

**KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

HAVACILIK BİLİMİ VE TEKNOLOJİLERİ ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIKTA BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ-ÖRNEK BİR UYGULAMA

MURAT MUŞTU

KOCAELİ 2018

KOCAELİ ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ


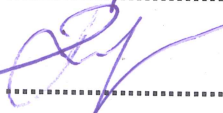

HAVACILIK BİLİMİ VE TEKNOLOJİLERİ
ANABİLİM DALI

YÜKSEK LİSANS TEZİ

HAVACILIKTA BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ-ÖRNEK BİR UYGULAMA

MURAT MUŞTU

Prof.Dr.Faruk ARAS
Danışman, Kocaeli Üniversitesi
Prof.Dr.Erhan BÜTÜN
Jüri Üyesi, Özyeğin Üniversitesi
Doç.Dr.Mehmet KAYA
Jüri Üyesi, Kocaeli Üniversitesi

Tezin Savunulduğu Tarih: 02.01.2018

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Hava Teknik Okullar Komutanlığı-Gaziemir/İZMİR'de 2004-2005 yıllarında 6 aylık uçak bakım temel ihtisas kursunu alarak havacılığa ilk adımımı attıktan sonra, Deniz Hava Komutanlığı-Kocaeli'de uçak bakım subayı olarak görev yapmaya başladım. Bakım subayı demek aslında bir nevi kendi çapında bakım yöneticisi olmak demektir. Değişik alt seviyelerde kendi sorumluluk alanınızdaki bakımı yönettikten sonra en üst kademe olan Bakım Komutanlığı makamına gelir ve tüm bakım faaliyetlerini yönetirsiniz.

Bu kapsamda, bakım subayı olarak görev yaparken "İşimi en iyi nasıl yapabilirim?" ve "Havacılık bakım yönetimi nasıl yapılmalıdır?" sorularına bilimsel cevaplar arayışım, 2015 yılında Kocaeli üniversitesi öğretim üyesi Prof.Dr.Erhan Bütün hocamla tanışmama ve yüksek lisans programına başlamama sebep olmuştur.

Bu çalışmada, "havacılık bakım yönetiminde esas unsurun bakım güvenilirliğini sürekli sağlamak" olduğu sonucuna ulaşmamda bana yardımlarından dolayı Prof.Dr.Erhan Bütün'e buradan tekrar çok teşekkür ediyorum, saygılarımı sunuyorum. Ayrıca, havacılıkta bakım güvenilirliği konusunda bana çalışma fırsatı veren diğer danışman hocam Prof.Dr.Faruk ARAS'a da çok teşekkür ediyorum.

Son olarak, sadece bu çalışmayı sonuçlandırmamda değil kendisiyle tanıştığımndan itibaren hayatımdaki her işi başarıyla tamamlamamda desteğini benden hiç esirgemeyen sevgili eşime ve değerli vakitlerini çalmış olduğum canım evlatlarıma sonsuz minnet duygularımı sunuyorum.

Ocak – 2018

Murat MUŞTU

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	v
TABLolar DİZİNİ.....	.vi
SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ.....	vii
ÖZET.....	x
ABSTRACT.....	.xi
GİRİŞ.....	1
1. GENEL BİLGİLER.....	3
1.1. Problemin Tanımı.....	3
1.2. Çalışma Yöntemleri.....	3
1.3. Çalışmanın Bilimsel Temelleri.....	5
1.4. Önceki Çalışmalar.....	6
1.5. Kapsam ve Sınırlamalar ile Varsayımlar.....	7
1.6. Çalışmadan Beklenen Hedef.....	7
2. HAVACILIK BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ GENEL TANITIMI	9
2.1. Bakım Güvenilirliği Kavramının Tarihsel Gelişimi.....	9
2.2. Bakım Güvenilirliği Kavramının Önemi.....	20
2.2.1. Aloha Havayollarına ait Boeing 737-200'ün 28 Nisan 1988 tarihli ve 243 nu.lı uçuş kazası.....	20
2.2.2. United Havayollarına ait Boeing 747-122'nin 24 Şubat 1989 tarihli ve 811 nu.lı uçuş kazası.....	23
2.2.3. Borajet Havayollarınının 23 Nisan 2017 tarihli uçuş seferlerini durdurma kararı.....	26
2.3. Güvenilirlik, Emniyet ve Bakım.....	28
2.3.1. Güvenilirlik.....	28
2.3.2. Emniyet.....	30
2.3.3. Bakım.....	31
2.3.4. Güvenilirlik ve bakım ilişkisi.....	33
2.4. Sürdürülebilirlik, Hazır Olabilirlik ve Uçuşa Elverişlilik	34
2.4.1. Sürdürülebilirlik.....	34
2.4.2. Hazır olabilirlik.....	34
2.4.3. Uçuşa elverişlilik.....	35
2.5. Bakım Optimizasyonu ve Bakım Güvenilirliği.....	36
2.5.1. RCM metodolojisi.....	37
2.5.1.1. Temel RCM prensipleri.....	39
2.5.1.2. RCM programının hedefi, misyonları ve çıktıları.....	42
2.5.2. Havacılıkta bakım güvenilirliği.....	45
2.6. Hava Aracı Dizayn ve İmalat Safhasında Bakım Güvenilirliği Uygulamaları.....	47
2.6.1. Hava aracı gövde üreticisi bakım güvenilirliği uygulamaları.....	47
2.6.2. Havacılık otoritesi bakım güvenilirliği uygulamaları.....	50
3. KULLANICI BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ UYGULAMALARI.....	52
3.1. AMP-OMP Oluşturulması ve Bakım Yetki Seviyelerinin Belirlenmesi.....	53
3.1.1. Kullanıcıya özgü AMP oluşturulması.....	53
3.1.1.1. Kullanıcıya özgü AMP'nin hedefleri.....	54
3.1.1.2. Kullanıcıya özgü AMP'nin misyonları.....	55

3.1.1.3. Kullanıcıya özgü AMP'nin içeriği.....	61
3.1.2. OMP oluşturulması.....	66
3.1.2.1. OMP'nin hedefleri.....	66
3.1.2.2. OMP'nin misyonları.....	67
3.1.3. Kullanıcı tarafından bakım yetki seviyelerinin belirlenmesi.....	68
3.2. AMP'nin ve OMP'nin Temel Gereksinimlerinin Karşılanması.....	70
3.2.1. AMP'nin temel gereksinimleri.....	70
3.2.1.1. Uçuşa elverişlilik sorumluluğu.....	71
3.2.1.2. Kullanıcı bakım el kitabı.....	72
3.2.1.3. Kullanıcı bakım teşkilatı.....	73
3.2.1.4. Kullanıcı bakım planlama takvimi.....	74
3.2.1.5. Bakım ve değişmelerin icrası ve onayı.....	75
3.2.1.6. Bakım kaydı tutma sistemi.....	76
3.2.1.7. Sözleşmesel bakım.....	78
3.2.1.8. Personel eğitimi.....	79
3.2.1.9. CASS sistemi.....	80
3.2.1.10. Sağlığa zararlı ve tehlikeli maddelere yönelik emniyet tedbirleri.....	82
3.2.2. OMP'nin temel gereksinimleri.....	82
3.2.2.1. Mühendislik faaliyetleri.....	83
3.2.2.2. Malzeme faaliyetleri.....	83
3.2.2.3. Planlama faaliyetleri.....	83
3.2.2.4. MCC faaliyetleri.....	83
3.2.2.5. Eğitim faaliyetleri.....	84
3.2.2.6. Bilgi işlem faaliyetleri.....	84
3.2.2.7. Teknik doküman faaliyetleri.....	85
3.2.3. OMP'nin içeriği.....	94
3.3. Kullanıcı Bakım Teşkilatının Kurulması/Düzenlenmesi.....	95
3.3.1. Kullanıcı bakım teşkilatının organizasyonel yapısı.....	97
3.3.1.1. Kontrol kapsamı fikri.....	97
3.3.1.2. Benzer fonksiyonların gruplanması fikri.....	98
3.3.1.3. Üretim faaliyetlerinin gözlem/denetim faaliyetlerinden ayrılması fikri.....	98
3.3.2. Bakım teşkilat yapısındaki yönetim kademeleri.....	99
3.3.2.1. Bakım yöneticisi/genel müdürü.....	100
3.3.2.2. Ana fonksiyonların direktörleri (yönetim bölümlerinin müdürleri).....	100
3.3.2.3. Birim/kısım amirleri.....	101
3.3.3. Bakım teşkilatındaki yönetim bölümleri (direktörlükler/ müdürlükler).....	101
3.3.3.1. Teknik hizmetler yönetim bölümü.....	101
3.3.3.2. Hava aracı bakımları yönetim bölümü.....	104
3.3.3.3. "Overhaul" atölyeleri yönetim bölümü.....	105
3.3.3.4. Malzeme yönetim bölümü.....	106
3.3.3.5. Bakım programı değerlendirme yönetim bölümü.....	107
3.3.4. Havayolunun büyüklüğüne göre farklı bakım teşkilatları.....	108
3.3.4.1. Küçük havayolları bakım teşkilatı.....	108
3.3.4.2. Büyük havayolları bakım teşkilatı.....	109
3.3.4.3. Tam ve kısmi organizasyonel yapı karşılaştırması.....	110
3.4. Kullanıcıya Özgü BGP Oluşturulması Ve İşletilmesi.....	110
3.4.1. BGP'de kullanılabilirlik türleri.....	113
3.4.1.1. İstatistiksel güvenilirlik.....	113
3.4.1.2. Tarihsel güvenilirlik.....	113
3.4.1.3. Olay odaklı güvenilirlik.....	114

3.4.1.4. “Dispatch” güvenilirliği.....	114
3.4.2.BGP'nin elemanları.....	115
3.4.2.1. Veri toplama.....	116
3.4.2.2. Problem sahası ikaz sistemi.....	117
3.4.2.3. Veri gösterimi.....	126
3.4.2.4. Veri analizi.....	126
3.4.2.5. Düzeltici işlemler.....	127
3.4.2.6. Müteakip analizler.....	127
3.4.2.7. Aylık veri raporlama.....	128
3.4.3.BGP'nin idare ve yönetimi.....	129
3.4.4.BGP vasıtasıyla AMP'nin ve OMP'nin güncellenmesi.....	130
4. HAVAYOLU BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ UYGULAMASI ÖRNEĞİ.....	133
4.1. İncelemenin Yapıldığı Havacılık İşletmesi.....	133
4.2. Bakım Güvenilirliğine Yönelik Havacılık İşletmesi İmkanları.....	133
4.3. Örnek Bakım Güvenilirliği Uygulaması.....	134
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....	142
5.1. Sonuçlar.....	142
5.2. Öneriler.....	144
KAYNAKLAR.....	146
KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER.....	149
ÖZGEÇMİŞ.....	150

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1.	Tezin çalışma metodolojisinin gösterimi.....	4
Şekil 2.1.	“Çok Komponentli Sistemler ve Yapılar ile Güvenilirlikleri” konulu eserin kapağı.....	13
Şekil 2.2.	Aloha Havayolları Uçuş 243'teki kaza sonrası hasar ve yerleşim planına göre gövde üzerinde gösterimi (bölgeler, bölümler ve stringerler).....	21
Şekil 2.3.	United Havayollarının 811 sayılı seferindeki kaza sonrası uçağın hasarı.....	23
Şekil 2.4.	Borajet Havayolları Embraer 190/195 serisi yolcu uçakları	26
Şekil 2.5.	Bakım türleri.....	32
Şekil 2.6.	RCM bakım türleri.....	39
Şekil 2.7.	RCM analizi mantık ağacı.....	40
Şekil 2.8.	RCM analizinin unsurları.....	42
Şekil 2.9.	İlk jenerik AMP'nin oluşturulma süreci.....	48
Şekil 2.10.	Bakım el kitaplarındaki ATA formatı.....	49
Şekil 3.1.	Örnek bir AMP'nin “İçindekiler” kısmı.....	65
Şekil 3.2.	TPPM el kitabının ana hatları.....	88
Şekil 3.3.	Örnek HIL listesi.....	92
Şekil 3.4.	OMP içeriği (Bakım programı temel gereksinimleri).....	94
Şekil 3.5.	Kullanıcı bakım teşkilatı örneği.....	96
Şekil 3.6.	Üretim ve denetim faaliyetlerinin ayrılması fikri.....	99
Şekil 3.7.	BGP'nin elemanları (İşlem basamakları).....	115
Şekil 3.8.	Alarm seviyesinin 2 ve 12 aya göre hesaplamasının karşılaştırılması.....	119
Şekil 3.9.	Yeni bir alarm seviyesinin oluşturulması.....	120
Şekil 3.10.	Trend analizi ve alarm durumlarının tespiti.....	121
Şekil 3.11.	Veri noktalarının dağılımı (A:Uzak dağılımlı, B:Yakın dağılımlı veri).....	124
Şekil 3.12.	Standart çan eğrisi.....	124
Şekil 3.13.	Aylık güvenilirlik raporunda “Dispatch” güvenilirliği.....	129
Şekil 4.1.	ATR-72 uçağı (TCB-701) arıza raporu örnek sayfası.....	137
Şekil 4.2.	ATR-72 uçağı (TCB-702) arıza raporu örnek sayfası.....	138
Şekil 4.3.	ATR-72 uçağı 2016 yılı aylık arıza oranları.....	140

TABLolar DİZİNİ

Tablo 2.1. Bakımdan beklentiler ve bakım tekniklerinin tarihsel gelişimi.....	.19
Tablo 2.2. Güvenilirlik veya risk tahmininin nihai saha performansıylaeşleştirilmesi.....	.29
Tablo 2.3. ATA standart bölüm numaraları50
Tablo 4.1. Yıllık uçak sorti sayısı ve uçuş saati bilgileri	135
Tablo 4.2. ATR-72 uçağı 2016 yılı arıza miktarları.....	138
Tablo 4.3. ATR-72 uçağı 2016 yılı aylık arıza oranları.....	139



SİMGELER VE KISALTMALAR DİZİNİ

N	: Olay oranlarının gözlemlendiği ay sayısı
SS	: Standart sapma
σ	: Standart sapma faktörü
X	: Gözlemlenen aylara ait aylık olay oranları
Xort	: Aylık olay oranlarının yıllık ortalama değeri
UCL	: Üst kontrol limiti veya alarm seviyesi

Kısaltmalar

AC	: Advisory Circular (Tavsiye Niteliğinde Genelge)
AD	: Airworthiness Directive (Uçuşa Elverişlilik Direktifi)
AGREE	: Advisory Committee on Reliability of Electronic Equipment (Elektronik Ekipman Güvenilirliği Tavsiye Komitesi)
AMM	: Aircraft Maintenance Manual (Uçak Bakım El Kitabı)
AMP	: Aircraft Maintenance Program (Hava Aracı Bakım Programı)
AOG	: Aircraft On Ground (Hava Aracı Yerde Parça Bekler)
APU	: Auxiliary Power Unit (Yardımcı Güç Ünitesi)
ASB	: Alert Service Bulletin (Alarm Servis Bülteni)
ATA	: Air Transport Association (Amerikan Hava Taşımacılığı Birliği)
BİK	: Bakım İşlem Kartı
BGP	: Bakım Güvenilirlik Programı
BYG	: Bakım Yönlendirme Grubu
BYK	: Bakım Yönlendirme Kılavuzu
CAA	: Civil Aviation Authority (İngiliz Sivil Havacılık Otoritesi)
CAMO	: Continuing Airworthiness Management Organisation (Sürekli Uçuşa Elverişlilik Yönetimi Kuruluşu-SUEYK)
CASS	: Continuing Analysis and Surveillance System (Sürekli Analiz ve Gözlem/Denetim Sistemi)
CDL	: Configuration Deviation List (Konfigürasyon Sapma Listesi)
CFR	: Code of Federal Regulations (Federal Düzenlemeler Kanunu)
CM	: Condition Monitoring (Durum Takibi)
CMM	: Component Maintenance Manual (Komponent Bakım El Kitabı)
CMR	: Certification Maintenance Requirements (Sertifikasyon Bakım Gereklilikleri)
DDG	: Dispatch Deviation Guide ("Dispatch" Sapma Rehberi)
EASA	: European Aviation Safety Agency (Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı)
EMSG	: European Maintenance Steering Group (Avrupa Bakım Yönlendirme Grubu)
EO	: Engineering Order (Mühendislik Emri)
FAA	: Federal Aviation Administration (Amerikan Federal Havacılık İdaresi)
FAR	: Federal Aviation Regulations (Federal Havacılık Kuralları)
FH	: Flight Hour (Uçuş Saati)
FIM	: Fault Isolation Manual (Arıza İzolasyon El Kitabı)
FMEA	: Failures Modes and Effects Analysis (Arıza Modları ve Etkileri Analizi)
FRM	: Fault Reporting Manual (Arıza Raporlama El Kitabı)
GBE	: Görev Başı Eğitimi

GSE	: Ground Support Equipment (Yer Destek Teçhizatı-YDT)
HT	: Hard Time (Zaman Sınırlı)
HIL	: Hold Item List (Arızalı Bırakılan Malzeme Listesi)
IATA	: International Air Transport Association (Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği)
ICAO	: International Civil Aviation Organization (Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu)
IPC	: Illustrated Parts Catalog (Resimli Parça Kataloğu)
LINEMTX	: Line Maintenance (Hat Bakım Arıza Tespitleri)
LORA	: Level of Repair Analysis (Onarım Seviyesi Analizleri)
LRU	: Line Replaceable Unit (Hatta Değiştirilebilen Ünite)
MAREP	: Maintenance Report (Bakım Raporları)
MCC	: Maintenance Control Center (Bakım Kontrol Merkezi)
MDT	: Mean Down Time (Ortalama Gayri Faal Kalma Süresi)
MEL	: Minimum Equipment List (Minimum Ekipman Listesi)
MIL-HDBK	: Military Handbook (Askeri El Kitabı)
MIS	: Mechanical Interruption Summary (Mekanik Kesinti Özeti)
MMEL	: Master Minimum Equipment List (Genel Minimum Ekipman Listesi)
MPD	: Maintenance Planning Data (Bakım Planlama Verisi)
MRB	: Maintenance Review Board (Bakım Gözden Geçirme Kurulu)
MRBR	: MRB Report (MRB Raporu)
MRR	: Mechanical Reliability Report (Mekanik Güvenilirlik Raporu)
MSG	: Maintenance Steering Group (Bakım Yönlendirme Grubu)
MT	: Maintenance Tip (Bakım Tavsiyesi)
MTBF	: Mean Time Between Failures (Arızalar Arası Ortalama Süre)
MTTR	: Mean Time To Repair or Mean Time To Removal (Ortalama Onarım Süresi veya Ortalama Söküm Süresi)
NASA	: National Aeronautics and Space Administration (Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi)
NDI	: Non-Destructive Inspection (Tahribatsız Muayene)
NDT	: Non-Destructive Test (Tahribatsız Test)
NPRM	: Notice of Proposed Rule Making (Önerilen Kural Değişikliği Bildirimi)
NTSB	: National Transport and Safety Board (Ulusal Taşımacılık ve Emniyet Kurulu)
OAMP	: On Aircraft Maintenance Planning (Hava Aracı Üzerinde Bakım Planlama)
OC	: On Condition (Duruma Göre)
OJT	: On the Job Training (Görev Başı Eğitimi-GBE)
OMP	: Operator Maintenance Program (Kullanıcı Bakım Programı)
Ops Specs	: Operations Specifications (Operasyon İsterleri)
PIREP	: Pilot Report (Pilot Raporları)
PMI	: Principal Maintenance Inspector (Bakım Baş Kontrolörü/Denetimcisi)
PP&C	: Production Planning and Control (Üretim Planlama Ve Kontrol)
QA	: Quality Assurance (Kalite Güvence)
QC	: Quality Control (Kalite Kontrol)
RCM	: Reliability Centered Maintenance (Güvenilirlik Merkezli Bakım)
RAMS	: Reliability, Availability, Maintainability and Safety (Güvenilirlik, Hazır Olabilirlik, Sürdürülebilirlik ve Emniyet)
RII	: Required Inspection Item ("Inspection" Gereken Malzeme)
SB	: Service Bulletin (Servis Bülteni)
SDM	: Schematic Diagram Manual (Şematik Diyagram El Kitabı)
SDR	: Service Difficulty Report (Uçuş Problemi Raporu)
SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SHT	: Sivil Havacılık Talimatı

SHY	: Sivil Havacılık Yönetmeliği
SL	: Service Letter (Servis Mektubu)
SMS	: Safety Management System (Emniyet Yönetim Sistemi)
SRD	: Storage and Recovery Document (Korumaya Alma ve Korumadan Çıkarma Dokümanı)
SRM	: Structural Repair Manual (Yapısal Onarım El Kitabı)
SUEYK	: Sürekli Uçuşa Elverişlilik Yönetimi Kuruluşu
SUYEK	: Sürekli Uçuşa Elverişlilik Yönetimi El Kitabı
THY	: Türk Hava Yolları
TPPM	: Technical Policies and Procedures Manual (Teknik Kural ve Prosedürler El Kitabı)
UCL	: Upper Control Level (Üst Kontrol Limiti veya Alarm Seviyesi)
VM	: Vendor Manuals (Vendor El Kitapları)
WDM	: Wiring Diagram Manual (Elektrik Kablo Tesisatı Diyagramı El Kitabı)
YDT	: Yer Destek Teçhizatı



HAVACILIKTA BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ-ÖRNEK BİR UYGULAMA

ÖZET

Havacılık endüstrisinde operasyonel gereklilikler yüksektir ve arıza sonuçlarının can kaybı ve çevresel etki gibi potansiyel risklerinden dolayı bakım prosedürleri etkin olmak zorundadır. Öte yandan, hava aracı işletiminde bakım oldukça pahalı bir süreç olarak karşımıza çıkmaktadır. Ayrıca, bir havacılık işletmesi tarafından etkin bir hava aracı bakım yönetimi uygulanmadığında yaşanabilecek bakım aksaklıkları nedeniyle icra edilemeyen veya ertelenen her uçuş, müşteri memnuniyetsizliğine ve beraberinde havayolunun gelir kaybına yol açabilmektedir. Bu kapsamda, hava aracı uçuş faaliyetlerinin başarısı, uçuş emniyetini temel alt kriter olarak sağlayan sürekli uçuşa elverişlilik yönetimi olarak da adlandırabileceğimiz maliyet-etkin bir bakım yönetimini zorunlu kılmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, bir havayolunda maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardına ulaşmak için elde edilmesi gereken esas hedefin bakım güvenilirliğini sağlamak olduğunu ortaya koymaktır. Çünkü, maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin minimum gereklilikleri, aslında temel standart olarak ulaşılmaması gereken bakım güvenilirliği hedefine sistematik bir şekilde uzanan bir yolu teşkil etmektedir. Çalışmada, havacılık işletmesi tarafından, bakım güvenilirliğinin elde edilebilmesi için, havacılık otoritelerinin katı kuralları gereğince kaydedilip arşivlenen arıza ve bakım görevleri bilgilerinin istatistiksel analizinin yapılmasının ve müteakiben bu analiz sonuçlarının bakım faaliyetlerinin etkinliğini sağlamada ve kendi bakım teşkilatlarını geliştirmede kullanılmasının gerektiği ortaya konulmuştur.

Anahtar Kelimeler: Bakım Güvenilirlik Programı, Hava Aracı Bakım Programı, Hava Aracı Bakım Yönetimi, Havacılık Bakım Güvenilirliği, Havacılık Bakım Optimizasyonu.

MAINTENANCE RELIABILITY IN AVIATION-A MODEL APPLICATION

ABSTRACT

Within the aviation industry, the operational requirements are high and because of the consequences of failure such as losses of life and environmental impact, the procedures of maintenance must be effective. However, the maintenance comes forward as a pretty expensive process in aircraft operations. Besides, each cancelled or deferred flight because of the maintenance deficiencies arising from an ineffective maintenance management performed by an operator may cause its customer dissatisfaction with revenue loss. So, the accomplishment of flight and air operations depends on a cost-effective maintenance management, also called continuing airworthiness management, obtaining flight safety as a minimum requirement.

The aim of this work is to put forward, that the prime target which should be obtained to reach the basic standard of a cost-effective aviation maintenance management in an airway is gaining and keeping up the maintenance reliability. Because, the minimum requirements of a cost-effective aviation maintenance management actually form a way, systematically heading to the maintenance reliability, which should be a goal to be reached as above-mentioned basic standard. At this study, for obtaining the maintenance reliability, it is revealed that an operator should firstly make the statistical analysis of all failures and implemented maintenance tasks information which must be recorded and archived in accordance with the strict legislation of regulating aviation authority, and then should use the results of those analyses in providing the effectiveness of the maintenance activities and in the development of its maintenance organization.

Keywords: Maintenance Reliability Program, Aircraft Maintenance Program, Aircraft Maintenance Management, Aviation Maintenance Reliability, Aviation Maintenance Optimization.

GİRİŞ

Havacılıkta bakım güvenilirliği, maliyet-etkin bir hava aracı bakım yönetiminde temel standart olarak ulaşılmaması gereken ana hedefdir. Çünkü hava aracı uçuş ve görev faaliyetlerinin başarısı, uçuş emniyetini temel alt kriter olarak sağlayan sürekli uçuşa elverişlilik¹ yönetimi olarak da adlandırabileceğimiz etkin bir bakım yönetimini zorunlu kılmaktadır. Ayrıca, bir havayolunda bakım aksaklıkları nedeniyle icra edilemeyen veya ertelenen her uçuş/görev, müşteri memnuniyetsizliğine ve beraberinde havayolunun gelir kaybına yol açabilmektedir. Bu nedenle her havayolunun, sorumluluğunda bulunan hava aracı bakım işlemlerinin etkinliğini ölçüp değerlendirebilen ve gerektiğinde en maliyet-etkin hale getirmek üzere iyileştiren, başka bir deyişle bakım güvenilirliğini sağlayan bir BGP² (Bakım Güvenilirlik Programı)'ye sahip olması gerekir. Hava aracı işleten tüm kullanıcıların bir BGP'ye sahip olması, havacılık otoriteleri tarafından da şart koşulmuştur [1, 2, 3].

Bir sistemin güvenilirliği, onun belirtilen periyottaki kalitesini veya arıza yapmama ihtimalini tanımlar [4]. İşte burada havacılık bakım işlemleri bakım programı adı altında bir sistem haline getirilirse, bu sistemin güvenilirliğinin sağlanması sadece bakım işlemlerinin kalitesini arttırarak bakım aksaklıklarının azalmasına yol açmaz, aynı zamanda hem bakım maliyetlerini düşürür hem de hava aracı hazır olabilirlik seviyesine katkıda bulunarak müşteri memnuniyeti sağlar.

Havacılık endüstrisinde, arıza sonuçlarının potansiyel risklerinden (can kaybı, büyük çevresel etki vb.) dolayı bakım faaliyetleri, uçuş emniyetini sağlamak amacıyla havacılık otoritelerinin katı kurallarıyla yönetilmektedir. İşte bu katı kurallar gereğince kaydedilip arşivlenen arıza ve bakım görevi bilgilerinin istatistiksel analizinin yapılarak havayolu bakım güvenilirliğini sağlayacak şekilde bakım teşkilatını ve faaliyetlerini geliştirmede kullanılması düşünülmelidir. Bunun için piyasada geliştirilmiş bakım yönetimini kolaylaştıran yazılımlar bulunsa da, gerek lisanslarının yüksek maliyeti gerekse kullanıcının ihtiyacına tam cevap verememesi nedeniyle özellikle küçük ve orta ölçekli bakım teşkilatlarınca pek tercih edilmemektedir.

¹ Uçuşa Elverişlilik (Airworthiness): Bkz.Syf.35.

² BGP: Bkz.Syf.110.

Günümüzde enstrümantasyon ve bilgi sistemleri daha ucuz ve güvenilir hale geldiği için, bir havayolunu işletmede veya bir havacılık bakım teşkilatını maliyet-etkin olarak yönetmede bilgi sistemleri destekli bakım güvenilirliği kavramı önemli bir araç haline gelmiştir.

Bu tez çalışmasının amacı, bir havayolunda bakım optimizasyonunu sağlayan maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardına ulaşmak için elde edilmesi gereken esas hedefin bakım güvenilirliğini sağlamak olduğunu ortaya koymaktır. Bu tez, havacılık bakım maliyetlerini optimize ederken havacılık emniyetini arttırmak maksadıyla RCM³ (Reliability Centered Maintenance “Güvenilirlik Merkezli Bakım”) yaklaşımını kullanan havacılıkta bakım güvenilirliği kavramına yönelik bir başucu kaynak dokümanı olarak hazırlanmıştır.

Bu çalışmada, havacılıkta bakım optimizasyonunu sağlayan maliyet-etkin bir bakım yönetiminin temel standardı olan bakım güvenilirliği kavramı detaylı olarak incelenmiş ve hava aracı bakım görevlerini içeren AMP⁴ (Aircraft Maintenance Program “Hava Aracı Bakım Programı)’nin ve bakım işlemlerinin bir sistem modeline dönüştürülmüş hali olan OMP⁵ (Operator Maintenance Program “Kullanıcı Bakım Programı)’nin güvenilirliğinin kullanıcıya özgü bir BGP vasıtasıyla nasıl sağlanabileceği örnek bir güvenilirlik uygulamasıyla gösterilmiştir.

Tezin ilk bölümünde, problemin tanımı, çalışmanın yöntemleri, bilimsel temelleri, önceki benzer çalışmalar, kapsam ve sınırlamalar ile varsayımlar ve çalışmadan ne beklendiği ile ilgili genel bilgiler verilmiştir. İkinci bölümde, bakım güvenilirliği kavramın anlaşılabilmesi için bu kavramın tarihsel gelişimi ışığında önemi vurgulanmış ve bakım, güvenilirlik, emniyet, sürdürülebilirlik, hazır olabilirlik ve uçuşa elverişlilik kavramlarıyla yakın olan ilişkisi açıklanarak genel tanıtımı yapılmıştır. Çalışmanın üçüncü bölümünde, hava aracının kullanım safhasında kullanıcı tarafından bakım güvenilirliğinin sağlanmasının minimum gereklilikleri anlatılarak, kullanıcıya özgü hazırlanacak bir BGP’nin bakım teşkilatı içerisinde işletiminin standardı açıklanmıştır. Tezin dördüncü bölümünde, bir havayolunun icra ettiği bakım işlemlerine yönelik örnek bir bakım güvenilirliği uygulamasının bakımın maliyet-etkinliğini nasıl sağladığı gösterilmeye çalışılmıştır. Tezin son bölümünde ise bu çalışmadan elde edilen sonuç ortaya konulmuştur.

³ RCM: Bkz.Syf.37.

⁴ AMP: Bkz.Syf.53.

⁵ OMP: Bkz.Syf.67.

1. GENEL BİLGİLER

1.1. Problemin Tanımı

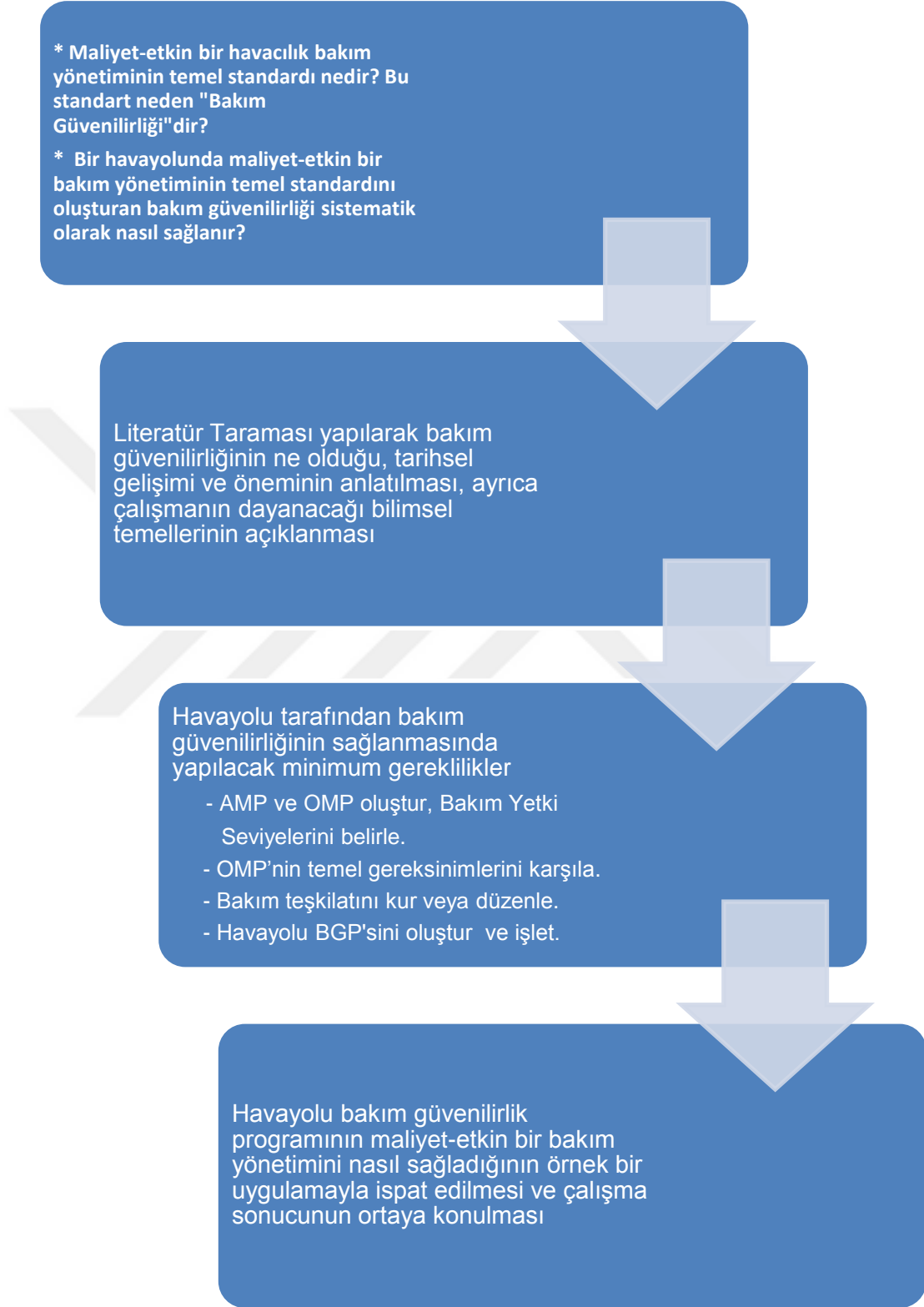
Havacılık endüstrisindeki yüksek bakım maliyetleri, emniyet ve uçuşa elverişlilikten kesinlikle taviz vermeden maliyet-etkin bir bakım yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bu nedenle, “Bir havayolunda bakım optimizasyonunu sağlayan maliyet-etkin bir bakım yönetimi nasıl olmalıdır?” sorusunun şimdiye kadar birçok kez sorulmuş olduğu ve probleme yönelik çeşitli yaklaşımlar geliştirildiği görülmektedir⁶. Bu çalışmada ise, geliştirilen tüm bu yaklaşımları da kapsayacak şekilde, “Maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardı nedir?” sorusunun cevabı aranmıştır. Yapılan incelemelerde, maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardına ulaşmak için elde edilmesi gereken esas hedefin bakım güvenilirliğini sürekli sağlamak olduğunun tespit edilmesi nedeniyle, çözülmesi gereken bir problem olarak karşımıza çıkan maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardı olan bakım güvenilirliğinin bir havayolunda sistematik ve sürekli olarak nasıl sağlanacağı ele alınmıştır.

1.2. Çalışma Yöntemleri

Yukarıda tanımlanan bahse konu probleme çözüm bulabilmek için, havacılıkta bakım yönetimi, bakımın optimizasyonu veya maliyet-etkinliği, bakım güvenilirliği ve bakım güvenilirliğinin kökeninin dayandığı RCM felsefesi konularında literatür taraması yapılmıştır. Ayrıca, ATA (Air Transport Association “Amerikan Hava Taşımacılığı Birliği”)-100 sistemi dahil havacılık endüstrisindeki MRB (Maintenance Review Board “Bakım Gözden Geçirme Kurulu”)/MPD (Maintenance Planning Data “Bakım Planlama Verisi”), AMP ve OMP sistemi ile FAA (Federal Aviation Administration “Amerikan Federal Havacılık İdaresi”) talimatları, EASA (European Aviation Safety Agency “Avrupa Havacılık Emniyet Ajansı”) PART-M ve PART-145 ile SHGM (Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü) talimatları kapsamında havacılık otoritelerinin bakım güvenilirliği düzenlemeleri incelenmiştir. Aynı zamanda, askeri havacılık bakım yönetiminde çalışmış olduğum 12 yıllık tecrübem de bu çalışmaya yansıtılmıştır.

⁶ Önceki Çalışmalar: Bkz.Syf.6.

Çalışma metodolojisini anlatan işlem basamakları Şekil 1.1'de gösterilmiştir.



Şekil 1.1. Tezin çalışma metodolojisinin gösterimi

Çalışmada, bir havacılık işletmesi tarafından maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetimini sistematik olarak sağlayan bakım güvenilirliğini elde etme hedefine kullanıcıya özgü oluşturulacak bir BGP vasıtasıyla ulaşmak için yapılması gereken tüm işlem basamakları ortaya konulmuş ve bakımda maliyet-etkinliğin nasıl sağlandığı örnek bir bakım güvenilirlik uygulamasıyla gösterilmeye çalışılmıştır.

1.3. Çalışmanın Bilimsel Temelleri

Çalışmanın bilimsel temelleri, havacılıkta bakım faaliyetlerinin oluşturulacak AMP ve OMP vasıtasıyla bir sistem modeli haline getirilmesi sonrasında, AMP'nin ve OMP'nin güvenilirliğinin istatistiksel analiz yöntemleriyle tespit edilen bakım aksaklıklarını uygun düzeltici işlemlerle giderecek bir BGP vasıtasıyla sağlanmasına dayanmaktadır. Çünkü, havayolları tarafından bakım güvenilirliğinin elde edilmesi, düzenleyici havacılık otoritelerinin katı kuralları gereğince kaydedilip arşivlenen arıza ve bakım görevleri bilgilerinin istatistiksel analizinin yapılmasıyla ve müteakiben bu analiz sonuçlarının bakım faaliyetlerinin etkinliğini sağlamada ve kendi bakım teşkilatlarını geliştirmede kullanılmasıyla mümkündür.

Bu çalışmada kullanılan bilimsel araçlar aşağıda belirtilmiştir.

*Kullanıcıya özgü bir AMP'nin ve OMP'nin oluşturulmasında ve ihtiyaç halinde güncellenmesinde RCM metodolojisi, MSG (Maintenance Steering Group "Bakım Yönlendirme Grubu-BYG" ve Bakım Yetki Seviyeleri yaklaşımlarını bütünleşik yapıda ele alacak sistem modellemesi teknikleri,

*Gerek AMP'nin ve OMP'nin gerekse BGP'nin kullanıcıya özgü oluşturulması ve işletilmesinde havacılık otoritelerinin düzenlemeleri,

*Hem hava aracı ve komponentlerinin güvenilirlik seviyelerini iyileştirerek AMP'nin güncellenmesine yönelik olarak hava aracı/komponentlerinin arıza ve bakım kaydı verisinin, hem de tüm AMP ve OMP gereksinimlerinin etkinliklerini iyileştirerek havayolu bakım teşkilatının verimliliğinin artırılmasına yönelik olarak bakım aksaklığı ve düzeltici işlem maddesi kaydı verisinin incelenmesinde istatistiksel analiz yöntemleri,

*İncelenmesine ve düzeltici işlem tesis edilmesine ihtiyaç duyulan arıza veya bakım aksaklıklarının önceliklendirilmesine yönelik alarm seviyelerinin belirlenmesinde standart sapma hesaplaması.

