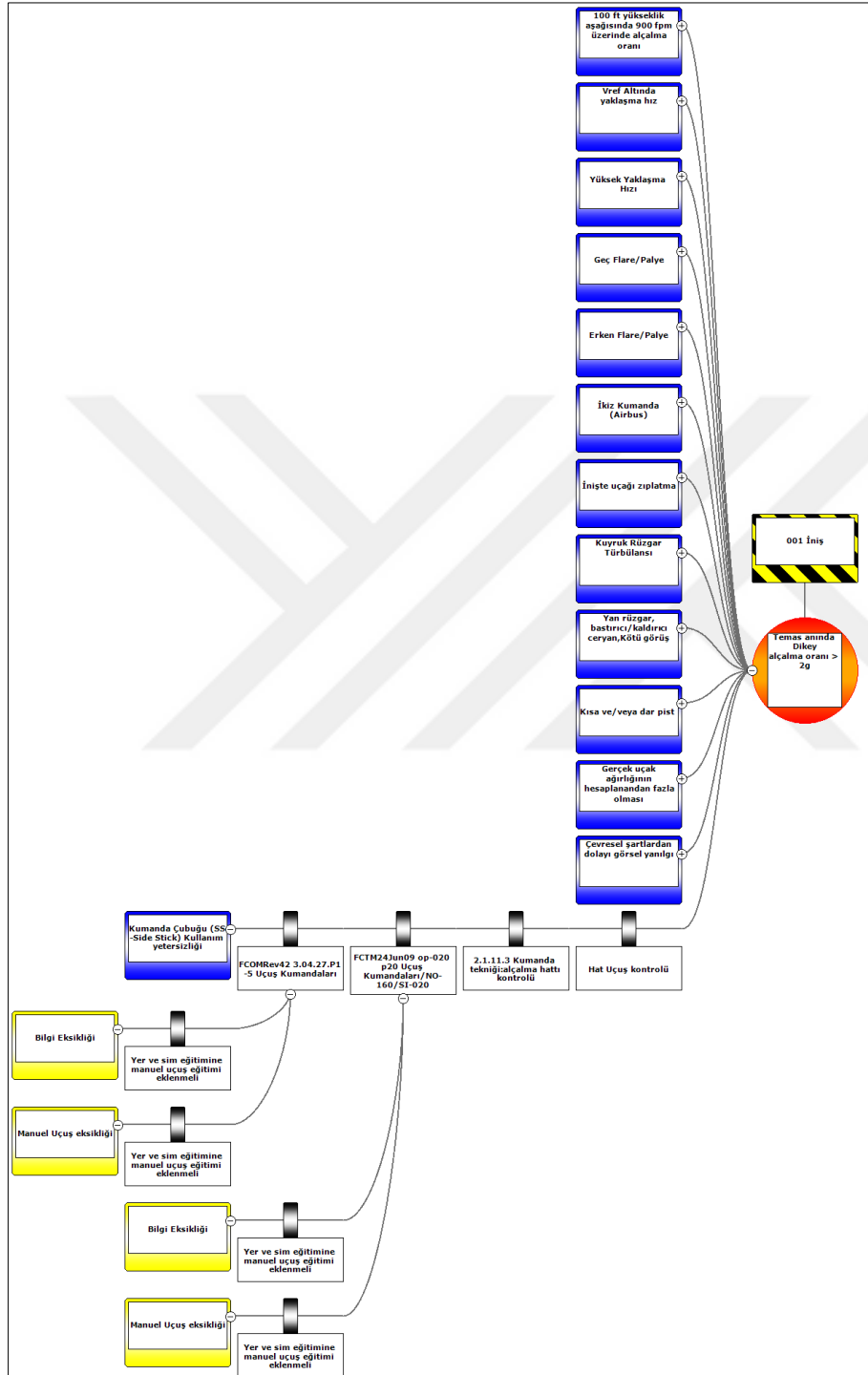
Yeni BOW-TIE şeması oluşumu ile yeni bir tehdit eklemesi yapılmış olur ve kaza kırım inceleme sonucu organizasyon içerisinde işlemi yapılacak, önlemi alınacak şekilde taraflara görevlendirme yapılır. Eklenen kaza kırım sebebi ile BOW-TIE şeması tehdit ve bariyer

⁴ EK 1 Madde 14' de dokümanın ilgili bölümü eklenmiştir.

⁵ EK 1 Madde 15' de dokümanın ilgili bölümü eklenmiştir.

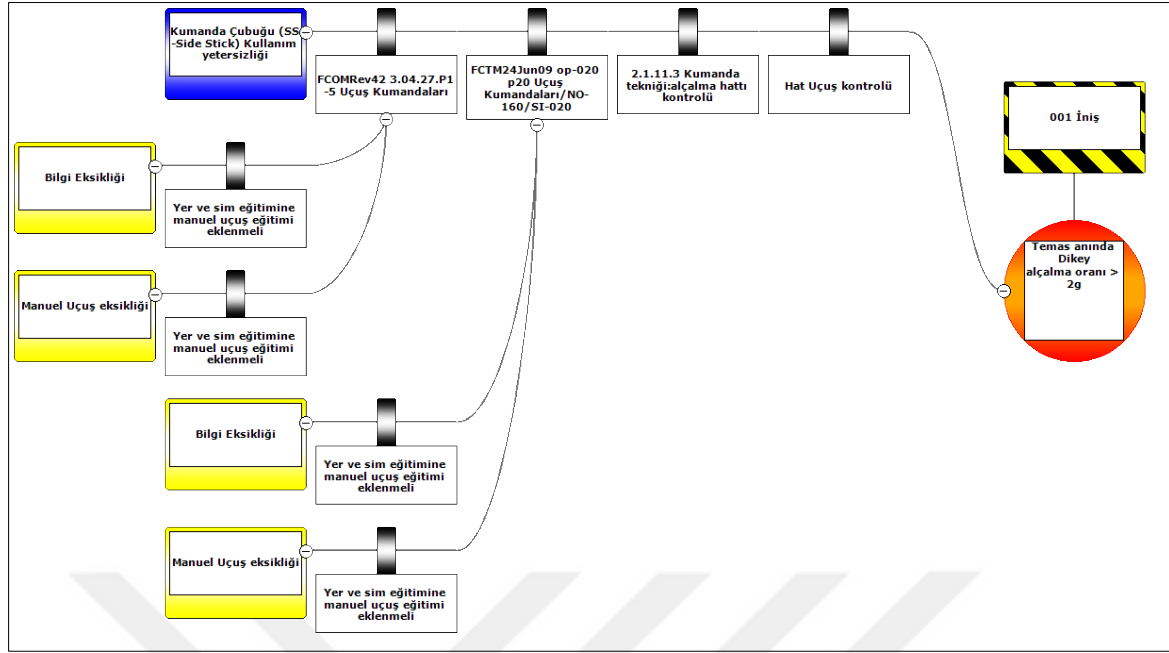
⁶ EK 1 Madde 2' de açıklanmıştır.

ilişkisi de aşağıdaki gibi yukarıdaki tabloya uygun hale getirilebilir. Şemada sadece yeni eklenen tehdit ilişkileri gösterilmiştir.



Şekil 7.5. SS kullanım yetersizliği ile oluşan yeni BOW-TIE şeması⁷

⁷ Şekil 7.5'te kutucuklar içerisinde doküman maddelerine yapılan atıflara ait bilgiler EK-1'de 2.1.11.3 Madde 2'de, FCOMrev42 3.04.27 P1-5 Madde 14'te, FCTM24Jun09 OP-020/NO-160/SI-020 Madde 15'te açıklanmıştır.



Şekil 7.6. SS kullanım yetersizliği ile oluşan yeni Tehdit şeması⁸

⁸ Şekil 7.6'da kutucuklar içerisinde döküman maddelerine yapılan atıflara ait bilgiler EK-1'de 2.1.11.3 Madde 2'de, FCOMrev42 3.04.27 P1-5 Madde 14'te, FCTM24Jun09 OP-020/NO-160/SI-020 Madde 15'te açıklanmıştır.