1.4. Önceki Çalışmalar

“Bir havayolunda bakım optimizasyonunu sağlayan maliyet-etkin bir bakım yönetimi nasıl olmalıdır?” sorusuna cevap olarak veya bakım güvenilirliği kavramına ve bu kavramın maliyet-etkin bir bakım yönetimine etkisine yönelik olarak şimdiye kadar yapılan belli başlı çalışmalar aşağıda belirtilmiştir.

* FAA, 31 Aralık 1964 tarihinde yayımladığı AC⁷ (Advisory Circular “Tavsiye Niteliğinde Genelge”-120-17’de güvenilirlik kontrol metotlarını kullanarak hava aracı bakım kontrol programlarının dizaynı ve geliştirilmesinde kullanılabilir bilgiyi ve rehberliği hem üreticilere hem de kullanıcılara sağlamaya çalışmıştır. Havacılıkta bakım güvenilirliğinin sağlanmasına yönelik ilk prosedürleri içeren rehber niteliğindeki bahse konu el kitabı 1978 yılında AC-120-17A numarasıyla güncellenmiştir [5].

* Stanley Nowlan ve Howard Heap tarafından hazırlanan “Güvenilirlik Merkezli Bakım (RCM)” isimli rapor, 1978 yılında yayımlandıktan sonra ortaya koyulan tüm RCM yaklaşımları için rehber doküman olmuştur [6].

* Chellappan Sriram ve Ali Haghani, 2003 yılında “Transportation Research” tarafından yayımlanan makalelerinde, daha önceki tüm bakım planlama ve takvimsel programlama çalışmalarını da kapsayacak şekilde havacılık bakım yönetiminde maliyet-etkinliği sağlamak için hava aracı bakım planlamasına yönelik bilgisayar destekli bir optimizasyon modeli oluşturmuşlardır [7].

* Harry Kinnison, 2004 yılında yayımladığı “Havacılık Bakım Yönetimi” adlı kitabında, havacılık bakım yönetiminin temel ilkelerini sistem modeli şeklinde ortaya koymakla birlikte havayoluna özgü BGP’yi oluşturma ve işletme esaslarını açıklamıştır [8].

* Haritha Saranga ve U.Dinesh Kumar’ın, 2006’daki hava aracı bakımı ve bakım destek/altyapı kaynaklarının optimizasyonunu genetik algoritmalar vasıtasıyla sağlama çalışması, maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminde bakım yetki seviyelerinin belirlenmesi gerekliliğine ışık tutmuştur [9].

* Anadolu Üniversitesi öğretim üyelerinden Dç.Dr.Ender GEREDE’nin 2007 yılında Mühendislik ve Makine dergisi tarafından yayımlanan makalesinde, hava araçlarının önleyici bakım programlarının Bakım Yönlendirme Kılavuzları vasıtasıyla nasıl hazırlandığı açıklanmıştır [10].

⁷ AC: Çeşitli FAR kurallarının gereğini yerine getirmede kullanıcılara yardım sağlamak amacıyla FAA tarafından yayımlanan ve kanun gibi bağlayıcı olmayan, sadece diğer gerekliliklere nasıl uyulacağını gösteren tavsiye dokümanlarıdır.

*Tom Buyers tarafından Boeing firmasının Aeromagazine dergisinde 2008 yılında yayımlanan çalışmada, Boeing ve diğer hava yolları ile tedarikçi temsilcileri ve bakım personelinden oluşan çalışma grupları vasıtasıyla tüm kullanıcılara ait bakım maliyet kıyaslamalarının yapılması suretiyle maliyet-etkin bir bakım yönetiminin sağlanabileceği ortaya koyulmuştur [11].

*Zeljko Marujic, Izidor ALFIREVIC and Omer PITA'nın 2009 yılında Transport Engineering tarafından yayımlanan makalelerinde, AMP etkinliğini takip eden BGP'nin uçuş emniyetinin zorunlu ön koşulu olduğu ortaya konulmuştur [1].

* Boeing firması çalışanlarından Khawaja M. Ali ve Brian Mcloughlin'in 2012 yılında 8'inci IATA Bakım Maliyetleri Konferansında yaptıkları sunumda, yeni bir istatistiksel analiz metodu yardımıyla hava aracı periyodik bakım aralıklarının optimize edilmesi suretiyle bakım maliyetlerinin düşürülmesi çalışması ortaya konulmuştur [12].

*ABD Deniz Hava Komutanlığının WEB sitesinde 2017 yılında yayımlanan Deniz Havacılık Bakım Programı, havacılık bakım faaliyetlerini, bakım yönetiminde bakım kaynaklarının verimli kullanımı yoluyla havacılık materyal hazırlık durumunun ve emniyetinin devamlı olarak gelişmesini amaçlayan bir sistem modeli haline getirmiştir [13].

1.5. Kapsam ve Sınırlamalar ile Varsayımlar

Bu çalışma, küçük ve orta ölçekli havacılık bakım teşkilatlarına yönelik hazırlanmış ve çalışmada esas olarak kullanıcıya özgü bir BGP kurulmasına odaklanılmıştır.

Kullanıcı bakım güvenilirlik uygulaması örneğinde verilen hava aracı modelinin hizmete girdiği andan itibaren tüm arıza verileri incelenmiş olmakla birlikte, çalışma kapsamını bir yıllık değerlendirmeye düşürmek için örnek olarak seçilen 2016 yılına ait arıza verileri sayısal olarak kullanılmış ve seçilen arızalar da sadece bir adet ATR-72 uçağına ait olarak sınırlanmıştır.

Bu çalışmada ulaşılan sonuçta, BGP analizi neticesinde özellikle AMP değişiklikliği anlamına gelen düzeltici işlemlerin uygulanmasına yönelik maliyet-etkinlik analizinin her zaman yapılarak uygunluk kararının alındığı ve müteakiben AMP değişikliklerinin mutlaka havacılık otoritesine onaya gönderildiği varsayılmaktadır.

1.6. Çalışmadan Beklenen Hedef

Bu çalışmanın temel maksadı; kullanıcı tarafından, havacılık otoritelerince şart koşulan hava aracı arıza ve bakım kayıtlarından elde edilecek güvenilirlik verisinin

istatistiksel analiz sonuçları vasıtasıyla, kullanıcı bakım güvenilirliğini sistematik bir şekilde devamlı olarak elde edip koruyacak ve böylece maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetimini sağlayacak bir metodoloji geliştirilmesine katkı sağlamaktır. Çalışmada, havacılıkta mevcut arıza ve bakım kaydı verisinin bakım güvenilirliğinin bilgi kaynağı olarak kullanılarak bakım yönetimi karar verme süreçlerinin iyileştirilmesi amaçlanmıştır. Bu çalışmanın havacılık endüstrisinde hazır olabilirlik, operasyon planlama ve lojistik planlama gibi diğer alanları da etkileyebileceği değerlendirilmektedir.

Hava aracı bakım yönetiminin bilimsel verilere dayanılarak nasıl olması gerektiği, maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardını belirleyen minimum gerekliliklerin neler olduğu ve bu gereklilikler içerisinde bakım optimizasyonunu sağlamak üzere elde edilmesi gereken esas hedef olan bakım güvenilirliği konularında, gerek havayolu gerekse hava aracı bakım teşkilatı içerisindeki yönetici kademelerinde bulunacak personele yol gösterecek bir temel doküman kaynağının eksikliğini bu çalışmayla giderilmesi hedeflenmiştir.

Kullanıcı tarafından maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetimi için hava aracı bakım güvenilirliğini sağlama hedefine ulaşmada izlenecek yolları anlatan bu çalışmada, bir sistem güvenilirliği modeli olarak bir havayoluna özgü BGP kurmaya yönelik düşünce sürecinin sayısal çıktıdan daha çok değerli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

2. HAVACILIK BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ GENEL TANITIMI

Bakım güvenilirliği, havacılıkta yapılacak tüm bakım işlemlerinin güvenilirliği veya hem havayolu bakım teşkilatının hem de onun icra etmiş olduğu bakım faaliyetlerinin güvenilirliği anlamında kullanılabilir. Bakım güvenilirliği kazanılmış bir havayolunda,

* Öncelikle hava araçlarını kullanan pilotlar ve mürettebat tarafından, o havayolunun bakım teşkilatına ve onun bakımını yaptığı hava araçlarına, uçuş emniyeti ve uçuşa elverişlilik yönünden güvenilir.

* Daha sonra o havayolunun idari teşkilatı tarafından, o havayolunun bakım teşkilatına ve onun bakımını yaptığı hava araçlarına, uçuş emniyeti ve uçuşa elverişliliğin minimum maliyetle başarılması yönünden güvenilir.

* Son olarak, o havayolunu tercih ederek onun uçaklarıyla yolculuk eden müşteriler tarafından, o havayoluna ve onun bakım teşkilatı tarafından bakımı yapılmış hava araçlarına, müşteri memnuniyeti yönünden güvenilir.

Bakım güvenilirliği kavramını detaylı bir şekilde açıklamadan önce bu kavramın tarihsel gelişimini ortaya koymak ve önemini vurgulamak uygun olacaktır.

2.1. Bakım Güvenilirliği Kavramının Tarihsel Gelişimi

Havacılıkta bakım güvenilirliğinin tarihsel gelişiminde yer tutan Güvenilirlik kavramının, insanların makinelere kendi yaşamları için bağımlı olmaya başladığı andan beri var olduğu söylenebilir [14]. Çünkü makine arızalandığında ona bağımlı olan insanların yaşamsal kullanım ihtiyaçları da riske girmektedir. Mühendislik tarihi içinde güvenilirlik kavramının, arıza analizinin doğal bir sonucu olarak ortaya çıktığı ve uzun bir süredir teknolojik gelişimin merkezinde yer aldığı görülmektedir [4].

Wilbur ve Orville Wright kardeşlerin 17 Aralık 1903 tarihinde ilk motorlu uçak uçuşunu gerçekleştirmesiyle başlayan havacılık endüstrisinin ilk yıllarında havacılık, gelişmemiş teknoloji, uygun altyapının eksikliği ve kısıtlı öngörü ile yürütülen, sıkı düzenlemelere bağlı olmayan, havacılığın tehlikelerinin henüz bilinmediği ve mevcut olanak/kaynaklarla orantısız üretim taleplerinin yapıldığı bir etkinlikti [15].

Havacılık endüstrisinde güvenilirliğin Birinci Dünya Savaşı sonrasında ilgi alanı olmaya başladığı söylenebilir [16]. Bu dönemde güvenilirliğin gelişimine yönelik girişimlerin çoğu, deneme ve hata bulmayı esas alıyordu. Bir sistem arıza yaptığında yerine, teknolojik gelişmeler ve sistemin arıza incelemesinden kazanılan tecrübeler ışığında yenisi dizayn edilip üretiliyor ve hatalı sistem yenisiyle değiştiriliyordu [16]. 20'nci yüzyılın başlarından itibaren, standart mekanik parçaların toplu üretimine geçilmesiyle, hatalı parçalar, imalat işlemi süresince "inspection"⁸ ve test yöntemleriyle kolaylıkla tanımlanabilmiş ve QC (Quality Control "Kalite Kontrol") prosedürleri vasıtasıyla imalat güvenilirliği kontrol edilebilmiştir [4].

İkinci Dünya Savaşı sürerken Almanlar tarafından uzaktan kumandalı keşif uçaklarından sonra geliştirilen uzun menzilli seyir (V1) ve güdümlü balistik (V2) füzeleri, güvenilirliklerinin iyileştirilmesi maksadıyla güvenilirlik konsepti uygulamasının yapıldığı örnek hava araçları olarak sayılabilir [16, 17]. Yine bu dönemde, Amerikan ve İngiliz Silahlı Kuvvetleri, elindeki güvenilirliği ve sürdürülebilirliği düşük olan askeri ekipmanlar⁹ yüzünden, kaynaklarının çoğunu operasyondan çok bakıma ayırdıklarını fark etmişler, güvenilirlik ve sürdürülebilirliği yüksek askeri teçhizat dizaynına önem vermişlerdir [16].

Güvenilirlik kavramının modern anlamda ilk kullanımı 1940'larda ABD ordusu tarafından bir ürünün beklendiği kadar çalışması tanımıyla olmuştur [18]. Elektronik çağın gelişi ve İkinci Dünya Savaşı'yla hızlanmasıyla, boyut ve parametrelerde daha yüksek bir değişkenlik derecesine sahip ve daha kompleks komponent parçalarının toplu üretimine ihtiyaç duyulmuştur [4]. İkinci Dünya Savaşı sonrası dönemde, elektronik komponentlerin toplu üretimi gibi üretim işlemlerinin QC işlemi için istatistiksel metotlar geliştirmiş olan diğer endüstrilerin başarılı uygulamaları, havacılık endüstrisine de ışık tutmuş ve gelecekte havacılıkta oluşturulacak güvenilirlik programlarının temelini oluşturmuştur [1].

1940 ve 1950 yılları arasında askeri ekipmanın kullanım sahası güvenilirliğinin düşük olarak tecrübe edilmesi, güvenilirlik mühendisliğinin daha resmi metotlarına duyulan ihtiyaç üzerinde dikkatleri toplamıştır. Bu ihtiyaç, ekipmanın, hem kullanım sahasından hem de test verisi yorumundan arıza bilgisi toplanmasında artışa yol açmıştır [4]. 1950 yılında ABD Savunma Bakanlığı tarafından askeri alanda

⁸ Inspection: Muayene de denir. Bir malzemede detaylı inceleme ve belirli bir standarda göre kıyaslama yapma işlemidir.

⁹ Ekipman: Cihaz da denir. Ünite veya komponentlerin bir araya gelmesiyle oluşan ve bağımsız olarak çalışabilen iş gören teçhizat.

güvenilirlik üzerine geçici bir komite kurulmuş ve bu komite 1952 yılında AGREE (Advisory Committee on Reliability of Electronic Equipment “Elektronik Ekipman Güvenilirliği Tavsiye Komitesi”) isimli daimi bir gruba dönüştürülmüştür [17]. Bu grup, komponent güvenilirliğinin artırılmasını, tedarikçiler için kalite ve güvenilirlik gereksinimlerinin tanımlanmasını, saha verilerinin toplanarak arızaların temel nedenlerinin bulunması (kök analizi)’ni çalışma usulü olarak tavsiye etmiştir. AGREE komitesi ilk raporunu 1957 yılında yayımlamıştır. Bu dönemde ayrıca, 1945 yılında ilk olarak ATA adıyla IATA (International Air Transport Association “Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği”), 1944 yılında yapılan Şikago Konvansiyonunda alınan kararla 1947 yılında Birleşmiş Milletlere bağlı olarak ICAO (International Civil Aviation Organization “Uluslararası Sivil Havacılık Organizasyonu”) kurulmuştur.

1950’lerde önleyici bakım kavramı ortaya çıkmış, 1957’de bakım mühendisliği konusunda bir el kitabı yayımlanmıştır [17]. Bu dönemde, havacılık bakım faaliyetleri sadece zaman sınırlı (Hard Time)¹⁰ bakım yöntemine dayandırılmıştır [10]. Bu yöntemde, her bir parçanın düzenli bir “overhaul”¹¹ zamanına sahip olduğu fikrinden hareketle, parçalara bir “overhaul” zamanı (kullanım ömrü) biçilmiş ve güvenilirliğin sağlanması için bu zamanlarda parçaların değişimi/revizyonu¹² öngörülmüştür.

Havacılıkta önemli bir teknolojik gelişme, 1957’de SSCB tarafından ilk yapay dünya uydusu Sputnik-1 uzay aracının dünya yörüngesine fırlatılmasıyla uzay çağının başlamasıdır. 1958 yılında ise hem NASA (National Aeronautics and Space Administration “Amerikan Ulusal Havacılık ve Uzay İdaresi”), hem de havacılık emniyetini denetleyecek FAA kurulmuştur.

Hava aracı bakımının federal düzenlemesine yönelik esaslar 1958 tarihli Federal Havacılık Yasasıyla belirlenmiştir [5]. Yine 1958’de, havacılıkta güvenilirlik kavramının temeli olan istatistiksel çalışmalar yapmak üzere Boeing Bilimsel Araştırma Laboratuvarı kurulmuştur. Ayrıca, dünyanın ilk ticari jet uçağı olan DH 106 Commet’lerin metal yorgunluğu nedeniyle kaza kırıma uğradığı bu dönemde, dizayn aşamasını geçen Boeing 707 havacılık tarihinde ilk başarılı jet motorlu yolcu uçağı olarak hizmete girmiştir.

¹⁰ Zaman Sınırlı (Hard Time) Bakım: Üretici tarafından ilk bakım programının geliştirilmesinde kullanılan süreç yönlü yaklaşıma ait bu bakım süreci, genellikle uçuş sortisi veya fh şeklinde önceden belirlenmiş bir aralıkta bir malzemenin uçaktan sökülmesini ve tamamen “overhaul” veya kısmen “overhaul” edilmesini ya da belirli aralığı aşmadan önce hizmet dışına çıkarılmasını gerektiren bir arıza önleme sürecidir.

¹¹ Overhaul: Büyük bakım, onarım ve yenileme işlemi, komple revizyondan geçirme.

¹² Revizyon: Yenileştirme de denir. Bir sistem veya komponenti detaylı gözden geçirerek eski orjinal haline, yani dizayn edildiği performans ve bütünlüğü sağlayacak duruma geri getirme.

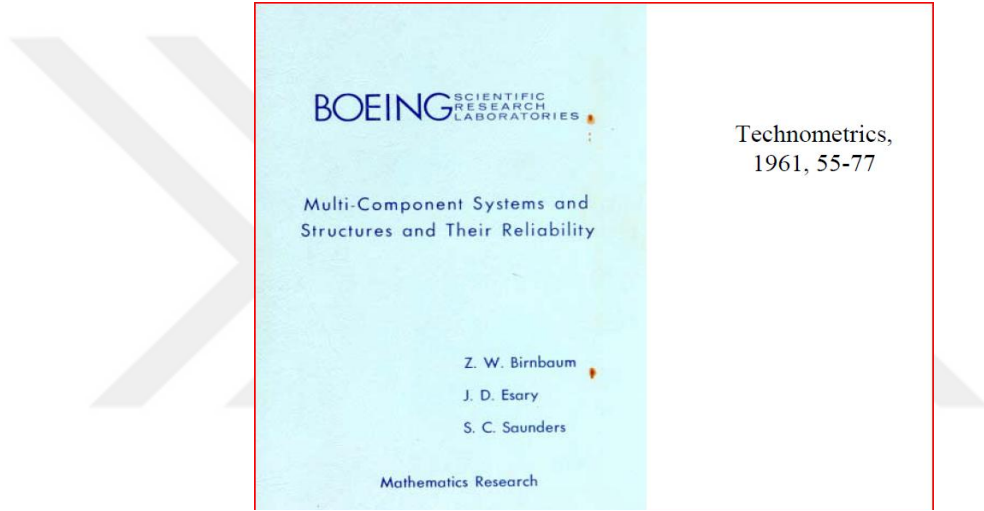
1950'lerin sonunda havacılık endüstrisindeki önleyici bakım işlemlerinin maliyeti, bakım etkinliğinin özel olarak soruşturulmasını gerektirecek kadar yüksek hale gelmiştir [6, 19]. Mesela, FAA MRB'si tarafından 1959 yılında Douglas DC-8 uçağı için hazırlanmasına izin verilen ilk planlı bakım programı, uçak ve motorunun planlı "overhaul"lerine ilave olarak 339 malzemeye yönelik "Hard Time Overhaul"ünü de içermesi nedeniyle yüksek bakım maliyetine sahipti [6]. Aynı dönemde FAA ve havayolları, Wright R-3350 motorlarının yüksek arıza oranını gidermek maksadıyla bakım politikasındaki "Hard Time Overhaul" limitlerinin ayarlanması vasıtasıyla motor çalıştırma güvenilirliğini kontrol etmeye çalışmışlar, ancak bahse konu değişikliklerin motorun güvenilirliğinde önemli bir iyileştirmeye yol açmadığı gerçeğini görmüşlerdir [6]. Bu kapsamda, ilk defa 1960 yılında uçak motorlarının çalıştırma güvenilirliği ve "overhaul" politikası arasındaki ilişkinin daha iyi kavranmasını sağlamak ve Hard Time esaslı önleyici bakımın etkinliğini araştırmak maksadıyla FAA ve ATA üyesi havayollarının temsilcilerinden oluşan bir görev grubu kurulmuş ve bu grubun çalışmaları sonucunda Kasım 1961 ayında FAA/Endüstri Güvenilirlik Programı ortaya çıkmıştır. Bu program, bir malzemenin "overhaul" aralıklarının uzunluğunun onun arıza oranında önemli bir faktör olmadığını ve belirlenen periyotlarda uygulanan önleyici bakımların bir çok durumda etkin olmadığını ortaya çıkarmıştır [6]. Böylece önleyici bakım gerekliliklerini belirlemede Hard Time bakım yönteminden daha iyi bir metoda açıkça ihtiyaç duyulmaya başlanmış ve bu kapsamda, 1950'lerin sonunda "overhaul" zamanları ve güvenilirlik arasındaki esas ilişkiyi tanımlamak için bir çok çalışma yapılmıştır [6].

1961 tarihli FAA/Endüstri Güvenilirlik Programından kazanılan tecrübeler ışığında,

*31 Aralık 1964 tarihinde, güvenilirlik kontrol metotlarını kullanarak hava aracı bakım kontrol programlarının dizaynı ve geliştirilmesinde kullanılacak bilgiyi ve rehberliği sağlamak maksadıyla, FAA tarafından Tavsiye Niteliğinde Genelge olarak AC 120-17 sayılı el kitabı yayımlanmıştır [5]. Bahse konu el kitabı, havacılıkta güvenilirlik kontrol metotlarıyla bakım etkinliğinin sağlanmasına yönelik ilk prosedürleri içeren rehber doküman olması nedeniyle, bakım güvenilirliği kavramının ortaya çıkmasındaki temel doküman olarak düşünülebilir.

*1965 yılında United Havayollarında, hava aracı önleyici bakım programlarının dizaynında uygulanabilir genel bir yaklaşımın tanımlanmaya çalışılması sonucunda, ilkel bir karar diyagram tekniği tasarlanmış ve bu teknik sonraki yıllarda geliştirilmiştir [6].

Bu çalışmalar ile birlikte, 1960'larda her malzemenin düzenli bir "overhaul" zamanı olduğu inancından uzaklaşarak, önleyici bakım programının dizaynına yönelik bakım gerekliliklerini belirlemede alternatif yaklaşımların geliştirilmesine odaklanılmıştır. 1960'ların başında, komponent ve sistem seviyesinde güvenilirlik testleri yapılması daha da önem kazanarak güvenilirlik teorileri geliştirilmeye çalışılmıştır. Bu dönemde, Boeing Bilimsel Araştırma Laboratuvarı çalışanlarından Z.W.Birnbaum, J.D.Esary ve S.C.Saunders tarafından 1961 yılında "Çok Komponentli Sistemler ve Yapılar ile Güvenilirlikleri" konulu Şekil 2.1'de kapak kısmı belirtilen eserin yayımlanmasıyla Güvenilirlik Teorisi ayrı bir kavram olarak ele alınmaya başlanmıştır [20, 21].



Şekil 2.1. "Çok Komponentli Sistemler ve Yapılar ile Güvenilirlikleri" konulu eserin kapağı [21]

Yine bu dönemde, o zamanki en büyük ticari uçak olan Boeing 747'ye yönelik mevcut önleyici bakım görevlerinin etkinliğini araştırmak ve maksimum emniyet ve güvenilirliği minimum maliyetle sağlayabilen bakım görevlerinin geliştirilmesinde kullanılabilecek mantıklı ve uygulanabilir bir yaklaşımı belirlemek amacıyla, FAA tarafından ATA aracılığı ile Boeing firmasına MSG (BYG) kurdurulmuştur [8, 10]. Bahse konu BYG içerisinde, uçağı satın almakla ilgilenen havayollarının ve tedarikçi firmaların temsilcileri ile birlikte Boeing firmasının dizayn ve AMP temsilcileri ve düzenleyici gerekliliklerin programa düzgün ve doğru bir şekilde yansımaları sağlamak için FAA temsilcileri yer almıştır [8]. Uçak sistemlerinin çalışması, bakım kritik malzemeleri ve ilişkili fonksiyonları, arıza modları, arıza etkileri ve arıza sebepleri hakkında bilgiyle donanmış olan bu grup, bakım gerekliliklerini belirlemede, United Havayolları tarafından 1965'te geliştirilen karar diyagramı

tekniklerinden faydalanmış ve kavram olarak daha sonra ortaya çıkacak olan RCM konsepti esaslarını kullanarak, her malzemeyi analiz etmiştir [6, 19].

BYG vasıtasıyla, havayolları ve uçak üreticileri tarafından gelecekte kendi hava araçlarının önleyici bakım programlarının oluşturulmasında kullanılmak üzere geliştirilmeye başlanan rehber dokümanlar serisinin [19] ilki, 1968 yılında, Boeing 747'ye yönelik ATA tarafından yayımlanan "Bakım Değerlendirme ve Program Geliştirme" isimli ve BYK-1 (Bakım Yönlendirme Kılavuzu-1) [10] olarak da adlandırılacak MSG-1 dokümanıdır [8]. BYK-1, RCM konseptinin uygulandığı ilk önleyici bakım programı [6] olan Boeing 747 AMP'sinin geliştirilmesinde mantıksal karar süreçlerinden oluşan bir karar destek sistemi olarak kullanılmıştır [10]. Aslında RCM kavramı, hava aracı ve ekipmanlarının dizaynındaki dahili güvenilirlik imkanlarını anlamak üzere bir planlı bakım programının oluşturulmasını amaçlamaktadır [6]. BYK-1 dokümanında, bakım gerekliliklerini belirlemede bir dayanak olarak kullanılan RCM analizlerinin ilk defa kullanılmaya başlanmasıyla [17] birlikte bakım güvenilirliği kavramının da 1968'de ortaya çıktığı söylenebilir. MSG-1 süreci, hava aracı üzerindeki her parçanın (sistem/ komponentin) analiz edilerek belirlenen 3 temel bakım yöntemi (Zaman Sınırlı "Hard Time-HT", Duruma Göre¹³ "On Condition-OC" ve Durum Takibi¹⁴ "Condition Monitoring-CM")'nden birine tahsis edildiği aşağıdan yukarıya bir yaklaşım olmuştur [8].

1960'larda ayrıca, hava aracı sistem ve komponentlerinin dizayn güvenilirliğine yönelik, güvenilirlik tahmininde aşağıdan yukarı analitik bir yaklaşımı esas alan uluslararası kabul görmüş arıza oranı veri bankalarından faydalanan standartlar geliştirilmiştir. Bunlardan biri, Amerikan Ordusu için geliştirilen ünlü 781 Nu.lı Askeri Standarttır. Yine bu dönemde ABD Savunma Bakanlığınca, kompleks yapıdaki askeri elektronik komponentlere yönelik güvenilirlik veri bankası olarak geliştirilen bir standart olan MIL-HDBK (Military Handbook "Askeri El Kitabı")-217F "Elektronik Ekipmanın Güvenilirlik Tahmini El Kitabı" yayımlanmıştır. Bu el kitabında yer alan güvenilirlik tahmini değerleri, elektronik parçaların gerçek kullanım sahası arızalarının istatistiksel analizinden ortaya çıkarılıp komponentlerin arıza oranlarının hesaplanmasında kullanılan verilerdir [16]. Hava aracı gibi kompleks/entegre sistemlerin üreticilerince dizayn güvenilirliğinin sağlanmasında, bu komponent güvenilirlik verileri kullanılmaya başlanmıştır.

¹³ OC (On Condition "Duruma Göre") Bakım: Malzemenin üzerinde bir söküm-"inspection"ı yapmadan belirli aralıklarda kalan çalışabilirliğini tespit etmek için çek edilmesidir.

¹⁴ CM (Condition Monitoring "Durum Takibi") Bakım: Malzemenin arıza ve söküm oranlarının (sıklıklarının) takibini CM malzemeleri arızalanana kadar çalıştırılır.

Yine, Güvenilirlik programları da ilk olarak bu dönemde geliştirilmiş ve 1970'lerde FAA tarafından tavsiye edilmiştir [1].

1970'lerin başında masaüstü bilgisayar olanaklarının güçlü ve çok yönlü yazılım paketleriyle birlikte artması ve düşük maliyeti, olay verilerini daha az çalışma saati harcayarak listelemeyi ve kullanmayı sağlamıştır. Verinin hızlı ve otomatik olarak sınıflandırılması, arızaların analizinin arıza modları şeklinde yapılmasını daha çok teşvik etmiştir [4]. Böylece güvenilirlikte FMEA (Failures Modes and Effects Analysis "Arıza Modları ve Etkileri Analizi") kavramı ön plana çıkmıştır.

Bakım güvenilirliğine yönelik 1968'de yayımlanan BYK-1, 1970'te ticari hizmete başlayan B747 üzerinde o kadar başarılı olmuştur ki, diğer hava araçlarında da kullanılmak üzere B747'ye yönelik spesifik ifadeler kaldırılarak genelleştirilmiş ve 1970 yılında ortaya MSG-2 Havayolu/Üretici Bakım Programı Planlama Dokümanı isimli BYK-2 dokümanı çıkmıştır [8, 10]. BYK-2, Lockheed üretimi L-1011 ve McDonnell-Douglas üretimi DC-10 uçaklarının bakım programlarının geliştirilmesinde kullanılmıştır [6, 8, 10, 17, 19].

McDonnell F4J ve Lockheed P-3 askeri uçaklarına da uygulanan BYK-2 dokümanı üzerinde [6], 1972 yılında Avrupalı uçak üreticilerince bazı küçük değişiklikler yapılmasıyla oluşan ve Avrupa'da Airbus A300 ve Concorde uçaklarına yönelik kullanılmaya başlanan kılavuzun adı EMSG (European Maintenance Steering Group "Avrupa Bakım Yönlendirme Grubu") dokümanı olmuştur [8, 10].

BYK-1, BYK-2 ve EMSG dokümanlarının ortak amacı, üretici tarafından kullanıcıya teslim edilen ilk jenerik AMP'nin oluşturulmasında BYG tarafından hava aracı sistem ve komponentlerinin fonksiyonlarının, arıza modlarının ve güvenilirliklerinin tanımlanması [6] suretiyle, sadece etkin bakım görevlerini belirleyerek bakım maliyetlerini düşürmektir. Bahse konu kılavuz dokümanlarda yer alan bakım yaklaşımından elde edilen ekonomik kazanca örnek olarak, standart bakım teknikleri kullanılarak bakımı yapılan bir DC-8 uçağının bakım gereksinimleri, BYK-2 kullanılarak bakımı yapılan bir DC-10 uçağıninkilerle karşılaştırılmıştır. DC-8 uçağı bir overhol gerektiren 339 adet bakım işlemine sahipken, DC-10 uçağının toplam bakım işlem maddesinin sadece 7 adet olduğu görülmüştür. Yine başka bir örnek olarak, orijinal Boeing 747, 20 bin fh (flight hour "uçuş saati"¹⁵)'deki büyük bir ağır bakımın öncesi temel yapısal "inspection"lar için 66 bin adam-saat işçilik

¹⁵ Uçuş Saati (FH): Bir hava aracının kalkışından (teker kesme) inişine (teker koyma) kadar ölçülen gerçek uçuş zamanı.

gerektirirken, o zamanın standart bakım programını kullanan daha küçük ve daha az kompleks yapıdaki bir DC-8 uçağının, 20 bin fh'e ulaşmadan önce adam-saat işçiliğinin 4 milyonun üzerinde olduğu tespit edilmiştir [6, 19]. Dolayısıyla, BYK-2 vasıtasıyla RCM konseptine dayalı geliştirilen yeni bakım programlarında, bakım işlem maddelerinin sayısı ile işçilik sürelerinde önemli miktarda azalma sağlanarak bakım maliyetlerinin düştüğü görülmüştür. RCM, doğru olarak uygulanırsa rutin bakım iş yükü miktarını %40-%70 arası düşürebilmektedir [23, 24]. RCM'nin faydaları genellikle riskin düşürülmesi ve maliyet tasarrufu şeklinde iki geniş kategoride izlenebilmektedir [23]. 1972 yılında, United Havayolları tarafından işletilen tüm yaşlı uçak filolarına yönelik güvenilirlik programlarının geliştirilmesinde, temel bir yaklaşım olarak RCM konseptlerini içeren BYK-2 kılavuzu kullanılmıştır [6].

1974 yılında ABD Savunma Bakanlığı, AMP'lerin geliştirilmesine yönelik sivil havacılık endüstrisinde kullanılan süreçler hakkında United Havayolları firmasını bir rapor yazmakla görevlendirmiştir. ABD ordusu tarafından kendi ekipmanlarının ilk bakım programlarını geliştirmek amacıyla kullanılmak üzere, sivil havacılık tarafından kullanılan MSG yaklaşımlarına benzer şekilde geliştirilen bu sürecin adı RCM olmuştur [8, 17, 24]. Stan Nowlan ve Howard Heap tarafından hazırlanan ve 1978 yılında yayımlanan bu rapor, müteakip tüm RCM yaklaşımları için rehber doküman olmuştur [19]. Ayrıca, arıza karakteristikleri detaylı olarak ilk defa bu raporda açıklanmıştır [22]. Bu raporda anlatılan RCM süreci, tıpkı MSG yaklaşımı gibi esas olarak planlı bakımlara yönelik olmuş ve "Güncel ilgi alanımız, ekipmanın emniyetli ve güvenilir çalışmasını sağlamak için gerekli planlı bakım görevlerinin programı olan önleyici bakımdır. [6]" şeklinde sadece önleyici bakımı tanımlamıştır [8]. RCM, 1978'den itibaren ABD Deniz Kuvvetleri tarafından yaygın olarak kullanılmaya başlanmıştır [22, 24].

Ayrıca, 27 Mart 1978 tarihinde FAA tarafından yayımlanan AC 120-17A sayılı ve "Güvenilirlik Metotları Vasıtasıyla Bakım Kontrolü" konulu tavsiye niteliğinde genelge, Nowlan ve Heap'in RCM raporu doğrultusunda hava aracı bakım yöntemleri arasına CM sürecini de dahil ederek 1964 tarihli AC 120-17 dokümanının yerine geçmiştir [5]. CM sürecinde, hava aracı ve komponentlerine ait mevcut çevrimiçi veya çevrimdışı performans verisi beklenen/olması gereken değerlerle karşılaştırılarak analiz edilmekte ve gerektiğinde önceden belirlenmiş operasyonel limitlere bağlı olarak alarmlar üretilmektedir [23].

1979 yılına kadar RCM raporu vasıtasıyla kazanılan deneyimler BYK-2'nin bazı olumsuz yanları olduğunu göstermiş ve güncellenmesi gerektiğini ortaya çıkarmıştır [10]. Bu kapsamda, bakım güvenilirliğine yönelik geliştirilen MSG yaklaşımlarının sonuncusu 1980 yılında yayımlanan BYK-3 dokümanı olmuştur. FAA, İngiltere sivil havacılık otoritesi CAA (Civil Aviation Authority), ABD ve Avrupalı uçak ve motor üreticileri, bazı havayolu işletmeleri ve ABD Deniz Kuvvetleri BYK-3'ün geliştirilmesinde aktif rol oynamıştır [10]. BYK-3'te esas alınan MSG-3 yaklaşımı, arızaları önlemek ve sistemin öz güvenilirlik¹⁶ seviyesini sürdürmek için uygun planlı bakım görevlerini tanımlamak üzere arızaların emniyet veya ekonomi kategorisine tahsis edildiği bir "Yukarıdan Aşağıya" veya "Arızanın Sonucu" yaklaşımı olmuştur [8]. 1978 tarihli RCM Raporunu esas alarak hazırlanan [24] BYK-3 kılavuzunun amacı, sadece maliyet-etkin bakım görevlerini belirlemek vasıtasıyla, hava aracı dizaynındaki emniyet ve güvenilirlik seviyelerini minimum bakım maliyetiyle sürdürmek olmuştur. Günümüzde tüm hava aracı türlerinin bakım programlarının geliştirilmesi ve iyileştirilmesinde halen MSG-3 yaklaşımı kullanılmaktadır [24]. Başka bir deyişle, günümüzde bir hava aracının planlı bakımları, BYK-3 vasıtasıyla geliştirilen periyodik "inspection" ve parça değişimi gibi yüzlerce bakım görevinden oluşmaktadır. İlk yayımlandığı tarihten itibaren bir çok revizyon görmüş olan BYK-3 Havayolu/Üretici Planlı Bakım Geliştirme Dokümanının en güncel hali 2007 yılında yayımlanmış olan ATA MSG-3 Revizyon 2007.1¹⁷ dokümanıdır [25].

Bu dönemde, bir çok endüstri önleyici bakım çabalarını neredeyse diğer tüm ürünlere yayarken, Nowlan ve Heap'in yolundan giden havacılık endüstrisi farklı bir yaklaşım göstererek, sistem fonksiyonlarını, arıza etkilerini ve arıza modlarını esas alan MSG-3 bakım yaklaşımını geliştirmiştir. Bu yaklaşım ile birlikte, geleneksel önleyici bakım programına alternatif olarak Durum Esaslı Bakım kavramı gelişmiştir. Havacılık endüstrisinin çalışmaları RCM yaklaşımının daha da gelişmesine yol açmıştır [22].

1980'ler boyunca, önemli yazılım elemanlarını içeren sistemlerin bütünlüğünü değerlendirme ihtiyacı mühim seviyede artmıştır. Bu dönemde yazılım güvenilirliği kavramı gelişmiş, ayrıca bir sistemi çalışır durumda tutmak için uçuş esnasında onarım veya çabuk onarım kavramları ön plana çıkmıştır. Kam Wong, 1981 yılında banyo küveti eğrisi "bathtub curve"ni inceleyen bir makale yayımlamıştır [18]. Bilgisayar gücü, güvenilirlik ölçüm ve kontrollerinde ilk defa arıza ihtimallerini

¹⁶ Öz güvenilirlik: Bkz.Syf.30.

¹⁷ MSG-3 Dokümanı ilk defa 30 Eylül 1980'de yayımlanmıştır. Birçok defa güncellenmiştir (Mart 1988, Eylül 1993, Mart 2000, Mart 2001, 2002, 2003, 2005 ve 2007). Son versiyonu, Kullanıcı/Üretici Planlı Bakım Geliştirme Dokümanı, Revizyon 2007.1'dir.

belirtmek suretiyle periyot-esaslı bakımları desteklerken, 1990'lardan itibaren ortaya çıkan teknolojik ilerlemeler havacılık bakım uygulamalarına hala katkı sağlamaya devam etmektedir [22]. Örnek olarak, FMEA, güvenilirlik tahmini, blok diyagramlar ve Weibull analizi gibi güvenilirlik değerlendirme işlemleri, bilgisayar paket programları vasıtasıyla kolayca yapılabilir hale gelmiştir. WEB-tabanlı bilgi sistemlerinin yaygınlaşmasıyla, güvenilirlik bilgisinin gerçek zamanlı çevrim içi paylaşılma imkanı sağlanmıştır [18].