8. SONUÇ

Havacılık organizasyonu, Emniyet Yönetim Sistemi içerisinde tehlike tespit ve analiz yöntemi kullanarak sürekli belirlediği tehlikelerin kendisi için yaratacağı riskleri ölçmeye ve bunları önlemeye çalışır. BOW-TIE içerisinde kullanılan bariyerler veya diğer adı ile kontrol tedbirleri kaza/olay oluşumunu önlemeye yönelik ‘öncül’ tedbirlerdir. Kaza oluşumunun ardından bulgular, tespitler sonucunda alınması gereken önlemler ise ‘ardıl’ tedbirlerdir ve aslında BOW-TIE ile tespitini yaparak önleyemediğimiz olay/kaza oluşumunun da sebepleridir. Çalışmada, kaza sonucu elde edilen verilerin, aslında birbirinden bağımsız ve ayrı birimlerle ayrı zamanlarda yürütülen kazakırım inceleme ve BOW-TIE süreçlerine, geribesleme yapılarak, nasıl dahil edilebileceğine dair bir öneri sunulmuştur. BOW-TIE şeması bilgilerinin çalışmada yapıldığı şekliyle çizelgelere aktarılması, kaza sonuçlarının kıyaslanması yapılabileceği gibi uygulayıcılar başka yöntemler de izleyebilirler. Ancak burada üzerinde durulması gereken ana konu, olay/kaza inceleme sonuçlarının mutlaka sürekliliği olacak şekilde, havacılık organizasyonun denetimine sokularak işlenir hale getirilmesidir. BOW-TIE kullanımını tercih eden organizasyonlarda ve kullanmayanlarda da tehlike analizi ile başlayan süreç, aynen çalışmada kullandığımız ve önerdiğimiz mantıkla kaza/olay sonuçlarının aktarılması gerekmektedir.

Çalışmada detaylandırılmayan konulardan bir tanesi de BOW-TIE sürecinin organizasyon içerisinde nasıl işlerliğinin olacağıdır. Ana konudan sapmadan verilerin temelde geri besleme ile organizasyon EYS sürecine dahil edilmesi üzerinde durulmuştur. Örnek olarak bir kontrol tedbirinin kime atanacağı, emniyet performansının nasıl takip edileceği, risk ölçümünün kim tarafından nasıl yapılacağı gibi detaylara çalışmada yer verilmemiştir.

Beşinci bölümde BOW-TIE, bu çerçevede referanslara dayalı olarak kısaca anlatılmıştır. Aynı bölümde bahsedildiği gibi BOW-TIE uygulayıcılarının mesleki bilgisi, tecrübesi, mesleki alt dallardaki uzmanlığı gibi konular aynı konuda farklı şemaların hazırlanması sonucunu doğurabilmektedir. Örnek olarak aldığımız aslında ‘sert iniş’ tabir edilen ‘2G üzerinde dikey hızla yerle temas’ olayını başka bir BOW-TIE uzmanı ‘100 feet altı irtifada kontrol kaybı’ olarak ele alarak incelemesini başlatabilecektir. Her iki inceleme de doğru kabul edilerek şema üzerinden çalışma yapılabilecek ve önlemler tespit edilebilecektir. Daha açıklayıcı olacağını düşündüğümüz bir örnekle açıklamak gerekirse karayolunda araçların kavisli bir yolda sürtme sonucu kaza yapmaları BOW-TIE ile incelenirse bir

uzman, kontrol tedbiri olarak ‘karayolu şeridinin genişletilmesi’, diğer bir uzman ‘şoförlere ek eğitim verilmesi’, diğer bir uzman ise her iki kontrol tedbirini de önererek şemasını hazırlayabilir. Organizasyonun yapısı, kültürü, elinde kullanabileceği olanaklar önlemleri belirlerken, incelemeyi yapan uzmanın bunlara olan hakimiyeti de incelemenin sürecini, içeriğini etkileyecektir. BOW-TIE için bu esnekliğin hem olumlu hem de olumsuz sonuçlar doğurabileceği kabul edilebilir.

Diğer bir kısıt ise inceleme yapılan sektörlerin işleyiş tarzına göre şemada kontrol tedbirlerinin FTA tarafı veya ETA tarafında yoğunluk kazanacağıdır. Havacılıkta çoğunlukla stabil durumun bozulması ile kontrol tedbirleri yoğunluk kazanır ve ana olay oluşumuna gelen süreçte ana olayın meydana gelmemesi hedeflenir. Ana olay oluşumundan sonra ise daha çok ‘kaçınma’ manevrası veya kısıtlı sayıda yapılacakların gerçekleştirilmesi ile kurtulma, etkinin azaltılmasına çalışılır. Şemanın sol tarafında daha yoğun önlem sağ tarafında ise daha kısıtlı sayıda kontrol tedbiri uygulaması görülür. Bazı sektörlerde ise tam anlamıyla tersi durum söz konusu olabilir. Otomasyonun yoğun olduğu bir sektörde bir ikaz ışığının yanması ile ana olay gerçekleşmiş olabileceği gibi öncesinde yapılabilecek birçok önleyici faaliyet otomasyon tarafından yapılmış olabilir. Bu tarz sektörlerde ise şemanın ETA tarafında da birçok kontrol tedbiri sonuçları önleyici veya ana olayın etkinliğini azaltıcı olarak kullanılabilir. Çalışmada havacılık sektörünün genel mantığı içerisinde FTA tarafında daha fazla kontrol tedbiri üzerine çalışma yapılmış ve ana olay oluşumu engellenmeye çalışılmıştır.

BOW-TIE ile analizi yapılan ve organizasyon içerisinde sürekliliği olan EYS süreci içerisine, kaza oluşumundan sonra elde edilen sonuçların, tespitlerin dahil edileceği bir yöntem organizasyonda devamlılığı sağlayacaktır. Farklı tehlike tespit ve analiz yöntemleri kullanan veya farklı risk analiz yöntemi kullanan EYS yöneticileri için de kaza sonucu elde edilen verilerin, havacılık organizasyonunda kullanıcıların elindeki dökümanlara işlenmesi, eğer dokümanlarda varsa da eğitim, operasyon, kalite güvence, uçuş emniyet gibi birimlerin dikkatinin ilgili konuya çekilerek kullanıcıların uygulamalarının sağlanması, kurulacak bir veri geri besleme akışına ihtiyaç duymaktadır. Sadece kaza sonucu alınacak önlemlerin sıralandığı bir duyuru veya emirler bütünü değil kurumsal hafıza oluşumu vasıtasıyla işleyişin sağlıklı olması da bu sayede mümkün olabilecektir. Çalışmada havacılık ve BOW-TIE bilgilendirmeleri devamında, incelenen olayın kaza inceleme sonuç verilerinin aktarılmasında önerilen süreç sırasıyla;

- Kaza kırım tespitlerinin sıralanması
- Aynı tarz kaza kırım oluşumunu engellemek için önceden hazırlanmış BOW-TIE çalışmasının detaylarının incelenmesi
- Kaza kırım tespitleri ile BOW-TIE bileşenlerinin karşılaştırılması farkların tespitinin yapılması, çizelgelerin hazırlanması
- Kaza kırım tespitlerinin diyagram içerisine aktarılma şekline kararın verilmesi
- Önceden hazırlanmış BOW-TIE diyagramına yeni verilerin işlenmesi

şeklinde. Bu sıra ile adım adım yerine getirilerek örnek üzerinden yöntem uygulanmıştır. Amaç; organizasyon içerisinde eksiklik olarak değil de bir uçuş emniyet boşluğu olarak kabul edilen geri beslemenin farklı birimlerin, birbirlerinden bağımsız faaliyetleri ile değil de bizzat EYS yöneticisi eliyle yapılmasına bir örnek sunmaktır. Organizasyon içerisinde bir emniyet boşluğu oluşmasının önüne geçerek, ardıl verilerin öncül çalışmalara aktarılmasının yanında, sürekli güncelliği korunan sistem içerisine yani EYS içerisinde öngörülemez ama yaşanan olay/kaza sonucu elde edilen tehdit, bariyer veya artırıcı/engelleyici faktörlerin işlerliğinin, sürekliliğinin sağlanmasıdır. Çalışmada bu amaca uygun bir metot olarak BOW-TIE kullanımının nasıl olabileceği gösterilmiştir.

Özellikle havacılık organizasyonlarında elde edilen verilerin, şirket içerisinde işletilmesi zorunlu yönetim sistemlerine aktarılması ve sonuçların operasyonun emniyetine katkı sağlaması önemlidir. İşletilen her sürecin sonunda elde edilen veri, tecrübe, kazanım veya kayıpların sistem içerisinde devamlı işlenir halde tutularak risklerin azaltılması için bu çalışmaya benzer araştırmaların ve örneklerin yapılmasına ihtiyaç vardır. Çalışmada sadece kaza/olay incelemesi verileri alınarak işlenmesine rağmen havacılıkta aynı türde veriler raporlama sisteminden, denetlemelerden, kalite güvence sisteminden ve işletilen yönetim sistemlerinden de elde edilebilmektedir [29]. BOW-TIE metodundan başka analiz yöntemleri kullanıcıları açısından da tehlike ve tehditlerin EYS içerisinde değerlendirilmeleri için benzer çalışmalara ihtiyaç vardır.

Çalışmanın içeriği endüstriyel kaza seviyesinde daha da genişletilerek kullanıcı seviyesinin üzerinde kurumlar, havacılık otoritesi veya kanun koyucu seviyesinde de yapılabilir. Amaç tehlikelerin yönetimi ve kontrolünün sağlanmasıdır. Çalışmada, var olan BOW-TIE ile öngörülmüş bir ana olayın oluşumuna sebep olan ve tahmin edilememiş bir tehdit sonucu

meydana gelen bir kaza arasında verilerin nasıl geri besleme ile BOW-TIE diyagramına aktarılması gerektiği pratik olarak gösterilerek EYS etkinliği ve işlerliği artırılmıştır.



KAYNAKLAR

1. International Civil Aviation Organization. (2010). *ICAO Annex 13 Aircraft accident and incident investigation*. (10th Edition). Montreal, Canada: ICAO, 1-1,1-2, 3-1.
2. İnternet: ICAO Safety Report. (2020). Web: https://www.icao.int/safety/Documents/ICAO_SR_2020_final_web.pdf adresinden 3 Nisan 2021 tarihinde alınmıştır.
3. İnternet: IATA Safety Report. (2020). Web: <https://www.iata.org/en/publications/safety-report/> adresinden 3 Nisan 2021 tarihinde alınmıştır.
4. International Civil Aviation Organization. (2013). *ICAO Annex 19 Safety management*. (First Edition). Montreal, Canada: ICAO, 4-1,4-2, APP 2-1, APP 2-2, APP 2-3, APP 2-4, ATT A-1, ATT A-2, ATT A-3, ATT B-1, ATT B-3, ATT B-4.
5. International Civil Aviation Organization. (2006). *ICAO DOC 7300/9 Convention on international civil aviation*. (9th Edition). Montreal, Canada: ICAO, 20, 35.
6. İnternet: FAA History. Web: <https://www.faa.gov/about/history/> adresinden 8 Mayıs 2021 tarihinde alınmıştır.
7. İnternet: ECAC in Focus 2019 European Aviation Moving Forward. (2019).. Web: https://www.ecac-ceac.org/images/documents/ECAC_in_Focus_2019.pdf adresinden 2 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
8. İnternet: Creation of ECAC. Web: <https://ecac-ceac.org/about-ecac/history/creation-of-ecac> adresinden 6 Temmuz 2021 tarihinde alınmıştır.
9. European Parliament. (2002). *Official Journal of the European Communities European Union Regulation (EU) No 1592/2002*. (2002). Brussel, Belgium: European Parliament, L79/1-L79/5, L240/1-L240/3.
10. İnternet: ICAO Links to civil aviation community. Web: <https://www.icao.int/pages/links.aspx> adresinden 8 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
11. İnternet: Public Laws of the USA, Air commerce Act Chap.344, Sec.2(e). (1926) Web: <https://libraryonline.erau.edu/online-full-text/books-online/aircommerceact1926.pdf> adresinden 12 Nisan 2021 tarihinde alınmıştır.
12. İnternet: History of The National Transportation Safety Board. Web: <https://www.nts.gov/about/history/Pages/default.aspx> adresinden 23 Mart 2021 tarihinde alınmıştır.
13. İnternet: Public Law. (1996). Web: <https://uscode.house.gov/statviewer.htm?volume=110&page=3258> adresinden 23 Mart 2021 tarihinde alınmıştır.
14. İnternet: Office of the Law Revision Counsel. Web: <https://uscode.house.gov/browse/prelim@title49/subtitle2/chapter11&edition=prelim> adresinden 23 Mart 2021 tarihinde alınmıştır.

15. European Parliament. (2010). *Official Journal of the European Communities European Union Regulation*. Brussel, Belgium, 2010 (EU No 996/2010).Belgium: European Parliament, L295/35, L295/36, L295/38, L295/46.
16. Ulaştırma, Denizcilik ve Haberleşme Bakanlığının Teşkilat ve Görevleri Hakkında 655 Sayılı Kanun Hükmünde Kararname (1 Kasım 2011). *T.C. Resmi Gazete (1 Kasım 2011, 28102 sayılı mükerrer)*, 10-12.
17. Bazı Cumhurbaşkanlığı Kararnamelerinde değişiklik yapılması hakkında Cumhurbaşkanlığı Kararnamesi (10 Ocak 2019). *T.C. Resmî Gazete (10 Ocak 2019 30651 Sayılı)*, 37-39.
18. Miller, C. O. (1981). Aviation accident investigation: Functional and legal perspectives. *Journal of Air Law and Commerce*, 46, 237-238.
19. Jefford, J. (2006). Accident investigations, institutions, and attitudes. *Royal Air Force Historical Society Journal* 37, 8.
20. Reason, J. (2008). *The Human contribution: Unsafe acts, accidents, and heroic recoveries*. Surrey, UK: Ashgate, 99.
21. Hollnagel, E. (2002, September). *Understanding accidents-from root causes to performance variability*. Proceedings of the IEEE 7th conference on human factors and power plants, Scottsdale, Arizona, USA, 1-3.
22. Eurocontrol. (2009). *A white paper on resilience engineering for ATM* (2009). Brussels, Belgium: Eurocontrol, 4.
23. Wienen, H. C. A., Bukhsh, F. A., Vriezেকolk, E., and Wieringa, R. J. (2017). *Accident analysis methods and models a systematic literature review*. Berlin: Centre for Telematics and Information Technology (CTIT), 17-21.
24. İnternet: 28823 Sayılı Resmî Gazete. SHY-6A Ticari Hava Taşıma İşletmeleri Yönetmeliği. (2013). Web: http://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/mevzuat/sektorel/yonetmelikler/SHY-6A_240317.pdf adresinden 8 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.
25. International Civil Aviation Organization. (2021). *Products&Services Catalogue* (Catalogue 2021). Montreal, Canada: ICAO, 129-135.
26. İnternet: Federal Aviation Administration Regulations and Policies. Web: https://www.faa.gov/regulations_policies/ adresinden 21 Nisan 2021 tarihinde alınmıştır.
27. İnternet: EASA Regulation Structure. Web: https://www.easa.europa.eu/sites/default/files/dfu/regulations_structure-12062014.pdf adresinden 12 Mayıs 2021 tarihinde alınmıştır
28. İnternet: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Tarihçe. Web: <http://web.shgm.gov.tr/tr/kurumsal/1--tarihce> adresinden 8 Haziran 2021 tarihinde alınmıştır.