1990'lara gelindiğinde bir çok komponentin arıza oranı düşmüş, sistemlerin güvenilirliğinde yazılım kritik öneme sahip olmuştur. Komponentlerin arıza oranları düşmeye devam ederken sistem seviyesi olayların daha çok öne çıkması, sistemsel düşünmeyi daha önemli hale getirmiştir.

Son 30 yılda, güvenilirlikte sistem modellemesinin, FMEA ve hata ağacı analizi metotları vasıtasıyla daha çok dizayn güvenilirliğine yönelik olarak geliştirilmiş olduğu söylenebilir. Kullanım sahasında ise esas olarak emniyet ve kaza önleme sistemi geliştirilmesi üzerinde durulmuştur. Havacılık endüstrisinde, uçuş emniyeti ve bakım emniyetine yönelik olarak, uçak kaza-kırım önleme programı veya SMS (Safety Management System "Emniyet Yönetim Sistemi") modellemesi [26], bakım güvenilirliğine yönelik olarak da havayolu BGP'leri oluşturulmuştur [1, 8].

Günümüzde hava araçları, son derece emniyetli bir sistem (yani milyon üretim çevriminde bir yıkıcı emniyet arızası olan sistem) haline gelmiştir. Bunun temelinde, günlük operasyon verilerinin güvenilirlik kavramında olduğu gibi rutin olarak toplanması ve analiz edilmesine dayanan, güvenilirlik ve emniyet yönetimine iş benzeri yaklaşımın kabul edilmesi yatmaktadır. İşletme verilerinin rutin olarak toplanması ve analizi ile birlikte, iş yönetimi uygulamalarının havacılıktaki emniyet ve güvenilirliğe uygulanmasıyla emniyet alanı daha da gelişmiştir [15].

Bugün bu yaklaşımı benimseyen ABD Deniz Hava Komutanlığı, havacılık bakım yönetiminde uygulamak üzere, bakım kaynaklarının verimli kullanımı yoluyla havacılık materyal hazırlık durumunun ve emniyetinin devamlı olarak gelişmesini amaçlayan Deniz Havacılık Bakım Programını [13] kurmuştur. Bu yaklaşım yardımıyla, bakım programı yönetiminin tüm bakım yetki seviyelerini desteklemede kullanılacak verileri toplaması, analiz etmesi ve kullanması sağlanarak bakım güvenilirliğinin devamlı iyileştirildiği söylenebilir.

Sonuç olarak, havacılıkta bakım güvenilirliğinin tarihsel gelişimine baktığımızda, zamanla teknolojik gelişime bağlı olarak bakımdan beklentilerin ve bu beklentileri karşılamak üzere kullanılan bakım tekniklerinin değişmesiyle birlikte bakım güvenilirliği kavramının da geliştiği söylenebilir. Bakımdan beklentiler ve bakım tekniklerinin zamana bağlı değişimi Tablo 2.1’de özetlenmiştir [24].

Tablo 2.1. Bakımdan beklentiler ve bakım tekniklerinin tarihsel gelişimi [24]

Dönem	Bakım teknikleri	Bakımdan Beklentiler
1940-1950	Arıza yaptığında değiştir (Onarım/Reaktif bakım).	Arıza yaptığında onar yani reaktif bakım uygula.
1950-1980	Arıza yapmadan değiştir (Hard Time/Planlı “overhaul”ler). İş kontrol etme ve planlama sistemleri, büyük ve yavaş bilgisayarlar kullanımı.	-Daha yüksek ürün hazır olabilirliği, -Daha uzun ekipman ömrü, -Daha düşük maliyet.
1980-Günümüz	Durum takibi (CM) yaklaşımı, Güvenilirlik ve Sürdürülebilirlik esaslı dizayn, Tehlike/Risk incelemeleri, Küçük ve hızlı bilgisayarlar, Arıza Mod ve Etkileri Analizi, Uzman sistemler, Çok yeteneklilik ve takım çalışması.	-Daha yüksek ürün hazır olabilirliği ve güvenilirlik, -Daha çok emniyet, -Daha iyi ürün kalitesi, -Çevre dostu olma, -Daha uzun ekipman ömrü, -Daha çok maliyet-etkinlik.

Özetle, havacılıkta bakım güvenilirliği kavramı ortaya çıkmadan önce, güvenilirlik kavramının istatistiksel metotlarla birlikte daha çok sistemi oluşturan komponentlerin dizayn ve imalat güvenilirliği şeklinde geliştiği, bakım faaliyetlerinin ise sadece onarım ve “Hard Time” bakım yöntemine dayandırıldığı, kökeni RCM kavramına dayanan bakım güvenilirliği kavramının maliyet-etkinlik üzerindeki öneminin ise havacılıkta bazı düzenleyici kuruluşlar ortaya çıktıktan sonra anlaşıldığı görülmektedir. Günümüzde gerek güvenilirlikte sistem modellemesi ve iş yönetimi yaklaşımlarının uygulanmasının benimsenmesi, gerekse enstrümantasyon ve bilgi sistemlerinin daha ucuz ve güvenilir hale gelmesi sonucunda, bir havacılık bakım teşkilatını maliyet-etkin olarak yönetmede bakım güvenilirliği kavramı önemli bir araç

haline gelmiştir. Bu kapsamda, günümüzde havacılık dünyada en emniyetli taşımacılık biçimi olmuştur. Bu emniyet rekorunun önemli bir parçası havacılık bakım alanında bakım güvenilirliğini sürekli sağlamak üzere çalışan makinist¹⁸, teknisyen, mühendis ve yöneticilerin çabalarına atfedilebilir.

2.2. Bakım Güvenilirliği Kavramının Önemi

Havacılık endüstrisinde bakım güvenilirliği kavramının öneminin anlaşılabilmesi için yaşanmış aşağıdaki örnek olaylara bakmak faydalı olacaktır.

* Aloha Havayollarına ait Boeing 737-200'ün 28 Nisan 1988 tarihli ve 243 nu.lı uçuş kazası,

* United Havayollarına ait Boeing 747-122'nin 24 Şubat 1989 tarihli ve 811 nu.lı uçuş kazası,

* Borajet Havayollarınının 23 Nisan 2017 tarihli uçuş seferlerini durdurma kararı.

Bahse konu örneklerden çıkarılacak ortak ders, bir havayolunda güvenilirlik analizleri yetersiz olan bir AMP'nin sonuçlarının ağır olacağı, bakım güvenilirliğini sağlayamayan bir havayolunda sadece mal değil, aynı zamanda can, para, zaman ve itibar kayıpları da yaşanabileceğidir.

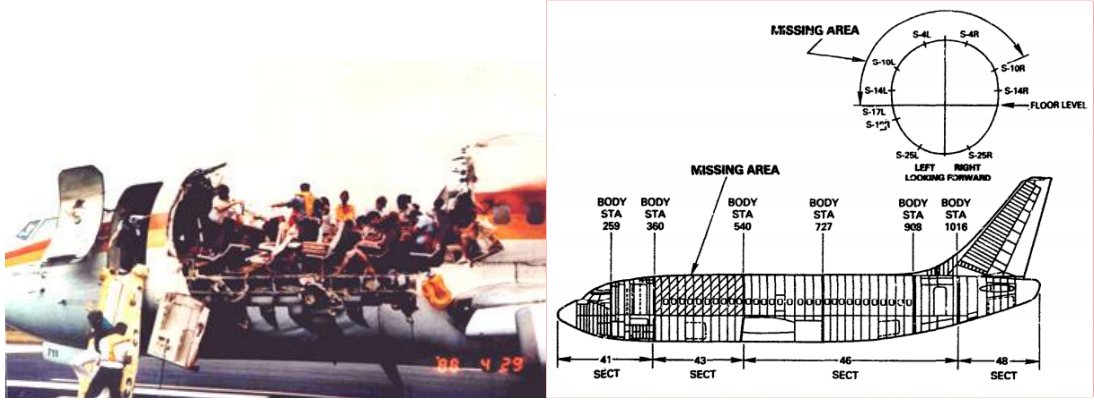
2.2.1. Aloha Havayollarına ait Boeing 737-200'ün 28 Nisan 1988 tarihli ve 243 nu.lı uçuş kazası

28 Nisan 1988 tarihinde Aloha havayolları tarafından işletilen bir Boeing 737-200, 89 yolcu ve 6 mürettebatla birlikte Honolulu/Hawaii'ye uçarken 24 bin ft. yükseklikte bir katstrofik yapısal arıza sonucu bir infilaklı basınç kaybı yaşadı. Uçağın merkez gövdesinin 7 mt. uzunluğundaki kabin üst panelleri Şekil 2.2'de görüldüğü gibi uçuşta koparak ayrıldı. Ani basınç kaybı sonrasında, uçaktan dışarı fırlayan bir kabin memuru (hostes) öldü, 7 yolcu ve diğer hostesler ağır bir şekilde yaralandı [27].

NTSB (National Transport and Safety Board "Ulusal Taşımacılık ve Emniyet Kurulu"), kazanın muhtemel ana sebebinin Aloha Havayolları tarafından hazırlanmış AMP'nin uygunsuzluğu olduğu sonucuna varmıştır. Çünkü uçak gövdesindeki S-10L yapısal kirişi (stringer) üzerindeki bindirmeli bağlantı yerinin arızasına ve dolayısıyla gövdenin uçuşta ayrılmasına yol açan yorulma/korozyon hasarının ve önemli

¹⁸ Makinist (Mekanik), bir sistemin bakımında ellerini kullanırken, teknisyen arızayı teşhis etmek için bilgisayarı kullanır ve işinde genellikle teknolojiden faydalanır.

derecedeki yapısal katman ayrılmasının varlığını tespit etmede AMP'nin yetersiz kaldığı değerlendirilmiştir.



Şekil 2.2. Aloha Havayolları Uçuş 243'teki kaza sonrası hasar ve yerleşim planına göre gövde üzerinde gösterimi (bölgeler, bölümler ve stringerler) [27]

Kazanın oluşmasına katkıda bulunan neden olarak şu tespitler gösterilmiştir [27]:

- * Aloha Havayolları tarafından bakım yönetimi uygulamalarının yetersizliği,
- * FAA tarafından AMP denetiminin yetersizliği,
- * Aloha Havayollarının QC prosedürleri ve "inspection"larına yönelik FAA denetiminin yetersizliği,
- * Uçak üreticisi Boeing'in yayımladığı bir ASB (Alert Service Bulletin "Alarm Servis Bülteni")'de olduğu gibi uçağın bindirmeli bağlantı yerlerinin "inspection"ını şart koşan AD¹⁹ (Airworthiness Directive "Uçuşa Elverişlilik Direktifi") 87-21-08'deki talimatların hazırlanmasında FAA'nın başarısızlığı,
- * Boeing 737 bindirmeli bağlantı yeri imalatındaki soğuk bağlama işlemlerinde karşılaşılan üretim zorluklarının tespiti sonrasında, FAA veya Boeing tarafından işin durdurulmamış olması.

Bahse konu kaza raporunun detaylı analizi neticesinde, kullanıcının hava aracı bakım yönetim kabiliyetleri ve AMP ile doğrudan ilgili aşağıdaki 5 temel uyumsuzluk tespit edilmiştir.

- * Hava aracının sorti²⁰-fh oranına bağlı olarak yapısal "inspection"larının arasındaki sorti miktarı birikimi fazla olmuştur. Boeing MPD dokümanının her fh'de 1.5 sorti

¹⁹ AD: Hava aracını tekrar kabul edilebilir emniyet seviyesine getirmek için gerçekleştirilmesi gereken faaliyetleri dikte eden ve havacılık otoritesi tarafından yayımlanan talimatlardır.

²⁰ Sorti: Bir hava aracının kalkışı (teker kesme) ile başlayan uçuşu ile devam eden ve inişi (teker koyma) ile tamamlanan her bir periyot.

olacak şekilde dizayn edilmesine rağmen hava aracı ortalama her fh'de 3 sorti uçurulmuştur.

*“Inspection”ların sorti esaslı olması gerekmesine rağmen AMP’de yer alan yapısal “inspection”ların fh’ye göre düzenlenmiş olması nedeniyle, uçağın yapısal kontrolleri (D “check”i²¹) arasındaki periyotların uzaması, uçak gövdesinin üst üste gelen bağlantı yerlerinde korozyon ve çatlak gibi bozulmaların “degredation”²² artışına yol açmıştır.

*Önemli yapısal kontrolleri içeren D “check”ini oluşturan 52 adet BİK²³ (Bakım İşlem Kartı)’in blok olarak değil de farklı zamanlarda uygulanması planlanmış, ayrıca bahse konu iş kartlarının dağınık bir şekilde safhalandırılmasını takip etmede ve uygulamada bakım planlamanın kaynakları yetersiz kalmıştır.

*Kullanıcı tarafından bir Korozyon Kontrol Programı hazırlanmamıştır. Bu nedenle her korozyon bulgusu veya korozyon onarımları gerektiği şekilde kontrol ve takip edilememiştir. İlave olarak, hava aracı korozyonuna ağır etkisi olan bir deniz üzeri uçuş ortamına göre AMP uyarlanmamıştır.

*Kullanıcı bakım teşkilatının mühendislik birimi tarafından üreticilerden veya düzenleyici havacılık otoritelerinden gelen teknik dokümanların düzgün şekilde analiz edilmesi gerekirken, kullanıcının mühendislik kabiliyetlerinin olmayışı neticesinde AD 87-21-08 numaralı uçuşa elverişlilik direktifinin yerine getirilmesinde hatalar ortaya çıkmıştır.

Bu uyumsuzluklar havacılık bakım güvenilirliğinin yeterli seviyede sağlanamamış olduğu anlamına gelmektedir. Problemin giderilmesi ve bakım güvenilirliğinin sağlanması için AMP üzerinde şu değişikliklerin yapılmasına ihtiyaç duyulmuştur.

*Çeşitli korozyon bulgularının kontrolü ve takibi için iş kartlarının oluşturulması (Bunun için bir Korozyon Önleme ve Kontrol Programı da oluşturulabilir.),

*Söz konusu Uçuşa Elverişlilik Direktifi ile ilgili iş kartlarının içeriğinin ve uygulama periyotlarının değiştirilmesi,

*AMP’deki bakım planlama politikasının safha bakımından blok bakımına dönüştürülmesi.

²¹ Check: Sistem veya komponentin durumunu çeşitli ölçüm ve test işlemleriyle kontrolden geçirme.

²² Degredation: Kalitedeki düşüş, azalma. Kötüleşme. Bozulma.

²³ Bakım İşlem Kartı: Makinistin tüm AMM (Aircraft Maintenance Manual “Uçak Bakım El Kitabı”)’yi hava aracına taşımadan bakım işlemini icra edebilmesi amacıyla, AMM’de belirtilen bakım görevlerinin üretici veya operatör tarafından ayrı olarak yazıldığı kartlar veya formlardır.

Ayrıca, bahse konu uçağın 89.090'inci sortide uçak gövdesinin üst kabin kısmının malzeme yorgunluğu ve korozyondan dolayı uçuşta komple kopması sonrasında, güvenilirlik mühendisleri uçağın gövde uçuş ömrünü 75.000 sorti ile sınırlamışlardır.

2.2.2. United Havayollarına ait Boeing 747-122'nin 24 Şubat 1989 tarihli ve 811 nu.lı uçuş kazası

24 Şubat 1989 tarihinde United havayolları tarafından işletilen bir Boeing 747-122, Los Angeles/ABD ve Sidney/Avusturalya arasındaki 811 numaralı seferini icra ederken 22 bin ft. yükseklikten 23 bin ft. yüksekliğe tırmandığı esnada infilaklı bir basınç kaybı yaşayarak birdenbire uçuşunu kesmek zorunda kaldı. Uçakta 3 mürettebat, 15 hostes ve 337 yolcu bulunuyordu. Basınç kaybı olayı sonrasında 3 ve 4 numaralı motorlar, içlerine uçaktan kopan yapısal parçaların girmesi sonucu stop etti. Uçak Hawai'deki Honolulu havalimanına başarılı bir şekilde emercensi iniş yaptı. Uçağın yerde yapılan durum değerlendirmesinde, uçuşta gövdeden koparak ayrılan ön kargo kapısının uçağın gövdesine, kanatlarına ve motoruna, özellikle de kargo kapısına bitişik gövde yapısına yoğun bir hasar vermiş olduğu görüldü. Uçuş esnasında uçaktan dışarı fırlayan 9 yolcu kayıp sayıldı. Şekil 2.3'te resmi verilen uçağın kopan bölgesinde yorulma veya korozyon hasarı görülmedi ve arızanın aşırı gerilmeden kaynaklandığı değerlendirildi.



Şekil 2.3. United Havayollarının 811 sayılı seferindeki kaza sonrası uçağın hasarı [28]

NTSB, kazanın muhtemel ana sebebinin kargo kapısı mandalının uçuşta aniden açılmasına bağlı infilaklı basınç kaybı yaşanması olduğu sonucuna varmıştır. Kazanın oluşmasına katkıda bulunan nedenler olarak şu tespitler gösterilmiştir [28].

* Kargo kapısı mekanizmalarının kullanım esnasında kolaylıkla hasara açık hale getiren dizayn yetersizliği,

* Pan Amerikan havayollarına ait Boeing 747'nin 2 yıl öncesinde yaşadığı uçuşta kargo kapısının kazara açılmasına bağlı benzer kaza sonrasında, uçak üreticisi Boeing ve FAA tarafından düzeltici işlemlerin yaptırılmamış olması,

* United havayolları tarafından yapılan hatalı bakım ve "inspection" işlemleri.

Bahse konu kaza raporunun detaylı analizi neticesinde, kullanıcının bakım yönetim kabiliyetleri, bakım güvenilirliği ve AMP ile doğrudan alakalı aşağıdaki 4 temel uyumsuzluk tespit edilmiştir.

* Kaza öncesinde filodaki uçak kargo kapılarının çeşitli arıza ve aksaklık bulgularına yönelik olarak herhangi bir düzeltici işlem sunmadığı için, kullanıcı BGP'si etkin değildir. Uçak kayıtlarına göre kaza öncesi son 6 yılda kargo kapıları aksaklığı ile ilgili 39 arıza rapor edilmiştir. Bu arızalardan 10 adedi kabin basıncıyla alakalı ciddi arızalar, 17 adedi ise kaza öncesindeki ilk 6 ayda kargo kapılarının normal işletiminde meydana gelmiştir. BGP doğru uygulansaydı bu arızalar, bir düzeltici bakım işlemi ihtiyacına yönelik alarm vermiş olacaktı. Bu düzeltici işlemlerden bazıları; rapor edilen arızaların takibi ve düzeltici işlemin uygulanması için yapılacak periyodik "inspection"lara yönelik iş kartlarının hazırlanması veya kapı yapısı ve mekanizmalarının operasyonel "check"²⁴ ile ilgili bakım işlemlerinin içeriğinin veya aralıklarının hasar tespit ihtimalini ve kapı ayarını sağlayacak şekilde değiştirilmesi olabilirdi. Ayrıca, kullanıcının güvenilirlik verisi uçak üreticisi ile paylaşılabilirdi. Çünkü kullanıcılar ve üreticiler arasında bilgi paylaşımı, sadece dizaynı geliştirmek açısından değil, MRB süreci vasıtasıyla tüm kullanıcıların AMP'lerini de iyileştirmek bakımından çok önemlidir. İlave olarak, kargo kapısı arızalarının geçmişine yönelik yapılan her bir yapısal onarım işleminin kontrolünün BGP'nin etkinliğine ciddi bir katkı sağlayabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

* Kazadan 2 yıl önce Pan Amerikan havayollarının uçuşundaki benzer kaza sonrasında FAA tarafından AD 88-12-04'ün yayımlanmış olduğu bilinmesine rağmen, bahse konu AD'nin kullanıcı tarafından tamamlanması işlemi, direktifte FAA'nın koyduğu miiat tarihinden sonraya ertelenmiştir. Bu nedenle AMP'ye, kapı manuel modda her açılıp kapandığında icra edilmesi gereken kapı mekanizmaları üzerindeki hasarın periyodik "inspection"ı girmemiştir. Teknik dokümanları

²⁴ Operasyonel "Check": Bir malzemenin istenen amacını yerine getirip getirmediğini ve operasyonel olarak doğru çalışıp çalışmadığını ilave bir ekipman kullanmadan test işlemleriyle çek etme ve belirleme işi, bir arıza bulma görevidir ve sayısal limitler gerektirmez.

değerlendirmek ve gerekli düzeltici işlemi bakım teşkilatının diğer birimlerine icrası için yayımlamak kullanıcının mühendislik biriminin sorumluluğudur. Bir önceki benzer Pan Amerikan havayolları kazasına yönelik olması nedeniyle bahse konu uçuşa elverişlilik direktifine, direktifin bitirme işleminin tamamlanmasını öngörmek için, daha fazla dikkat edilmeliydi. Ayrıca, anılan direktifin bitirme işlemini değerlendirme ve planlamasını başarmak için mühendislik birimi, BGP tespitleriyle ve AMP'ye konulacak tamamlanma periyotlarıyla desteklenebilirdi.

*Bir yazışma hatasına bağlı olarak, teknik dokümana göre kargo kapılarının "inspection"ını sağlama gibi önemli bir işlem ihmal edilmiş ve prosedür uygulanmamıştır. Teknik doküman kontrolünün, AMP üzerinde ve ardından uçağın uçuşa elverişlilik durumunda ciddi bir etkisi olduğu unutulmamalıdır.

*Uçak üzerinde yapılan modifikasyonların²⁵ kapsamının kayıtları tutarsız olmuştur. Çoğu bakım işleminin uygulanabilirliğinin uçağın modifikasyon durumuna bağlı olduğu gerçeği, AMP'nin fazlasıyla modifikasyon kapsamının kayıtlarına bağlı olduğu sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Modifikasyonların kapsamı, belirli bakım işlemlerinin uygulanma önceliğini değiştirebilir veya ilave işlem ihtiyacı ortaya çıkarabilir.

Yukarıda bahsedilen kazaya benzer, fakat sebebi bakım güvenilirliği yetersizliği değil, tamamen dizayn güvenilirliği yetersizliği olan bir başka kaza örneği de, 1974 yılında THY (Türk Hava Yolları) 981 sayılı uçuşunda McDonnell Douglas DC 10 tipi uçağın kargo kapısının uçuşta açılması nedeni ile Fransa'da Ermenonville ormanına düşmesi olayıdır. 346 kişinin hayatını kaybettiği bu kazanın yapılan incelemesinde, DC 10 uçaklarının yolcu kabini kapılarının uçak basınç ayarlaması yapıldığında açılmayacak şekilde olmasına rağmen kargo kapısının bu şekilde olmadığı ve geniş yarıçapından dolayı kargo kapısının uçak gövdesinden dışarı doğru açılır şekilde dizayn edildiği ve karmaşık yapıdaki kilit sisteminin de çok dayanıklı olmadığı ve zorlanarak kapatıldığında menteşelerinin bağlantı yerlerinden kırıldığı ama menteşeleri kırılan kapının kokpitteki uçuş mühendisinin tablosunda halen kapalı görüldüğü tespit edilmiştir [29].

Konu hakkında, 1972 yılında Amerikan Havayolları 96 sayılı Chicago uçağının kargo kapısında meydana gelen bir açılma arızası sonrası pilotun üstün yetenekleriyle

²⁵ Modifikasyon: Bir malzeme veya ekipmanla ilgili operator arzu edilen güvenilirlik ve emniyet seviyesini veya performansı elde edemediğinde, üretici tarafından sorunun çözümü kapsamında, malzeme/ekipmanın operator ihtiyaçlarını karşılayacak şekilde yeniden dizaynını müteakip, operatörün elindeki eski dizayn malzeme/ekipmanın, üreticinin geliştirdiği prosedürlere göre, operator tarafından yeni dizayna dönüştürülmesi işlemidir.

uçağı yere indirmeyi başarması olayına ilişkin, McDonnell Douglas firmasına altyüklenici olarak iş yapan Convair firmasında ürün mühendisliği direktörü olan Dan Applegate'in kaza sonrasında yönetime yazdığı rapor mevcuttur [29]. Bu raporda, 1968'de bu uçakların projesi başladığından beri kargo kapısı kilitleme sisteminin temel emniyetinin giderek kötüleştiği, 1970 yılındaki yer testlerinde de kargo kompartımanında bu şekilde felakete sonuçlanabilecek bir arıza emarelerinin görülmüş olduğu, DC-10 uçaklarının bir gün uçuşta kargo kapısı arızasına bağlı olarak düşebileceği ifade edilmiştir. Bu rapordan 2 yıl sonra da THY 981 sayılı uçuşunda uçak düşmüştür [29].

2.2.3. Borajet Havayollarının 23 Nisan 2017 tarihli uçuş seferlerini durdurma kararı

Türkiye'nin ilk bölgesel havayolu şirketi olan Borajet Havayolları, 23 Nisan 2017 tarihi itibarıyla seferlerini durdurma ve yaklaşık 400 çalışanını tazminatlı olarak işten çıkartma kararı aldı. Havayolu tarafından daha önceden satışı yapılan 30 bin adede yakın bilet için ise yolcular bilet değişimi maksatlı THY'ye yönlendirildi. Şirketten yapılan açıklamada, Şekil 2.4'te örnek resmi verilen toplam 10 adet Embraer 190/195 serisi yolcu uçağından 6'sının teknik arıza ve parça eksikliğinden dolayı uzun bir süre daha uçamayacağı, bu nedenle şirketin 3'üncü İstanbul havalimanına güçlü girmek maksadıyla yeniden yapılanma içerisine girdiği, 2018 yılının Şubat ayında şirket filosuna katılacak 10 adet yeni uçaklarla birlikte hem uçuş ağını genişletmeyi hem de daha kaliteli hizmet vermeyi hedefledikleri ve uçuşların 2018 yılında tekrar başlayacağı belirtildi [30].



Şekil 2.4. Borajet Havayolları Embraer 190/195 serisi yolcu uçakları [30]

Bahse konu haberde bakım güvenilirliği açısından dikkat çeken aşağıdaki önemli iki husus bulunmaktadır:

* Borajet Havayolları hizmetinde bulunan toplam 10 adet yolcu uçağından 6 adedinin uzun süredir arızalı ve yerde parça bekler durumda olması: Borajet Havayolları ilk

olarak ATR 72 tipi uçaklarla uçuş hizmeti vermeye başlamış ve daha sonra 2013 yılından itibaren Embraer 190/195 serisi yolcu uçaklarını uçuş hizmetlerinde kullanmaya geçmiştir. 4 yıl gibi kısa bir süre içerisinde 10 adet Embraer 190/195 serisi yolcu uçağından 6 adedinin uçuş hizmeti veremez hale gelmesi, bu uçakların bakım hizmetini veren Borajet Teknik tarafından bakım güvenilirliğinin sistematik olarak ya hiç kurulmadığı veya kurulmuş olsa bile doğru işletilemediği sonucunu çıkarmaktadır. Çünkü bahse konu arızalı 6 uçağın aynı anda arıza yaparak parça bekler duruma düştüğü düşünülemez. Bu kapsamda, söz konusu vahim duruma gelmeden önce daha ilk uçak arızasından itibaren, yaşanan her bir arızanın sebebinin bulunması ve hem ivedilikle giderilmesine hem de tekrar yaşanmaması için alınması gereken tedbirlerin uygulanmasına yönelik çabaların bakım yönetimi tarafından havayolu BGP'si vasıtasıyla yerine getirilmesi gerekmektedir. Söz konusu uçakların parça bekler duruma düşmüş olması her ne kadar ilk başta problemin lojistik destek kaynaklı olduğu izlenimini uyandırır da, uçakların bakım yönetiminden sorumlu olan Borajet Teknik tarafından bahse konu arızaların giderilmesine yönelik ihtiyaç duyulan yedek parça taleplerinin havayollarının lojistik sistemi üzerinden hem zamanında hem de uçağın teknik dokümanlarına uygun olarak ve doğru miktarda yapılamamış olması veya kullanım sıklığına ve değiştirilme zorunluluğına göre havayolu bünyesinde stoklanmış olmasının sağlanamamış olması sorunun esas nedenleri olarak gösterilebilir. Lojistik destek sistemine doğru veri girişi yapacak olanın bakım teşkilatı olduğu göz önünde bulundurulmalıdır. Aksi halde lojistik destek sistemi de düzgün çalışmaz. Sonuç, Borajet Havayollarında bakım güvenilirliğinin sağlanamamasına bağlı olarak %60 oranında uçuş hizmeti verememe, müşteri memnuniyetsizliği ve havayolunun hem itibar hem de gelir kaybıdır.

*Şirket Aralık 2016 ayında el değiştirdiğinde yöneticilerinin birçoğunun aynı anda değiştirilmesi: Bir havayolu şirketi envanterindeki uçakların özellikle bakım ve lojistik yönetiminden sorumlu yöneticilerinin birçoğunun aynı anda değiştirilmesi, bakım güvenilirliğinin devamlılığı açısından genellikle istenmeyen bir durumdur. Yine de zorunlu hallerde böyle istenmeyen bir durum kararı alınacağı zaman, mevcut havayolu bakım teşkilatı yapısı, işletilen uçakların AMP'leri, bakım yetki seviyeleri, havayolu OMP ve BGP'si ile havayolu lojistik destek sistemi hususlarına yönelik olarak bakım yöneticileri arasında mutlaka devir-teslim işlemlerinin yapılması çok önemlidir.

Havacılıkta bakım güvenilirliği kavramının önemini gösteren bahse konu yaşanmış örnek kaza ve olaylar, bakım güvenilirliğinin sürekli sağlanabilmesi için öncelikle bu kavramın tüm havacılık işletmeleri tarafından çok iyi bir şekilde anlaşılmasını gerekli kılar.

Bakım güvenilirliği kavramının tam olarak anlaşılabilmesi için öncelikle güvenilirlik, emniyet ve bakım kavramlarının birbirleriyle olan ilişkisi ile bu kavramların sürdürülebilirlik, hazır olabilirlik ve uçuşa elverişlilik kavramları ile olan ilişkisinin bilinmesinde fayda vardır.

2.3. Güvenilirlik, Emniyet ve Bakım

2.3.1. Güvenilirlik

Güvenilirlik, bir sistemin belirli bir zaman periyodunda, başarılı performans gösterme ihtimalinin ölçümü [16] veya belirtilen şartlara uygun olarak kullanıldığında görevini tatmin edici bir şekilde yerine getirme ihtimali [17] veya bir ürünün beklenen ömrü boyunca, istenen çevresel ortamda, istenen performansını yerine getirme olasılık seviyesi olarak tanımlanabilir. Başka bir deyişle güvenilirlik, bir sistemin kendisinden beklenen gerekli bir fonksiyonu belirli bir periyotta ve belirli şartlar altında arıza yapmadan yerine getirme ihtimalidir [8, 16].

Bir sistemin kalitesi onun spesifikasyona uygunluğu [4] olduğuna göre, bu yönüyle güvenilirlik, kalitenin zaman dilimini de kapsayacak şekilde belirtilmesidir ve verilen bir zaman periyodunda sistemin arıza yapmama ihtimali olarak da tanımlanabilir [4]. Bir sistemin güvenilirliği (reliability), ona olan güvenilebilirlik (dependability) veya onun sağlamlığı, istikrarı (stability) olarak da düşünülebilir [8].

Bu kapsamda, güvenilirlik bir sistem veya komponentin sağlamlığının ve istikrarının ölçümüdür. Kısaca, bir sistem veya komponent dizayn edildiği veya beklenen parametreler içerisinde çalışıyorsa güvenilir olarak kabul edilir ama dışında çalıştığı zaman güvenilir değildir [1].

Tablo 2.2, bir sistemin veya komponentin güvenilirlik veya risk tahmininin nihai saha performansı ile eşleştirilmesi problemini göstermektedir [4].

Tablo 2.2 Güvenilirlik veya risk tahmininin nihai saha performansı ile eşleştirilmesi

Safhalar	Hatalar	Güvenilirlik Türü	Güvenilirliği İyileştirmede Yapılması Gerekenler
Dizayn Safhası	Dizayn Hataları	Dizayn Güvenilirliği	“Redundancy” ²⁶ Gerilim Azaltılması Analizi Komponent Seçimi Dizayn Kalifikasyonu Ekipman Çeşitliliği
	+		
İmalat Safhası	İmalat Hataları	İmalat Güvenilirliği	Değişiklik Kontrolü QA (Quality Assurance “Kalite Güvence”) İmalat Testleri Eğitim Metot Çalışması İşlem Talimatları
	+		
Kullanım Safhası	Kullanıcı hataları, diğer (dokümantasyon, çevresel vb.) hatalar ve kullanım süresine bağlı hatalar	Kullanım Sahası Güvenilirliği	Arıza Geri Besleme Değiştirme Stratejisi veya Plansız Bakım Planlı Bakım Kullanıcı Etkileşimi
	=		
	Toplam Hatalar	Elde Edilen Güvenilirlik	

Tabloya göre, bir sistemin elde edilen güvenilirliği onun dizayn, imalat ve kullanım safhalarındaki hatalarının toplamına karşılık gelen güvenilirlik seviyesidir. Tablo 2.2, güvenilirlik seviyesi arttırımı fikrine geniş bir bakış açısı vermektedir. Uygulamada, güvenilirlik veya risk tahmini, temel olarak komponent esaslı dizayn güvenilirliğini irdeler ve dizayn güvenilirliğinde, sistem arızasının her zaman sistemi oluşturan basit bir komponent arızasından kaynaklanabileceğini dikkate alır [4]. Ancak, bir sistemin komponentlerinin bütünlüğü (birbirleriyle entegrasyonu) değerlendirileceği zaman, sistem arıza oranını sıklıkla belirleyebilen yazılım, çalışma

²⁶ Redundancy: Duplikasyon olarak da bilinen “redundancy”, tek bir parça arızasının tüm sistemin arızalanmasına neden olmaması amacıyla, o parçanın belirtilen bir fonksiyonu başarmada birden fazla bulunması, yedeklenebilirlik durumudur [4, 17].

dokümantasyonu, insan faktörleri, çevre ve faktörleri kaynaklı arızaların da dikkate alınması gerekir [4].

Böylece yeni bir ürün veya sistemin elde edilen güvenilirlik derecesinin, hem Tablo 2.2'deki hatalar hem de yukarıda bahse konu ilave faktörler nedeniyle, dizayn edildiği ulaşılabilir güvenilirlik seviyesinden yani öz güvenilirlik (Inherent Reliability) seviyesinden daha düşük seviyede olduğu sonucu ortaya çıkar [4].

Öz güvenilirlik, bir sistemin veya komponentin dizaynındaki dahili güvenilirliği, yani onun orjinal, doğuştan gelen, doğasında var olan kusursuzluk seviyesi olup, onun bakım vasıtasıyla ulaşılabilir en yüksek güvenilirlik seviyesidir [8]. Bu bağlamda öz güvenilirlik seviyesi arttırımı, kullanım sahası arıza bilgisi geri beslemesinin bir sonucu olarak dizayn değişikliğine yönelik modifikasyonlar yapıldığında gerçekleşen iyileştirme olarak düşünülebilir. Başka bir deyişle, bir sistem veya komponenti, onun dizaynından kaynaklanan öz güvenilirlik seviyesinin de üzerinde güvenilir yapmak ancak dizayn değişikliği ile mümkün olur. Sistemin öz güvenilirlik seviyesini arttırmak veya dizaynındaki dahili güvenilirliğini iyileştirmek istiyorsak sistemi yeniden dizayn etmemiz gerekir [8]. Bir sistemin dizayn safhasında öz güvenilirlik seviyesini arttırma maliyetinin, onun kullanım safhasında meydana gelecek arızalarındaki düşüş (daha düşük arıza oranı) ve çalıştırma maliyetlerindeki azalış ile karşılanması gerekir [4].

Bir sistem veya komponentin elde edilen güvenilirliğini iyileştirmek, başka bir deyişle onun öz güvenilirlik seviyesini korumak veya arttırmak için, onun dizayn, imalat ve kullanım safhalarında yapılması gereken işlemler Tablo 2.2'de belirtilmektedir.

2.3.2. Emniyet

Emniyet, en geniş anlamıyla, kabul edilebilir bir risk seviyesini elde etmek için tanımlanmış tehlikelerin kontrol edilmesidir [31]. Bir sistemin verilen bir zaman periyodunda arıza yapmama ihtimali olarak tanımlanan güvenilirlik kavramı, o sistem/komponentlerine ait tüm arızaları kapsar. Emniyet kavramı ise bir sistemin verilen zaman periyodunda kritik arıza yapmama ihtimali şeklinde tanımlanabilir. Bu tanımdaki kritik arıza, sadece insan hayatı ve sağlığını olumsuz etkileyecek şekilde kaza riski bulunan veya meydana gelmesi halinde can ve mal hasarı/kaybı veya olağanüstü çevresel etki ile sonuçlanabilecek potansiyele sahip tehlikeli arızalardır. Dolayısıyla emniyet kavramı, sadece kritik arıza modları ile ilgilidir.

Havacılık endüstrisinde, güvenilirlik ve emniyet kavramları sık sık birbirlerinin yerine kullanılabilir. Bunun sebebi, hava aracının kendi başına her zaman insan hayatı ve sağlığı ile çevreyi olumsuz etkileyecek risk potansiyeline sahip olmasındandır. Ancak, bu kavram karışıklığı tüm hava aracı arızalarının kritik olduğu sonucunu doğurur ki bu da gerçekte kabul edilemez bir durumdur. Dolayısıyla havacılıkta sadece kritik arızaları emniyet kavramı, kaza/kayıp/hasar riski olsun veya olmasın tüm arızaları ise güvenilirlik kavramı altında analiz etmek esas olmalıdır.

Aslında bu yönüyle tüm arızaları dikkate alan güvenilirlik kavramının, sadece kritik arızaları dikkate alan emniyet kavramını da kapsadığı ve yukarıda belirtilen güvenilirlik parametrelerinin emniyet kavramı için de kullanılabilmesi sonucuna ulaşılmaktadır. Böylece, güvenilirlik ve emniyet kavramlarının bir sistem veya ürünün dahili özellikleri olduğu söylenebilir. Ayrıca, bir ürün/sistemin dizayn safhası geçtikten sonra, güvenilirlik ve emniyet seviyesini dizaynındaki değerin üzerine yükseltmeye çalışmanın çok daha zor ve pahalı olduğu unutulmamalıdır.

2.3.3. Bakım

FAA kuruluşunun FAR²⁷ (Federal Aviation Regulations “Federal Havacılık Kuralları”) dokümanı birinci bölümünde listelenen tanımlar ve kısaltmaları arasında yer alan tanıma göre bakım, “inspection”, “overhaul”, onarım, “preservation”²⁸ ve parça değişimidir [8]. Burada sadece bakım personelinin ne yaptığı tarif edilmiş, bakımdan beklenen amaç açıklanmamıştır. Bu tanımdaki bakım personelinin yaptığı işlemlerden “inspection”, bir malzemenin durumunun veya performansının kalitatif (kalite karşılaştırması yaparak) gözlemlenmesidir. “Overhaul” ise, bir malzemenin bir parçasının bir dayanıklılık zamanında veya kullanma limitinde kabul edilebilir bir seviyeye getirmek için yapılan kapsamlı bir “inspection” ve restorasyon²⁹ (iyileştirme) işlemidir [17]. Bakımdan beklenen amaç dikkate alındığında bakım, bir malzemeyi veya ekipmanı belirli bir durumda (faal) tutmak veya belirli bir duruma iyileştirmek (faal hale getirmek) için gerekli tüm işlemler [17] olarak tanımlanabilir.

Bir sistemin Tablo 2.2’de gösterilen kullanım safhasındaki kullanım sahası güvenilirliğini devamlı sağlamak ve iyileştirmek için, belirli bir periyotta gayri faal kalma zamanlarını minimize etmek için bakım icra edilir.