29. International Civil Aviation Organization. (2018). *ICAO DOC 9859 Safety Management Manual* (4th Edition). Montreal, Canada: ICAO, sf iii, 2-6, 2-10, 2-11, 2-18, 2-19, 5-2, 5-3, 5-4, 5-5, 5-6, 5-7, 8-20, 8-21.
30. International Civil Aviation Organization. (2018). *ICAO Annex 6 part 1 Operation of aircraft* (11th Edition). Montreal, Canada: ICAO, 3-2, 3-3, 3-4.
31. International Civil Aviation Organization. (1998). *ICAO DOC 9683 Human Factors Training Manual*. Montreal, Canada: ICAO, 1-2-24, 1-2-25.
32. Glossop, M., Loannides, A., and Gould, J. (2000). *Review of hazard identification techniques*. Health & Safety Laboratory, Sheffield, England: Crown, 3-6.
33. Jones F. V., Israni, K. C. (2012, September). *Environmental Risk Assessment Utilizing Bow-Tie Methodology*. International Conference on Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production. Society of Petroleum Engineers, Perth, Australia, 3.
34. Lee, W. S., Grosh, D. L., Tillman, F. A. and Lie, C. H. (1985). Fault Tree Analysis, Methods and Applications - A Review. *IEEE transactions on reliability*, 34(3), 194-203.
35. Atkins Consultants Ltd (2001). *Root causes analysis: Literature review* (325/2001). Warrington, UK: Crown, 16-19.
36. Mauri, G. (2000). *Integrating safety analysis techniques, supporting identification of common cause failures*, Doctoral dissertation, University of York, UK, 33-38.
37. Ren, H., Chen, X., Chen, Y. (2017). *Reliability based aircraft maintenance optimization and applications*. London, UK: Elsevier, 118, 115-131.
38. Kececioglu, D. (2002). *Reliability Engineering Handbook, Volume 2*. Lancaster, USA: DEStech Publication, 222, 223.
39. Rausand, M. (2014). *Reliability of safety-critical systems. Theory and Applications*. Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc., 105-110.
40. Lee, W. S., Grosh, D. L., Tillman, F. A., and Lie, C. H. (1985). Fault tree analysis, methods, and applications - a review. *IEEE transactions on reliability*, 34(3), 194-203.
41. Andonov, S. (2018). *Bowtie Methodology: A Guide for Practitioners*. Florida, USA: CRC Press, 85, 104, 144, 146, 147, 172.
42. İnternet: Lincoln Interactive. Hazards and Failures. Web: <http://legacy.lincolninteractive.org/samples/introduction-to-engineering/introduction-to-engineering-lesson-3>, adresinden 9 Mart 2021 tarihinde alınmıştır.
43. Rausand M., Barros A., Hoyland A. (2021). *System Reliability Theory* (Third Edition). USA: Wiley, 103,104.
44. U.S. Nuclear Regulatory Commission (October 1975). *WASH 1400-Reactor safety study*. Virginia, USA: National Technical Infirmination Service, 11-12.

45. Civil Aviation Authority, UK. (2006). *CAP 760 Guidance on the Conduct of Hazard Identification, Risk Assessment and the Production of Safety Cases*. Gatwick, United Kingdom.: TSO, Appendix D, 1-6, TSO 2.
46. İnternet: International Civil Aviation Organization. (2014). Fault Tree Analysis (FTA) and Event Tree Analysis (ETA). Web: <https://www.icao.int/SAM/Documents/2014-ADSAFASS/Fault%20Tree%20Analysis%20and%20Event%20Tree%20Analysis.pdf>, adresinden 3 Mart 2021 tarihinde alınmıştır.
47. Ostrom, L. T., Wilhelmsen, C. A. (2019). *Risk Assessment: Tools, Techniques, and Their Applications*. New York: John Wiley & Sons, Figure 22.1, 323.
48. Netjasov, F., Janic, M. (2008). A review of research on risk and safety modelling in civil aviation. *Journal of Air Transport Management*, 14(4), 213-220.
49. Ale, B. J. M., Bellamy, L. J., Cooke, R. M., Goossens, L. H. J., Hale, A. R., Roelen, A. L. C., and Smith, E. (2006). Towards a causal model for air transport safety—an ongoing research project. *Safety Science*, 44(8), 657-673.
50. Primrose, M. J., Bentley, P. D., van der Graaf, G. C., and Sykes, R. M. (1996, January). *The HSE management system in practice-Implementation*. SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, Lousiana, USA, 523, 524.
51. Primrose, M. J., Bentley, P. D., and van der Graaf, G. C. (1996, June). *Thesis-keeping the management system live and reaching the workforce*. SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference, Lousiana, USA, 749.
52. Gower-Jones, A. D., van der Graaf, G. C., and Milne, D. J. (1996, January). *Application of hazard and effects management tools and links to the HSE Case*. SPE Health, Safety and Environment in Oil and Gas Exploration and Production Conference. Lousiana, USA, 727, 728.
53. Gareth Book, Risktec Solutions Ltd. (April 2012). *Lessons learned from real world application of the Bow-tie Method*. SPE Middle East Health, Safety, Security and Environment Conference and Exhibition, Abu Dhabi, UAE, 1.
54. de Dianous, V., Fiévez, C. (2006). Aramis project: a more explicit demonstration of risk control through the use of bow-tie diagrams and the evaluation of safety barrier performance. *Journal of Hazardous Materials*. 130 (3), 220–222.
55. Cockshott, J. E. (2005). Probability bow-ties: A transparent risk management tool. *Process Safety and Environmental Protection*, 83(4), 307-316.
56. İnternet: Civil Aviation Authority. How this risk assessment tool Works. Web: <https://www.caa.co.uk/Safety-initiatives-and-resources/Working-with-industry/Bowtie/About-Bowtie/Introduction-to-bowtie/>, adresinden 5 Nisan 2021 tarihinde alınmıştır.
57. Airbus Group SE. (2009). *A320 FCTM Flight Crew Training Manuel, Operational philosophy* (Rev0909). Blagnac, Cedex, France: Airbus, OP-020. P 2/20.



EKLER

EK-1. BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

Tez içerisinde hazırlanmış BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan havacılık döküman maddelerinin içerikleri aşağıya çıkarılmıştır. İlgili belge içerikleri her havacılık organizasyonunda olmasına rağmen, bazılarında çok daha detaylı olarak açıklayıcı bilgiler de içeren şekliyle, bazılarında ise sadece ilgili konunun kuralı yazılmış şekliyle vardır. Madde içeriklerine sadık kalınarak BOW-TIE şemasında bariyer olarak gösterilen maddelerin içerikleri şirket adı belirtilmeden aşağıya çıkarılmıştır. Airbus üretici şirketinin dökümanlarının bir kısmının ise sayfa görüntüleri kullanılmıştır. Tez içeriğinde şemada kullanılan maddelerin içerikleri dökümanı kullanacak olan ve özellikle havacılık yayın sistemine alışkın olmayanlar için aşağıya çıkarılmıştır;

1. Stabil yaklaşma kriterleri OM-B NONTYPE 2.12.1;

STABILIZATION CRITERIA

(A) The use of Continuous Descent Approach (CDA) techniques during all approach phases is recommended. However, timely configuration changes are crucial to ensure that stable approach criteria are met. ATC requirements such as track shortening or speed requests, which could result in an unstabilized approach, are to be declined.

(B) Approach Stabilization

- (1) Straight-in approaches shall be stabilized at 1000ft AAL.
- (2) Non-straight-in approaches shall be stabilized at 500ft AAL.
- (3) Depending on the type of approach, PM/PNF will callout 1000ft or 500ft.
- (4) PF will reply:
 - (a) “STABILIZED” and continue the approach, or
 - (b) “GO-AROUND” and initiate go-around.

(C) Stable Approach Criteria

An approach is said to be stabilized when all of the conditions below are met and maintained until touchdown.

- (1) All briefings and checklists have been completed.
- (2) ILS approaches must be flown within one dot of the localizer and glide slope.
- (3) Non-precision approaches maximum deviation from VOR is ½ dot or 2.5 degrees and NDB is 5 degrees.
- (4) Only small changes in heading/pitch are required to maintain the correct flight path.
- (5) The aircraft indicated airspeed is between [VREF and VREF + 20] or as adjusted by minimum ground speed methods and power setting appropriate for airplane configuration.
- (6) Power setting is no less than minimum approach power.¹
- (7) The aircraft is in the correct landing configuration.²
- (8) Rate of descent is not greater than 1000 fpm.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

Note: For straight-in approaches speed and/or power requirements as indicated above could be delayed until 500ft AAL if all other criteria are already met.