²⁷ FAR: ABD’de tüm federal yasalar, CFR olarak bilinen tek bir dokümanda toplanır. Bu yasalardan havacılıkla ilgili olanlar, CFR’nin 14 numaralı başlığı altındaki FAR’lardır.

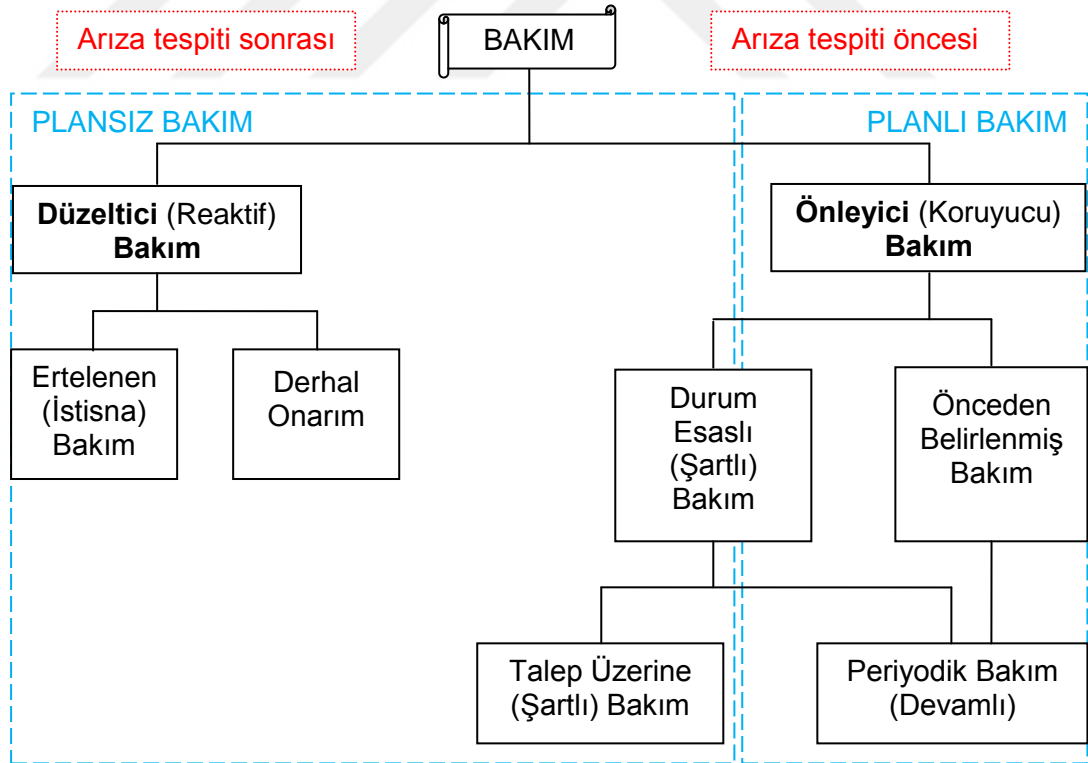
²⁸ Preservation: Korumaya alma, saklama, stokaj. Uzun bir süre kullanılmayacak bir sistem veya komponenti bozulmaması için uygun şartlarda ve ortamda muhafaza altına alma.

²⁹ Restorasyon: Bir sistemi bozulunca iyileştirme veya belirli bir standarda geri getirmek için gerekli iş.

Bu kapsamda bakımı; “bir sistemin, amaçlanan görev ve fonksiyonlarını, kendi dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyesinde devamlı olarak yerine getirmesini sağlama işlemi” [8] şeklinde tanımlamak daha uygun olur. Bu tanım, “check”, “inspection”, servis³⁰, ayar, değişim, onarım, “preservation”, restorasyon, yenileştirme³¹, “overhaul” ve sistem veya ekipmanın düzenli ve devamlı çalışmasını sağlamak için gereken başka her şeyi kapsar. Bu tanımda aynı zamanda ekipmanın bir öz güvenilirlik ve emniyet seviyesiyle birlikte ve spesifik bir amaç (çok fonksiyonlu sistemlerde spesifik amaçlar) için dizayn edildiği kavramı vurgulanmaktadır.

Bununla birlikte sistem ve komponentlerin hepsi gerekli bakımının yapılması için aynı işlemlere ihtiyaç duymaz. Ayrıca, ne kadar bakım yapılırsa yapılsın bir sistem dizayn edildiği kabiliyetlerinden daha iyi duruma getirilemez. Ancak, sadece dizaynındaki kendi orijinal öz güvenilirlik ve emniyet seviyesine geri getirilebilir.

Bir sistem veya ekipmanın kullanıcı açısından bakıldığında planlı bakım ve plansız bakım [8] şeklinde olmak üzere genel olarak iki temel bakım çeşidi vardır. Bakım türleri Şekil 2.5'te gösterilmiştir.



Şekil 2.5. Bakım türleri [23]

³⁰ Servis: Sisteme gerekli yağ, yakıt, hava, malzeme gibi temel ihtiyaçlarını sağlama işlemi.

³¹ Yenileştirme: Revizyon da denir. Bir sistem veya komponenti detaylı gözden geçirerek eski orijinal haline, yani dizayn edildiği performans ve bütünlüğü sağlayacak duruma geri getirme.

Daha sonra anlatılacak RCM metodolojisinde üçüncü tür olarak karşımıza çıkan “Durum Esaslı/Şartlı Bakım” kavramı [19] esasen önleyici bakım kavramı içerisinde yer alır ve sistem kullanıcısı tarafından durum esaslı bakım işlemlerinden bir kısmı planlı bakım, diğer kısmı ise plansız bakım türü içerisinde değerlendirilebilir.

2.3.4. Güvenilirlik ve bakım ilişkisi

Bir sistemin kusursuzluk seviyesi sistemin güvenilirliği olarak ifade edilirse, “Güvenilirlik veya özellikle Tablo 2.2’de belirtilen kullanım sahası güvenilirliği, bir sistemin veya malzemenin bakım yapılarak korunduğunda göstereceği kendine özgü kusursuzluk seviyesidir [8].” denilebilir. Güvenilirlik derecesi sistemin/malzemenin dizayn karakteristiklerine ve bakım gereksinimlerini belirlemek için kullanılan yöntemle bağlı olarak elde edilir. Başka bir deyişle, bir sistem veya komponentin güvenilirliği, hem dizaynının hem de onun için oluşturulan bakım programının bir fonksiyonudur.

Daha önce de belirtildiği üzere, sistemin dizaynındaki orjinal kusursuzluk seviyesi ise sistemin öz güvenilirliği olarak bilinir. Nowlan ve Heap’e göre, bir malzemenin öz güvenilirliği, arızalanmadan dayanacağı sürenin uzunluğu değil, bilakis malzemenin yeterli servis, yağlama³² ve koruyucu bakımlarla korunduğunda göstereceği güvenilirlik seviyesidir [6]. Bu seviye gerçek hayattaki çalışması boyunca sistemin olabildiğince en iyi olduğu seviyedir. Sistemin güvenilirliğini bu öz seviyeden daha yüksek bir seviyeye arttırmak için artık herhangi bir bakım yapılamaz. Bununla beraber, kullanıcının bu güvenilirlik (kusursuzluk) seviyesini idame etmesi (devam ettirmesi) her zaman arzu edilir. Sistemin öz güvenilirlik seviyesi artırılmak isteniyorsa sistemin yeniden dizayn edilmesi gerekir.

Maliyet, yeniden dizayndaki temel faktörlerden biridir. Çünkü, dizayn güvenilirliğini arttırarak kusursuzluğa yaklaşmak için ne kadar çabalarsak maliyetler o kadar artacaktır. O zaman tasarımcıların kusursuzluk amaçlarının sadece bozulma ile değil, maliyetle de sınırlandırıldığı açıktır [8]. Tablo 2.2’de de gösterildiği üzere, bir sistemin dizayn safhası geçtikten sonra, kusursuzluk seviyesini yani öz güvenilirlik ve emniyet seviyesini yükseltmeye çalışmak çok daha zor ve pahalıdır. Ancak bir ürün/sistemde kullanım safhasında meydana gelen arızalar nedeniyle azalan kullanım sahası güvenilirliğini tekrar dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyesine yükseltmek için bakım uygulanması gerekir.

³² Yağlama: Sisteme, dizayn kabiliyetlerini, sürtünmeyi azaltarak ve/veya ısıdan uzaklaştırarak sürdürmesi amacıyla kullanılan yağ, gres veya diğer maddeleri doldurma işlemi.

2.4. Sürdürülebilirlik, Hazır Olabilirlik ve Uçuşa Elverişlilik

2.4.1. Sürdürülebilirlik

Sürdürülebilirlik (Maintainability), arızalı bir ürünün bakım vasıtasıyla tatmin edici operasyonel durumuna tekrar geri getirilme ihtimalidir [17]. İdame edilebilirlik veya süreklilik veya bakım yapılabilirlik şeklinde de adlandırılabilen bu kavram, bir sistemin ömür devri boyunca gayri faal duruma düştüğünde tekrar faal hale getirilebilmesidir. Başka bir deyişle sürdürülebilirlik, arızalı bir ürünün, tanımlı prosedürlere uygun olarak onarım işlemi icra edildiğinde, belirtilen bir zamanda operasyonel etkinliğe tekrar geri getirilme ihtimalidir. Bu açıdan belirtilen bir periyottaki onarım ihtimali şeklinde de tanımlanabilir [4].

Daha önce açıklamış olduğumuz güvenilirlik, emniyet ve bakım kavramlarını kullanarak bir tanım yapacak olursak, sürdürülebilirlik; bir sistemin, kullanım ömrü süresince, belirli periyotlarda entropi artışına bağlı olarak azalan dizaynındaki güvenilirlik ve emniyet seviyesinin, saptanmış prosedürlere uygun bakım işlemine tabi tutulması yoluyla, tekrar orijinal seviyelerine verilen bir zaman aralığında çıkarılma ihtimali, dolayısıyla bir sistemin amaçlanan görev ve fonksiyonlarını devamlı olarak sürdürme (yerine getirmesini sağlama) olasılığıdır. Bakım sonrası sistem testi yapılmadan faal olarak kabul edilmeyeceği için, "Test Edilebilirlik" kavramı da çoğunlukla sürdürülebilirlik kavramının kapsamı içerisinde düşünülür.

2.4.2. Hazır olabilirlik

Bir malzemenin hazır olabilirliği, onun ömrünün belirtilen bir periyodunda kullanılabilir/hazır kalma süresinin miktarını tanımlar ve onun hem güvenilirliği hem de sürdürülebilirliği tarafından belirlenir. Malzemenin kullanım dışı kalmasından kaynaklanan kazanç kayıpları maliyetinin ilgi alanı olduğu yerde (mesela hava taşımacılığı sektöründe hava araçlarının kullanım dışı kalması gibi) hazır olabilirlik kavramının kullanılması çok faydalıdır. Hazır Olabilirlik, bir sistemin veya ürünün belirli bir periyot içerisinde beklendiği şekilde çalışır/faal durumda kalma ihtimalidir.

Bu kapsamda, hem önleyici hem de düzeltici bakım (onarım)'lar, güvenilirliği, emniyeti ve hazır olabilirliği etkiler. Bir sistem veya ürünün hazır olamamasını belirleyen onarımda/arızalı kalma süresi ile arıza oranının bileşimi olması nedeniyle, sürdürülebilirlik kavramı da güvenilirlik ve emniyet kavramları ile birlikte bir sistem veya komponentin Hazır Olabilirlik durumuna katkı sağlar.

Bu bağlamda David J. Smith bir sistemin dizayn değerlendirmesinde ve performans takibinde kullanılmak üzere ömür devri modeli olarak, RAMS (Reliability, Availability, Maintainability and Safety “Güvenilirlik, Hazır Olabilirlik, Sürdürülebilirlik ve Emniyet”) çevrimi modelini geliştirmiştir [4]. RAMS çevrimi modeline göre özet olarak bir sistem veya komponentin hazır olabilirliğini yani güvenilirlik, emniyet ve sürdürülebilirliğini başarmak için,

*Dizayn safhasında, karmaşıklığı azaltma (basitlik), hata toleransı sağlamak için alternatif yedekleme (“redundancy”), gerilim faktörlerini azaltma (dayanıklılık), kalifikasyon testleri yapma ve dizaynı gözden geçirme, güvenilirlik arttırımı için arıza bilgisi sağlama işlemleri yapılmalıdır.

*İmalat safhasında, malzemelerin, metotların ve değişikliklerin kontrolü, çalışma metotları ve iş standartlarının kontrolü gerekir.

*Kullanım safhasında, yeterli çalıştırma ve bakım talimatlarının kullanıcıya sağlanması, saha arıza bilgilerinin üreticiye geri beslemesinin yapılması, malzeme değişim stratejilerinin (Bilinen yıpranma özelliğine sahip malzemenin erken değiştirilmesi vb.) belirlenerek uygulanması zorunludur.

Sonuç olarak hazır olabilirliğin, hem güvenilirliğin hem de sürdürülebilirliğin bir sonucu olduğu söylenebilir. Güvenilirlik kontrol altında tutulmazsa, bakım işgücü eksiklikleri, yedek parçaların hazır bulunamayışı, lojistik gecikmeler, bakım tesislerinin yetersizliği, uzun süren modifikasyonlar ve kompleks konfigürasyon yönetimi maliyetleri gibi çok karmaşık olaylar meydana gelebilir. Bu kapsamda ekipmanların düşük güvenilirlik seviyesi, bunların onarımları sonrası bakım kaynaklı arızalarının domino etkisine bağlı olarak daha da düşerek ekipmanları güvenilir hale getirebilir. Bu yüzden hazır olabilirliği sağlamak için sadece sürdürülebilirliğe odaklanmak yetmez. Arıza önlenirse, diğer konuların hiçbirinin önemi kalmayacağı için, güvenilirlik genel olarak hazır olabilirliğin en önemli kısmı olarak düşünülür.

2.4.3. Uçuşa elverişlilik

Hava araçlarının kullanım dışı kalmasından kaynaklanan kazanç kayıplarının maliyeti hava taşımacılığı sektöründe ilgi alanı olduğu için, havacılıkta hazır olabilirlik kavramı, uçuşa elverişlilik kavramı adı altında sıklıkla kullanılmaktadır. Hazır olabilirlik, bir ürünün ihtiyaç halinde kullanıma hazır olmasıdır [17]. Dolayısıyla, hava araçlarının ihtiyaç halinde kullanıma hazır olması yani hazır olabilirliği, onların uçuşa elverişli durumda hazır tutulabilirliği anlamına gelir. Bu açıdan bakıldığında

uçuşa elverişlilik kavramı hava araçları için hazır olabilirlik kavramı demektir. Mesela bakımdaki bir hava aracı uçamayacağı için “uçuşa hazır” değil, yani uçuşa elverişli değildir. Uçuşa elverişlilik, bir hava aracının veya herhangi bir havacılık ekipmanı veya sisteminin mürettebata, yer personeline, yolculara veya üzerinde uçtuğu genel halka önemli tehlike/risk oluşturmadan (emniyetli olarak) çalışması kabiliyeti olarak tanımlanabilir [31]. Başka bir deyişle uçuşa elverişlilik, hava aracının tip sertifikasına³³ ve AD'lere uyumlu olarak emniyetle uçabilir olması durumudur [32]. Bunu başarmak için hava aracının kabul edilebilir limitler dahilinde emniyet şartlarında uçmasını sağlayan zorunlu gerekliliklerle uyumlu olması gerekir [33].

Bir hava aracının normal hava trafiğinde operasyonel olabilmesi için, onun dizayn ve imalatının uçuş emniyetine yönelik bahse konu zorunlu gerekliliklerle uyumlu olduğunu göstermek şarttır. Böyle bir şartın doğrulanması için uzman havacılık otoritelerine yetki verilmiştir [33]. Çünkü, emniyet, tüm insan faaliyetleriyle ilgilidir ve diğer insanlar ile mal/mülkler üzerinde hasara sebep olabilecek tüm insan faaliyetleri ulusal devletler tarafından yapılan düzenlemeler vasıtasıyla kontrol edilir [31]. Uçuşa elverişlilik, havacılık otoritelerinin kurallarına göre tasarlanan, imal edilen, işletilen ve bakımı yapılan hava aracı/parçası için kabul edilebilir emniyet seviyesidir. Kinnison'a göre uçuşa elverişlilik, emniyetli uçuş için FAA tarafından düzenlenmiş standartları karşılayarak uçmaya hazır bir durumda bakımı yapılmış ve teçhiz edilmiş bulunmaktır [8]. Bu kapsamda kendi tanımımızı yapacak olursak, uçuşa elverişlilik, bir hava aracının veya herhangi bir havacılık ekipmanı veya sisteminin, uçuş emniyetini aksatmamak için yetkili havacılık otoriteleri tarafından düzenlenmiş standartları karşılayarak bakımı yapılmış ve teçhiz edilmiş şekilde uçmaya hazır halde bulunmasıdır. Hava araçlarının kullanım safhasında daima uçuşa elverişli durumda bulundurulması ise hava aracı bakım işlemlerinin ana ve tek hedefidir.

2.5. Bakım Optimizasyonu ve Bakım Güvenilirliği

Bakım optimizasyon modellerinin amacı, mevcut tüm kısıtlamaları dikkate alarak muhtemel en düşük maliyetlerde istenen sonuçları elde etmek maksadıyla, sistemlerin en etkin kullanımını sağlarken gayri faal kalma zamanlarını minimize edecek optimum bakım görevlerini belirlemektir. Üretici firmalar tarafından bir sistemin bakım modellerini geliştirmede en sık kullanılan kriterler şunlardır.

³³ Tip Sertifikası: Belirli bir hava aracı tipinin dizaynındaki emniyet ve uçuşa elverişlilik gerekliliklerine uyduğunu onaylamak için havacılık otoritesi tarafından verilen sertifikasyondur.

* Bakım maliyetlerini, gayri faal zamanlarını ve MTTR (Mean Time To Repair or Mean Time To Removal “Ortalama Onarım Süresi veya Ortalama Söküm Süresi”)’yi minimize etmek,

* Geliri, karı, MTBF (Mean Time Between Failures “Arızalar Arası Ortalama Süre”)’i ve hazır olabilirliği maksimize etmek,

* Gerekli güvenilirlik ve emniyet seviyesini elde etmek.

Günümüzde matematiksel model ve algoritmalar yaygın olarak, kullanıcı tarafından etkin bakım planlaması yapılması ihtiyacına yönelik geliştirilmiştir. Üretici tarafından geliştirilen bakım optimizasyon modelleri ise, “Bir malzeme ne zaman onarılmalı, değiştirilmeli, “inspection” yapılmalı veya incelenmelidir?” sorusuna mevcut bilgiyi ve seçilen kriteri esas alarak optimal çözümler sağlamalıdır. Birim zamandaki çalıştırma maliyeti veya sistem hazır olabilirliği ile önleyici bakım aralıkları arasındaki ilişkiyi modelleme de günümüzün geleneksel metodu olmuştur. Bakım optimizasyonunda dikkate alınması gereken ilave bir ölçüm de hava aracının bakım kaynaklı operasyon dışı kaldığı toplam zamanı temsil eden MDT (Mean Down Time “Ortalama Gayri Faal Kalma Süresi”)’tir. Sonuç olarak, bakım optimizasyon modelleri, sayısal ya da RCM yaklaşımı gibi prosedür esaslı olabilir.

Havacılıkta bakım güvenilirliği kavramının, ilk kez, 1950’lerin sonunda havacılık endüstrisindeki önleyici bakım işlemlerinin yüksek maliyetine istinaden bakımın etkinliğini araştırmak maksadıyla ortaya çıktığını ve bu kapsamda RCM analizlerinin 1968 yılında yayımlanan BYK-1 dokümanında AMP’lerin hazırlanması maksadıyla kullanılmaya başlanmış olduğunu daha önce belirtmiştik. Bu nedenle, RCM yaklaşımı bakım güvenilirliği kavramının kökenini oluşturduğundan, hava aracı bakım maliyetlerini hazır olamama maliyetine karşı optimize ederken uçuş emniyetini arttırmayı hedefleyen RCM metodolojisini açıklamak faydalı olacaktır.

2.5.1. RCM metodolojisi

Nowlan ve Heap’in 1978 tarihli RCM raporunun, sonrasında ortaya konulan tüm RCM yaklaşımlarının esas alındığı temel bir doküman olduğunu belirtmiştik. Nowlan ve Heap tarafından, hem bakım işlemleri ne kadar fazla olursa olsun birçok arıza çeşidinin önlenemeyeceği, hem de birçok malzeme için arıza ihtimalinin yaşlandıkça artmadığı bulunmuştur. Dolayısıyla, yaşlanmayı esas alan bir AMP’nin arıza oranı üzerinde eğer bir etkisi var ise bunun çok küçük olacağı sonucuna ulaşılmıştır [19].

En etkin bakım yaklaşımını belirleme süreci şeklinde tanımlanabilen RCM, ekipmanın öz güvenilirliğini en düşük maliyette gerçekleştirmek için gerekli önleyici bakım esaslı görevleri tanımlamada kullanılan sistematik bir metodolojidir [17]. Genel olarak RCM'nin amacı, sistem güvenilirliği ile ilgili kazanımları maksimuma çıkarıp maliyet kaybını önleyerek bakım optimizasyonunu sağlamaktır [23]. RCM felsefesinde, bir makine ve komponentin güvenilirliğini (dizayn ömrü boyunca gerektiği şekilde çalışması ihtimalini) minimum bir maliyetle arttırmak için çeşitli bakım teknikleri (Önleyici-Durum Esaslı ve Reaktif Bakım) bütünleşik bir şekilde kullanılır. RCM felsefesinin hedefi, sistemin/tesisnin belirtilen fonksiyonunu gerekli güvenilirlik ve hazır olabilirlik seviyesinde en düşük maliyetle devamlı sağlamaktır [19]. Bir sistem veya komponentin fonksiyonlarının ve öneminin aynı zamanda düşünülmesi gerektiğinde RCM kavramı ön plana çıkar [23].

RCM analizleri titiz veya sezgisel olmak üzere iki şekilde yapılabilir. Sistem veya ekipmana ait arıza sonuçları, arıza ihtimali, tarihsel veri ve risk toleransı (görev kritikliği) hususları dikkate alınarak, bu RCM analiz tiplerinden hangisinin seçileceğine karar verilir. Sezgisel RCM analizinde, tüm arıza modları analiz edilmez ve yapılacak minimum analizlerle bariz durum esaslı bakım görevleri tanımlanır [22].

Büyük can kayıpları, ulusal güvenlik konuları ve/veya olağanüstü çevresel etki ile sonuçlanabilecek potansiyele sahip fonksiyonel arızaların³⁴ yaşanabileceği havacılık, uzay, savunma ve nükleer endüstrilerde klasik veya kantitatif (sayısal) RCM olarak da bilinen titiz RCM analizleri fazlasıyla kullanılmaktadır [19]. Bir ekipmanın dizayn ve imalat aşamasında üreticisi tarafından sıklıkla kullanılan titiz (sayısal) bir RCM analizi, detaylı bir FMEA analiz işlemini esas alır ve aşırı bakım maliyetlerini, onun yetersiz bakımdan kaynaklanan hazır olamama maliyetlerine karşı dengelemek maksadıyla, ekipmanın hem arıza ihtimallerini hem de sistem güvenilirlik hesaplamalarını içerir [4, 19]. Titiz bir RCM analizi, esasen, ekipmanın bakım aralıkları, değiştirme/elden çıkarma periyodu, yedek parça varlığı, dayanıklılık testi aralıkları ve durum takibi optimizasyonunda güvenilirlik tekniklerinin kullanımınıdır [4]. Bahse konu analiz işlemi, tanımlı arıza modlarının ve bunların sonuçlarının³⁵ her birine yönelik uygun bakım görevlerini belirlemede kullanılır [19].

³⁴ Fonksiyonel arıza: Bir malzeme/sistemin belirtilen performans standardını tam olarak karşılayamaması veya gerekli çıktıyı sağlayamaması durumudur.

³⁵ Arıza sonuçları, bakım faaliyetlerinin veya olayları önlemek için gerekli dizayn iyileştirmesinin önceliğini belirler. Eğer bir malzemenin arızalanması büyük bir ekonomik sıkıntı, personel yaralanması veya çevresel hasarla sonuçlanıyorsa maksimum bakım faaliyetleri veya bir tekrar dizayn gerekli olabilir.

2.5.1.1. Temel RCM prensipleri

Temel RCM prensipleri aşağıdaki gibidir [19]:

*RCM fonksiyon esaslıdır. Sistemin çalışabilirliği ile birlikte fonksiyonunu da korumaya çalışır. “Redundancy”, fonksiyonel güvenilirliği ve maliyeti artırır.

*RCM sistem odaklıdır. Her bir komponentinin fonksiyonundan daha çok sistemin fonksiyonunu korumakla ilgilenir.

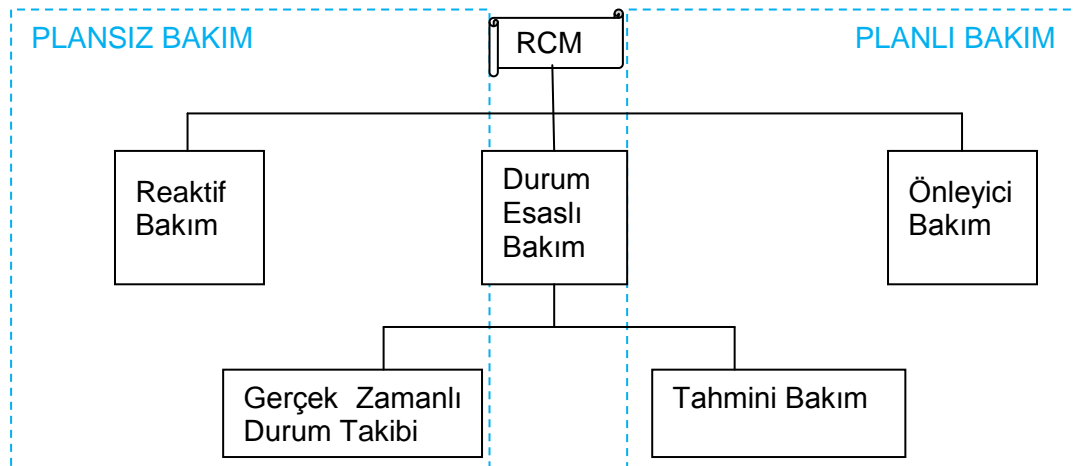
*RCM güvenilirlik merkezlidir. Arıza istatistiklerine garanti istatistikleri gibi davranır. Belirli çalışma yaşındaki durumsal arıza ihtimalini bulmak ister.

*RCM, dizayn limitlerini kabul eder. Bakımın hedefinin, ekipmanın dizaynındaki öz güvenilirlik seviyesini sağlamak olduğunu, öz güvenilirlik değişikliklerinin ise dizayn değişikliği ilgi alanına girdiğini bilir. Bununla beraber RCM, bakım geri beslemelerinin orjinal dizaynı geliştirebileceğinin farkındadır.

*RCM, emniyet ve ekonomi güdümlüdür. Emniyetin minimum maliyette sağlanması gerektiği için maliyet-etkinlik bir kriter haline gelir.

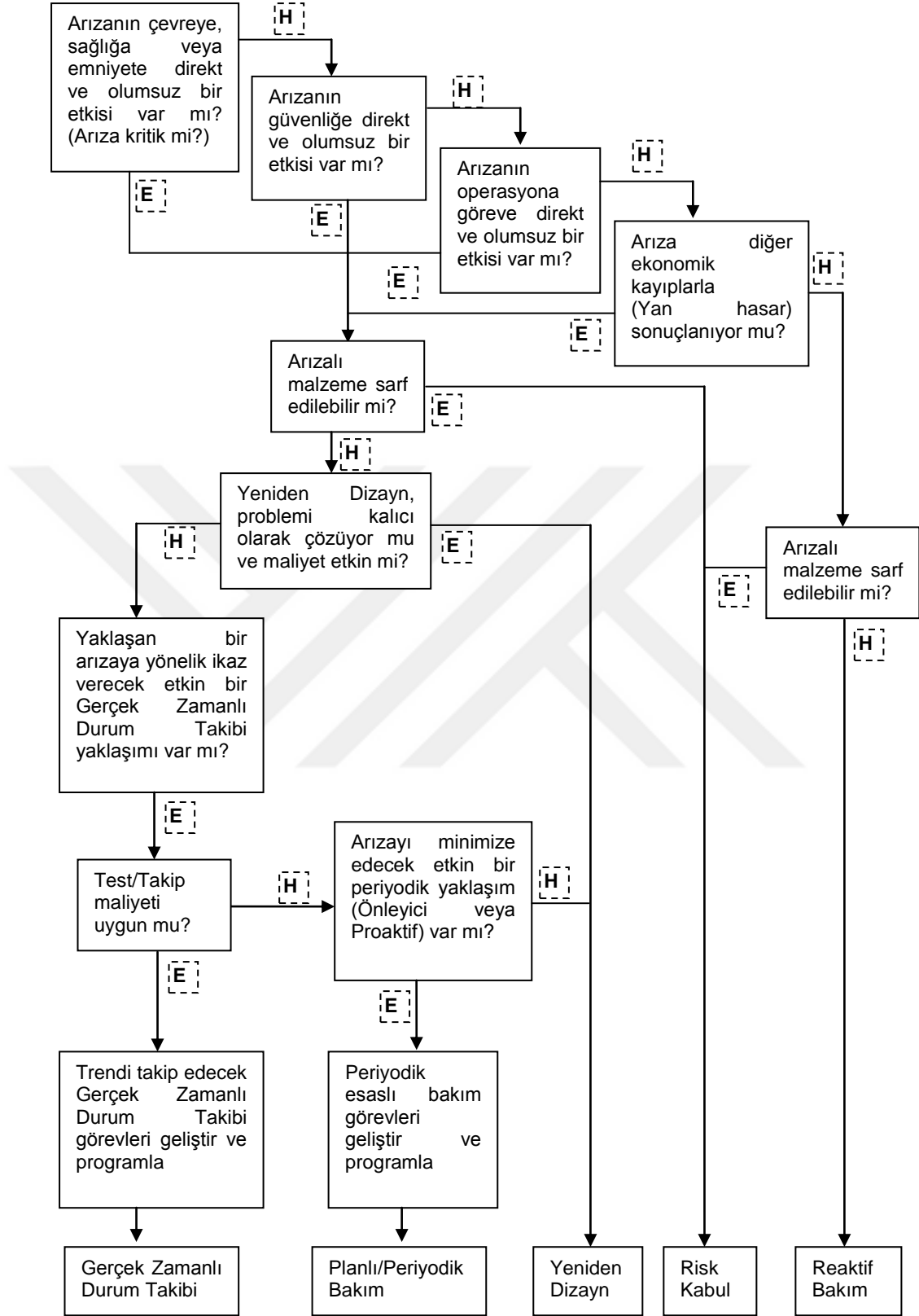
*RCM, her yetersiz (tatmin edici olmayan) durumu arıza olarak tanımlar. Bu nedenle, arıza ya bir fonksiyon kaybı (Operasyon durur.) veya kabul edilebilir bir kalite kaybı (Operasyon devam eder.) olabilir.

*RCM üç çeşit bakım görevini (Şekil 2.6) benimser. Reaktif Bakım (Sistem arızalanana kadar çalıştırılır.), Durum Esaslı/Şartlı Bakım (Tahmini bakım ile Gerçek Zamanlı Durum Takibinden oluşur.) ve Önleyici Bakım.



Şekil 2.6. RCM bakım türleri [19, 22]

*RCM, bakım görevlerini süzgeçten geçirerek seçmek için Şekil 2.7'deki gibi bir mantık ağacı kullanır.



Şekil 2.7. RCM analizi mantık ağacı [19, 22]

*RCM görevleri uygulanabilir olmalıdır. Görevler arıza moduna yönelik olmalı ve arıza modu özelliklerini dikkate almalıdır.

*RCM görevleri etkin olmalıdır. Görevler arıza ihtimalini düşürmeli ve maliyet-etkin olmalıdır.

*RCM yaşayan bir sistemdir. Ulaşılan sonuçlardan veriyi toplar ve bu veriyi sistemin dizaynını veya gelecek bakımını iyileştirmek için geri besleme şeklinde kullanır. Bu geri besleme, RCM programdaki proaktif bakım elemanının önemli bir parçasıdır.

Şekil 2.6'da gösterilen RCM bakım türlerinden [22],

-Reaktif bakım; genel olarak küçük, kritik olmayan, önemsiz, yedeği olan ve arıza yapma ihtimali olmayan malzemelere uygulanır.

-Önleyici bakım; genel olarak arıza paterni bilinen veya yorulma/yıpranmaya maruz kalan veya sarf malzemelere uygulanır.

-Durum Esaslı bakım kapsamına giren Gerçek Zamanlı Durum Takibi; rastgele arızalara veya önleyici bakım esnasında tespit edilen arızalara veya yorulma/yıpranmaya maruz kalmayan malzemelere yönelik uygulanır.

-Durum Esaslı bakım kapsamına giren Tahmini bakım; kök sebebi arıza analizleri, yaşlanma araştırması ve FMEA analizleri sonucu tahmini olarak tayin edilen bakım işlemleridir.

Şekil 2.7'ye göre, bahse konu RCM bakım türlerinden; önleyici bakım ile tahmini bakım işlemlerinin aslında Şekil 2.5'te gösterilen planlı/periodyk bakım kapsamına girdiği, reaktif bakım ile gerçek zamanlı durum takibi işlemlerinin ise plansız bakım işlemleri olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, herhangi bir sayısal RCM stratejisini planlamada ilk adımın, ürününün hazır olamamasını etkileyen kritik malzemeleri/arızaları tanımlamak olduğu da görülmektedir. Çünkü bir malzemenin hazır olamamaya veya tehlikeye katkısı ne kadar büyük olursa, onun arıza oranını düşürmek için yapılacak potansiyel tasarruf o kadar yüksek olur [4].

Yukarıda anlatılan temel RCM prensipleri ışığında yapılacak bir RCM analizi aşağıdaki soruları dikkate alır [19]. Bu 4 soruya verilecek cevaplar, sistemi sürdürmek için gerekli düzeltici işlemi belirler.

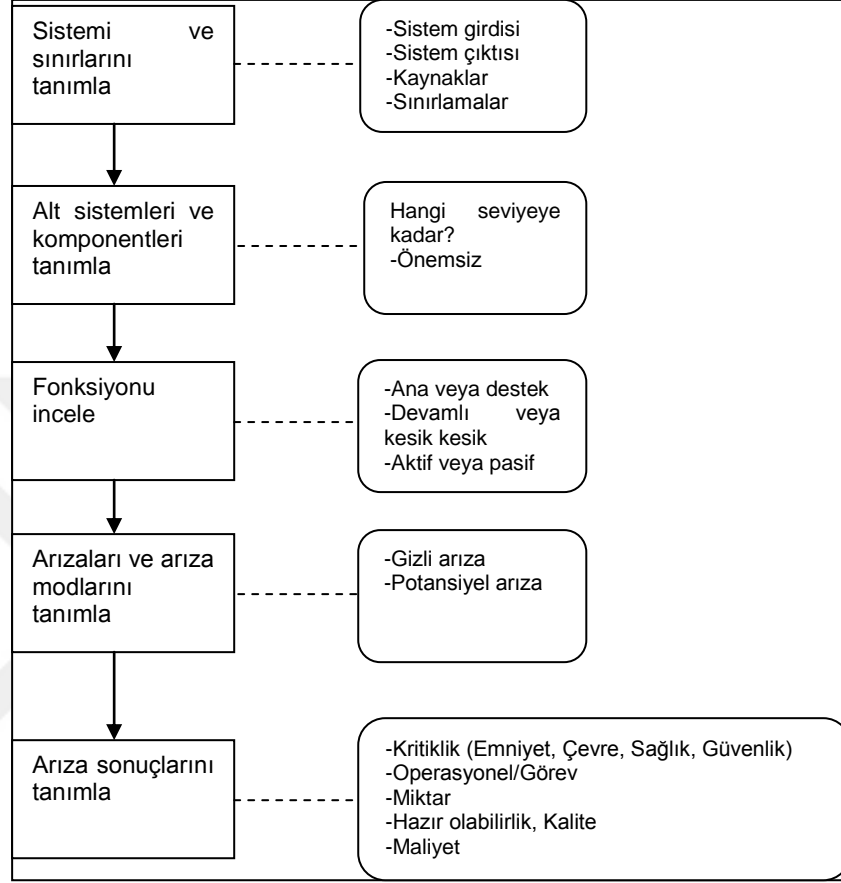
* Sistem veya ekipman ne yapmakta, fonksiyonu nedir?

* Ne tür fonksiyonel arızalar meydana gelebilir?

* Bu fonksiyonel arızaların sonuçları neler olabilir?

* Arıza ihtimalini düşürmek, arızanın başlangıcını tanımlamak veya arıza sonuçlarının etkilerini azaltmak için ne yapılabilir?

Bu kapsamda, bir sistemdeki arızayı gidermek/önlemek için gerekli herhangi bir bakım görevini/düzeltilici işlemi maliyet-etkinlik değerlendirilmesiyle belirlemede bir metot olarak kullanılan RCM analizinin unsurları Şekil 2.8'deki gibi gösterilebilir.



Şekil 2.8. RCM analizinin unsurları [22]

2.5.1.2. RCM programının hedefi, misyonları ve çıktıları

Bir RCM programının hedefi; kullanım sahasındaki ekipman ve sistemlerin arıza riskini ve sonuçlarının etkisini minimize etmek maksadıyla, en maliyet-etkin ve uygulanabilir bakım işlemlerini tanımlamaktır. RCM'nin faydaları genellikle riskin düşürülmesi ve maliyet tasarrufu şeklinde iki geniş kategoride izlenebilmektedir [23]. Böylece sistem veya ekipmanın işlevselliği en ekonomik şekilde sürdürülmüş olur. Nowlan ve Heap'in belirttiği RCM programı spesifik misyonları [19] ise şunlardır.

* Ekipmanın dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerinin gerçekleşmesini sağlamak,

* Bozulma meydana geldiğinde ekipmanın emniyet ve güvenilirliğini kendi öz seviyelerine geri çıkarmak,

* Öz güvenilirliği yetersiz bulunan malzemelerin dizayn gelişimi (yeniden dizayn) için gerekli bilgiyi elde etmek,

* Bu misyonları, bakım maliyetleri, destek maliyetleri ve operasyonel arızaların ekonomik sonuçları dahil, minimum bir toplam maliyette başarmak.

Bu kapsamda, Şekil 2.7'deki RCM analizi mantık ağacından da görüleceği üzere, RCM analizlerinin, aşağıdaki gibi 4 adet bakım türü (Önleyici, Reaktif, Durum Esaslı Tahmini, Durum Esaslı Gerçek Zamanlı Durum Takibi bakım) ile yeniden dizayn ve risk kabulü seçeneklerinden oluşan 6 adet çıktısı olur [19, 22].

- Önleyici Bakım uygulaması: RCM'nin birinci misyonunu elde etmek içindir. Önleyici bakım, ekipman arızalarını azaltmaya yönelik öngörülen aralıklara sahip "inspection" ve bakımları planlar ve düzenli olarak yapılacak planlı "inspection"lar, ayarlamalar, temizlemeler, yağlamalar, ekipman ve komponentlerin değişimlerinden oluşur. Ekipmanın durumu dikkate alınmadan icra edilir. Bununla beraber, Nowlan ve Heap'in keşfettiği gibi, bir önleyici bakım programı, bazen güvenilirlikte herhangi bir artış sağlamadan "inspection"larda ve maliyetlerde büyük bir artışa sebep olabilmektedir.