2. 2.1.11.3 Alçalma hattı kontrolü: uçuş kumanda tekniği

Priority tasks are, in that order:

- horizontal and vertical flight path control;
- altitude and traffic, terrain awareness; and,
- ATC communications,
- system, configuration awareness,
- environment

Use the correct level of automation for the task

On highly automated and integrated aircraft, several levels of automation are available to perform a given task.

The correct level of automation often is the one the pilot feels comfortable with for the task or for the prevailing conditions, depending on his own knowledge and experience of the aircraft and systems.

Reversion to manual flying and manual thrust control actually may be the correct level of automation, depending on the prevailing conditions.

FMS or selected guidance can be used in succession or in combination (e.g., FMS lateral guidance together with selected vertical guidance) as best suited for the flight phase and prevailing operational conditions.

The PF always retain the authority and capability to select the most appropriate automation and guidance for the task, this includes;

- ☐ Adopting a more direct level of automation by reverting from FMS-managed to selected guidance (i.e., selected modes and targets);
- ☐ Selecting a more appropriate lateral or vertical mode; or,
- ☐ Reverting to manual flying (with or without FD guidance, with or without A/THR), for direct control of aircraft vertical trajectory, lateral trajectory and thrust.

3. OM-B NONTYPE 2.13 Go around

Go-Around

If an approach becomes unstable below 1000 ft AAL, or 500 ft AAL as per section (B); an immediate go-around is mandatory when any of the conditions listed in section C is lost.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

4. Vref altında yaklaşma hızı ve yüksek yaklaşma hızı OM-B NONTYPE 2.1.11.3 (f) flight technics

(F) A/P engagement should only be attempted when the F/D commands (if the F/D is on) are essentially satisfied and the aircraft flight path is under control.

5. Vref altında yaklaşma hızı ve yüksek yaklaşma hızı OM-B NONTYPE 2.1.13 (c) flight technics

Be ready and alert to take over, if required

If doubt exists regarding the aircraft flight path or speed control, no attempt should be made reprogramming the automated systems.

Selected guidance or manual flying together with the use of nav aids raw data should be used until time and conditions permit reprogramming the AP/FD.

If the aircraft does not follow the intended flight path, check the AP and A/THR engagement status.

6. Vref altında yaklaşma hızı ve yüksek yaklaşma hızı OM-B NONTYPE 2.1.3.1 (I)(1) (e) PM speed ikazı

Flight Parameters

PNF will make call-outs for the following conditions during final approach. Attitude callouts also

shall be made through to landing.

"SPEED" when speed becomes less than V app - 5 or more than V app +10.

"SINK RATE" when V/S greater than -1000 ft./min.

"BANK" when bank angle becomes greater than 7°.

"PITCH" when pitch attitude becomes lower than - 2.5° or higher than +10°.

"LOC" or "GLIDE" when either localizer or glide slope deviation is one dot.

"COURSE" when greater than 1/2 dot (VOR) or 5 degrees (ADF).

7. Geç flare/Palye OM-B NONTYPE 2.1.3.1 (I)(1) (e) PM 'Flare' ikazı

● **Between 50 and 40 feet RA :**

— **CHECK that "FLARE" is displayed on the FMA.**

Flight Parameters

PNF will make call-outs for the following conditions during final approach. Attitude callouts also

shall be made through to landing.

"SPEED" when speed becomes less than V app - 5 or more than V app +10.

"SINK RATE" when V/S greater than -1000 ft./min.

"BANK" when bank angle becomes greater than 7.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

"PITCH" when pitch attitude becomes lower than -2.5° or higher than $+10^{\circ}$.

"LOC" or "GLIDE" when either localizer or glide slope deviation is one dot.

"COURSE" when greater than 1/2 dot (VOR) or 5 degrees (ADF).

8. OM A 8.1.2.8 Kurtulma

Surface Conditions and Wind Limitations

(A) It is the Commander's responsibility to acquire the information in reference to the direction and the velocity of surface wind prior to initiating a take-off or an approach to land. Whenever reported crosswind component of the runway intended to land is or expected to be more than 15 kts pilot in command shall be PF.

(B) Flight operations shall not commence or be conducted if the reported speed of surface wind including the gust factor is above 50 kts.

(C) When in doubt the Commander shall ask for runway braking coefficient prior to attempting a take-off or landing.

(D) Calculated runway lengths shall be sufficient for the actual runway braking conditions.

(E) All landings shall be planned so as to attain positive touchdown within the first 1,000 ft of the runway with selected landing flaps (as applicable) at the targeted approach speed.

(F) Refer to Subchapter 8.4 for autoland wind limits.

(G) The table below displays the maximum wind components as a factor of braking action:

Çizelge 1.1. Frenleme katsayısı

BRAKING ACT10N	BRAKING COEFFICIENT		TAKE-OFF AND LANDING MAXIMUM WIND COMPONENTS			
	Russian Braking Coefficient	ICAO Braking Coefficient	HEADWIND	CROSSWIND (Note 7)	CROSSWIND GUST (Note 5)	TAILWIND (Note 6)
GOOD & ABOVE (Note 2 & 4)	0.42 or above	0 40 <x above	50 KNOTS	25 KNOTS	35 KNOTS	10 KNOTS
GOOD/ MEDIUM	0.41-0.40	0.39 - 0.36		20 KNOTS	28 KNOTS	
MEDIUM	0 39 - 0.37	0 35 - 0 30		15KNOTS	21 KNOTS	
MEDIUM / POOR (Note 1)	0 36 - 0.35	0 29 - 0 26		10 KNOTS		
POOR (Note 3)	0 34 or icss	0 25orlcss	OPERATIONS NOT PERMITTED			

Note 1: With one of the spoiler, anti-skid or reverser systems inoperative, take-off and landing shall not be conducted on runways with medium/poor braking coefficient conditions.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

Note 2: Further crosswind limitations apply for narrow runway operations as explained in OM Part B.

Note 3: Braking action shall be classified as “MEDIUM/POOR” or above for all non-narrow runway operations. Aeroplane shall not be dispatched for flight with braking action classified as “POOR” unless the runway classification can be improved to “MEDIUM/POOR” or above classification prior to the Estimated Time of Arrival (ETA) at the aerodrome.

Note 4: For non-narrow runway operations, if the crosswind value is within limits for the take-off alternate aerodrome, maximum crosswind limit may be increased to 30 kts for the take-off aerodrome.

Note 5: May be further restricted in accordance with the applicable AFM and/or FCOM (the more limiting).

Note 6: May be increased up to 15 kts if approved by the applicable aeroplane type AFM and/or FCOM, unless local restrictions contradict.

Note 7: At Commander’s discretion, dry runway crosswind limits for B777 and A330/A340 aircraft may be increased up to 35kts.

9. OM A 8.2.5.2 kısa pist operasyonu

Short Runway Operations

(A) Normal operations require runway lengths of 6,500 ft and greater.

(B) Short runway operations for runway lengths below 6,500 ft, require a flight crew certification.

(C) Requirements for special short runway operations are:

(1) flight crew members have been trained and certified accordingly by the Airlines Flight Training Department;

(2) aerodrome operating minima visibility shall be at or above 1,500 m (regardless of the type of approach to be conducted, higher values if minima dictate as such);

(3) tail wind component shall not exceed 5 knots.

(4) runway of intended landing shall be equipped with a VASI or PAPI which provides a normal glide path (same as the glide slope limits dictated in the AFM for the applicable aeroplane type). VASI or PAPI requirement may be replaced with an operable glide slope of an Instrument Landing System (ILS).

(5) published limitations and procedures in OM Part A, B, C and the applicable AFM are adhered to; and

(6) takeoff and landings may only be conducted by Commanders (seated in the left-hand seat) or co-pilots (P3-P4 seated in the right-hand seat).

(D) In case of incapacitation, above classified flight crew member may continue the approach if he deems a safe, stabilized approach and landing can be made. Otherwise, the flight crew member shall initiate a go-around.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

(E) All C3 classified Commander flights to short runways shall be conducted so as to ensure that the C3 classified Commander is seated in the right-hand seat and act as PM/PNF.

(F) Braking action shall be available and classified as “GOOD” for all short runway operations when deemed necessary. Aeroplane shall not be dispatched for flight with braking action classified less than “GOOD” unless the runway classification can be improved to “GOOD” prior to ETA.

(G) The following aeroplane systems shall be fully operational for short runway operations:

- (1) flight controls.
- (2) all wheel braking units.
- (3) auto-brake system.
- (4) nose wheel steering.
- (5) anti-skid system; and
- (6) all reversers.

10. OM A 8.2.5.3 kısa pist operasyonu

Short and Narrow Runway Operations

(A) Short and narrow runway operations shall fulfill the requirements depicted in Subchapters 8.1.2.5.1 and 8.1.2.5.2.

(B) Short and narrow runway landing and takeoffs shall only be conducted by the Commander seated in the left-hand seat.

(C) In case of Commander incapacitation, the flight crew member seated on the right-hand seat shall initiate a go-around.

(D) All C3 classified Commander LIFUS to short and narrow runways shall be conducted so as to ensure that the Commander under supervision is seated on the right-hand seat and act as PNF/ PM and the TRE, TRI or CN on the left-hand seat and act as PF.

11. OM A 8.1.8.5 (B)

(B) The mass and balance document shall enable the Commander to determine that the load and its distribution is such that the mass and balance limits of the aircraft are not exceeded.

12. OM A 8.1.8.2 (A)

(A) During any phase of operation, the loading, mass and centre of gravity (CG) of the aeroplane shall comply with the limitations specified in the Aeroplane Flight Manual (AFM) or the OM Part B, whichever is more restrictive.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

13. OM B NONTYPE 2.1.1 (Bakım defterine işlenmesi ve uçağın kontrolü)

Events Requiring Maintenance Inspection

(A) During ground or flight operations, events may occur which require maintenance inspection after flight.

(B) The Aircraft Maintenance Manual (AMM) refers to such events as "Conditional Inspections". These include, but are not limited to:

- (1)** Hard landing
- (2)** Overweight landing
- (3)** Severe turbulence
- (4)** Over speed- flap/slat, MMO/VMO, landing gear, landing gear tires
- (5)** High-energy stop (refer to the AMM for guidance)
- (6)** Lightning strike
- (7)** Extreme dust
- (8)** Tail strike
- (9)** Bird strike
- (10)** Any event that pilot feels a maintenance inspection could be needed. An example of such an event is an aggressive pitch up during a TCAS event or a Terrain Avoidance manoeuvre that could cause structural damage.

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

14. FCOMrev42 3.04.27 P1-5 Flight Controls

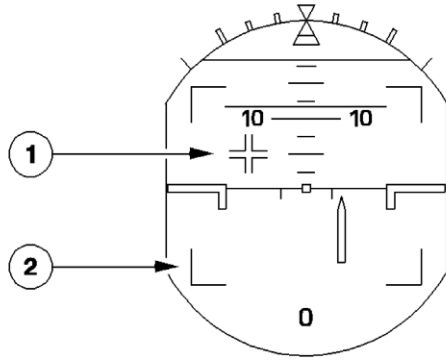
AIRBUS TRAINING  A320 SIMULATOR FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	3.04.27 P 1 SEQ 001 REV 28
GENERAL The fly-by-wire system has been designed and certificated to make the new generation of aircraft more cost effective and safer and smoother to fly or ride in than a conventional aircraft. NORMAL OPERATIONS The pilot uses the sidestick to fly the aircraft in pitch and roll (and indirectly, through turn coordination, in yaw). The computers interpret the pilot's inputs and move the control surfaces as necessary. However, regardless of the pilot's inputs the computers will prevent : R – excessive load factor – loss of control leading to excursions outside the safe flight envelope. AIRCRAFT ON THE GROUND At ground speeds below 70 knots, the sidesticks have full authority over the controls in pitch and roll to permit control checks. At ground speeds above 70 knots, the authority in pitch is reduced from 30° up to 20° up. In this ground mode, movements of the control surfaces in pitch and roll correspond directly to the stick inputs. With the aircraft in the normal configuration and engines running on the ground : – when the wheel brakes are released, the aircraft usually rolls with no added thrust. – nose wheel steering is "fly.by.wire", with no mechanical connection between the nose wheel and the steering tiller. The control forces are light : the flight crew should be careful to move the tiller gently to avoid unnecessarily high-rate turns. The aircraft can make very tight turns, but the flight crew should resist any tendency to overcontrol. When making tight turns at low ground speed, the crew should hold the selected tiller position, even if the turn radius is shorter than intended, so as to maintain a smooth turn.		

Şekil 1.1. FCOM uçuş kumandaları açıklaması birinci sayfa

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

AIRBUS TRAINING  A320 SIMULATOR FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;">3.04.27</td> <td style="width: 50%; text-align: center;">P 2</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">SEQ 001</td> <td style="text-align: center;">REV 36</td> </tr> </table>	3.04.27	P 2	SEQ 001	REV 36
3.04.27	P 2					
SEQ 001	REV 36					

NFC5-03-0427-002-A001AA



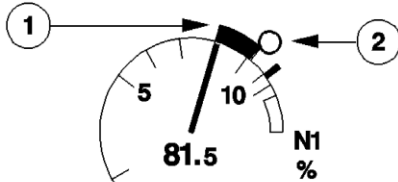
The PFD includes a symbol (1) that is the sum of sidestick positions given to the computers. It permits the PNF to check that the PF is making an appropriate control input during takeoff roll.

Small limit marks (2) indicate the limits of stick travel ($\pm 16^\circ$ in pitch, $\pm 20^\circ$ in roll). They are only displayed with the aircraft on ground. The flight crew must not use this display for control checks, because it does not necessarily indicate the control position in failure cases. The flight crew must use the ECAM flight controls page for making that check.

IN FLIGHT

TAKEOFF MODE

NFC5-03-0427-002-B001AA



Thrust management is very easy. The pilot selects a FLX thrust by stopping the thrust levers in the FLX/MCT detent, and by checking that the resulting N1 (or EPR) (1) is compatible with N1 (or EPR) target (2). For maximum takeoff thrust, the pilot moves the thrust levers fully forward and performs the same thrust check (N1 or EPR).

To counter the nose-up effect of setting engine takeoff thrust, the pilot should apply half forward stick, until the airspeed reaches 80 knots. Then, he should release the stick gradually to reach neutral at 100 knots (Refer to SOP 3.03.12 for additional information).

Şekil 1.2. FCOM uçuş kumandaları açıklaması ikinci sayfa

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

 A320 SIMULATOR FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	3.04.27 P 3 SEQ 001 REV 42
--	---	---

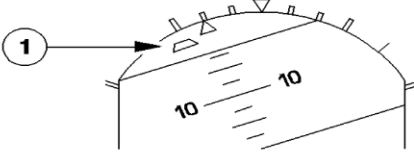
R Rotation is conventional. It takes about 1/3 to 1/2 back stick. The Pilot Flying (PF) continues
 R the rotation in order to bring the all-engine attitude value towards approximately 15
 R degrees. During rotation, the PF must not attempt to reach the FD pitch bar, because it does
 R not provide a pitch rate order, and may lead to overreaction. As soon as the aircraft
 R becomes airborne only, the PF must adjust the pitch attitude using the FD bar, which is then
 R representative of the SRS order. As the attitude changes and stabilizes, the control laws
 change to those for the flight mode in pitch, allowing the sidestick to return to the neutral
 position to maintain 1g at the chosen attitude. Pitch trim can begin to work at 50 feet.
 For crosswind takeoffs, routine use of into wind aileron is not recommended. In strong
 crosswind conditions, some lateral control may be used, but care should be taken to avoid
 using large deflections, resulting in excessive spoiler deployment which increases the
 tendency to turn into wind, reduces lift and increases drag. Spoiler deflection starts to
 become significant with more than one third sidestick deflection. As the aircraft lifts off,
 any lateral control applied will result in a roll rate demand.