- Reaktif Bakım uygulaması: RCM'nin ikinci misyonunu elde etmek içindir. Reaktif bakımda ekipman arızalanana kadar hiç bakım yapılmayarak çalıştırılır ve arızalanınca onarılır. Bu bakım türü, arızanın ekipmanın herhangi bir parçasında eşit ihtimalle meydana gelebileceği ve operasyonu kesinlikle olumsuz etkilemediği durumda uygulanır. Uygulanan tek bakım türü bu olduğunda, yüksek arıza oranları, büyük parça stokları ve aşırı miktarda fazla mesainin yaygın hale geleceği dikkate alınmalıdır. Çünkü sadece reaktif bakımlardan oluşacak bir RCM programı, ekipmanın hayatta kalmasını (sürdürülebilirliğini) etkileyen fırsatları ihmal edeceği için uygun olmayacaktır.

- Durum Esaslı Bakım uygulaması: RCM'nin hem birinci hem de ikinci misyonunu elde etmek içindir. Şartlı bakım olarak da adlandırabileceğimiz durum esaslı bakımda tahmini/kestirimci bakım işlemleri ve gerçek zamanlı durum takibi işlemleri yer alır. Tahmini/kestirimci bakım, ekipman performansını ölçmek ve düzeltmek için ihtiyaç duyulan test tekniklerini kullanır. Gerçek zamanlı durum takibi ise ekipman durumunu değerlendirmek için mevcut performans verisini kullanır. Durum takibinde, ekipmana ait mevcut performans verisi beklenen/olması gereken değerlerle karşılaştırılarak analiz edilir ve gerektiğinde önceden belirlenmiş operasyonel limitlere bağlı olarak alarmlar üretilir [23]. Durum esaslı bakım, zaman esaslı periyodik bakım görevlerini, sadece ekipman durumuna bağlı olarak planlanan

bakımla istenirse yer değiştirir. Gerçek zamanlı durum takibinde sürekli analiz şarttır. Ekipman durum verisinin devamlı analizi, fonksiyonel veya katstrofik bir arıza öncesinde bakım faaliyetlerini veya onarımları planlamaya ve programlamaya izin verir.

-Yeniden dizayn etme: RCM'nin üçüncü misyonunu elde etmek içindir. Bir sistem veya ekipman parçasının arızası kabul edilemez bir riske sahipse ve yukarıdaki bakım türlerinin hiçbiri bu arızayı gidermeye yardımcı olamıyorsa o zaman ekipman veya sistemin tekrar dizaynı gerekir. Çoğu durumda "redundancy" uygulaması, riski yok eder, ancak toplam bakım maliyetlerini biraz artırır.

- Riski kabul etme: Ekipman veya malzemeye hiçbir bakım işleminin uygulanmaması seçeneğidir. Genellikle sarf edilebilir önemsiz malzemelerde bu seçenek tercih edilir. Malzeme arızalandığında ise reaktif bakım uygulanarak yenisiyle değiştirilir.

Yukarıdaki RCM analizi çıktıları olan bakım türleri şu örnekle açıklanabilir. Operasyon çevre şartları deniz olmayan bir uçağın gövdesine deniz üzeri uçuş yaptığı durum sonrasında bir korozyon önleyici bakım işlemi (yıkama işlemi) durum esaslı olarak uygulanabilir. Uçağın operasyon çevre şartları her zaman deniz üzeri ise bu yıkama işlemi önleyici bakım olarak her sorti sonrasında veya günlük periyotlarla planlanarak uygulanabilir. Planlı yıkama işlemlerine rağmen uçağın gövde yapısının herhangi bir yerinde çok sık deniz üzeri uçuş yapmasına bağlı olarak yaşanabilecek bir korozyon arızasını önlemeye yönelik bir tahmini/kestirimci bakım, mesela belirli periyotlarda NDI (Non-Destructive Inspection "Tahribatsız Muayene") test teknikleri uygulanabilir veya gerçek zamanlı durum takibiyle uçak gövde yapısının durumu belirli periyotlarda gözle "check"³⁶ edilebilir veya NDI testi sonuç verisiyle değerlendirilebilir. Operasyon çevre şartları deniz olmayan bir uçağa korozyon önleyici veya durum esaslı hiç bir bakım uygulanmayarak risk kabul edilebilir ancak böyle bir durumda uçak gövde yapısında bir korozyon tespit edilirse korozyonu giderici reaktif bakım/onarım işlemi uygulanabilir. Bu bakım ve onarım işlemlerine rağmen çok sık korozyona uğrayan bir uçağın gövde yapısı, kabul edilemez bir risk taşıması nedeniyle öz güvenilirliği yetersiz bulunduğu için tekrar dizayn edilebilir.

Özet olarak RCM yaklaşımı vasıtasıyla en maliyet-etkin bakım görevleri belirlenir. Kullanım safhasında ekipman hazır olabilirliğini, kalitesini ve hem işletmenin hem de ekipmanın emniyetini sağlamada bir destek fonksiyonu olan bakımın maliyet-etkin

³⁶ Gözle "Check": Bir malzemenin istenen amacını yerine getirip getirmediğini tespit etmek için yapılan bir gözlemdir.

ve doğru olarak yapılması, işletme üretim hazır olabilirliğini iyileştirmede, ekipman arıza süresini düşürmede ve ekipman çalıştırma güvenilirliğini arttırmada en önemli temel kriter olmuştur. RCM analizleri, maliyet-etkin bakım görevlerini belirlemenin yanında, ekipman arıza risklerini en etkin şekilde mühendislik esaslarıyla yönetecek işletme, bakım ve sermaye iyileştirme politikalarının tanımlanması ve oluşturulmasına odaklanan bir endüstriyel iyileştirme yaklaşımı olarak da kullanılabilir [19].

Bu kapsamda, bakım iyileştirme politikalarının tanımlanması ve oluşturulmasında bakım güvenilirliği kavramı karşımıza çıkar. Güvenilirliği iyileştirmek için bütçe kaynakları sonsuz olmadığından, bir sistemin emniyet seviyesini karşılamak minimum alt kriter olmak üzere onun güvenilirlik seviyesini arttırmada maliyet-etkinlik hesabının yapılması zorunludur.

2.5.2. Havacılıkta bakım güvenilirliği

Bir sistem veya komponentinin güvenilirliğinden bahsedilebileceği gibi, bir dizayn veya imalat sürecinin güvenilirliği, hatta bir işlem, fonksiyon veya kişinin güvenilirliğinden de söz edilebilir [8]. Havacılık endüstrisinde de bu nedenle, hava aracı dizayn ve imalat sürecinin güvenilirliği, bir hava aracı/ekipmanı üreticisinin güvenilirliği, bir havayolu faaliyetinin güvenilirliği, hava aracı bakım faaliyetlerinin yani OMP'nin güvenilirliği, havayolu bakım teşkilatının güvenilirliği veya AMP'nin güvenilirliği kavramları ile karşılaşılabilmektedir.

Bir sistemin güvenilirliği ile onun kusursuzluğunun aynı anlamda kullanılabileceği daha önce ifade edilmişti. Burada bakım ve bakım faaliyetleri bir sistem olarak ele alınır ve RCM programı gibi sistematik bir bakım programı oluşturulursa, bakım güvenilirliği kavramının, genel olarak ekipmanın kullanım safhasında icra edilen tüm bakım faaliyetlerini içerecek olan söz konusu bakım programının kusursuzluğu anlamına geldiği sonucu çıkarılabilir.

Tablo 2.2'de belirtilen Kullanım Sahası Güvenilirliği, Bakım Güvenilirliği olarak adlandırılabilir. Bu yönüyle bakım güvenilirliğinin hedefleri arasında, bir sistemin, kullanım sahasındaki tüm arızaların analizinin ve geri beslemesinin yapılması suretiyle, arıza oranlarını düşürerek onun güvenilirliğini arttırmak hedefinin yer aldığı söylenebilir. Tüm sistemler aynı oranda arızalanmazlar veya aynı yıpranma biçimini göstermezler. Dolayısıyla onlar üzerinde uygulanacak bakım işlemlerinin

türü, arıza oranları ve arıza modelleri (biçimleri) ile ilgili olduğu için, her sisteme özgü olarak değişiklik gösterir.

Bir sistemin, amaçlanan görev ve fonksiyonlarını, kendi dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyesinde devamlı olarak yerine getirmesini sağlama işlemi bakımın tanımı olduğuna göre, bakım güvenilirliğinin aşağıdaki sorulara aranan cevap ile ilgili olduğu söylenebilir:

* Bakıma ne kadar güvenebilirim? Başka bir ifadeyle, bir sistemin amaçlanan görev ve fonksiyonlarını, kendi dizaynındaki güvenilirlik ve emniyet seviyesinde devamlı olarak yerine getirmesini sağlamak amacıyla yapılan işlemler (bakım) ne kadar güvenilir?

* Uygulanan bakım işlemleri kusursuz mu / etkin mi / mükemmel mi?

Havacılıkta bakım güvenilirliği kavramı, havacılık bakım optimizasyonu ihtiyacından yani bakım faaliyetlerinin maliyet-etkin olarak icra edilmesinin hedeflenmesi sonucunda bakım etkinliğinin ölçülmesi ihtiyacından ortaya çıkmıştır. Çünkü bakım faaliyetlerinin kusursuz olarak icra edilebilmesi başka bir deyişle bakım faaliyetlerinin kusursuzluk (güvenilirlik) seviyesinin elde edilebilmesi, yani kısaca bakım güvenilirliğinin sağlanabilmesi için bakım faaliyetlerinin maksimum etkinlikle icrası gerekir. Bu kapsamda, etkin bir hava aracı bakımı, operasyon ihtiyacının dikte ettirdiği uçuşa elverişli hava araçlarının sürekli hazır tutulmasıyla sağlanır. Maliyet-etkin bir hava aracı bakımı ise, bu sürekli uçuşa elverişli halde hazır tutma işlemlerinin minimum maliyetle başarılmasıdır.

Hava aracı bakım işlemlerinin etkinliğinin ölçülebilmesi (bakım güvenilirlik seviyesinin belirlenmesi) için havacılık bakım faaliyetlerinin bir sistem modeli haline getirilmesi, diğer bir ifadeyle sistem olarak OMP'nin oluşturulması şarttır. Oluşturulacak OMP vasıtasıyla bir sistem modeli haline getirilen bakım faaliyetlerinin güvenilirliği, söz konusu OMP'nin veya AMP'nin güvenilirliği olarak nitelenebilir.

Hava aracı ve sistemlerinin dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyesinin korunması için uygulanması gereken bakım işlemlerini içeren AMP ne kadar güvenilir olursa, hava aracının hazır olabilirlik veya uçuşa elverişlilik seviyesi de o kadar yüksek olur. Başka bir deyişle, havacılıkta bakım faaliyetlerinin etkin ve kusursuz yapılmasını sağlayan bakım güvenilirliği, hava aracı güvenilirliğini azalınca iyileştirerek, hava aracı öz güvenilirlik ve emniyet seviyesininin ömür devri boyunca korunmasına ve sürdürülebilirliğin sağlanmasına, dolayısıyla hava aracı hazır

olabilirlik seviyesinin maksimum olmasına katkıda bulunur. Böylece, AMP'nin temel hedefi olan sürekli uçuşa elverişli hava aracı hazır olabilirliğinin sağlanabilmesi için, devamlı olarak AMP'nin güvenilirliğini sağlamak/korumak gerektiği sonucu ortaya çıkar.

Havacılıkta bakım güvenilirliği kontrol altında tutulmazsa, özellikle hava araçlarının kullanım safhasında bakım işgücü eksiklikleri, yedek parçaların hazır bulunamayışı, lojistik gecikmeler, bakım tesislerinin yetersizliği, uzun süren modifikasyonlar ve kompleks konfigürasyon yönetimi maliyetleri gibi istenmeyen çok karmaşık olaylar meydana gelebilir. Yine bakım güvenilirliğinin kontrolsüzlüğü nedeniyle hava aracı ve sistemlerinin düşen güvenilirlik seviyesi, bunların onarımları sonrası bakım kaynaklı arızalarının domino etkisine bağlı olarak daha da düşerek hava aracı ve sistemlerini güvenilmez hale getirebilir. Bu nedenle, hava araçlarının kullanım safhasında oluşturulacak havayoluna özgü bir BGP vasıtasıyla o havayoluna ait AMP ve OMP etkin ve güvenilir bir şekilde yönetilebilecek ve böylece bakım güvenilirliğinin kontrol altında tutulması sağlanabilecektir.

Hava araçlarının kullanım safhasında havayolu tarafından bakım güvenilirliğinin sağlanabilmesi için gerekli kullanıcı bakım güvenilirliği uygulamalarının anlatılacağı müteakip bölüme geçmeden önce, gövde üreticisi firma ve ilgili havacılık otoritesinin yapması gereken ve kullanıcı bakım güvenilirliğini doğrudan etkileyen işlemlerin mevcut olduğu dikkate alınmalıdır.

2.6. Hava Aracı Dizayn ve İmalat Safhasında Bakım Güvenilirliği Uygulamaları

2.6.1. Hava aracı gövde üreticisi bakım güvenilirliği uygulamaları

Hava aracı dizayn ve üretim safhasında gövde üreticisi firma tarafından yapılması gereken uygulamalar arasında aşağıdaki hususlar ön plana çıkar.

* Hava aracı "dispatch"³⁷ güvenilirliğini yükseltme uygulamaları: Hava aracı üzerinde ekipman "redundancy" uygulaması, LRU³⁸ (Line Replaceable Unit "Hatta Değiştirilebilen Ünite") uygulaması ve hava aracı minimum "dispatch" gerekliliklerinin belirlenerek MMEL (Master Minimum Equipment List "Genel Minimum Ekipman Listesi")'in hazırlanması işlemleridir.

³⁷ Dispatch: Hava aracının uçuşa/kalkışa verilmesi, uçuş hattına sevki, uçuşa hazır hale getirilmesi.

³⁸ LRU: Hava aracının veya bir sisteminin faaliyetini aksatmamak/geciktirmemek maksadıyla uçuş hattında hızlı bir şekilde değiştirilebilen kompleks bir komponentidir.

* İlk jenerik AMP'nin oluşturulması: Şekil 2.9'da gösterilen MSG-3 (BYG-3) yaklaşımı vasıtasıyla ilk jenerik AMP dokümanları olan MRBR (MRB Report "MRB Raporu") ve MPD/OAMP (On Aircraft Maintenance Planning "Hava Aracı Üzerinde Bakım Planlama") dokümanlarının oluşturulması işlemleridir.



Şekil 2.9. İlk jenerik AMP'nin oluşturulma süreci

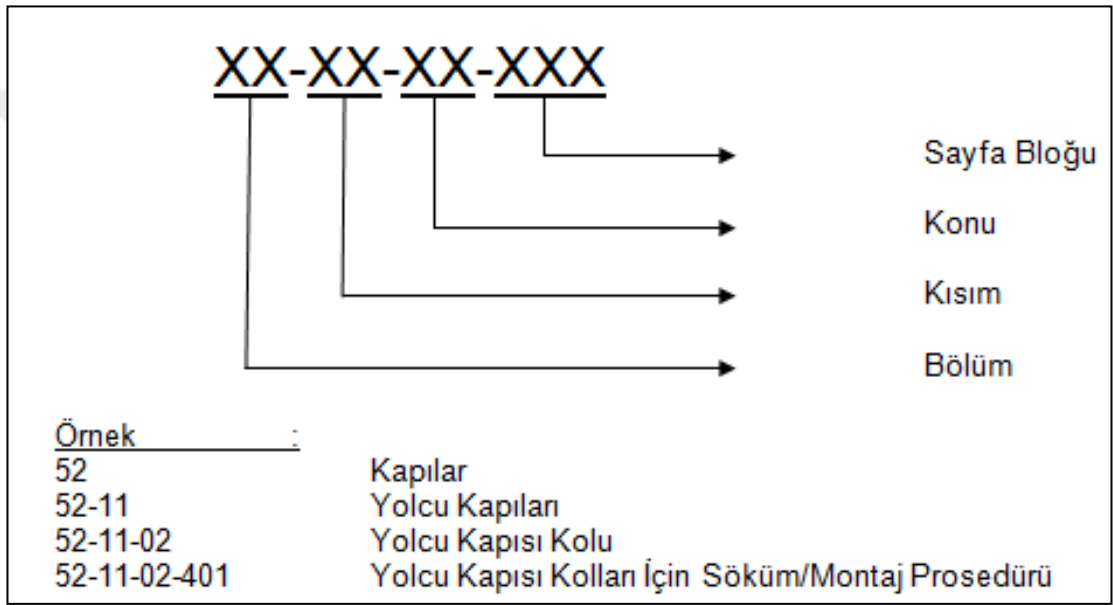
* Kullanıcıya teslim edilecek bakım dokümanlarının hazırlanması: Bu dokümanlar arasında, MRBR, MPD/OAMP, MMEL, DDG³⁹ (Dispatch Deviation Guide "Dispatch Sapma Rehberi"), CDL⁴⁰ (Configuration Deviation List "Konfigürasyon Sapma Listesi"), AMM (Aircraft Maintenance Manual "Uçak Bakım El Kitabı"), CMM (Component Maintenance Manual "Komponent Bakım El Kitabı"), VM (Vendor⁴¹ Manuals "Vendor El Kitapları"), FIM (Fault Isolation Manual "Arıza İzolasyon El Kitabı"), FRM (Fault Reporting Manual "Arıza Raporlama El Kitabı"), IPC (Illustrated Parts Catalog "Resimli Parça Kataloğu"), SRD (Storage and Recovery Document "Korumaya Alma ve Korumadan Çıkarma Dokümanı"), SRM (Structural Repair Manual "Yapısal Onarım El Kitabı"), SDM (Schematic Diagram Manual "Şematik Diyagram El Kitabı"), WDM (Wiring Diagram Manual "Elektrik Kablo Tesisatı Diyagramı El Kitabı"), Üretici BİK'leri, SB (Service Bulletin "Servis Bülteni")'ler, SL (Service Letter "Servis Mektubu")'ler, MT (Maintenance Tip "Bakım Tavsiyesi")'ler yer alır [8].

³⁹ DDG: MEL işlemiyle bakımı ertelenmiş olan malzemelerin emniyetli uçuş için düzgün bir şekilde yapılandırılmasını sağlayan bakım rehberidir.

⁴⁰ CDL: Hava aracı Tip Sertifikasının bir eki olan CDL, MEL dokümanı gibi, emniyet alakalı olmaması şartıyla "dispatch"te eksik olabilecek gövde ve motor parçalarını tanımlayan listedir.

⁴¹ Vendor: Alt Üretici. Hava aracı gövde üreticisinin, dizayn ettiği hava aracının bazı komponentlerini ürettiği alt üretici firma. Hava araçlarının alt sistem ve komponentlerinin üreticisi.

*Dokümantasyonda ATA standardizasyonunun kullanılması: Bakım personelinin uçuş hatlarında hava aracı çeşitliliğine bağlı olarak doküman çeşitliliğine istinaden kafa karışıklığını azaltmak için ATA devreye girmiş ve tüm üreticilerin dokümanları birbirine daha uyumlu olacak şekilde bakım el kitaplarının tüm formatının standardizasyonunu sağlamıştır. Bakım el kitaplarında standardizasyonu sağlama maksatlı yer alacak herhangi bir ATA kod numarası, Şekil 2.10'daki gibi 3 adet 2 haneli rakam grubuna 1 adet 3 haneli rakam grubu ilave edilmesiyle oluşur. Şekilde de görüldüğü üzere, bu kod numarası, sırasıyla bölüm, kısım, konu ve sayfa bloğu tanımlar [8].



Şekil 2.10. Bakım El Kitaplarındaki ATA Formatı [8]

Her bir sistem veya sistem tipi için tahsis edilen bölüm numarasını gösteren ilk 2 haneli rakam grubu (ATA Bölümü), tüm üreticiler için aynıdır ve bakım el kitabı sisteminin her yerinde kullanılır.

Mesela, hidrolik sistemler tüm üreticiler için ATA Bölüm 29'da, telsiz ekipmanı ATA Bölüm 23'te bulunur.

Tablo 2.3 ATA bölüm numarası tahsisini göstermektedir.

Tablo 2.3. ATA standart bölüm numaraları [8]

ATA	Subject	ATA	Subject
5	Time limits, maintenance checks	37	Vacuum
6	Dimensions and access panels	38	Water/waste
7	Lifting and shoring	45	Central maintenance system
8	Leveling and weighing	49	Airborne auxiliary power
9	Towing and taxiing	51	Standard practices and structures—general
10	Parking, mooring, storage, and return to service	52	Doors
11	Placards and markings	53	Fuselage
12	Servicing	54	Nacelles/pylons
20	Standard practices—airframe	55	Stabilizers
21	Air conditioning	56	Windows
22	Auto flight	57	Wings
23	Communications	70	Standard practices—engines
24	Electrical power	71	Power plant (package)
25	Equipment/furnishings	72	Engine (internals)
26	Fire protection	73	Engine fuel control
27	Flight controls	74	Ignition
28	Fuel	75	Air
29	Hydraulic power	76	Engine controls
30	Ice and rain protection	77	Engine indicating
31	Indicating/recording system	78	Exhaust
32	Landing gear	79	Oil
33	Lights	80	Starting
34	Navigation	82	Water injection
35	Oxygen		
36	Pneumatic	91	Charts (miscellaneous)

*Havacılık tedarik sözleşmelerinde güvenilirlik gerekliliklerinin belirtilmesi: Günümüzde, kullanıcı tarafından temin edilecek havacılık ürünlerine yönelik güvenilirlik parametreleri, firmalara yayımlanan ihale davetlerinde, teklife çağrı dokümanlarında ve diğer sözleşmesel dokümanlarda yaygın olarak belirtilmektedir. Bu parametrelerden MTBF, hem emniyet (kritik) hem de maliyet esaslı arıza modlarına yönelik Onarım Süresi ve Hazır Olabilirlik parametreleri en çok kullanılanlardır.

2.6.2. Havacılık otoritesi bakım güvenilirliği uygulamaları

Kullanıcı bakım güvenilirliğini etkileyen havacılık otoritesi uygulamaları ise şunlardır.

*Havacılık sertifikasyon ve onay işlemleri: Hava aracı ve ekipmanlarının, kullanıcıların, kullanıcı bakım teşkilatlarının ve havayolu personelinin sertifikasyonu işlemleridir. Bu işlemler başta ICAO sözleşmesi standartları olmak üzere, uluslararası kabul görmüş FAA, EASA gibi genel havacılık otoritesi kurallarına ve Türkiye'deki SHGM gibi yerel havacılık otoritesi kurallarına uygun olmalıdır. Mesela ABD'deki ilgili FAR'lar ile birlikte, EASA Part-21 ve ülkemizdeki karşılığı olan SHY (Sivil Havacılık Yönetmeliği)-21 SHT (Sivil Havacılık Talimatı)-21 hava araçlarının ve

havacılık ürünlerinin uçuşa elverişlilik sertifikasyon gereksinimlerini, EASA Part-M ve SHY-M ile SHT-M havayolunun, bir CAMO (Continuing Airworthiness Management Organisation “Sürekli Uçuşa Elverişlilik Yönetimi Kuruluşu-SUEYK”) olarak sertifikasyon gerekliliklerini, EASA Part-145 ve SHY-145 ile SHT-145 havacılık bakım kuruluşu sertifikasyon gerekliliklerini, EASA PART-66 ve SHY-66 ile SHT-66 bakım personelinin sertifikalandırılmasına yönelik gereklilikleri, EASA PART-147 ve SHY-147 ile SHT-147 havacılık bakım eğitimi kuruluşlarının sertifikasyon gereksinimlerini açıklar.

*Kullanıcıya yayımlanması gereken talimat ve bildirimlerin hazırlanması: Mesela ABD’de FAA tarafından FAR, AC, AD ve NPRM (Notice of Proposed Rule Making “Önerilen Kural Değişikliği Bildirimi) gibi talimat/bildirimler kullanıcıya yayımlanır.

*AMP ve BGP süreçlerinin kontrol ve onay işlemleri: Tüm dünyada ICAO Sözleşmesi Annex-6, ABD’de 14 CFR (Code of Federal Regulations “Federal Düzenlemeler Kanunu”) 121 ve 14 CFR 135 ile AC 129-4A, Avrupa ve Türkiye’de ise EASA Part-M, SHY-M SHT-M SHT-120.17 AMP ve BGP süreçlerinin havacılık otoritesince kontrol ve onay işlemlerine yönelik kuralları koymaktadır.

Şimdi, tezin ana konusu olan kullanıcı bakım güvenilirliği uygulamalarından detaylı olarak bahsedilebilir.

3. KULLANICI BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ UYGULAMALARI

Hava aracı uçuş ve görev faaliyetlerinin başarısı, kullanıcı tarafından uçuş emniyetini temel alt kriter olarak sağlayan bakım güvenilirliği uygulamaları vasıtasıyla sürekli uçuşa elverişlilik yönetimi olarak da adlandırabileceğimiz maliyet-etkin bir bakım yönetimini zorunlu kılmaktadır. Bakım optimizasyonunu sağlayan maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin temel standardı ise Kullanıcı bakım güvenilirliğinin sistematik bir şekilde sürekli olarak elde edilmesi gerekliliğidir. Çünkü daha önce de belirtildiği üzere, bakım güvenilirliğini sağlayamayan herhangi bir havayolunda sadece mal değil, aynı zamanda can, para, zaman ve itibar kayıpları da yaşanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Maliyet-etkin bir hava aracı bakımı, hava aracını sürekli uçuşa elverişli halde tutma işlemlerinin minimum maliyetle başarılmasıdır. Ancak, bakım işlemlerinin maliyet-etkinliğinin ölçülebilmesi ve bakım güvenilirliğinin sürekli sağlanabilmesi için, hava aracı bakımının bir sistem modeli haline getirilmesi, kaynakların bakımının amaç ve gereksinimlerine göre doğru belirlenerek yeterli ve uygun tahsis edileceği sistematik ve sürekli bir bakım yönetimi yaklaşımının benimsenmesi gerekir. Sistematik bir havacılık bakım yönetimi için de bakım, mühendislik ve yönetim kavramları bütünlük bir yapıda ele alınmalı [8] ve bakım bir sistem modeli olarak düşünülerek, daha önce RCM programı prensiplerini kullanarak hava aracı gövde üreticisi tarafından ilk AMP'nin oluşturulduğu gibi, kullanıcıya özgü bir AMP ve müteakiben bir OMP kullanıcı tarafından oluşturulmalıdır.

Bu kapsamda, maliyet-etkin bir hava aracı bakım yönetiminin temel standardını oluşturan minimum gereklilikler olarak aşağıdaki kriterler belirlenmiş olup, bahse konu kriterlerin aslında ulaşılması gereken bakım güvenilirliğini sürekli sağlayabilme nihai hedefine sistematik olarak uzanan bir yolu teşkil eden adımlar şeklinde kullanıcı tarafından yerine getirilmesi gereken bakım güvenilirliği uygulamaları olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

*Kullanıcıya özgü AMP'nin ve OMP'nin bakım yetki seviyelerini belirtecek şekilde oluşturulması,

*AMP'nin ve OMP'nin temel gereksinimlerin karşılanması,

*AMP'yi başarmak üzere OMP'yi uygulayacak kullanıcı bakım teşkilatının kurulması/düzenlenmesi,

*AMP'nin ve OMP'nin etkinliğini sağlayan bir BGP oluşturulması ve işletilmesi.

3.1. AMP-OMP Oluşturulması Ve Bakım Yetki Seviyelerinin Belirlenmesi

Kullanıcı tarafından maliyet-etkin bir bakım yönetiminin temel standardı olan bakım güvenilirliğini sürekli sağlama hedefine ulaşmanın ilk adımı, kullanıcının operasyonel ihtiyacına uygun bir AMP'nin ve müteakiben AMP'yi sistematik olarak uygulamak için gereken tüm bakım faaliyetlerini içeren bir OMP'nin bakım yetki seviyelerini belirtecek şekilde oluşturulması ve ihtiyaç halinde güncellenmesidir.

3.1.1. Kullanıcıya özgü AMP oluşturulması

Hedefi en maliyet-etkin ve uygulanabilir bakım işlemlerini tanımlamak olan bir AMP'nin bir RCM programı gibi sistematik bir şekilde oluşturulması gerekliliği, ikinci bölümde ifade edilmişti.

Yine, hava aracı gövde üreticisinin bakım güvenilirliğine katkısı kapsamında,

*Kusursuz sistemler yapılamadığından, sahip olunan hava aracı ve sistemlerinde değişik zamanlarda meydana gelen arızalardan kaynaklanan hizmet kesintilerinin etkilerini minimize etmek ve hava aracı "dispatch" güvenilirliğini yükseltmek için, hava aracı gövde üreticisi tarafından çeşitli yönetim tekniklerinin (Ekipman "Redundancy", LRU'lar ve Minimum "Dispatch" Gereklilikleri) geliştirilmiş olduğu,

*Gövde üreticisinin, gerek arızalara yönelik bakım el kitabı prosedürlerini ve diğer bakım görevlerine yapılan referansları, gerekse planlı aralıklarda pek çok bakım görevini kapsayan MRBR ve MPD/OAMP dokümanları şeklinde jenerik bir AMP'yi belirlenmiş hedef ve misyonlara göre oluşturularak hava aracıyla birlikte kullanıcıya teslim etmesi gerektiği,

ikinci bölümde kısaca anlatılmıştı.

İşte, teslim edilen bu jenerik AMP'nin mutlaka havacılık işletmesi tarafından kendi ihtiyaçları ve kullanım koşulları doğrultusunda yeniden oluşturulması gerekmektedir.

Kullanıcı tarafından işletilen hava araçlarının uçuşa elverişliliğini sağlamak için icra edilmesi gereken tüm bakım işlemlerini (planlı/plansız bakımlar), planlı bakım

aralıklarını ve periyodik değişim gerektiren zaman aşımli (ömürlü)⁴² malzemeleri içerecek kullanıcıya özgü bir AMP'nin hazırlanması, gerektiğçe güncellemesi ve uygun havacılık otoritesine onaya gönderilmesi havacılık otoritesi tarafından da şart koşulmuştur [2, 32, 34, 36].

Kullanıcıya özgü bir AMP hazırlayabilmek için, gövde üreticisi tarafından jenerik AMP'nin oluşturulma sürecinde olduğu gibi, kullanıcının da bazı ilave yönlendirici ilkeleri olmalıdır. Başka bir deyişle, kullanıcıya özgü bir AMP'nin oluşturulabilmesi için öncelikle hazırlanacak AMP'nin hedef ve misyonlarının belirlenmesi uygun olacaktır. Hedef, olmak istediğiniz yer ve zamandaki bir nokta; ulaşmak, elde etmek istediğiniz belirli bir başarı seviyesidir. Misyon ise hedefe ulaşmanıza yardımcı olması için yapılması gereken işlem veya faaliyet, başka bir deyişle hedefinize götürülen yol, ona ulaşmayı nasıl planladığınızdır. Diğer bir ifadeyle, hedef; amaç ise misyonlar; hedefi elde etmek için yapılması gereken görevlerdir [8].

3.1.1.1. Kullanıcıya özgü AMP'nin hedefleri

Bir havayolu tarafından oluşturulacak AMP'nin hedefleri şunlar olmalıdır [8].

*Uçuşa elverişli durumdaki hava araçlarını filosuna (uçuş departmanına) uçuş programını aksatmayacak şekilde zamanında teslim etmektir.

*Bu hava araçlarını filosuna gerekli tüm bakım işlemleri tamamlanmış veya uygun biçimde ertelenmiş olarak teslim etmektir.

Usul ve esasları koyan idareye ve bunları uygulatan yönetime göre Bakım ve Operasyonun (Harekatın) ikisi de eşit derecede önemlidir. Ancak, gerçek şudur ki, bakım teşkilatı operasyonu desteklemek için vardır. Uçuş bölümünün uçuş programını yerine getirmesi için hazır hava araçlarına sahip olmasını bakım sağlamalıdır. Bahse konu uçuş programı ise AMP'de belirtilen ve gerekli tüm bakımlar tamamlanmış olarak yerine getirilmelidir. Bu nedenle kullanıcıya özgü AMP'nin hedefleri yukarıdaki 2 maddeyle özetlenebilir [8].

Kullanıcıya özgü AMP'nin hedefleri arasında yer alan "bakım işlemlerinin uygun biçimde ertelenmiş olması" ifadesini açıklamakta fayda vardır. ABD'de FAA, bakımın belirli aralıklarla ve kabul edilen standartlarda yapılmasını şart koşar. FAA aynı zamanda, bakım işleminin tayin edilen zamanda veya öncesinde yapılmasını da şart

⁴² Zaman Aşımli (Ömürlü) Malzeme: Belirli bir zaman sonra yorulmaya bağlı olarak kusursuzluk seviyesi düşen, orijinal özelliğini yitirmesi ve bakım yoluyla iyileştirilememesi nedeniyle hizmet dışına çıkarılması gereken ekipman/malzemedir.

koşar. Ancak, işin yapılmasını engelleyen şartlar var ise (malzeme veya uzman bakım personeli eksikliği, zaman kısıtlamaları, vb.), FAA bakımın daha uygun bir zamana ertelenmesine izin verir. Belirli malzemelerin ertelenmeleri MEL (Minimum Equipment List “Minimum Ekipman Listesi”) / HIL (Hold Item List “Arızalı Bırakılan Malzeme Listesi”)⁴³ ile uyumlu olabilirken, diğer malzemeler FAA onaylı AMP’de tanımlanmış kısa süreli zaman artışı programına göre ertelenebilir. Kabul edilen standartlar ise, üreticinin, havacılık otoritesinin ve kullanıcının emniyet ve güvenilirlik standartlarını içerir. Erteleme zamanı limitleri, onaylı AMP’de belirlenmiş şekliyle, maksimum çalışma saatlerini veya saykılarını ve takvim limitlerini (günler, aylar, vb.) ifade eder. Onarım, belirlenen erteleme zamanı içerisinde tamamlanmalıdır ve bu zaman uzatılmaz.

Oluşturulacak kullanıcıya özgü bir AMP’nin yukarıda belirtilen iki hedefini elde etmek için yapılması gereken görevler, yani AMP’nin misyonları aşağıdaki gibi belirlenebilir.

3.1.1.2. Kullanıcıya özgü AMP’nin misyonları

Tablo 2.2’de belirtilen “Kullanım Sahası Güvenilirliği” ile havayolu tarafından sistematik bir şekilde sürekli sağlanması gereken “Bakım Güvenilirliği” kavramlarının aynı anlamda kullanılabileceği daha önce ifade edilmişti. Çünkü sadece bakım, kullanım sahası hatalarını düzelterek ve minimize ederek veya tamamen önleyerek hava araçlarının öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerini koruyabildiği ve böylece sürdürülebilirliğini, hazır olabildiğini ve sürekli uçuşa elverişliliğini sağlayabildiği için, bakım güvenilirlik seviyesi ne kadar yüksek olursa, kullanım sahası güvenilirlik seviyesi de o kadar yüksek olur. Bunun anlamı, kullanıcı tarafından bakım güvenilirliğinin sağlanabilmesi için Tablo 2.2’de belirtilen aşağıdaki uygulamaların sistematik ve maliyet-etkin bir şekilde sürekli olarak yerine getirilmesi gerektiğidir.

- Planlı Bakım,
- Değişirme Stratejisi veya Plansız Bakım,
- Arıza Geri Besleme,
- Kullanıcı Etkileşimi.

Bu kapsamda, hava aracı kullanımı safhasında, yeterli çalıştırma ve bakım talimatlarının gerek üretici firmalar gerekse havacılık otoritesi tarafından bir önceki bölümün sonunda belirtilen dokümanlar şeklinde kullanıcıya sağlanması, planlı/plansız bakımlar, malzeme değişimleri ve yedek parça stratejilerinin bir AMP

⁴³ MEL/HIL: Bkz.Syf.92.

dahilinde (Bilinen bir yıpranma özelliğine sahip malzemenin erken değiştirilmesi vb.) belirlenerek uygulanması, saha arıza bilgilerinin üreticiye geri beslemesinin yapılması, karşılaşılan benzer sorunlara yapılan işlemlerin paylaşılmasına yönelik kullanıcının diğer kullanıcılarla, üretici firmalarla ve havacılık otoritesiyle etkileşimi zorunludur [4]. Dolayısıyla kullanıcıya özgü AMP'nin misyonları belirlenirken Tablo 2.2'de belirtilen yukarıda bahse konu 4 husus mutlaka göz önünde bulundurulmalıdır.

Ayrıca, kullanıcı tarafından oluşturulacak AMP'nin RCM programı gibi sistematik bir program olması gerekliliğinden hareketle, kullanıcıya özgü AMP'nin misyonları ile ikinci bölümde anlatılan RCM programının ve ilk jenerik AMP'nin 4 adet misyonu benzerlik gösterecektir.

Bu kapsamda, kullanıcıya özgü bir AMP'nin misyonları şunlar olmalıdır [8].

*Miyon-1: Ekipmanın dizaynındaki öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerinin gerçekleşmesini sağlamak,

*Miyon-2: Bozulma meydana geldiğinde ekipmanın emniyet ve güvenilirliğini kendi öz seviyelerine geri çıkarmak,

*Miyon-3: Bu öz seviyeler karşılanmadığında AMP'nin optimizasyonu ve ayarlanması için gerekli bilgiyi elde etmek,

*Miyon-4: Öz güvenilirliği yetersiz bulunan malzemelerin dizayn gelişimi (yeniden dizayn) için gerekli bilgiyi elde etmek,

*Miyon-5: Bu misyonları, bakım maliyetleri ve "residual" arızaların maliyeti⁴⁴ dahil, minimum bir toplam maliyette başarmak.

Görüldüğü üzere, kullanıcıya özgü bir AMP'nin misyonları, daha önce listelenen RCM programının veya jenerik AMP'nin 4 adet misyonu ile birlikte, anılan listeye 3 numaralı misyon olarak eklenen çok önemli ilave bir misyondan oluşmaktadır.

RCM programının veya jenerik AMP'nin bahse konu 4 adet misyonu, ATA MSG-3 Operatör/Üretici Planlı Bakım Geliştirme Revizyon 2001.1 dokümanında da belirtilmektedir. Söz konusu ATA dokümanı şunu belirtir; "Bu 4 adet misyon, bu gibi AMP'lerin, ekipmanın öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerindeki yetersizlikleri düzeltmeyeceğini gösterir. AMP sadece bu öz seviyelerdeki bozulmaları önleyebilir. Eğer öz seviyeler yetersiz bulunursa iyileştirme için dizayn

⁴⁴ "Residual" arıza maliyeti: Direkt bakım maliyetleri dışında kalan bakım destek maliyetleri ve operasyonel arızaların ekonomik sonuçlarının toplamı.

modifikasyonu gereklidir.” ATA dokümanının bu ifadesini, ilave edilen 3 numaralı misyon göz önünde bulundurularak şöyle değiştirmek gerekir. “Üretici tarafından geliştirildiği şekliyle jenerik AMP, yeni ekipmanların yeni kullanıcıları tarafından kullanılması amaçlanan sadece genel bir rehberdir. Kullanım esnasında sahadaki spesifik havayolu operasyonlarına uymasını sağlamak için AMP’nin ayarlanması gerekebilir. Tecrübe bir kullanıcıya, üreticinin öngördüğü bakım aralıklarının o havayolunun operasyonel çevresi için en iyisi olmayabileceğini gösterebilir. Bakımın sonuçları, hatalı parçalar, uygun olmayan veya eksik prosedürler ve hatta makinistlerin uygun eğitim eksikliğinden dolayı beklenenden daha kötü de çıkabilir. Bütün bunlar kapsamında kullanıcıya özgü AMP’nin ayarlanması hususu, ekipmanın toplam güvenilirlik ve emniyetini etkileyebileceği için, havayolu tarafından üretici çağırılmadan ve o ekipmanın bir yeniden dizaynı talep edilmeden önce dikkate alınmış olmalıdırlar.” 3 numaralı misyonun listeye ilave edilmesinin nedeni de budur [8].