FLIGHT MODE

Normally the sidestick is in the neutral position, with the aircraft stable in pitch and roll at
 the chosen altitude in straight or turning flight within certain limits. As a result, even in
 turbulence, the aircraft is flown best with little or no stick input.
 Hands off, the system maintains 1g in pitch, corrected for pitch and roll attitude, and zero
 roll rate, within certain limits (+ 30°, - 15° in pitch and ± 33° roll). Hands off, within these
 limits the aircraft resists disturbance from the atmosphere and rides well even in heavy
 turbulence.
 The system compensates almost 100% for changes of trim due to changes in speed and
 configuration. Changes of trim due to changes in thrust can be too large for the system to
 compensate, and the aircraft may respond to them in pitch in the conventional sense and
 then hold the new attitude at which it has stabilized after the trim change.
 The pitch trim wheel moves as the control law compensates for these changes.
 The control laws also make turning easier. They protect against overbanking, and at the
 chosen bank attitude (less than 33° of bank) the system maintains zero roll rate, stick free.
 Steep turns can be made at up to 67° of bank. This is the steepest bank at which it is
 possible to maintain level flight at 2.5g.
 Beyond 33° of bank, the pitch trim stops working and a lateral stability term is introduced.
 This term becomes progressively stronger as bank angle increases, so that it equals a full
 sidestick demand at 67° of bank, hence forming the limiting system.
 The lack of pitch trim makes it necessary for the pilot to hold the nose up in a steep turn.
 If he releases the stick, the nose drops and the aircraft eases its roll angle to less than 33°
 of bank and stabilizes at the pitch and bank angles it achieves at less than 33° of bank.
 During a normal entry into a turn, the pilot must make an intentional initial change to the
 pitch attitude in order to maintain level flight. Once he has done this, he can release the
 stick. The system then maintains a level turn.
 In climb, cruise, descent, and approach all these basic rules remain in effect.

Şekil 1.3. FCOM uçuş kumandaları açıklaması üçüncü sayfa

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

AIRBUS TRAINING  A320 SIMULATOR FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	3.04.27 P 4 SEQ 001 REV 36
LANDING MODE The system's landing mode gives the aircraft a stabilized flight path and makes a conventional flare and touchdown. It carries out the initial approach as this manual described earlier. At 50 feet, the system memorizes the attitude, usually 3° or 4° nose up. From 30 feet down, this value washes out over eight seconds to - 2°. The result is that the pilot has to exert a progressive pull to increase pitch gently in the flare. He should pull the thrust levers back at or above 20 feet, and the landing should occur without a long flare. Touchdown quality is better and more repeatable at fairly flat attitudes. An audible "RETARD" callout reminds the pilot if he has not pulled back the thrust levers when the aircraft has reached 20 feet. R Crosswind landings are conventional. The preferred technique is to use the rudder to align the aircraft with the runway heading, during the flare, while using lateral control to maintain the aircraft on the runway centerline (Refer to SOP 3.03.22). The lateral control mode does not change until the wheels are on the ground, so there is no discontinuity in the control laws. The aircraft tends to roll gently in the conventional sense as drift decreases, and the pilot may have to use some normal cross control to maintain roll attitude. R Even during an approach in considerable turbulence, the control system resists the disturbances quite well without pilot inputs. In fact, the pilot should try to limit his control inputs to those necessary to correct the flight path trajectory and leave the task of countering air disturbances to the flight control system. R Derotation is conventional. The pilot releases the back pressure he was holding for the flare and the nose wheel comes down nicely. Pitch trim then resets to zero. ABNORMAL OPERATIONS ENGINE FAILURE AT TAKEOFF NFC5-03-0427-004-A001AA  On the ground the aircraft is conventional. The pilot uses rudder to maintain direction. He should rotate to about 12.5° of pitch and adjust as required. The sideslip indication (1) changes to the engine-out mode (blue). When it is centered, the aircraft is close to the zero aileron position (best drag condition). It is therefore important to zero the slip indication accurately. Trim the rudder conventionally.		

Şekil 1.4. FCOM uçuş kumandaları açıklaması dördüncü sayfa

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

AIRBUS TRAINING  A320 SIMULATOR FLIGHT CREW OPERATING MANUAL	SUPPLEMENTARY TECHNIQUES FLIGHT CONTROLS	3.04.27 P 5 SEQ 001 REV 43
When time permits, the pilot should check the ECAM's FLT CTL page, and refine the rudder trim to give neutral lateral control, and also trim the rudder toward the spoilers that are up or toward the aileron that is farthest up to bring the lateral controls back to neutral. <u>ENGINE-OUT LANDING</u> The engine-out landing is basically a conventional landing. The pilot should trim to maintain the slip indication centered. It is yellow, as long as N1 is less than 80%. Between 100 and 50 feet, the pilot can reset rudder trim to make the landing run easier, and to recover full rudder travel in both directions. <u>BOUNCE AT LANDING</u> In case of a light bounce, maintain the current pitch attitude and complete the landing, while maintaining the thrust at idle. In case of a high bounce, initiate a go-around, initially maintaining the pitch attitude. Retract the flaps one step, and then the landing gear, once the aircraft is properly established on the go-around segment. In all cases, do not attempt to soften the (potential) second touchdown by increasing the pitch attitude. <u>TRAINING TOUCH-AND-GO</u> With the nosewheel on ground, pitch trim automatically resets to zero. The pilot should select CONF 2 and add thrust. He must always move the thrust levers to TOGA to bring up the speed reference system (SRS), and then reduce to a lower thrust (not less than CL), if he chooses. Takeoff may be a little out of trim, which may affect the rotation slightly, but once the aircraft is off the ground, the control law holds the "out of trim", then retracts at 50 feet.		

Şekil 1.5. FCOM uçuş kumandaları açıklaması beşinci sayfa

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

15. FCTM24Jun09 OP-020 Flight Controls/NO-160/SI-020

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	OPERATIONAL PHILOSOPHY PRELIMINARY PAGES TABLE OF CONTENTS
OP-PLP. PRELIMINARY PAGES	
TABLE OF CONTENTS.....	1/2
SUMMARY OF HIGHLIGHTS.....	1/2
OP-010. INTRODUCTION	
INTRODUCTION.....	1/2
OPERATIONAL GOLDEN RULES.....	1/2
OP-020. FLIGHT CONTROLS	
INTRODUCTION.....	1/20
NORMAL LAW.....	1/20
ALTERNATE LAW.....	5/20
DIRECT LAW.....	5/20
INDICATIONS.....	6/20
PROTECTIONS.....	7/20
MECHANICAL BACKUP.....	17/20
ABNORMAL ATTITUDES.....	18/20
SIDESTICK AND TAKEOVER P/B.....	19/20
OP-030. AP / FD / ATHR	
AUTOPILOT/FLIGHT DIRECTOR.....	1/24
AUTOTHRUST (A/THR).....	4/24
AP, FD, A/THR MODE CHANGES AND REVERSIONS.....	15/24
TRIPLE CLICK.....	22/24
OP-040. ECAM	
PURPOSE OF THE ECAM.....	1/10
MAIN principles.....	1/10
ECAM HANDLING.....	2/10
use of summaries.....	8/10
ENV A318/A319/A320/A321 FLEET FCTM	OP-PLP-TOC. P 1/2 24 JUN 09