Bilinenin aksine, sahadayken ekipmanda ortaya çıkan tüm problemler için üreticiler suçlanamaz. Bu nedenle havayolu öncelikle kendi operasyonuna bakmalıdır. Bununla beraber, akıldan çıkarılmamalıdır ki, yukarıdaki herhangi bir konuda havayolunun kendi misyonlarını yerine getirme kabiliyetiyle ilgili herhangi bir ciddi problem, mesela ABD’deki bir kullanıcının FAA sertifikasını etkileyebilir. Bu yüzden bu tür durumlar daima yakından takip edilmeli ve bir eksiklik görüldüğünde düzeltilmelidir.

Sonuç olarak kullanıcıya özgü bir AMP’nin misyonları, ekipman ve sistemleri en yüksek çalışma durumunda tutan planlı bakım görevleri (misyon 1), kullanım esnasındaki arızalara yönelik plansız bakım görevleri (misyon 2), AMP’yi gerektiğinde iyileştirme maksatlı güncelleyecek (misyon 3) veya ekipmanın bir yeniden dizaynını talep ederek (misyon 4) toplam bakım gayretini optimize edecek (en iyi şekilde kullanacak) sürekli bir analiz ve izleme faaliyeti ve son olarak bakım maliyetlerini minimize etme çabasından (misyon 5) oluşur [8].

Görüleceği üzere, kullanıcıya özgü bir AMP’nin misyonları bu çalışmanın ikinci bölümünde yer alan Tablo 2.2’deki 4 hususu da dikkate almaktadır. Birinci husus olan planlı bakım faaliyetleri Misyon-1, ikinci husus olan değiştirme stratejisi veya plansız bakım faaliyetleri Misyon-2, üçüncü ve dördüncü hususlar olan arıza geri besleme ile kullanıcı etkileşimi faaliyetleri Misyon-3 ve Misyon-4 ile kapsamaktadır.

Kullanıcıya hava aracıyla birlikte teslim edilen jenerik AMP; aslında pilotlar, havayolları, bakım personeli, üretici firmalar ve sistem tedarikçileri, havacılık otoriteleri ve havacılık endüstrisi içerisindeki firmalar ve meslek kuruluşları tarafından yıllar boyunca gösterilen yoğun ve bütünleşmiş çabalarla oluşturulan bir programdır [8]. Kullanıcının bu jenerik dokümanları referans alarak kendi kullanım şartları ve operasyonel ihtiyaçları doğrultusunda ve kendi hava aracı modeline özel AMP'yi hazırlarken veya güncellerken de söz konusu kişi ve kuruluşlarla Misyon-3 ve Misyon-4 gereği etkileşimde bulunması kaçınılmazdır.

Şimdi kullanıcıya özgü bir AMP'nin misyonlarını daha detaylı inceleyelim [8].

Misyon-1, bir planlı bakım görevleri serisi tarafından yerine getirilir. Planlı bakım görevleri hava aracı/ekipmanın üreticisi, havayolunun bakım teşkilatı, üçüncü bir parti bakım firması, bazı sanayi destekli organizasyonlar (ticari kuruluşlar) veya bunların birkaçının kombinasyonu tarafından geliştirilebilir. Üretici genellikle, servis, söküm/montaj prosedürleri ve bakım prosedürleri ile birlikte ekipmanın nasıl çalıştığı ve bazı temel sorun çözme (troubleshooting)⁴⁵ teknikleri hakkında kullanıcıya temel bilgi sağlar. Ticari havacılık endüstrisinde üreticiler, vendorlar ve kullanıcılar bir araya gelerek planlı bakım için jenerik bir AMP geliştirirler. Kullanıcıya özgü geliştirilen AMP ise, operasyonel çevrede ekipman üzerinde kazanılan bilgi ve tecrübeyi yanısıra ekipmanın bilgisini esas almalıdır. Kullanıcı bakım teşkilatı tarafından, hava aracının/ekipmanın öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerini idame etmek için gerekli tüm planlı bakımlar başarıyla icra edilmelidir.

Misyon-2, MSG (BYG) süreciyle geliştirilen ve üreticinin bakım el kitabında yer alan plansız bakım görevleri vasıtasıyla yerine getirilir. Plansız bakım görevleri, şu faaliyetlerin kombinasyonunun sonucudur:

- * Problemin doğasını ve sebebini ortaya çıkaran "troubleshooting" işlemleri,
- * Onarım ve restorasyonu gerçekleştirmek için parça ve komponentlerin sökümü veya değişimi,
- * Onarım uygulandıktan sonra sistem veya ekipmanın düzgün çalışmasını sağlayacak belli test ve ayar işlemlerinin performansı.

⁴⁵ Troubleshooting: Arıza arama, tespit ve giderme işlemi. Bir arızanın sebebini bulmak ve onu gidermek için o arızayı inceleme ve analiz etme işlemidir.

Üretici tarafından geliştirilen plansız bakım görevleri bazen sahada kullanıcılar tarafından kendi tecrübelerine göre modifiye edilir. Bununla beraber bu güncellemeler ABD'deki kullanıcılar için mutlaka FAA tarafından onaylanmalıdır.

Kullanıcılardan değişik yollarla (genellikle uçakta tutulan logbook⁴⁶ veya kullanıcılar, uçuş mürettebatı, kabin ekibi, sistem operatörleri veya bakım personelinden gelen sözlü veya yazılı raporlar vasıtasıyla) arıza raporları gelir. Veri analizi sonucunda ortaya çıkan bakım görevleri, genellikle BGP işlemlerinden veya QC birimi tarafından icra edilen diğer arıza oranı analizi faaliyetlerinden kaynaklanan işlemlerdir.

Sonuç olarak, bakım teşkilatı tarafından bu misyonu elde etmek için, hava aracı/ekipman bozulduğunda veya kalitesi ile değeri kabul edilebilir standartların altına düştüğünde plansız bakımlar ("troubleshooting", söküm/değişim, test ve ayar işlemleri) başarıyla yerine getirilmelidir.

Misyon-3, bir AMP'nin kullanıcı tarafından ayarlanması veya optimizasyonu ile ilgilidir. Eğer sistemin öz güvenilirlik ve emniyetini idame ettirmek mümkün değilse veya eğer belirli malzemelerin arıza oranlarının veya söküm sıklıklarının çok yüksek olduğu düşünülüyorsa, bu durumun sebebini tespit etmek için problem araştırılmalıdır. Problem, icra edilen bakımın kalitesinde, bakımda kullanılan parça veya komponentlerin kalitesizliğinde, kullanılan bakım süreçlerinin ve prosedürlerinin yetersizliğinde veya bakım aralıklarının kendisinde olabilir. Problem, bazı durumlarda uçaktaki veya yerdeki diğer sistemlerden kaynaklanan elektromanyetik veya mekanik enterferans olabilir. Bu araştırmaların sonucuna göre havayolunun, AMP'yi aşağıdaki değişikliklerle ayarlaması⁴⁷,

- Bakım aralıklarının değiştirilmesi,
- Mevcut bakım görev ve/veya prosedürlerinin değiştirilmesi veya iptali,
- Yeni bakım görevi ve/veya prosedürü ilavesi,

gerekebilir.

Sonuç olarak, havayolu bakım teşkilatı tarafından ekipman güvenilirlik seviyelerinin takip edilmesi ve AMP'nin iyileştirilmesi maksadıyla tespiti gerekli problem alanlarını araştırmak için havayolunun bir çeşit veri toplama sistemi olmalıdır.

⁴⁶ Logbook: Bakım Jurnalı. Hava aracında tutulan bakım kayıt defteri veya formu.

⁴⁷ AMP'nin güncellenmesi: Bkz.Syf.131.

Bu misyon, aynı zamanda bakım faaliyetlerinde ve/veya bakım sisteminin idari hususları ile yönetiminde mevcut yetersizliklerin de tespitini ve bu yetersizliklerin OMP optimizasyonu vasıtasıyla giderilmesini sağlar. OMP'nin optimizasyon maksatlı aşağıdaki değişikliklerle ayarlanması gerekebilir.

- * Personeline ilave eğitim sağlaması,
- * Malzeme kontrol prosedürlerini, ekipmanın öz güvenilirlik ve emniyet seviyesini elde edecek şekilde düzenlemesi,
- * Bakım yetki seviyelerinin güncellenmesi,
- * Bakım teşkilatının revize edilmesi,
- * Bakım idare ve yönetim prosedürlerinin güncellenmesi.

Misyon-4, dizayndaki bazı yetersizliklere bağlı olarak kullanıcının arzu edilen güvenilirlik seviyesini elde edemediği zamanlarda uygulanır. Eğer Misyon-3 ile ilgili araştırma, kullanıcıya özgü AMP'de veya makinistlerin performansında herhangi bir yetersizlik göstermiyorsa, o zaman Misyon-4 uygulanır. Burada, aynı ekipmanı kullanan diğer operatörlerle ve üreticiyle koordinasyon genellikle istenir. Problemi çözmeye birleşik bir gayret, genellikle üretici tarafından ekipmana yönelik yapılan yeniden dizayn ve müteakiben yine üretici tarafından geliştirilen ve kullanıcı tarafından mevcut eski dizayndaki ekipmanlarına uygulanan modifikasyonla sonuçlanır. Aynı ekipmanın diğer kullanıcıları, düzenleyici havacılık otoriteleriyle birlikte araştırma ve yeniden dizayn sürecinin içinde yer alabilir. (Bu misyon, verilen bir sistem için daha yüksek bir performans seviyesi kullanıcı için cazip sayıldığında da uygulanabilir.)

Sonuç olarak, hava aracına ait malzemenin güvenilirlik ve emniyet seviyesi veya performansı yetersizse ve bu yetersizlik oluşturulan kullanıcıya özgü AMP'den kaynaklanmıyorsa, havayolu malzemenin yeniden dizaynını gerçekleştirecek süreci bakım teşkilatı vasıtasıyla üreticiye talepte bulunarak başlatır.

Misyon-5, ideal ve etkin bir AMP için önemlidir. Bu misyon kabaca şöyle ifade edilebilir: "Öz güvenilirlik ve emniyet seviyelerini karşılamak için yapmak zorunda olduğundan daha fazla bakım yapma ve o seviyeleri karşılamak için gerekli olandan daha az bakım yapma." Başka bir deyişle, iyi bir AMP, etkin olmalı ve uçuşa elverişli hava araçlarını operasyon (harekat) bölümüne uygun bir maliyette sağlamalıdır.

Örnek olarak; bir komponent veya sistemin AMP'ye uygun bir şekilde her gün planlı "check" edildiğini ve her 2/3 haftada (veya daha seyrek) bir problemle karşılaşıldığını

düşünün. O zaman, bakım maliyetlerini azaltmak için bu “check”i her gün yapmak yerine haftalık veya 2 haftalık aralıklara yapacak şekilde AMP’de tekrar programlamak akıllıca olur.

Bakıma gelindiğinde, daha fazlasını yapmak daha iyidir fakat sadece bir noktaya kadar. Çok az bakım erken “degradation” ve arızaya yol açabilir. Fakat bakımı, öz güvenilirlik ve emniyet seviyesine iyileştirme noktasından da öteye arttırmak, bakım maliyetlerinin artmasına neden olmasına rağmen ilave hiç bir fayda sağlamaz.

Üretici veya başkaları tarafından modifikasyon teklifi yapıldığında da maliyet düşünülmalıdır. Misyon-5, havayolunun modifikasyondan elde edeceği faydaya karşı modifikasyonu yapmanın maliyetini tartmasını gerektirir. Elde edilecek fayda, operasyonel kabiliyetlerin artması ile birlikte aynı zamanda bakım maliyetlerinin azalması şeklinde olabilir. Bununla beraber bazen modifikasyonun maliyeti savunulamaz. Eğer modifikasyonun maliyeti kazancımızı aşıyorsa, o zaman performansta ve/veya emniyette ölçülebilir artışlar söz konusu yüksek maliyeti haklı gösteremedikçe modifikasyon savunulmaz.

Sonuç olarak AMP, içerisinde kullanıcının boşuna zamanı, parayı ve gereksiz veya etkin olmayan bir bakım iş gücünü harcamadığı, sadece gerekli bakımların zamanında icra edileceği bir program olmalıdır.

3.1.1.3. Kullanıcıya özgü AMP’nin içeriği

Kullanıcıya özgü bir AMP, hem plansız bakım görevlerinin başarılmasına yönelik prosedürleri içermeli, hem de gerektiğinde kullanıcı tarafından güncellenebilmesi için gerekli BGP’yi açıklamalıdır [32].

Yeterli bir AMP, sadece yukarıda belirtilen misyonları yerine getirecek gerekli bakım faaliyetlerini programlar. Güvenilirlik korumasında benzer bir artışa yol açmadan bakım maliyetlerini arttıran ilave faaliyetleri programlamaz. Kullanıcıya özgü bir AMP’nin içeriğinde faaliyet olarak aşağıdaki 2 temel görev grubu yer alır [8].

* Belirli aralıklarla icra edilen bir planlı bakım görevleri grubu (bakım aralıkları ve varsa zamanaşımli yani ömürlü malzeme listeleri dahil),

* Aşağıdaki hususlarından kaynaklanan bir plansız bakım görevleri grubu.

- a) Planlı bakım görevleri icrası esnasındaki tespitler,
- b) Arıza raporları,
- c) Veri analizleri.

Daha önce de belirtildiği üzere, AMP içeriğinde bulunması gereken bilgiler ve AMP'nin hazırlanma süreci EASA Part-M'nin Appendix I to AMC M.A.302 sayılı ekinde anlatılmaktadır.

Bahse konu doküman doğrultusunda, bir AMP, SHT-M EK-1'de bulunan Tablo-4'te belirtilen aşağıdaki esaslara uygun olarak hazırlanır [34].

*AMP, gerek SHGM tarafından yayımlanmış talimatlara, gerekse diğer uçuşa elverişlilik ile ilgili direktiflere uygun olarak hazırlanır.

*AMP, bakım periyodu da dahil, operasyonların tip ve özelliklerine ilişkin her bir özel bakım işlemini de kapsayacak şekilde uygulanacak tüm bakım detaylarını içerir.

*Büyük hava araçları için, AMP'nin MSG mantığına veya durum izlemeye dayalı olduğu hallerde, AMP bir BGP'yi içerir.

*AMP periyodik olarak gözden geçirilir ve gerektiğinde revize edilir. Bu gözden geçirme işleminde ilgili talimat ve operasyon tecrübesi dikkate alınır.

*"AMP" terimi, planlanmış bakım işlemlerini, ilgili prosedürleri ve standart bakım uygulamalarını kapsar.

*Hava aracına, aynı anda tek bir onaylı AMP doğrultusunda bakım uygulanmalıdır.

*AMP en az yılda bir defa gözden geçirilmelidir. Yıllık gözden geçirme esnasında kullanıcı tarafından en azından, AMP'nin temel esaslarını etkileyen dokümanlardaki değişikliklerin AMP'ye dahil edilmek amacıyla göz önünde bulundurulması gerekmektedir. Tip sertifikası ile uygunluğa ilişkin geçerli zorunlu gereklilikler, AMP'ye ivedilikle dahil edilmelidir.

*AMP, programın içeriğini, uygulanacak inceleme standartlarını, bakım işlem sıklıklarında izin verilen sapmaları ve gerektiğinde, belirlenmiş inceleme zaman aralıklarının değişimini yönetecek her bir prosedürü tanımlayan bir önsöz içermelidir.

Kullanıcıya özgü bir AMP, kullanıcının işlettiği her bir hava aracı modeli için ayrı ayrı oluşturulur ve bir hava aracının sürekli uçuşa elverişliliğini sağlamak için gerekli tüm bakım görevlerini içerir. Bu bakım görevleri arasında, "overhaul", "inspection", malzeme değişimi, "preservation", önleyici bakım, kusur düzeltme, değişiklik veya onarım uygulamasının herhangi biri veya kombinasyonu yer alır [32, 35]. SHY-M'de de, gerçekleştirilen operasyonla ilgili özel bakımlar dâhil tüm bakım işlemlerini ve uygulama sıklıklarını AMP'nin içermesi gerektiği belirtilmektedir [36].

SHT-M EK-2.1 ise, onaylanmış bir AMP'nin içeriğinde aşağıdaki detaylı bilgilerin bulunması gerektiğini belirtir [34].

- * Hava aracının, motorların ve gerektiğinde, yardımcı güç ünitelerinin ve pervanelerin tipi/modeli ve tescil numarası,
 - * Kullanıcının veya SUEYK'in adı ve adresi,
 - * Onaylı AMP'nin referansı, yayın tarihi ve revizyon numarası,
 - * Kullanıcı veya SUEYK tarafından imzalı, ilgili hava aracına söz konusu AMP doğrultusunda bakım uygulanacağına ve söz konusu AMP'nin gerektiğinde gözden geçirileceğine ve revize edileceğine ilişkin taahhüt,
 - * Güncel sayfa ve revizyon durumlarının listesi,
 - * Hava aracının tahmini kullanımını yansıtan kontrol periyotları (Söz konusu kullanım belirtilmeli ve %25'ten fazla olmayacak bir tolerans içermelidir. Kullanımın tahmin edilemediği durumlarda, takvim zamanı limitleri de dahil edilmelidir),
 - * Gerektiğinde, SHGM tarafından kabul edilebilir belirlenmiş kontrol periyotlarının artırılmasına yönelik prosedürler,
 - * AMP'ye dahil edilmiş onaylı revizyonların tarih ve referansının kayıt altına alınması şartı,
 - * Bakım personelince gerçekleştirilen uçuş öncesi bakım işlemlerinin detayları,
 - * Hava aracı, motorlar, APU⁴⁸ (Auxiliary Power Unit "Yardımcı Güç Ünitesi"), pervaneler, komponentler, aksesuarlar, alet ve ekipmanlar ile elektriksel ve radyo cihazlarının⁴⁹ her birindeki bakım işlemleri ve periyotlar (İlişkili sistemler ile birlikte kontrol edilmelidir. Gerekli kontrol tipi ve derecesi buna dahil edilmelidir. Belirtilen her bir bakım işlemi bakım programının tanımlar bölümünde tanımlanmalıdır.),
 - * Komponentlerin kontrol edilmesi, temizlenmesi yağlanması, ikmal edilmesi, ayarlanması ve test edilmesi gereken periyotlar,
 - * Geçerli olması halinde, belirtilmiş her bir örneklendirme programı ile birlikte yaşlanan ("ageing") hava aracına ait sistem gerekliliklerine ilişkin detaylar,
 - * Geçerli olması halinde, aşağıdakiler dahil olmak ancak bunlarla sınırlı kalmamak üzere, tip sertifikası sahibi tarafından tanzim edildiği durumlarda özel yapısal bakım programlarına ilişkin detaylar ile yapısal programa ilişkin toplam uçuş sayıları/takvim tarihi/uçuş saatleri bakımından geçerlilik limitine ilişkin beyan,
- Hasar Toleransı ve İlave/Tamamlayıcı Yapısal Kontrol Programları ile yapısal bütünlük bakımı,

⁴⁸ APU: Hava aracının motorları çalışmadığında yerde elektrik gücü üreten hava aracı üzerinde monteli bir türbin motordur. Hava aracına ait motorların ilk çalıştırılmasında veya sistemlerin motor çalıştırmadan yerde test işlemlerinde ihtiyaç duyulan elektrik takatını sağlar.

⁴⁹ Cihaz: Ekipman da denir. Ünite veya komponentlerin bir araya gelmesiyle oluşan ve bağımsız olarak çalışabilen iş gören teçhizat.

- Tip sertifikası sahibi tarafından gerçekleştirilen Servis Bülteni incelemelerinden kaynaklanan yapısal bakım programları,
- Korozyon önleme ve kontrolü,
- Tamir değerlendirilmesi,
- Geniş alana yayılmış yorulma hasarı.

* Geçerli olması halinde, uygun prosedürler ile birlikte “Kritik Tasarım Konfigürasyonu Kontrol Sınırlamaları”na ilişkin detaylar,

* Yeni veya revizyona tabi tutulmuş komponentlerin yapılması gereken revizyon ve/veya ikame periyotları,

* Zorunlu ömür sınırlamaları, CMR (Certification Maintenance Requirements “Sertifikasyon Bakım Gereklilikleri”)’ler ve AD’ler ile ilgili bakım işlemlerinin detaylarını içeren, SHGM tarafından onaylı diğer dokümanlara çapraz atıf/referans,

* Her bir gerekli BGP’ye veya sürekli gözleme ilişkin istatistiksel metotlara yönelik detaylar veya bunlara çapraz atıf,

* AMP’nin yerine getirilmesine yönelik uygulama/prosedürlerin tip sertifikası sahibinin bakım talimatlarında belirtilen standartlarda olması gerektiğine ilişkin beyan,

Kullanıcıya özgü bir AMP hazırlanırken veya güncellenirken referans kaynak olarak esas alınabilecek dokümanlar aşağıda belirtilmiştir.

- * MRBR,
- * MPD/OAMP dokümanları,
- * AMM, CMM ve VM dokümanları,
- * Ops Specs⁵⁰ (Operations Specifications “Operasyon İsterleri”) dokümanı,
- * Havacılık otoritesi dokümanları (EASA Part’lar, AD’ler, SHY/SHT’ler vb.),
- * Hava aracı uçuş el kitabı ve pilot çalıştırma el kitabı,
- * Kullanıcı bakım el kitabı⁵¹,
- * MMEL, DDG ve CDL dokümanları,
- * IPC ve SRD dokümanları,
- * SB’ler, SL’ler ve MT’ler.

Bu dokümanların büyük bir kısmı uçağın gövde üretici firması tarafından kullanıcı havayoluna hava aracı ile birlikte teslim edilirken, diğerleri havacılık otoritesi tarafından yayımlanan veya bizzat kullanıcı havayolunca hazırlanan dokümanlardır.

Örnek bir AMP’nin içindekiler kısmı Şekil 3.1’de gösterilmiştir.

⁵⁰ Ops.Specs. dokümanı: Bkz.Syf.86.

⁵¹ Kullanıcı bakım el kitabı: Bkz.Syf.73.

SAMPLE FLEET		AMP AIRCRAFT MAINTENANCE PROGRAM		Date: 2005-03-01
A/C: Sample Aircraft		REG: SE-XXX	S/N: 17	Revision: 1

0 INTRODUCTION		
Chapter:		Page:
0 INTRODUCTION		
0.0	Contents	0-1 – 0-2
0.1	List of effective pages	0-3 – 0-10
0.2	Distribution list	0-11
0.3	Record of Revision	0-12
1 GENERAL		
1.1	Commitment by the Operator	1-1
1.2	Applicability	1-2
1.3	Related documents	1-3
1.4	Cross-reference to AMC OPS 1.910(a) &(b) Appendix 1	1-4
1.5	Anticipated utilisation	1-5
1.6	Procedures for escalation of established check periods	1-6
1.7	Programme basis	1-7
1.8	Amendments to the approved Programme	1-8
1.9	Permitted variations to maintenance periods	1-9
1.10	Periodic review of maintenance programme contents	1-10
1.11	Airworthiness directives incorporated in daily and periodic inspections	1-11
2 MAINTENANCE PROCEDURES		
2.1	General	2-1
2.2	Daily inspection	2-2
2.3	Periodic inspections	2-3
2.3	Periodic inspections	2-4
2.4	Special inspections	2-4
2.4	Special inspections	2-5
2.5	Overhaul and life limits – Aircraft	2-5
2.5	Overhaul and life limits – Aircraft	2-6
2.6	Overhaul and life limits – Engine	2-7
2.6	Overhaul and life limits – Engine	2-8

SAMPLE FLEET		AMP AIRCRAFT MAINTENANCE PROGRAM		Date: 2005-03-01
A/C: Sample Aircraft		REG: SE-XXX	S/N: 17	Revision: 1

0 INTRODUCTION		
Chapter:		Page:
3	PHASE 1 Instructions Card	3-1 - 3-32
4	PHASE 2 Instructions Card	4-0 – 4-35
5	PHASE 3 Instructions Card	5-0 – 5-34
6	PHASE 4 Instructions Card	6-0 – 6-33
6	Wings Lubrication	6-34
6	Thread Lubrications Chart	6-35
7	Hard Time Components / Special Inspections	7-1 – 7-5
8	Raisbeck Systems 200-hrs Inspection	8-1

Şekil 3.1. Örnek bir AMP'nin "İçindekiler" kısmı [37]

Kullanıcı tarafından havacılık bakım güvenilirliğini sürekli sağlama hedefine ulaşmada kullanıcının operasyonel ihtiyacına uygun bir AMP oluşturulduktan sonraki adım, AMP’de tanımlı bakım görevlerini sistematik olarak yerine getirebilecek etkin bir OMP’nin oluşturulması olmalıdır.

3.1.2. OMP oluşturulması

FAA tarafından yayımlanan AC 120-16F dokümanı, OMP’nin ne demek olduğunu ve içeriğini açıklar [35]. AMP içerisinde o hava aracı modelinin sürekli uçuşa elverişliliğini sağlamak için gerekli tüm bakım işlem maddeleri yer alırken, OMP içerisinde bahse konu tüm bakım işlem maddelerini sistematik olarak yerine getirmek için gereken tüm bakım faaliyetleri yani AMP’nin ve OMP’nin temel gereksinimleri açıklanmaktadır. Ayrıca, havacılık otoritesi düzenlemelerine uygun olarak “inspection” fonksiyonları da OMP’nin dahili ve entegre bir parçasıdır [35].

OMP hazırlanırken AMP temel referans kaynak olarak kullanılır. Havacılık otoritesi onayına AMP tabi iken OMP tabi değildir. Mesela ABD’de FAA, havayollarına yayımladığı havayolu Ops Specs dokümanı vasıtasıyla onları OMP ve kullanıcı bakım el kitabı kullanmak üzere yetkilendirir [35].

AMP içerisindeki bakım görevlerini etkin bir şekilde gerçekleştirecek, arzulanan güvenilirlik ve emniyet standartlarını elde edecek ve işe devam etmek için yeterli bir uçuş programını daima sürdürecektir etkili bir OMP hazırlayabilmek için, jenerik AMP’nin ve kullanıcıya özgü AMP’nin oluşturulma sürecinde olduğu gibi, yine kullanıcının bazı ilave yönlendirici ilkeleri olmalıdır. Başka bir deyişle, bir OMP’nin oluşturulabilmesi için öncelikle hazırlanacak OMP’nin hedef ve misyonlarının belirlenmesi uygun olacaktır.

3.1.2.1. OMP’nin hedefleri

OMP’nin esas hedefi, kullanıcıya özgü AMP’nin yukarıda belirtilen 5 adet misyonunu gerçekleştirmektir. Dolayısıyla, kullanıcıya özgü AMP’nin misyonları OMP’nin hedefleri olarak tanımlanabilir.

OMP’nin hedef olarak başarılması gereken kullanıcıya özgü AMP’nin 5 adet misyonu tekrar hatırlanacak olursa;

* Misyon-1 gereğince, hava aracı/ekipmanlarının kabiliyetini sürdürmek maksadıyla belirli planlı bakım görevleri icra edilmelidir.

* Misyon-2 gereğince, hava aracı/ekipmanları kabul edilebilir standartların altına veya tamamen arızalandığında plansız bakım görevleri icra edilmelidir.

* Misyon-3, ekipmanın güvenilirlik seviyelerini takip etmek ve uygulanabilir olduğunda AMP'nin iyileştirilmesini etkileyecek problem alanlarını araştırmak maksadıyla, kullanıcının birkaç çeşit veri toplama programına sahip olmasını gerektirir. Misyon-3, aynı zamanda AMP'nin yönetim ve idaresindeki OMP yetersizliklerini de ortaya çıkarabilir.

* Misyon-4, güvenilirlik standartları karşılanamıyorsa ve bu yetersizlik kullanıcının AMP'sinden kaynaklanmıyorsa, kullanıcının yeniden dizaynı gerçekleştirecek işlemi başlatmasını gerektirir.

* Misyon-5, bir AMP'nin, içinde kullanıcının zamanı, parayı ve insan gücünü gereksiz veya etkin olmayan bakım icra ederek boşa harcamadığı fakat sadece gerekli bakımları zamanında icra ettiği bir program olması suretiyle, kullanıcıya doğrudan bir kazanç sağlaması gerektiğini gösterir.

Dolayısıyla, oluşturulacak bir OMP'nin yukarıda belirtilen beş hedefini elde etmek maksadıyla yapılması gereken faaliyetler, yani OMP'nin misyonları aşağıdaki gibi ifade edilebilir.

3.1.2.2. OMP'nin misyonları

Hava araçlarının sürekli uçuşa elverişliliğini en yüksek güvenilirlik ve emniyet seviyesinde başaracak, başka bir deyişle bakım güvenilirliğinin maliyet-etkin bir şekilde elde edilip sürdürülmesini sağlayacak yukarıda bahse konu 5 adet hedefe ulaşmada kullanıcı tarafından yerine getirilmesi gereken OMP'nin 3 spesifik misyonu şunlardır [35].

-Kullanıcı tarafından uçuşa verilecek hava araçlarından her biri uçuşa elverişli ve uçuş operasyonları için düzgün bir şekilde bakımı yapılmış olmalıdır.

-Kullanıcı, hava aracı üzerindeki bakım ve değişikliklerin tümünü kullanıcıya özgü AMP'ye ve kullanıcı el kitabına uygun olarak icra etmeli/ettirmelidir.

-Hava aracı üzerindeki bakım ve değişikliklerin icra edilmesi için gerekli uzman personeli, yeterli tesis ve ekipmanı kullanıcı sağlamalı/sağlatmalıdır.

Kullanıcıya özgü AMP ve müteakiben bir OMP ilk defa oluşturulurken kullanıcı tarafından bakım yetki seviyelerinin de belirlenerek kullanıcıya özgü AMP ve/veya OMP içerisinde belirtilmesi, bakım güvenilirliğini sağlayan maliyet-etkin bir bakım yönetimini başarmak için uygun olacaktır.

3.1.3. Kullanıcı tarafından bakım yetki seviyelerinin belirlenmesi

Gövde üreticilerince, hava aracının dizayn ve üretim aşamasından itibaren oluşturulan MRBR dokümanlarında hava aracının bakım görevleri belirlenirken, genel olarak MSG-3 (BYG-3) analizleri ile birlikte LORA (Level of Repair Analysis “Onarım Seviyesi Analizleri”) benzeri analizler de kullanılır.

LORA, hava aracını, konfigürasyon ağacı içerisinde sistem/ekipmanlarına, her sistemini modül/ünitelere, her ünitesini de parçalarına ayırarak, hava aracına ait herhangi bir malzemeye planlı ve plansız bakım, yenileştirme, yenisiyle değişim veya elden çıkarma seçeneklerinden hangisinin uygulanması gerektiği, ayrıca bakım ve yenileştirme işlemlerinin en iyi nerede uygulanabileceği kararının verilmesinde kullanılan bir tekniktir. LORA, lojistik destek maliyetini minimize edecek bakım yetki seviyesini belirlemeyi ve onarım/elden çıkarma kararının verilebilmesini sağlar [9]. Mesela, kullanıcı tarafından, bir uçağın motor sisteminin otomatik yakıt kontrol ünitesine ait kontrol valfi parçasına bakım veya değişim işlemi uygulanabilirken aynı üniteye ait sızdırmazlık contası parçası ise sarf malzeme olduğu için yenisiyle değişim sonrası elden çıkarılmaktadır veya aynı motor sisteminde bulunan dijital elektronik kontrol ünitesi, bakımı kullanıcının yetki seviyesinde olmadığından, üretici firmasına onarıma gönderilmektedir.

LORA yaklaşımının bir sonucu olarak, gövde üreticileri, kullanıcı yetki seviyesinde yapılacak bakımlara yönelik teknik dokümanları, eğitimleri ve diğer tüm lojistik destek kaynaklarını hava aracıyla birlikte kullanıcılara teslim ederler. Mesela, MRBR dokümanlarında bir malzemenin sadece üretici firması tarafından bakımının yapılması tavsiye ediliyorsa, o zaman kullanıcının o malzemeye yönelik bakım tesisi, test ekipmanı ve yedek parça gibi tüm lojistik destek kaynaklarını tedarik etmesine ihtiyaç yoktur.

Bu kapsamda, hava aracı gövde üreticilerinin, LORA yaklaşımı vasıtasıyla, MRBR dokümanlarında yer alan bakım işlem maddelerinden hangilerinin kullanıcı seviyesinde hangilerinin firma seviyesinde yapılması gerektiğini belirtmelerine benzer şekilde, kullanıcıların da oluşturacakları AMP’lerde yer alan sorumluluğuna verilmiş bakım işlem maddelerinden hangilerinin kim tarafından yapılması gerektiğini, kendi imkan ve kabiliyetleri ile maliyet-etkinlik açısından değerlendirerek, AMP’lerinde ve/veya OMP’sinde bakım yetki seviyeleri şeklinde belirtmeleri uygun olacaktır.

Bugün ABD Deniz Hava Komutanlığının havacılık bakım yönetiminde uygulamak üzere kurduğu ve bakım kaynaklarının verimli kullanımı yoluyla havacılık materyal hazırlık durumunun ve emniyetinin sürekli olarak gelişmesini amaçlayan Deniz Havacılık Bakım Programı [13], üç seviyeli bakım düşüncesini esas alır. Bu düşünce, bakım yönetiminin; bakım fonksiyonlarını seviyelerine göre tasnif etmesine, bu fonksiyonların sorumluluğunu belirli bir seviyeye tahsis etmesine, yapılacak işin güçlüğüne, yoğunluğuna, konusuna ve kapsamına uygun bakım görevlerini tahsis etmesine, herhangi bir özel bakım görevini başarmasına veya kaynakların optimum ekonomik kullanımını sağlayacak bir seviyede destek hizmeti sağlamasına, bakım programı yönetiminin tüm seviyelerini desteklemede kullanılacak verileri toplamasına, analiz etmesine ve kullanmasına imkan vermiştir.

Bahse konu bakım yetki seviyelerinden [13],

*Hat Seviyesi Bakım faaliyetleri arasında; kontroller, yağ/yakıt/elektrik servis işlemleri, yükleme-boşaltma, hava aracı üzerinde arızalı komponentin basit onarımı veya sökülmesi veya değişimi, belirtilen limitler dahilinde teknik emirlerin tatbiki, bakım kaydı tutma ve rapor hazırlama, RCM esaslı bakımlarda hava aracı ve ekipman yaşının hat seviyesi incelemesi yer alır. Bakım teşkilatının hat bakım birimi tarafından uçuş hatlarında günlük bakım faaliyetleri olarak uygulanan bakım yetki seviyesidir.

*Ara Seviye Bakım faaliyetleri arasında; hat seviyesinden daha kapsamlı hava aracı üzerindeki bakımlar, hava aracından sökülen komponentlerin GSE (Ground Support Equipment "Yer Destek Teçhizatı-YDT") vasıtasıyla atölyelerde yapılan bakımları, ekipmanların saha kalibrasyon faaliyetleri, hasarlanmış hava aracı üzerindeki komponentlerin işlemleri, desteklenen hat bakım birimlerine teknik ve materyal yardım sağlama, teknik emirlerin tatbiki, seçilen havacılık malzemesinin imali, RCM esaslı bakımlarda hava aracı ve ekipman yaşının ara seviye incelemesi yer alır. Bakım teşkilatının hangar bakım birimi ve overhaul atelyeleri bölümü tarafından kullanıcının tahsisli bakım tesislerinde uygulanan bakım yetki seviyesidir.

*Depo veya Fabrika Seviyesi Bakım faaliyetleri arasında; standart overhaul ve özel "rework"⁵² işlemleri, motorlar, komponentler ve GSE'lerin onarım ve "rework" işlemleri, kullanıcı imkan ve kabiliyeti dışında kalan kalibrasyon işlemleri, teknik emirlerin tatbiki, hava aracı, motorlar ve GSE'lerin modifikasyonu, kitlerin ve malzemelerin modifikasyon veya imali, saha timleri vasıtasıyla hat ve ara seviye

⁵² Rework: Ekipmanı dizayn edildiği orijinal güvenilirlik ve emniyet seviyesine, önceden onaylanmış standart metotları kullanarak çıkarmak için yapılan yenileştirme işlemidir.

bakım birimlerine teknik ve mühendislik desteği, RCM esaslı bakımlarda hava aracı ve ekipman yaşının depo seviyesi incelemesi yer alır. Bakım teşkilatının imkanları dahilinde ise overhol atelyeleri bölümü tarafından, değilse diğer bakım teşkilatlarınca veya üretici/yetkili firmalarca uygulanan bakım yetki seviyesidir.

ABD Deniz Hava Kuvvetleri Komutanlığının uyguladığı bahse konu örnek model, diğer Kullanıcıların kendi AMP'lerini ve OMP'sini oluştururken bakım yetki seviyelerini de belirlemeleri ve bu yetki seviyelerine göre AMP'nin ve OMP'nin temel gereksinimlerini karşılamaları gerektiğini, kaynakların maliyet-etkin kullanılması açısından dikte etmektedir.

3.2. AMP'nin Ve OMP'nin Temel Gereksinimlerin Karşılanması

OMP'nin hedeflerini oluşturan kullanıcıya özgü bir AMP'nin 5 misyonunu elde etmek ve OMP'nin yukarıda bahse konu 3 misyonunu başarmak için kullanıcı tarafından karşılanması veya yerine getirilmesi gereken ve hazırlanacak OMP'nin içeriğini oluşturan bazı temel gereksinimler mevcuttur. Bu gereksinimlerden ilk grupta, her bir kullanıcıya havacılık otoritesi tarafından şart koşulan zorunlu gereklilikler olarak AMP'nin temel gereksinimleri yer alır.

3.2.1. AMP'nin temel gereksinimleri

ABD'de FAA, her bir ticari havayolunun, bir kamu ulaşımı sağlayıcısı olarak nasıl işletildiğini görmek için bir mutlaka Ops Specs dokümanına sahip olmasını şart koşar. Ops Specs dokümanı, havayolu tarafından uçurulan her bir hava aracı modeli için havayolunun operasyonları ve bakım programlarının bir tanımını içermelidir. Bakım tarafında, genel gereklilikler ve temel gereksinimler FAA'ya ait bir tavsiye niteliğinde genelge olan AC 120-16F'de "Kullanıcı Bakım Programları" başlığıyla tanımlanmıştır. İşte bahse konu genelgede de belirtildiği üzere, bir AMP'nin temel gereksinimleri arasında;

- Uçuşa elverişlilik sorumluluğu,
- Kullanıcı bakım el kitabı,
- Kullanıcı bakım teşkilatı,
- Kullanıcı bakım planlama takvimi,
- Bakım ve değişmelerin icrası ve onayı,
- Bakım kaydı tutma sistemi,
- Sözleşmesel bakım,

- Personel eğitimi,
- CASS (Continuing Analysis and Surveillance System “Sürekli Analiz ve Gözlem/Denetim Sistemi),
- Sağlığa zararlı ve tehlikeli maddelere yönelik emniyet tedbirleri,

yer alır. AC 120-16F’de belirtilen söz konusu FAA gereksinimlerinin detayları aşağıda verilmektedir [8, 35].

3.2.1.1. Uçuşa elverişlilik sorumluluğu

Hava araçları, üretici firmalarınca kullanıcılara uçuşa elverişlilik sertifikası⁵³ ile birlikte teslim edilirler. Uçuşa elverişlilik sertifikası sahibi olarak bir havayolu, işlettiği hava araçlarının uçuşa elverişliliğinden ve hava aracı üzerindeki tüm bakım ve değişikliklerin uygulanmasından esas olarak sorumludur [8, 35]. Bu nedenle her kullanıcı kendi hava araçlarını, gövde üreticilerince kendilerine teslim edildiği andan itibaren hizmet dışına⁵⁴ çıkıncaya kadar uçuşa elverişli durumda tutmaktan sorumludur. Kullanıcı, oluşturup uygulayacağı bir AMP ve OMP ile kuracağı bir bakım teşkilatı vasıtasıyla uçuşa elverişlilik sorumluluğunu yerine getirir [8].

Ayrıca daha önce de belirtildiği üzere, bir havayolu, havacılık otoritesi tarafından SUEYK onay sertifikası ile yetkilendirilmesi halinde hava aracı işletim faaliyetlerine başlayabilmektedir. Bahse konu sertifika gereğince, bir havayolu kendi hava araçlarının tüm bakım ve değişiklik işlemlerini kendisi icra eder veya söz konusu işlemleri yerine getirmede kendi çalışanı olmayan başka uzman personeli de kullanabilir. Her halükarda, bir havayolunun, kendi hava aracı üzerinde bahse konu bakım ve değişiklik işlemlerini icra etmek maksadıyla kullandığı personelden her biri kendi kumanda ve kontrolünde olmalı ve kendi AMP ve OMP’sine uymalıdır [35].

Belirli durumlarda bir havayolu, başka bir havayolu şirketinin veya üçüncü bir partinin bakım teşkilatına kendi bakım işlerinin bir kısmını veya tamamını sözleşmesel olarak yaptırabilir. Bununla beraber, hava aracını işleten havayolu, bu dış kontraktörler tarafından kendi adına yapılan tüm işlerin, sözleşme yapılan teşkilatın gerekliliklerine bakılmaksızın, havayolunun kendi bakım planlama takvimi, standartları ve gerekliliklerine göre ve kullanıcının yükümlü olduğu havacılık

⁵³ Uçuşa Elverişlilik Sertifikası: Üretilen her bir hava aracının kullanıcıya tesliminden önce verilen ve hava aracının kontrolden geçirildiğini, Tip Sertifikasına uyumlu ve uçuşa elverişli durumda bulunduğunu teyit eden sertifikadır.

⁵⁴ Hizmet Dışına Çıkarma (Discard): Herhangi bir malzemeyi belirli bir ömürden sonra kalıcı olarak hizmetten çıkararak atmaktır.

otoritesinin gerekliliklerine uygun olarak yapılmasının sağlanmasından sorumludur. Kısaca her havayolu kendi hava araçlarını uçuşa elverişli durumda tutmaktan, gerçekten işi kimin yaptığına bakılmaksızın, sorumludur [8].

3.2.1.2. Kullanıcı bakım el kitabı

Hava aracı gövde üreticisi ile hava aracı üzerine monteli ekipmanların vendorları ve hava aracının bakım faaliyetlerinde kullanılan çeşitli YDT'nin üreticileri, kullanıcıya hava aracı/ekipman ve YDT ile birlikte ilgili bakım dokümanlarını da sağlarlar. Burada bahsedilen AC 120-16F'in gerektirdiği kullanıcı bakım el kitabı ise, aslında hava aracı bakımıyla ilgili bahse konu tüm üretici/vendor bakım kitaplarının kullanıcı tarafından uygulanması, takibi ve kontrolünü sağlayacak usul ve esasları içeren kullanıcıya özgü bir bakım yönetim dokümanıdır. Üreticiler tarafından sağlanan teknik dokümanlar bakımı yapılan ekipmanın detaylarını tanımlarken ve bakımın icrası için detaylı prosedürler sunarken, kullanıcı bakım el kitabı bakımın yönetim ve idaresi, iş performansı prosedürleri, bakım gayretlerinin kontrolü, denetimi ve analizine yönelik prosedürler gibi hususları içerir. Kullanıcı bakım el kitabı, kısaca, bakımın nasıl yönetileceğinin, bakım programının nasıl takip edileceğinin ve geliştirileceğinin temel ve geniş kapsamlı bir anlatımıdır [8].

Havacılık otoritesi kuralları, her havayolunun kendisi tarafından hazırlanacak bir kullanıcı bakım el kitabına sahip olmasını gerektirir. Bazı havayolları bu el kitabını "Teknik İsterler Dokümanı" veya TPPM⁵⁵ (Technical Policies and Procedures Manual "Teknik Kural ve Prosedürler El Kitabı") olarak adlandırırken bazı havayolları da "Genel Bakım El Kitabı" veya "Bakım Teşkilatı Açıklaması Dokümanı" gibi isimler kullanır [8, 35]. Havacılık otoriteleri bu el kitabını SUYEK (Sürekli Uçuşa Elverişlilik Yönetimi El Kitabı) olarak adlandırmaktadır. Askeri kullanıcılar ise kullanıcı bakım el kitabı olarak genellikle kendi bakım yönerge, talimat, kılavuz ve emirlerini kullanırlar.

Bir kullanıcı bakım el kitabının ihtiyaç halinde revize edilmesi kolay olmalı ve her kısmının güncel tutulmasına yönelik prosedürleri olmalıdır. Kullanıcı bakım el kitabı elektronik veya kağıt ortamında olabilir. Her havayolu kendi bakım el kitabının tamamını veya uygun kısımlarını, herhangi bir doküman değişikliği veya ilavesi dahil, ona uyması gereken personeline dağıtmak için çoğaltmalıdır [35].

Kullanıcı bakım el kitabı, AMP ve OMP'nin gerek standart, tutarlı ve sürekli bir şekilde icrası gerekse yönetimi için gereken anahtardır. Kullanıcı bakım el kitabı,

⁵⁵ TPMM: Bkz.Syf.87.

OMP'yi tanımlar, anlatır ve açıklar, ayrıca AMP ve OMP'nin idaresi, kullanımı, yönetimi ve güncellenmesi için gerekli talimat ve prosedürleri sağlar [35].

Havayolu, AMP gerekliliklerini yerine getirmede, havacılık otoritesinin kurallarıyla birlikte kendi bakım el kitabında belirtmiş olduğu kural/prosedürlere de uymalıdır [8].

Havacılık otoritesi kuralları, her kullanıcının kendi bakım el kitabında kendi bakım teşkilatının bir tanımını yapmasını veya bir organizasyon şemasını belirtmesini, ayrıca bakım teşkilatı içerisinde paylaşılan tüm görevleri, sorumlulukları ve yetkileri açıklamasını gerektirir. Örnek bir kullanıcı bakım el kitabı aşağıdaki dört bölümden oluşabilir [35].

- İdari kural ve prosedürleri kapsayan birinci bölüm,
- OMP'nin içeriğini oluşturan temel gereksinimlerin idaresi, yönetimi ve icra edilmesi için gerekli detaylı talimatları kapsayan ikinci bölüm,
- Bakım standartlarını, metotlarını, tekniklerini ve prosedürlerini tanımlayan teknik bilgileri içeren üçüncü bölüm.
- Kullanıcı BİK'lerini içeren dördüncü bölüm.

3.2.1.3. Kullanıcı bakım teşkilatı

Her kullanıcı, hem AMP ve OMP'yi icra edebilen, denetleyebilen, yönetebilen ve güncelleyebilen, hem de AMP'nin ve OMP'nin misyonlarını yerine getirmek için gerekli talimatı vererek bakım personelini yönetebilen ve yönlendirebilen bir bakım teşkilatına sahip olmalıdır. Bakım teşkilatına yönelik bir organizasyon şeması, tam ve direkt yetkilerin ve sorumlulukların kullanıcı tarafından belirlenmesini göstermek için iyi bir yoldur. Bakım teşkilatı şemasında tanımlanan kullanıcının her bir bakım yönetim personeline ait görev ve sorumluluklar ile yetkiler kullanıcı bakım el kitabında belirtilmelidir. AC 120-16F'de bahsedildiği üzere, bakım teşkilatının gerekli özellikleri aşağıda özetlenmiştir [8, 35].

- * Kullanıcı bakım teşkilatında gerekli işi yapabilme kapasitesi bulunmalıdır.
- * Teşkilatın başında tüm faaliyetlerden sorumlu bir bakım yöneticisi (Havacılık otoritesi lisanslı bir makinist olabilir.) bulunmalıdır.
- * FAR bölüm 121'de de belirtildiği üzere, bakım teşkilatı içerisinde bir baş denetimci yer almalıdır.
- * OMP'nin tüm yönlerini tanımlayan bir kullanıcı bakım el kitabını hazırlayacak ve güncelleyecek bir teşkilat olmalıdır.

* Kullanıcı bakım el kitabına uygun olarak bakımın yapılmasını sağlayacak gözlem ve denetim faaliyetleri bakım teşkilatı tarafından icra edilmelidir.

* Bakım teşkilatının, RII⁵⁶ (Required Inspection Item “İnspection Gerektiren Malzeme”)’lar için bir “inspection” fonksiyonu, diğer rutin “inspection” ve bakım fonksiyonlarından ayrı olarak bulunmalıdır.

* Teşkilat, yapılacak bakım için sürekli hazır yetkin personele ve yeterli tesislere sahip olmalıdır.

* Teşkilatın, bakım sonrası uçuşa verilecek her bir hava aracının bakımının düzgün yapılarak uçuşa elverişli olmasını sağlayan prosedürleri olmalıdır.

* Teşkilatın, şartlar değişse bile OMP’nin yürürlükte kalmasını sağlayacak gayretleri olmalıdır.

* AMP ve OMP’yi etkin bir şekilde organize etmek, yönetmek ve kontrol etmek için uzman, yeterli tecrübeye sahip ve kalifiye yönetim personeli bakım teşkilatında bulunmalıdır.

Bakım teşkilatından bir sonraki kısımda daha detaylı olarak bahsedilecektir.⁵⁷

3.2.1.4. Kullanıcı bakım planlama takvimi

Havacılık otoriteleri, bir havayolunun, hangi bakımın, nasıl ve ne zaman, hangi sıklıkla yapılacağını gösteren bir bakım planlama takvimine sahip olmasını şart koşar.

Bakım planlama takvimi, hava aracı ile birlikte teslim edilen çeşitli dokümanlarda hava aracı gövde üreticisi tarafından sağlanan veri esas alınarak hazırlanır. Planlı bakım görevlerine yönelik jenerik bakım programı, gövde üreticisi tarafından geliştirilir ve FAA onaylı bir doküman olan MRB Raporunda yayımlanır. Bakım ile ilgili ilave görev ve bilgiler MPD/OAMP gibi diğer üretici dokümanlarında da sağlanabilir. Bakım görevleri, uçuş saati, uçuş saykılı, takvim zamanı şeklinde önerilen aralıklara göre gruplara ayrılır. “Check”ler, günlük ve her uçuşta icra edilebilir veya her 200 uçuş saati, her 3000 uçuş saati, her 100 saykıl gibi belirli çalışma periyotları için tanımlanabilir.

Bununla beraber, üretici dokümanları, sadece yeni ekipmanların yeni kullanıcılar tarafından kullanımına yönelik hazırlanmış genel yol göstericidir. Hava aracı işleten

⁵⁶ RII: “İnspection” gerektiren kritik malzemeler olup, bu malzemeler uygun olmayan malzeme kullanılırsa veya bakım görevi düzgün yapılmazsa hava aracının uçuş emniyetini tehlikeye atacak bir arızayla sonuçlanabilen bakım görevlerini kapsamalıdır [35].

⁵⁷ Kullanıcı Bakım Teşkilatının Kurulması/Düzenlenmesi: Bkz.Syf.96.

her bir kullanıcı farklıdır. Çünkü, sahip olunan uçak konfigürasyonu, operasyonel ve çevresel şartlar, hatta bakım ve operasyonların kapsam ve kalitesi her havayolunda farklılık gösterir. Bu nedenle, AMP ve OMP gereksinimleri ile hangi bakım görevinin icra edilmesi gerektiğini belirten bakım planlama takvimi havayolundan havayoluna değişir [8].

Sonuç olarak, hava aracı gövde üreticisi tarafından hazırlanan ilk jenerik AMP'de (MRBR ve MPD/OAMP dokümanları) yer alan planlı bakımları havayolunun kendi ihtiyaçlarına uygun şekilde uyarlayarak kullanıcı bakım planlama takvimini hazırlamak her havayolunun kendi sorumluluğudur.

Kullanıcıya özgü bir AMP içeriğinde belirtilen aşağıdaki bakım görevleri, Kullanıcı Bakım Planlama Takvimi hazırlanırken her zaman dikkate alınır [35].

- MRBR ve MPD/OAMP dokümanları içerisinde tanımlı bakım görevleri,
- Havacılık otoritesinin yayımladığı AD'ler,
- Hava aracı/komponentleri üreticileri/vendorlarının yayımladığı SB/SL'ler,
- Zamanaşım (Ömürlü) malzemelerin değişimi,
- Periyodik "overhaul" veya onarım yapılacak komponentlerin değişimi,
- Özel "inspection"lar,
- "Check"ler veya test işlemleri,
- Yağlama ve servis işlemleri,
- Uçuşa elverişlilik kısıtlamaları ve CMR'ler,
- Ek yapısal "inspection" dokümanları ve elektriksel kablo bağlantı sistemi.

3.2.1.5. Bakım ve değişmelerin icrası ve onayı

Daha önce de ifade edildiği gibi kullanıcıya özgü bir AMP içerisinde,

*Hava aracı üzerindeki bakımlar ile birlikte motorlar, pervaneler, parçalar ve cihazların özel bakımlarının da idaresine yönelik talimatlar bulunmalı,

*Hem hava aracı üzerinde yapılan, hem de hava aracı üzerinde yapılmayan (atölyede yapılan) tüm bakım faaliyetleri yer almalı,

*Kullanıcı tarafından aynı zamanda yaşanan hava araçları ve korozyon problemleri ile bu tür problemlerin giderilmesine yönelik uygulanacak işlemler de dikkate alınmalı,

* Bakımı doğru yapılmazsa veya uygun olmayan parça kullanılırsa, hava aracının emniyetsiz uçuşuna yol açabilecek kritik malzemeler olması nedeniyle, havacılık otoritesi tarafından RII olarak tanımlanan malzemeler de gösterilmelidir.

Havacılık otoritesi, kullanıcının RII listesinde ne olması gerektiğini belirtmez, fakat her havayolunun kendi RII malzemelerini tanımlamasını ve bu tür malzemelerin "inspection"larını yapmaya yetkili, kalifiye makinistlerinin isimlerini yazılı olarak tanımlamasını şart koşar [8].

Kullanıcıya özgü bir AMP içerisinde ve kullanıcı el kitabında bakım ve değişmelere yönelik talimatlar verilmelidir. Bu talimatlar, ne yapılacağı, ne zaman yapılacağı, nasıl yapılacağı ve düzgün bir şekilde yapılıp yapılmadığına yönelik olmalıdır. Burada dikkat edilecek 3 temel husus;

- Planlı bakımlar,
- Plansız bakımlar,
- Büyük hava aracı komponentlerine (motor, pervane gibi) yönelik özel bakım gereklilikleridir [35].

"Havayolu Personelinin Sertifikasyonu" kapsamında, AMP'de ve kullanıcı bakım el kitabında belirtilen bakım işlemlerini kullanıcı adına icra edecek yani bir uçuşa elverişlilik kararı verecek herkesin uygun havacılık lisansına sahip olması gerekir. Ayrıca, SUEYK onay sertifikasına sahip her kullanıcının, başka herhangi bir bakım sertifikasyonuna gerek duymadan, hem işlettiği kendi hava aracı üzerinde hem de aynı havacılık otoritesi kurallarına tabi diğer havayolları adına bakım yapma ve hava aracını uçuş hizmetine vermeyi onaylama yetkisi vardır [35].

Sonuç olarak, belirli bakım ve değişmeler, yetkili (uygun lisanslı) bir personel tarafından başarıyla icrasını müteakip yetkili (uygun lisanslı) başka bir personel tarafından kontrol edilerek onaylanmalıdır.

3.2.1.6. Bakım kaydı tutma sistemi

Ticari hava araçları üretici firmalarınca kullanıcılara teslim edilirken, hava aracının Tip Sertifikası standardında inşa edildiğini ve teslimde uçuşa elverişli durumda bulunduğunu gösteren uygun bir uçuşa elverişlilik sertifikasyonu yapılarak teslim edilirler. Daha önce de belirtildiği gibi, hava araçlarını uçuşa elverişli durumda tutmak kullanıcının sorumluluğudur. Hava araçlarının kullanıcı tarafından uçuşa elverişli durumda tutulması sorumluluğunun yerine getirilebilmesi için, kullanıcıların

bakım ve değişme faaliyetlerinin kayıtlarını doğru olarak tutmasını ve bu kapsamda bir bakım kaydı tutma sistemi oluşturmasını havacılık otoritesi şart koşar. ABD'de kullanıcılar, doğru kayıtları tutamamaları halinde, para ve hapis cezası gibi bir yaptırımla karşılaşabilirler [8].

Kullanıcı tarafından havayolu bakım kayıtlarının tutulmasının ve saklanması temel nedeni, havacılık otoritesinin hava aracı üzerindeki standart uçuşa elverişlilik sertifikasının geçerli ve hava aracının uçuşa elverişli olduğunu göstermektir. Bakım ve değişmeler, sadece havacılık otoritesinin düzenlemelerine uygun olarak yapıldığı sürece hava aracının standart uçuşa elverişlilik sertifikası geçerlidir. Kullanıcının tutması gereken hava aracı bakım kayıtları eksik veya yanlış ise hava aracının standart uçuşa elverişlilik sertifikası da geçersiz hale gelir. Hemen hemen tamamı soyut olan bakım işlemleri, bir kayıtlarının tutulması halinde somut hale gelmektedir. Ayrıca, belirli özet bilgilerin bir kaydını tutmak, yapılan “inspection”ın ve hava aracının uçuşa elverişlilik durumunun saptanmasını destekler [35].

Kaydedilmesi gereken özet bilgi veya uçuşa elverişlilik durumu içerisinde şunlar yer alır.

- Toplam uçuş zamanı (hava aracı gövdesi, motorları ve pervanelerinin uçuş saati, sorti veya iniş sayısı olarak),
- Zamanaşımlı (ömürlü) parçaların mevcut durumu,
- Son “overhaul”den beri geçen zaman,
- Hava aracının mevcut “inspection” durumu ve uygulanabilir AD’lerin durumu,
- Büyük komponent değişmelerinin durumu,
- Uçuşa Verme veya Bakım ıkış Formu.

AMP’yi başarıyla yönetmek için çeşitli formlarda başka kayıtlar da tutulmalıdır. Bunlardan birisi Bakım Jurnalı (Logbook)’dir. Hava aracı içerisinde muhafaza edilen bu jurnale, uçuşun her bir bacağıyla ilgili uçuş bilgisi, uçuş saati, yakıt ve yağ ikmali, mürettebat bilgisi vb. bilgiler kaydedilir. Aynı zamanda jurnal formu üzerinde mürettebatın uçuşta karşılaştıkları herhangi bir bakım problemini tanımlaması için ayrılmış bir bölüm ile makinistlerin yaptığı düzeltici işlemi tanımlaması ve hava aracını uçuşa vermesi için ayrılmış bir bölüm de bulunur [8].

Diğer bazı kayıtlar, belirli tip bakım problemleri için rapor formatında muhafaza edilmelidir. Bunlar: MRR (Mechanical Reliability Report “Mekanik Güvenilirlik Raporu”), SDR (Service Difficulty Report “Uçuş Problemi Raporu”) ve MIS

(Mechanical Interruption Summary “Mekanik Kesinti Özeti”) raporları ile büyük onarım ve büyük değişme raporlarıdır [8].

3.2.1.7. Sözleşmesel bakım

Bir kullanıcı, kendi hava araçlarının tüm bakımlarından sorumlu olmasına rağmen, bütün bakımları her zaman kendi başına icra etmez. Çoğu zaman bakımların tamamı veya bir kısmı, başka bir havayolu veya üçüncü parti bir bakım teşkilatı ile yapılacak bir bakım sözleşmesi altında icra edilebilir. Bununla beraber, başkaları tarafından icra edilen sözleşmesel bakımdan da yine kullanıcının kendisi esas olarak sorumludur.

Sözleşmesel bakım, çoğu kez uygulandığı üzere, bir havayolu bakım sağlayıcısı tarafından düzenli aralıklarla sürekli yapılabilir. Fakat bazen havayolunun kendine ait hiç bir bakım faaliyetinin olmadığı ve bakımı yapacak devamlı bir kontraktörünün de bulunmadığı meydanlara hava aracının indiği zamanlar olabilir. Böyle durumlarda havayolu, bu bir defalık faaliyet için onarım teşkilatıyla geçici bir bakım sözleşmesi yapmayı tercih eder [8].

Havacılık otoritesinin bakım el kitabı kuralları gereğince, bir kullanıcının kendisi adına kendi bakım el kitabındaki sözleşmesel bakımı icra eden her bir kişiyi listelemesi gerekmektedir. Bu listelemede bakım sağlayıcıların adı, yeri ve yaptığı bakım işinin genel tanımı (hava aracının ağır veya hat seviyesi bakımı/motor/pervane/komponent bakımı veya özel servis) yer almalıdır [35].

OMP, bahse konu sözleşmesel bakımların, kullanıcının kendi AMP ve prosedürlerine göre düzgün yapılmasını ve tamamlanan bakımların uygun bir şekilde imzalanarak kaydedilmesini sağlayan düzenlemeleri yapmaya yönelik prosedürleri kapsamalıdır. Bunun anlamı; her kullanıcının, kendi prosedürlerine uygun eğitim görmüş harici bakım birimlerinin sağlanmasından ve bu harici bakım birimlerinin gerekli işi yapabilecek tesis, tecrübe ve personele sahip olmasının temin edilmesinden sorumlu olduğudur.

Uzun süreli sözleşmelerde her kullanıcı, bakım teşkilatı adayının kabiliyet verifikasyonu maksadıyla yerinde denetimini icra etmelidir. Kısa süreli, geçici bakım sözleşmelerinde ise bu kabiliyet verifikasyonunu uygulamak daha zor olsa da yerine getirilebilir. [8].

3.2.1.8. Personel eğitimi

FAR 121.375 ve FAR 135.433, bir kullanıcının, kendisi için yapılan işin yeterliliğine karar veren her bir personelinin (“inspection” personeli dahil) mevcut prosedürler, teknikler ve kullanımdaki yeni ekipmanlar ile ilgili tam olarak bilgi sahibi olmasını ve görevlerini icra yeterliliğine/tecrübesine sahip olmasını sağlayan bir eğitim programının bulunmasını gerektirir [8, 35]. Ayrıca, kullanıcıya özgü AMP ve OMP'nin düzgün olarak icrası için gerekli uzman personel sağlamak da kullanıcının sorumluluğudur.

Bir eğitim programı, bakım personelinin uzmanlaşmasını sağlamanın mantıksal bir yoludur. Eğitim programında yer alması gereken eğitim türlerinden bazıları şunlardır [35].

*Başlangıç Eğitimi: Bir kullanıcının, bir çalışanı kiraladıktan hemen sonra veya mevcut çalışanları yeni ekipmanlar üzerinde çalışmaya başladığında veya yeni bir görev aldığı anda, vermesi gereken eğitimidir.

*Devamlı Eğitim: Bir kullanıcının, çalışanın yeterlilik seviyesini korumak için düzenli aralıklarla tekrarlı olarak vermesi gereken eğitimidir.

*İhtisas Eğitimi: Bir kullanıcının, çalışanlarının RII malzemelerin kontrolü, baroskop, NDT (Non-Destructive Test “Tahribatsız Test”) veya uçuş kontrol “rigging”⁵⁸ işlemleri gibi spesifik görev veya sorumluluk alanlarında uzmanlaşmasını sağlamak üzere vermesi gereken eğitimidir.

*Bakım Sağlayıcısı Eğitimi: Bir kullanıcının kendi spesifik programı hakkında gerekli bilgileri bir bakım sağlayıcısının her bir çalışanına sağlamak üzere vermesi gereken eğitimidir.

*Tecrübe-Esaslı Eğitim: Bir kullanıcının çalışanın tecrübe seviyesini onun görev ve sorumluluklarının gerektirdiği uygun seviyeye çıkarmak için yapılan eğitimidir. Bu eğitim ihtiyacı çalışma öncesi veya sonrası çalışanlara test uygulanması veya CASS vasıtasıyla belirlenebilir. Bu eğitimin spesifik olarak hangi tecrübe eksikliğine yönelik olduğu belirtilmelidir. Bu eğitim OJT (On the Job Training “Görev Başı Eğitimi-GBE”) olarak da uygulanabilir.

FAR Bölüm 147, Havacılık Bakım Teknisyen Okullarına yönelik gereksinimlerden bahseder. Bu okullarda bir kişi gövde ve güç sistemleri lisansı kazanabilir, fakat bu lisans o kişiyi belli bir kullanıcıya ait hava aracı üzerinde çalışmasını sağlayacak

⁵⁸ Rigging: Hava aracının kuyruk ve kanat gibi uçuş kumanda ve kontrol yüzeylerinin bakım personeli tarafından nötr pozisyonlarının ayarlanması işlemidir.

şekilde tam olarak kalifiye etmez. Bu, sadece lisansı alan personelin bakım makinisti olarak kalifiye olduğu anlamına gelir. Bir kullanıcının işini yapmak üzere kalifiye olabilmek için bir makinistin o kullanıcının prensipleri, güncel prosedürleri ve ekipman konfigürasyonu ile ilgili oryantasyon eğitimi alması gerekir. Bir makinist, hava aracının kendine özgü ekipmanları üzerinde çalışmak için ya havayolunun tesislerinde oryantasyon eğitimi almalıdır ya da havayolu tarafından uygun test yöntemleri kullanılarak tecrübesi doğrulanmalıdır.

Bu havayolu eğitim gereksinimi, makinistlerin işin tüm yönlerine güncel olarak vakıf olmasını sağlamak maksadıyla, ekipman, prosedürler ve kurallardaki herhangi bir değişikliğin havayolu eğitim teşkilatı tarafından belirtilmesi gerektiğini de vurgular [8].

3.2.1.9. CASS Sistemi

Ops Specs dokümanında belirtilen bakım ve “inspection” programlarının etkin olmasını sağlayan havayolu faaliyetlerinin izlenmesi ihtiyacı FAR 121.373'te “Sürekli Analiz ve Gözlem” başlığı altında FAA tarafından işaret edilir. Bir çok kullanıcı bunu, genellikle bir QA Programının ve bir Güvenilirlik Programının kurulması anlamında yorumlar. Çünkü ikisi birlikte bahse konu FAR gerekliliğini karşılamak için CASS sistemini oluşturur.

AC 120-16F'e göre CASS, OMP'nin bir parçasıdır [8]. OMP, tüm kısımlarının etkin olmasını ve bakım el kitabı doğrultusunda uygulanmasını sağlayan sürekli gözlem/denetim, araştırma, veri toplama, analiz, düzeltici işlem ve düzeltici işlemi takibi içeren bir sisteme sahip olmalıdır [35].

Kullanıcının uygulanan bakım ve “inspection” programlarının etkin olmasını sağlayan faaliyetlerinin takibi önemlidir. Çünkü kötü malzeme, uygun olmayan ve yetersiz prosedürler veya makinistlerin eğitim eksikliği gibi nedenlerden dolayı uygulanan bakım faaliyetleri beklenen sonucu vermeyebilir. Bunun için kullanıcının OMP içerisinde bir denetim programı olan QA Programı ile bir Güvenilirlik Programından oluşan CASS'yi kurması gerekir.

1950'lerde icra edilen FAA endüstri çalışmasına göre, bir çok olayda bir hava aracı kazasına neden olan temel faktörün AMP eksiklikleri olduğu tespit edilmiştir. Bahse konu çalışma, bazı olaylarda kazaların, bakım personelinin gerekli bakım görevini yapmaması veya bakım görevini doğru olarak yapamamasından kaynaklandığını ortaya çıkarmıştır. Mesela, bakım personelinin bakım yaparken basit bir şekilde

uyuması gereken bakım el kitabına bakmadığı görülmüştür. Diğer bazı olaylarda da AMP'nin planlandığı ve dokümante edildiği şekilde takip edilse bile kazaya neden olan durumu önlemede yetersiz olduğu ve istenen sonucu vermediği tespit edilmiştir. Bu çalışmadaki bulgulara cevap olarak FAA, her kullanıcının AMP ve OMP'sinin etkinliği ve performansı için CASS sistemini kurmasını ve uygulamasını şart koşturmuştur. Ayrıca her kullanıcının, AMP'sinde tanımlanan herhangi bir kusur düzeltme işlemini CASS içerisine dahil etmesini de zorunlu kılmıştır. Bir kullanıcının AMP'sinin ve OMP'sinin misyonlarını elde etmesine yardımcı olan yapılandırılmış ve sistematik bir süreç olan CASS, FAA'nın halihazırda zorunlu kıldığı tek yönetim sistemidir [35].

Temel olarak CASS, AMP ile OMP'nin etkinliği ve performansındaki yetersizlikleri tespit etme ve düzeltme maksatlı bir programdır. Bu program, muhtemel problem alanlarına bakar, gerekli düzeltici işlemi belirler ve düzeltmenin etkinliğini tespit etme sonrasında faaliyet sürecini takip eder. Bu süreç, hem veri toplama ve analizi yoluyla hem de havayolu, onun tedarikçileri ve kontraktörlerinin bakım fonksiyonlarına ait tüm faaliyetlerinin takibi yoluyla başarıyla tamamlanır [8].

Risk esaslı ve kapalı bir çevrim olan CASS'in işlem basamakları şunlardır [35].

*Gözlem/Denetim: Bir kullanıcının bakım programının icrası (performansı)'nı ve bakım programının sonuçları (etkinliği)'nı ölçmek üzere kullandığı bir bilgi toplama/denetim sürecidir. Bakım programının performansının ölçülmesine yönelik gözlem/denetimin esasında çalışanların, bakım el kitabı kullanıp kullanmadığının değerlendirilmesi gibi, bakım yaparken kontrol edilmesi vardır. Denetleyiciler; el kitapları ve diğer bakım teknik verisi, hava aracı durumu, yapılmakta olan bakım uygulamaları, eğitim, teknik dokümanlar ve yer destek işlemleri gibi alanlara da bakarlar. Bakım programının etkinliğinin ölçülmesine yönelik gözlem/denetimin esasında ise genel olarak uçuş operasyonel verisi (kaza ve olaylar, mekanik gecikme ve iptaller, uçuşta motor durmaları, plansız inişler, motor performansı, pilotun logbook girdileri, onaylanmamış komponent ve parça sökümüleri vb.)nin toplanması vardır.

*Analiz: Bir kullanıcının bakım programının yetersizliklerini ve gerekli düzeltici işlemleri belirlemek üzere kullandığı bir analiz sürecidir. Burada sadece bir yetersizlik değil aynı zamanda onun kök sebebi de belirlenmelidir.

*Düzeltilici İşlem: Bir kullanıcının düzeltilici işlemlerinin uygulanmasını sağlamak üzere kullandığı planlı bir süreçtir. Düzeltilici işlemin ne olduğuna karar verilmesi sonrasında bir düzeltilici işlem planı geliştirilerek uygulanır.

*Düzeltilici İşlemi Takip: Bir kullanıcının düzeltilici işlemlerinin işe yaradığını doğrulamak üzere kullandığı bir performans ölçme sürecidir. Uygulanan düzeltilici işlemin bakım programının belirlenen yetersizliğini giderip gidermediğini görmek için bu süreçte yine gözlem/denetim yapılır.

Bu çalışmada detaylı olarak açıklanacak BGP'nin⁵⁹ temelini oluşturan CASS vasıtasıyla, kullanıcı bünyesindeki bakım emniyet tedbirleri de belirlenebilir.

3.2.1.10. Sağlığa zararlı ve tehlikeli maddelere yönelik emniyet tedbirleri

Sağlığa zararlı ve tehlikeli maddelere işlem yapılması gereksinimlerini içeren bakım emniyeti bakım faaliyetleri içerisinde önemli yer tutar. Bazı hava aracı komponentleri ve hava aracı üzerinde kullanılan bazı sarf malzemeler, insana, çevreye veya hava aracı komponentlerine zarar/tehlike teşkil edebilir. Bunlar arasında hem gözlere, cilde ve akciğerlere, hem de metal, kumaş ve diğer malzemelere zarar verecek yakıcı maddeler yer alır. Radyoaktif maddeler, yanıcı malzemeler ve hatta ışık ve sesin insanlar ve malzemeler üzerinde olumsuz etkileri olabilir [8].

Ağır ve dengesiz yükler, yapı iskelesi ve bakım sehparlarının kurulumu ve kullanımı, yüksek yerlerde çalışmak, hatta yorgunluk ve diğer insan faktörlerini kapsayan emniyet konuları da bu ilgi alanına girer. Kullanıcının, bu gibi durumları tanımlaması ve çalışanlarına bu tür durumlarda korunma, saklama ve kullanma usulleri ile ilgili eğitimleri ve gerekli ekipmanı sağlaması gerekir [8].

3.2.2. OMP'nin temel gereksinimleri

Yukarıda anlatılan AMP'nin temel gereksinimlerine ilave olarak, etkili bir OMP'yi yerine getirmek için bazı diğer faaliyetler mevcuttur. OMP'nin içeriğini oluşturan temel gereksinimlerin ikinci grubunu oluşturan ve bir kullanıcının yukarıda bahse konu zorunlu AMP gereksinimlerini karşılaması için yerine getirmesi gereken faaliyetler olarak bilinen bu faaliyetler de OMP'nin temel gereksinimleri olarak bilinen; Mühendislik, Malzeme, Planlama, MCC (Maintenance Control Center "Bakım Kontrol Merkezi"), Eğitim, Bilgi işlem ve Teknik doküman faaliyetleridir [8].

⁵⁹ BGP: Bkz.Syf.110.

Burada anlatılan hem bakım teşkilatının temel yapısını oluşturan hem de etkili ve yeterli bir OMP'yi yerine getirmek için gerekli faaliyetlerdir. Bazı kullanıcı bakım teşkilatları, belirli operasyonların büyüklüğü öyle yapılmasını dikte ettiği için, söz konusu faaliyetleri gerek gördüğü zaman çoğaltmaya veya birleştirmeye ihtiyaç duyabilir. OMP'de tanımlanması gereken bu faaliyetler aşağıda açıklanmıştır [8].

3.2.2.1. Mühendislik faaliyetleri

Bakım teşkilatı içerisinde yer alan Mühendislik biriminin temel amacı, üreticinin bakım el kitabı ve diğer dokümanlarını referans alan kullanıcıya özgü bir AMP ve OMP kurmak ve zamanla devamlı olarak bu programları iyileştirmektir.

Mühendislik birimi, aynı zamanda arıza gidermede teknik destek sağlar, gerektiğinde çalışılabilir bakım usul ve prosedürlerini geliştirir, üreticinin servis bültenlerini ve diğer bakım tavsiyelerini/değişikliklerini/önerilerini gözden geçirir, bakım tesislerinin (hangarlar, atölyeler, rampalar) dizaynı ve modifikasyonunda kullanıcıya mühendislik uzmanlığı sağlar.

3.2.2.2. Malzeme faaliyetleri

Malzeme biriminin görevi, bakım teşkilatına bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesi için gerekli malzemeleri sağlamaktır. Bu maksatla görevleri arasında, bakım faaliyetleri için gerekli yedek parça, malzeme, YDT ve takım avadanlıkları⁶⁰ satın alma ve depolama, gerektiğinde makinistlere dağıtma, malzeme, ekipman ve takım avadanlıklarıyla ilgili garanti taleplerinin idaresi, onarılabilir malzemelerin uygun bakım birimine veya üreticisine onarım için gönderilmesi yer alır.

3.2.2.3. Planlama faaliyetleri

Planlama birimi, tüm planlı bakım faaliyetlerini ve bu faaliyetler için gerekli insan gücü, tesis ve malzemeleri planlamaktan sorumludur. Aynı zamanda bakım performansında kullanılan zaman, insan gücü ve tesisler ile ilgili veriyi toplayarak, müteakip bakım planlama faaliyetlerinde kullanılacak ihtiyaçları ayarlar.

3.2.2.4. MCC faaliyetleri

Bakım Operasyonları Kontrol Merkezi olarak da bilinen MCC, hat bakım teşkilatının kalbidir ve operasyonel kullanımda olan tüm hava araçlarını takip etmekten

⁶⁰ Takım avadanlık (Tools): El aletleri. Tornavida, pense, kurbağacık gibi araç gereç.

sorumludur. Hava aracı yeri, bakım ve servis ihtiyaçları ve diğer gereksinimler, faaliyetin operasyonel safhası süresince bu merkez tarafından, mevcut muhabere araçları (telefon, telsiz, faks, vb.) vasıtasıyla takip edilir.

MCC, hava araçlarını takibinde tutar ve bilgileri hareket, bakım ve mühendislik faaliyetlerinin her tarafındaki ana birimlerle koordine eder. Böylece gecikmeyi ve arızayı giderme zamanını minimize etmek için gerektiğinde bakım faaliyetleri koordine edilerek hızlandırılabilir. Faaliyetin operasyon safhasını desteklemede ihtiyaç duyulan her türlü bakım, arıza giderme veya malzeme desteğini sağlayabilecek gerekli personeli şirket içerisinde tespit ederek sevk eder.

Dış istasyonlardaki bakım ekibi; bakım faaliyetlerini, malzemelerin ödünç alınmasını veya yerel olarak satın alınmasını, MCC ile koordine etmelidir.

3.2.2.5. Eğitim faaliyetleri

Bakım eğitimi devamlı bir süreçtir. Bakım makinistlerinin, iş yeterliliğine sahip olmak için belirli okullardan ve resmi eğitim kurumlarından ilk eğitimi almış olmasına rağmen, yeni tecrübeler kazanması ve bunları kazanırken yeni işlemler ve prosedürleri öğrenmesi ve gerektiğinde tecrübelerini tazelemesi maksadıyla kullanıcı tarafından eğitim programı dahilinde devamlı eğitim almaları şarttır.

Eğitim birimi, kullanıcı bakım teşkilatı içerisindeki veya bakım dışı eğitim ihtiyaçlarını da karşılayan kullanıcının genel eğitim programı içerisindeki bir birim olabilir. Eğer kullanıcı bünyesinde merkezi bir eğitim birimi kullanılırsa, bakım teşkilatı, ihtiyaçlarının karşılanması için, kendi yöneticilerinden birini bakım eğitimi teması olarak atamalıdır. Eğitim birimi, tüm personel tarafından alınan eğitimlerin kayıtlarını tutar. Eğitim birimi, sadece makinistleri ve teknisyenleri değil, aynı zamanda mühendisleri, gözetmenleri, denetimcileri ve yöneticileri de gerektiğinde eğitmekten sorumludur. Böylece eğitimi alan söz konusu personel, şirketin OMP işletimi içerisindeki kendileriyle ilgili görevlerini yerine getirebilirler.