Şekil 1.6. FCTM uçuş kumandaları konu başlıkları

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	NORMAL OPERATIONS PRELIMINARY PAGES TABLE OF CONTENTS
NO-120. NON PRECISION APPROACH	
PREFACE.....	1/14
APPROACH STRATEGY.....	1/14
LIMITATIONS.....	1/14
INITIAL APPROACH.....	2/14
INTERMEDIATE APPROACH.....	5/14
FINAL APPROACH.....	9/14
REACHING THE MINIMA.....	11/14
LOO ONLY APPROACH.....	11/14
LOO BACK COURSE APPROACH.....	12/14
NO-130. CIRCLING APPROACH	
PREFACE.....	1/4
APPROACH PREPARATION.....	1/4
FINAL INSTRUMENT APPROACH.....	2/4
CIRCLING APPROACH.....	2/4
NO-140. VISUAL APPROACH	
INITIAL APPROACH.....	1/4
INTERMEDIATE/FINAL APPROACH.....	2/4
NO-150. PRECISION APPROACH	
GENERAL.....	1/8
DEFINITION.....	1/8
FLIGHT PREPARATION.....	2/8
APPROACH PREPARATION.....	3/8
APPROACH PROCEEDURE.....	4/8
FAILURE AND ASSOCIATED ACTIONS.....	7/8
AUTOLAND IN CAT 1 OR BETTER WEATHER CONDITIONS.....	7/8
NO-160. LANDING	
PREFACE.....	1/18
MAIN GEAR CLEARANCE.....	1/18
FLARE.....	2/18
MAXIMUM DEMONSTRATED CROSSWIND FOR LANDING.....	4/18
CALL OUT.....	4/18
DEROTATION.....	6/18
ROLL OUT.....	6/18
BRAKING.....	7/18
FACTORS AFFECTING LANDING DISTANCE.....	10/18
CLEARANCE AT TOUCH DOWN.....	12/18
TAIL STRIKE AVOIDANCE.....	16/18
ENV A318/A319/A320/A321 FLEET FCTM	NO-PLP-TOC. P 4/6 24 JUN 09

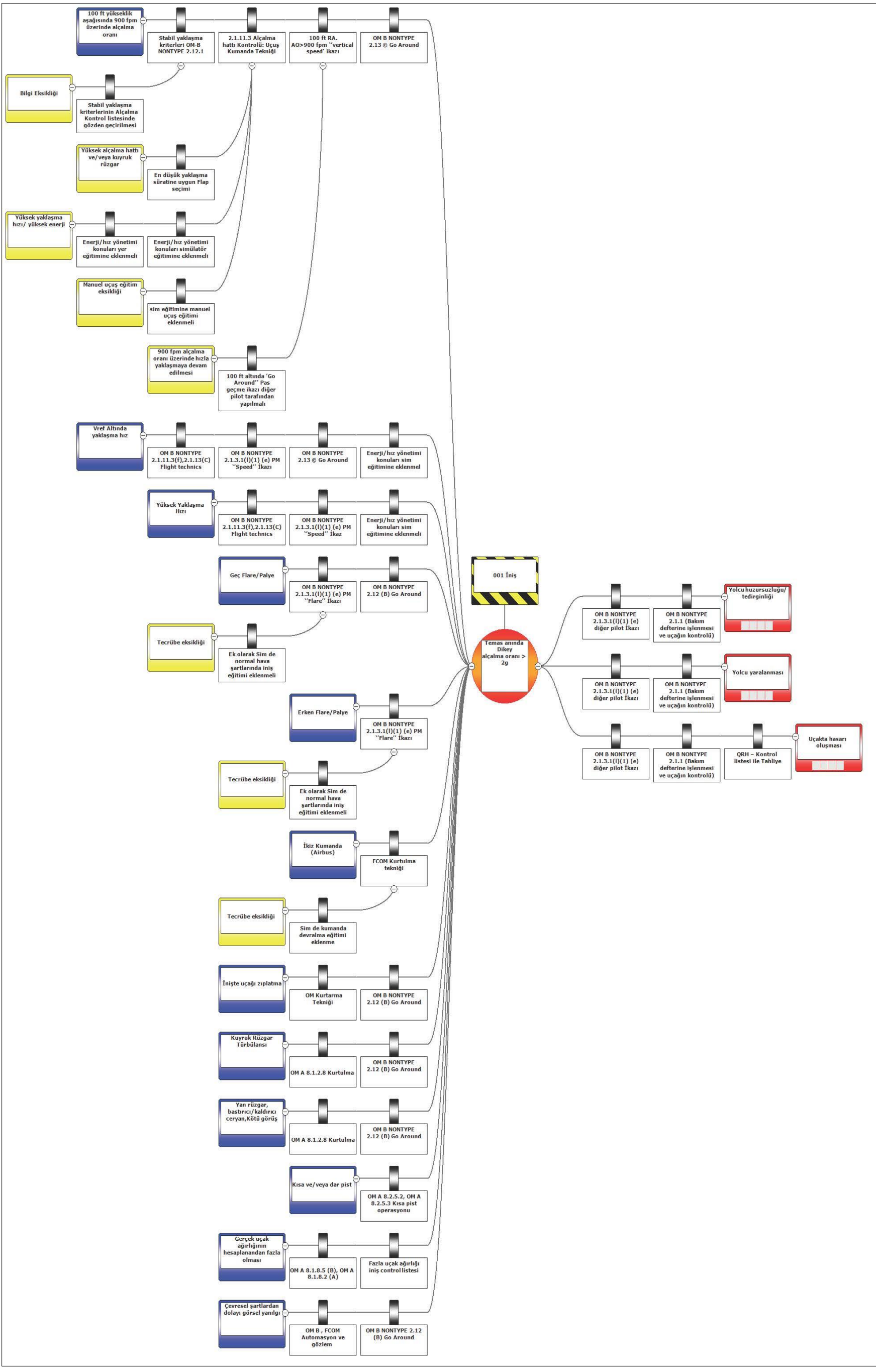
Şekil 1.7. FCTM iniş ile ilgili konu başlıkları

EK-1. (devam) BOW-TIE şemalarında atıfta bulunulan şirket havacılık yayınlarının madde içerikleri

 A318/A319/A320/A321 FLIGHT CREW TRAINING MANUAL	SUPPLEMENTARY INFORMATION PRELIMINARY PAGES TABLE OF CONTENTS
SI-PLP. PRELIMINARY PAGES	
TABLE OF CONTENTS.....	1/2
SUMMARY OF HIGHLIGHTS.....	1/4
SI-010. ADVERSE WEATHER	
GENERAL.....	1/16
COLD WEATHER OPERATIONS AND ICING CONDITIONS.....	1/16
TURBULENCE.....	7/16
WINDSHEAR.....	9/16
VOLCANIC ASH.....	13/16
SI-020. FLYING REFERENCE	
GENERAL.....	1/6
THE ATTITUDE.....	1/6
THE FLIGHT PATH VECTOR.....	1/6
GO-AROUND.....	4/6
SI-030. NAVIGATION ACCURACY	
GENERAL.....	1/8
AIRCRAFT POSITION COMPUTATION.....	1/8
USE OF FMS.....	3/8
AIRCRAFT POSITION AWARENESS AND OPERATIONAL CONSEQUENCES.....	4/8
SI-040. ZFW - ZFCG ENTRY ERRORSZFW - ZFCG ENTRY ERRORS	
GENERAL.....	1/8
TECHNICAL BACKGROUND.....	2/8
ZFW ENTRY ERROR AND OPERATIONAL CONSEQUENCES.....	5/8
OPERATIONAL RECOMMENDATIONS.....	6/8
SI-060. TCAS	
TECHNICAL BACKGROUND.....	1/4
OPERATIONAL RECOMMENDATIONS.....	2/4
SI-070. USE OF RADAR	
GENERAL.....	1/10
FUNCTIONS.....	1/10
FUNCTIONS.....	3/10
OPERATIONAL RECOMMENDATIONS FOR WEATHER DETECTION.....	5/10
OTHER OPERATIONAL RECOMMENDATIONS.....	8/10
ENV A318/A319/A320/A321 FLEET FCTM	SI-PLP-TOC. P 1/2 24 JUN 09

Şekil 1.8. FCTM uçuş kumandaları görsel takip tekniği konu başlıkları

Şekil 1.9. Jenerik olay için havayolu şirketinin hazırladığı BOW-TIE şeması





GAZİ GELECEKTİR..