3.2.2.6. Bilgi işlem faaliyetleri

Bilgi İşlem birimi, kullanıcı bakım teşkilatı içerisindeki tüm bilgi işlem faaliyetleri için ekipman, yazılım, eğitim ve destek sağlar. Bazı havayollarında bu birim şirketin bilgi işlem organizasyonu içine dahil edilebilir. Bununla beraber, bakımın bilgisayar desteğinin tahsisli personel olması ve bu personelin bakım teşkilatıyla direkt olmuyorsa bile yakın çalışması tavsiye edilir.

Bakım faaliyetleri için değişik bilgisayar programları mevcuttur. Bu programlar aşağıdaki modüllerden oluşabilir.

- Arıza bilgisi toplama modülü,
- Malzeme takip ve kontrol modülü,
- Arıza oranları, parça değişim oranları, malzeme kullanım ömürleri gibi güvenilirlik verisi toplama ve kullanma modülü,
- Seri numaralı malzeme takip modülü,
- Bakım faaliyetlerinin takibi maksatlı pek çok diğer izlenebilir bilgi ihtiyaçlarına yönelik modüller.

Tüm bakım faaliyetlerini koordine ve takip edecek bakım bilgi sistemleri, bilgisayarlar kadar bakımı da bilen personelin kontrolü altında bulunmalıdır.

3.2.2.7. Teknik doküman faaliyetleri

Kullanıcı bakım teşkilatı içerisindeki teknik doküman birimi (Teknik kütüphane veya teknik kitaplık da denir.), tüm dokümanların (Kağıt, mikrofilm veya yoğun disk ortamında olması fark etmez.) güncel tutulmasından sorumludur. Tüm teknik dokümanların havayolu içerisindeki giriş noktası olan teknik doküman birimi, ilgili dokümanları veya revizyon sayfalarını uygun bakım birimlerine dağıtır. Ayrıca, dağıttığı revizyon sayfalarının bakım birimlerinde kendi dokümanlarına işlendiğini yerinde kontrol eder. Her bakım biriminin QA tarafından yapılan yıllık denetimi esnasında, tüm dokümanların güncel olduğunu QA görmelidir [8].

Kullanıcıya hava aracıyla birlikte teslim edilen üretici firma dokümanları ile havacılık otoritesi dokümanlarına ilave olarak kullanıcı tarafından hazırlanması gereken dokümanlar da mevcuttur. Hava aracı işleten kullanıcıların kendi bakım süreçlerini detaylandırması amacıyla kendisi tarafından hazırlanıp kullanılan bu dokümanlar;

- * Ops Specs dokümanı,
- * TPPM,
- * "İnspection" el kitabı,
- * QA el kitabı,
- * Güvenilirlik Programı el kitabı,
- * MEL/HIL listesi,
- * Kullanıcı BİK'leri
- * Kullanıcı EO (Engineering Order "Mühendislik Emri")'larıdır [8].

1958 Federal Havacılık Kanunu, havayolunun ticari hizmette işlettiği her bir hava aracı tipi için bir Ops Specs dokümanı geliştirmesini gerektirir [8]. OpSpecs, uçuşun/harekatın icrasında her bir operasyon türüne özgü yetkilendirmeler, limitasyonlar ve belirli prosedürleri içeren temel bir dokümandır [32]. Bu doküman, dokümanda listelenen spesifik bilgiye ilave olarak, her bir hava aracı modeline uygulanacak belirli kullanıcı operasyonlarını tam olarak tarif eden diğer kullanıcı dokümanlarını da referans olarak tanımlayabilir. Ops Specs, kullanıcı operasyonel faaliyetlerinin aşağıdaki hususlarda çerçevesini çizer [8].

- * Sunulan hizmet tipi (yolcu taşımacılığı, yük taşımacılığı veya ikisinin kombinasyonu) ve kullanılan hava aracı tipi,
- * Uçulacak rotalar, kullanılacak hava alanları veya alternatif hava meydanları,
- * Her bir rotada kullanılacak seyrüsefer ve muhabere tesisleri / imkanları,
- * Her hava alanındaki kalkış ve yaklaşma rotaları (alternatif yaklaşma rotaları dahil).

Ops Specs aynı zamanda, her bir hava aracı modeline uygulanabilir olan bir AMP'yi ve OMP'yi de tanımlamalıdır. Burada, QA Programı ve Güvenilirlik Programı gibi bakımın diğer yönleri de tanımlanır. Hava aracı veya sistemlerinin bakımının herhangi bir kısmı üçüncü bir parti tarafından icra ediliyorsa o bakım sözleşmesi de Ops Specs dokümanında belirtilmelidir. Ops Specs detaylı bir doküman olup, havayoluna havacılık otoritesi tarafından atanan bir PMI (Principal Maintenance Inspector "Bakım Baş Kontrolörü/ Denetimcisi") ve havayolu personeli tarafından birlikte oluşturulur ve her bir operasyona uyarlanır. ABD'de bu doküman, katı FAA kurallarına uygun olacak şekilde ve genellikle bir FAA temsilcisinin yardımıyla, havayolu tarafından hazırlanır. Ops Specs, havayolu tarafından uçurulan her bir hava aracı tipi için gereklidir. Havayolunun bakım, "inspection" ve işletim programını detaylandıran ve duplikasyondan kaçınmak için diğer çeşitli dokümanların referans gösterildiği temel bir dokümandır [8].

TPMM el kitabı; kullanıcının bakım ve mühendislik işlemlerinin idari olarak yürütülmesinde esas doküman olup, havacılık otoritesince şart koşulan kullanıcı bakım el kitabı olarak hizmet eder. Çeşitli havacılık bakım teşkilatlarının yöneticileri tarafından sağlanan girdilerle, genellikle mühendislik birimince teknik doğruluk sağlamak için hazırlanır. Bu doküman, tüm OMP fonksiyonlarının ve faaliyetlerinin tam olarak nasıl yerine getirileceğini tanımlamalıdır. TPMM detaylı bir doküman olup birçok ciltten oluşabilir. Bakım teşkilatının tüm birimlerinde görevli personel, özellikle

o birimin iřletimiyle dođrudan ilgili olan birim amirleri, operasyonun dűzgűn bir řekilde icra edilebilmesi için TPMM konusunda eđitilmelidir [8].

TPPM'nin amacı, kullanıcı bakım teřkilatını tűm yűnleriyle tarif etmektir. Bu dokűman řunları içerir [8].

- Kilit personelin tanıtılması, bu personelin gűrev fonksiyonlarının ve kalifikasyonları (yeterlilikleri)'nin tanımlanması,
- Kullanıcının felsefesi ve amaçlarının bir tanımı,
- Bakım tesislerinin (atűlyeler, hangarlar, uçak park rampaları ve bakım faaliyetleriyle ilgili diđer ۆnemli binalar ve sahalar) yerleřim çizimleri ve haritaları,
- Kullanıcının takdirinde belirli bakım, "inspection" ve test faaliyetlerinin nasıl yapılacağını detaylı olarak tanımlayan hususlar ile birlikte havacılık otoritesi dűzenlemelerine gűre belirlenmiş hususlar.

TPPM kontrollű bir dokűmandır ve bu nedenle havayolu içerisinde sadece o bilgiye ihtiyaı olan birimlere dađıtımı yapılacak řekilde sınırlı olarak yayımlanmalıdır. Bazı havayolları dokűmanın tam bir kopyasını tűm bakım teřkilatı birimlerine sađlarken, bazı havayolları da dokűmanın sadece o bakım teřkilatı birimini ilgilendiren kısımlarını ilgili birime sađlar. Mesela, spesifik uçuř hattı operasyonları ile ilgili bilgilerin hangar veya atűlye personeline verilmesine gerek yoktur. Aynı řekilde műhendislik biriminin sorumluluklarına yűnelik bilgilerin uçuř hattına veya dıř istasyonlara, dođrudan bu faaliyetlerle ilgili olmadıkça, dađıtılmasına ihtiyaç yoktur. Bununla beraber tűm bir dokűman mutlaka merkezi bakım kűtűphanesi (Teknik Kitaplık)'nde⁶¹ bulunmalıdır.

TPPM, bir yűrűrlűkteki sayfalar listesini, revizyon numarasını veya harf tanımlamasını ve revizyon tarihlerini içermelidir. Dokűmanda kullanılan tanımlar ve kısaltmaların tam bir listesi de dokűmanda yer almalıdır. TPPM'nin bakım ve yer personeline dađıtımına yűnelik ۆnlemler alınmalıdır. Dokűman bir ciltten daha fazlaysa tűm ciltlerin içeriđi her bir ciltte listelenmelidir. Bununla beraber, bakım ve műhendislik personeline kendi gűrev ve sorumlulukları ile ilgili tűm talimatları sađlayan ilave dahili kural ve prosedűrler arasına deđerlendirme kısmı da konulmalıdır.

⁶¹ Teknik Kitaplık birimi: Bkz.Syf.104.

Şekil 3.2, tipik bir orta ölçekteki havayoluna ait TPPM'nin ana hatlarını göstermektedir. Diğer havayolları farklı olarak teşkilatlanabilir ve bu yüzden farklı bir TPPM içeriğine sahip olabilir.

Manual (TPPM)
General
Manual control system
Organization of the TPPM
Administration
Organizational chart
Key personnel
Operations specifications
Maps of key locations
Listing of approved manuals
Glossary of terms
Quality assurance and control
Organization
Liaison with regulatory authority
Inspection methods and standards
Airworthiness release
Required inspection items (RIIs)
Special inspections
Parts and material inspections
Calibration of tools and test equipment
Continuing analysis and surveillance program
Quality assurance audits
Reliability analysis program
Short-term time escalation program
Test, ferry and special flights
M&E record keeping system
Engineering
Organization
Airworthiness directives
Service bulletins/service letters
Engineering orders
Fleet campaigns
Minimum equipment lists (MEL)
Development
Configuration deviation lists (CDL)
Development
Maintenance program development
Weight and balance control program
Publications/technical library
Production planning and control
Organization
Airplane routing
Production forecasting
Task card development
Maintenance planning
Manpower planning
Material planning
Facility planning
Production scheduling and control
On-airplane
Production scheduling and control
Shops
Performance measurement
Budgeting and cost control

Şekil 3.2. TPPM el kitabının ana hatları [8]

Manual (TPPM) (Continued)

Airplane maintenance

- Organization
- Approved maintenance arrangements
- Contractual arrangements for maintenance
- Airplane logbooks
- Airworthiness release
- Nonroutine maintenance
- MEL, DDG, and CDL
 - Usage
- Deferred maintenance
 - Authorizations
 - Procedures
- Repeat mechanical discrepancy system
- Parts robbing
- Maintenance control center (MCC)
- Standard maintenance practices

Shop repair and overhaul

- Organization
- Contractual arrangements
- Maintenance release
- Component repair/overhaul control
- Standard shop practices
- Shop records

Tools, equipment and facilities

- Organization
- Motorized equipment
- Fuel storage and handling
- Facility maintenance
- Tools and test equipment

Maintenance and inspector training

- Organization
- General policy
- Personnel licensing
- Basic training requirements
- Training categories and courses
- Initial training
- Recurrent training
- Contractor training
- Training records

Materiel management

- Organization
 - Stock numbering system[†]
 - Serviceability of aircraft parts
 - Shipping and receiving
 - Rotable/repairable parts tracking system
 - Storage of parts and supplies
 - Satellite stores
 - Purchasing
 - Inventory control
 - Parts pooling/parts borrowing
 - Parts loan control
 - Warranty claims control
 - Outside repair of rotatable/repairable items
-

Şekil 3.2. (Devam) TTPM el kitabının ana hatları [8]

Manual (TPPM) (Continued)
Safety program
Organization
Policy
Safety procedures
Accident/incident reporting
Maintenance forms
Policy
Responsibility
Preparation and distribution instructions
Samples and usage instructions

* If library is part of engineering. Otherwise it would be listed separately.
† This may be a joint effort with flight operations.
‡ Some airlines assign their own stock numbers for all parts and supplies in order to standardize the number format.

Şekil 3.2. (Devam) TPPM el kitabının ana hatları [8]

Bu doküman, bakım personelinin faaliyetlerini yönetmede ve kontrol etmede kullanılan idari bir araçtır ve bakım operasyonunun tüm yönlerini tanımlamalıdır. TPPM, bakım ve “inspection” fonksiyonlarını yerine getirmek için gereken detaylı talimatları veya spesifik referansları içermelidir. Aynı zamanda, motor değiştirme gibi tekrar eden rutin dışı ihtiyaçlara ve sert iniş, şimşek çarpması, kuş çarpması gibi anormal olaylara yönelik formları, talimatları ve referansları da içermelidir [8].

TPPM, kullanıcının bakım ve servis personelinin uçakların uçuşa elverişliliğini sağlamasına imkan kılmalıdır. Dokümanın karmaşıklığı operasyonun karmaşıklığına göre değişir. Doküman, üreticinin teknik el kitaplarının uygulama alanlarını tarif etmelidir. TPPM, bakım teşkilatının bir nevi kutsal kitabı olduğu için, kullanıcının bakım eğitimi faaliyetlerinde de yaygın olarak kullanılmalıdır.

“Inspection” el kitabı; esas olarak QC personeline dağıtılan ayrı bir doküman olabilir veya TPMM dokümanı içerisinde ayrı bir bölüm olarak (Genel yaklaşım budur.⁶²) yer alabilir. “Inspection” el kitabı, bakım teşkilatı içerisindeki tüm “inspection” faaliyetleri ile ilgilidir. Bunlar arasında [8],

- * MPD/OAMP veya MRBR dokümanından gelen makinist “inspection” görevleri,
- * QC denetimcilerinin görevleri,
- * Özel “inspection”lar (sert iniş, kuş çarpması gibi),

⁶² Bu ve diğer dokümanların TPPM’den ayrı olması halinde, değişiklikler gerektiğinde tüm TPPM için bir değişiklik yayımlamadan yapılabilir. Böyle durumlarda TPPM sadece detaylı dokümanı referans olarak tanır.

* Kullanıcının RII programı,

* Bu fonksiyonları yerine getirmek için gerekli rapor, form ve kayıt işlemleri,

yer alır. Bazı “inspection” el kitapları, QC'nin fonksiyonları arasında yer alması nedeniyle, test ekipmanı ve takım avadanlıklarının kalibrasyonu ile ilgili detayları gösterebilir veya bunlar TPMM'nin ayrı bir bölümünde olabilir.

QA el kitabı; sadece QA denetçilerine özel bir el kitabı olabilir. Bu doküman, “inspection” el kitabının bir kısmı veya TPMM'nin ayrı bir bölümü de olabilir. Doküman içerisinde, QA teşkilatındaki görev ve sorumluluklar ile kullanıcı bakım teşkilatı birimlerinde, tedarikçilerde ve dış kontraktörlerde yıllık olarak icra edilen QA denetimlerinde kullanılan işlem ve prosedürler tanımlanır. Kullanılan formlar ve raporlar, QA kritiklerinin yürütülmesini ve takibini sağlayan prosedürleri içerir [8].

Güvenilirlik Programı el kitabı; bir havayolunun BGP'sini tanımlar. Daha önce anlatıldığı üzere, havacılık kurallarına göre BGP havacılık otoritesi tarafından onaylanmalıdır. Bu yüzden genellikle ayrı bir doküman olarak yayımlanır. Bu doküman BGP'yi öyle detaylı bir şekilde tanımlar ki, havacılık otoritesi tek seferde onun tüm elemanlarını değerlendirebilir ve onaylayabilir [8]. BGP'nin ne olduğu müteakip kısımlarda açıklanacaktır.⁶³

Havacılıkta bakım kaynaklı uçuş gecikmelerini minimize etmeye yarayan MEL/HIL listesi; bir hava aracının, uçuş hareketini ve uçuş emniyetini etkilemeyen belirli gayrı-faal malzemelerle uçuş görevine “dispatch” edilmesine izin verir [8]. Ancak bu gayrı-faal malzemelerden kaynaklanan fonksiyon kaybının uçuş hareketini ve uçuş emniyetini etkilememesi şarttır. Bu liste, hava aracının istisnâlı uçuşuna izin vermesi nedeniyle “İstisna Listesi” olarak da adlandırılabilir.

Arıza durumu istisnaya alınabilen bu malzemeler hava aracının dizayn ve testinin ilk safhalarında gövde üreticisi tarafından dikkatlice belirlenir ve havacılık otoritesi tarafından onaylanır. Böylece hava aracının uçuşu geciktirilmeden istisnâlı malzemelerle uçuş faaliyeti sağlanır. Gövde üreticisi, hava aracı tipine göre mevcut tüm ekipman ve aksesuarları kapsayan bir MMEL yayımlar. Daha sonra havayolu MEL'i oluşturmak için MMEL dokümanını kendi konfigürasyonuna uygun olarak kısaltır. Bu MEL/HIL malzemelerinin birçoğu “redundant” sistemlerle alakalıdır. MEL/HIL kavramı, uçuş/görev ihtiyaçlarını aksatmadan bakımın ertelenmesine izin verir. Bununla beraber, sistemin işletme gereksinimlerine bağlı olarak tavsiye edilen

⁶³ BGP: Bkz.Syf.110.

belirli periyotlar içerisinde (genel olarak 1, 3, 10 veya 30 gün içinde) ertelenen bakımın uygulanması zorunludur [8].

Gövde üreticisi tarafından sağlanan MMEL, uygulandığı hava aracı modeline ait mevcut tüm ekipman ve konfigürasyonları içerir. MMEL, müşteri opsiyonları olarak seçilebilecek yardımcı sistemler yığını ve bazı modellerde motorları sağlayan en fazla 3 üreticiye kadar olacak şekilde, bazı kullanıcılara uygulanabilir olmayan birçok bilgiyi de içerir. Kafa karışıklığını engellemek için, her kullanıcı kendi özel gövde/motor konfigürasyonuna göre MMEL'i uyarlayarak kullanıcıya ait MEL/HIL'i oluşturmalıdır.

Örnek bir MEL/HIL listesi Şekil 3.3'te gösterilmiştir. MEL/HIL, kısaca, havayolu tarafından uçurulan gövde ve motor konfigürasyonuna MMEL dokümanının uyarlanmış halidir. Kullanıcı, her bir hava aracı içerisinde MEL/HIL dokümanının bir kopyasını uçuş mürettebatının faydalanması için taşımalıdır. DDG ve CDL'deki uygun malzemeler HIL/MEL'e de dahil edilmelidir [8].

HIL/ADD LIST													Date : 13-JAN-17
(Document Type=HIL, Aircraft Type=ATR72-212A, Tail Number=TCB-702, Status=A, Extension=A, Date Range=01-07-2013, 13-01-2017)													Time : 14:22:13
MM_521													Page : 5
HIL LIST													
A/C Reg	No	Description	Date Raised	Log Number	Reference	Cat.	Limits	Due Date	Extended Due	Acc. Date	Rem.	Status	Corrective Action
TCB-702	TCB-702-02-04	XPDR #2 IS INOP. TRANSFERRED TO HOLD ITEM LIST PAGE #2 ITEM #4	29-NOV-13	107	MMEL 34-52-1	C	D 10	09-DEC-13		03-DEC-13		CLOSED	ATC STRAP PASSY CONNECTOR CLEANED WITH CONNECTOR CLEANER AND TIGHTENED. OPT TEST PERFORMED NO FAULT OBSERVED. HIL CLEARED (LOGPAGE 108).
TCB-702	TCB-702-02-02	XPDR #2 IS NOT WORKING. TRANSFERRED TO HIL PAGE #2 ITEM #2	15-NOV-13	0076	MMEL 34-52-1	C	D 10	25-NOV-13		22-NOV-13		CLOSED	OPT OF ATC TEST PERFORMED. TEST OK.
TCB-702	TCB-702-01-03	AUTO PRESS ELV SET KNOB UFS	27-AUG-13	0014	MMEL 21-31-1	C	D 20	06-SEP-13	16-SEP-13	13-SEP-13		CLOSED	DIGITAL CONTROLLER REPLACED WITH NEW ONE.
TCB-702	TCB-702-01-01	ADF #2 IS NOT WORKING. TRANSFERRED TO HOLD ITEM LIST PAGE #1 ITEM #1	27-AUG-13	0011	MMEL 34-53-1	C	D 10	06-SEP-13		06-SEP-13		CLOSED	PART REQUESTED FROM ATR GMA. ADF 2 REPLACED WITH NEW ONE. SYSTEM TESTED IAW MM JIC 345300- OPT-10000 FOUND NORMAL. HIL CLEARED.
TCB-702	TCB-702-01-02	BOTH FMS DON'T HAVE TOPEL (KCO - LTBO) APPROACH DATA. TRANSFERRED TO HOLD ITEM LIST PAGE #1 ITEM #2	27-AUG-13	0013	MMEL 34-61-2	C	D 10	06-SEP-13		29-AUG-13		CLOSED	APPROACH AND TAKE OFF PROCEDURES FOR KCO WILL BE UPDATED W/ UPDATE 1311 ON 30 OCT 2013 (LOGPAGE 0018)

Şekil 3.3. Örnek HIL listesi [38]

Yeni bir hava aracının gövde üreticisi tarafından kullanıcıya teslimi sonrasında MMEL'de tanımlı malzemeler kullanıcının uçuş mürettebatı yardımıyla MEL'de tanımlanır. Böylece uçuş personeli, onlarsız veya "degradation" olmuş bir durumda emniyetle uçuş/görev yapabilecekleri sistemleri belirlerler. Bu uçuş personeli aynı zamanda söz konusu istisnâli durumu ne kadar süre (1, 3, 10 veya 30 gün) tolere

edebileceklerine karar verirler. Bu tolerasyon, üretilen hava aracının müşteriye tesliminden önce genel olarak belirlenmiş olmasına rağmen, uçaktaki uçuş ekibi “dispatch” zamanındaki gerçek şartlara göre nihai kararı verirler. Uçak komutanı mevcut şartlara göre onarımlar tamamlanana kadar “dispatch” yapılmamasına karar verebilir veya havayolunun MEL'ine uygun olarak bakımın ertelenmesini isteyebilir. Bakım teşkilatı bu karara uymak zorundadır [8].

MEL ile ilişkili olarak DDG, hava aracı gövde üreticisi tarafından, sapmalar konusunda makinistleri yönlendirmek amacıyla yayımlanır ve kabloları bağlama, sökülen üniteler üzerindeki konektörlerin korumaya alınması, uçuş boyunca bazı ekipmanlara yanlışlıkla takat vermenin önlenmesi için devre kesicileri açma ve etiketleme ile ihtiyati sebeplerden dikkate alınması gereken diğer tüm bakım işlemleri gibi bilgileri içerir. MEL'e benzeyen bir diğer doküman CDL, bazı panellerin eksik olması veya diğer konfigürasyon farklılıklarının emniyeti etkilemediğinin teyit edilmesi durumunda uçağın “dispatch” edilebilmesine yönelik bilgi sağlar [8].

Kullanıcı BİK'leri; hava aracı gövde üreticisi tarafından hazırlanan üretici BİK'lerine göre hazırlanır. Genellikle sadece bir işlem için olan üretici BİK'lerine göre yapılacak bir işlem aynı zamanda, bakım işine başlamadan önce makinistlerin panelleri açmasını, belirli devre kesicileri devreye almasını veya devreden çıkarmasını, diğer ekipmanı açmasını veya kapmasını ve bakım işi bittikten sonra da bu süreçlerin tersini yapmasını gerektirebilir. Bununla beraber, bir hava aracı “check”i esnasında bir havayolunda yapılan işin çoğu, aynı ekipman üzerinde veya aynı alan içerisinde çalışan aynı makinist veya ekip tarafından icra edilen birçok işlem kombinasyonunu içerir. Belirli işlemlerin gereksiz duplikasyonunu veya aynı panellerin gereksiz yere açılmasını ve kapanmasını engellemek amacıyla, çoğu kullanıcı üretici BİK'lerini bir rehber olarak kullanarak, ne yapılacağını tam olarak ifade eden kendi kullanıcı BİK'lerini hazırlarlar. Böylece bakım işlemi esnasındaki mükerrer veya boşa harcanan çabaları engellemiş olurlar [8].

Bazı havayolları verilen bir iş planı dahilinde tüm üretici BİK'lerini makinistlere vermeyi ve onlardan bakım işlemi esnasında duplikasyonlardan kaçınmalarını beklemeyi yeterli ve belki de daha uygun görür. Böyle durumlarda, çoğunlukla üretici BİK'lerini yerine getirmek için özel talimatlar içeren bir kullanıcı BİK'i söz konusu üretici BİK'lerine eklenir. Hangi yaklaşım uygulanırsa uygulansın, teknik doğruluğu sağlayan bu kartları hazırlamaktan bakım teşkilatının mühendislik birimi sorumludur.

Kullanıcı EO'ları; MRBR veya Ops Specs dokümanı içerisindeki bilgiler kullanılarak mühendislik birimi tarafından geliştirilen standart bakım planında yer almayan herhangi bir bakım işlemini resmi hale getirmede kullanılan emirlerdir.

EO'lar, QA tarafından onaylanan ve mühendislik birimince yayımlanan resmi bir belgedir ve bakım teşkilatı içerisinde genellikle PP&C (Production Planning and Control "Üretim Planlama Ve Kontrol") birimi vasıtasıyla uygulanır. Bu belge, bazı havayollarında sadece bir "İş Emri" olarak adlandırılabilir [8].

3.2.3. OMP'nin içeriği

Yukarıda anlatılanlardan özet olarak, hem AMP'nin zorunlu temel gereksinimlerinin hem de OMP'nin temel gereksinimlerinin havacılık işletmesine özgü hazırlanacak OMP'nin içeriğini oluşturan elemanlar olduğu sonucu çıkarılabilir. OMP'nin içeriğini oluşturan bakım programının temel gereksinimleri Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3.4. OMP içeriği (Bakım programı temel gereksinimleri)

3.3. Kullanıcı Bakım Teşkilatının Kurulması/Düzenlenmesi

“AMP'nin Temel Gereksinimleri” başlığı altında, her kullanıcının, hem AMP ve OMP'yi icra edebilen, denetleyebilen, yönetebilen ve güncelleyebilen, hem de AMP'nin ve OMP'nin misyonlarını yerine getirmek için gerekli talimatı vererek bakım personelini yönetebilen ve yönlendirebilen bir bakım teşkilatına sahip olması gerektiğinden bahsedilmiştir.

FAR 121'de yer alan FAA düzenlemesi gereğince, havacılık bakım teşkilatı yönetim makamları olarak en az bir bakım yöneticisi ve bir baş denetimcinin (RII fonksiyonundan ve tüm “inspection”/denetimlerden sorumludur.) kullanıcı bakım teşkilatı içerisinde zorunlu olarak bulunması gerektiği de anlatılmıştı.

Bununla beraber, bir kullanıcı kendi bakım teşkilatını yönetmek ve idare etmek için daha fazla yönetim makamına ihtiyaç duyabilir. Kullanıcı bakım teşkilatında belirtilen yönetim personelinin görev ve sorumlulukları ile yetkileri kullanıcı bakım el kitabında belirtilirken, herhangi bir bakım sürecinde kimin tam yetki ve/veya sorumluluğunun olduğu ve kimin doğrudan yetki ve/veya sorumluluğunun olduğu açıkça gösterilmelidir [35].

Kullanıcı bakım teşkilatının, tüm uçuş operasyonlarını muhtemel en yüksek emniyet seviyesinde yürütmek için aşağıdaki 3 genel organizasyonel fonksiyon makamına sahip olması FAA tarafından tavsiye edilir [35].

- * Birinci seviyede, işi icra eden makinistler ve/veya kontrolörler (operasyon seviyesi),
- * İkinci seviyede, orta yöneticiler ve denetimci/nezaretçiler (taktik seviye),
- * Üçüncü seviyede, bakım programının (AMP ve OMP) sorumlu yöneticisi olan bakım yöneticisi (stratejik seviye).

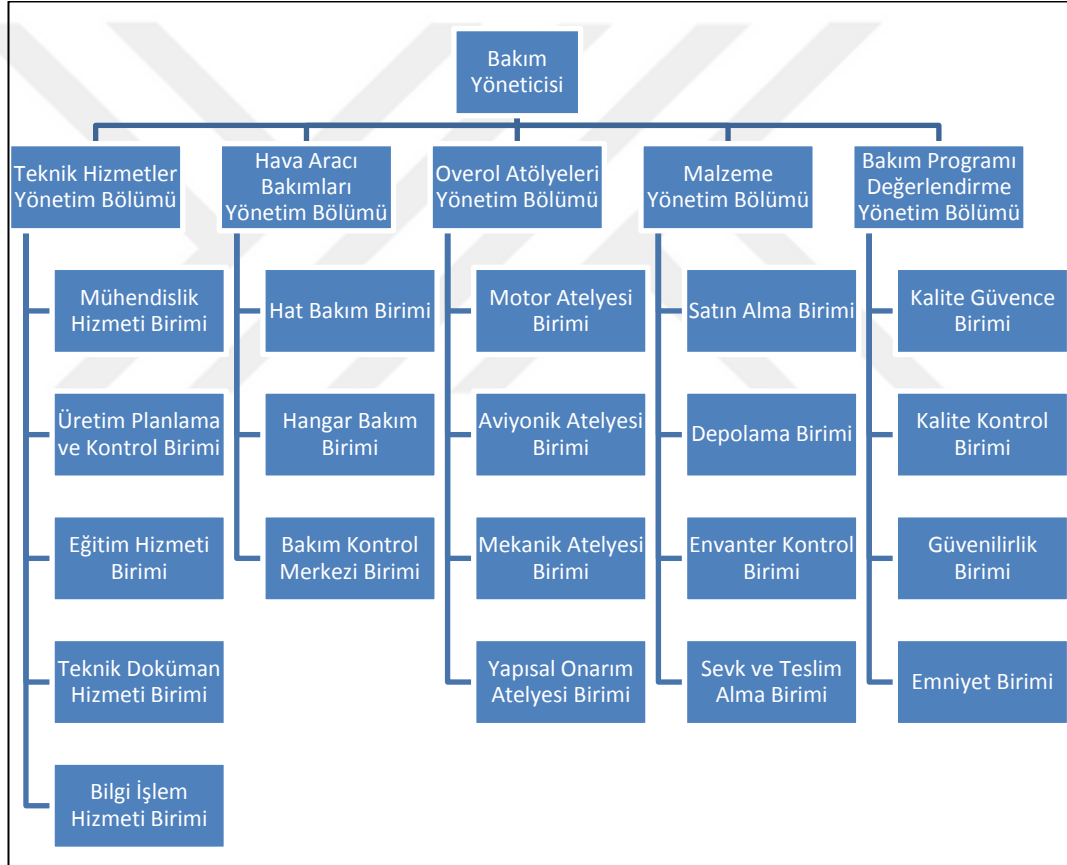
Etkin bir kullanıcı bakım teşkilatının yapısı, teşkilatın tipi ve büyüklüğüne göre değişecektir. Bu yapı, aynı zamanda havayolu şirketinin yönetim felsefesine de göre değişebilir. Fakat akılda tutulması gereken bir şey vardır: Organizasyonel yapı, havayolu şirketinin hedef ve misyonlarını karşılamasına izin vermeli ve şirket içerisindeki her birim, o hedeflere ulaşmak ve misyonları yerine getirmek için yeterli personel ve yetkiyle donatılmalıdır [8]. Bu kapsamda, kullanıcıya özgü AMP ve OMP'yi devamlı olarak başarıyla uygulayacak şekilde bir kullanıcı bakım teşkilatını oluşturmak çok önemlidir.

Havacılık düzenlemeleri; bir kullanıcının,

- “Inspection”, onarım, “overhaul” ve parça değişimi dahil tüm bakım fonksiyonlarının icrasını organize etmesini,
- Gerekli “inspection”/denetim faaliyetlerinin fonksiyonunu diğer bakım ve değiştirme faaliyetlerinin fonksiyonundan ayırmasını,

gerektirir.

Bu organizasyonel ayırım, kullanıcının tüm bakım ve “inspection”/denetim fonksiyonlarının sorumluluğunu üstleneceği bir idari kontrol seviyesi altında yapılmalıdır. İşte bu kontrol seviyesi kullanıcı bakım teşkilatı içerisindeki en üst makam olan bakım yöneticisi seviyesidir [35].



Şekil 3.5. Kullanıcı bakım teşkilatı örneği [8]

Orta ölçekteki bir ticari havayolu şirketi için tecrübe ve gözlemler sonucunda belirlenen en etkin ve yeterli kullanıcı bakım teşkilat yapısı Şekil 3.5'te verilmiştir. Büyük ve küçük ölçekteki havayolları için bu bakım teşkilat yapısının modifiye edilmesi gerekse de, AMP ve OMP'nin temel gereksinimleri olarak tanımlanan fonksiyon ve faaliyetleri etkin olarak başarmada, bu teşkilat yapısında tanımlanan tüm fonksiyonların ayrı ayrı veya birleşik halde mevcut olması şarttır [8].

3.3.1. Kullanıcı bakım teşkilatının organizasyonel yapısı

Orta ölçekteki bir havayolu için Şekil 3.5'te gösterilen temel organizasyonel yapı oluşturulurken, aşağıdaki 3 temel fikirden yararlanılmıştır [8].

- * Kontrol kapsamı fikri,
- * Benzer fonksiyonların gruplanması fikri,
- * Üretim faaliyetlerinin (bakım) gözlem/denetim faaliyetlerinden ("inspection", kontrol ve takip faaliyetlerine nezaret) ayrılması fikri.

3.3.1.1. Kontrol kapsamı fikri

Bu fikre göre, bir başkan (genel müdür), direktör (müdür), birim/kısım amirinin altında çalıştırdığı ona direkt bağlı kişi sayısı, yönetim ve kontrolün etkin olabilmesi için 3-7 kişi arasında olmalıdır. 3 kişiden az olan herhangi bir durum, zaman ve insan gücünün yararsız kullanımı olacak, 7 kişiden fazla olan herhangi bir durum ise patronu aynı anda pek çok işle uğraştıracaktır [8].

Şekil 3.5'teki organizasyonel yapıda, bakım teşkilatının başkanı (genel müdürü) 5 yönetim bölümünü (direktörlüğü/müdürlüğü) idare etmektedir. Sorumlu olduğu yönetim bölümünün saptanmış fonksiyonlarını yerine getirmek için, 5 direktörden her birinin kendisine bağlı gereken sayıda birim amiri vardır. Burada bir birim amirinin idare etmesi gereken kişi sayısını sınırlayarak, verimli ve mutlu bir iş gücü için oldukça gerekli olan yüz yüze teması kaybetmeyecek şekilde, teşkilatın işinin daha kolay yönetilebilir parçalara ayrıldığı görülmektedir.

Teşkilatın birçok farklı tecrübeye sahip işçileri tarafından gerçek bakım işinin icra edildiği daha alt seviyelerinde kontrol kapsamı genellikle bu kadar dar değildir. Bir hat veya hangar bakım biriminde görevli amirin idare etmesi gereken en az 20 veya 30 kadar uzman personel olabilir. Fakat daha üst yönetim seviyelerinde kontrol kapsamını daha az sayıda tutmak uygun olacaktır. Bu daha geniş bir kontrol kapsamının kullanılamayacağı anlamına gelmez.

Tüm yönetim faaliyetleri, yönetimin halihazır kabiliyet ve felsefesi içerisinde elde mevcut kaynaklarla çalışmak için organize edilmelidir.

3.3.1.2. Benzer fonksiyonların gruplanması fikri

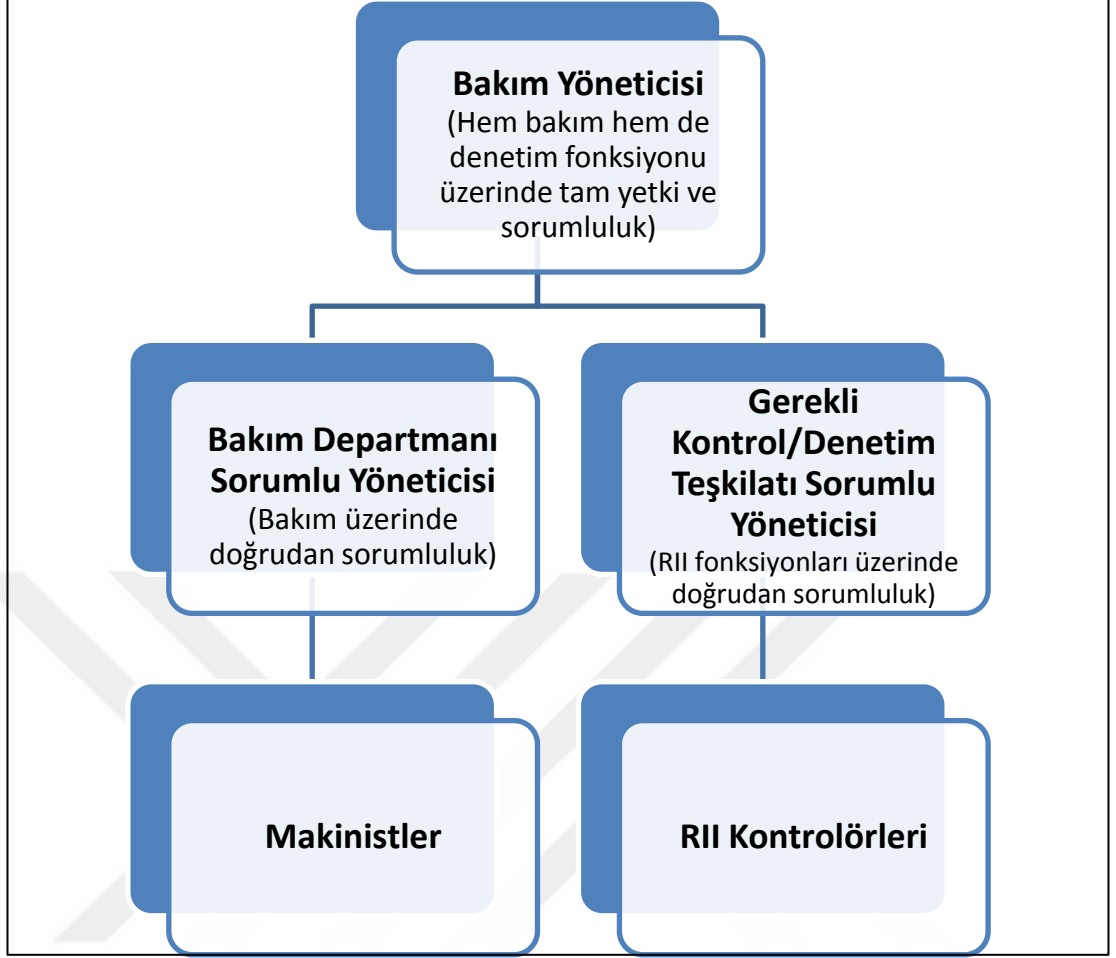
Organizasyonel felsefede kullanılan ikinci temel fikir, bir direktör, birim/kısım amirinin altında benzer fonksiyonların gruplanmasıdır. Bu fikrin sonucu, tüm bakım faaliyetleri (hat bakım, hangar bakım, MCC) bir birim amiri altında toplanır. Tüm bakım “overhaul” atölye fonksiyonları (elektrik ve elektronik atölyeler, mekanik atölyeler, hidrolik atölye vb.) aynı şekilde gruplanır. Tüm “inspection” faaliyetleri, şirketin çalışanlarının kontrolü, malzemelerin kontrolü veya malzeme tedarikçilerinin kontrolü olsun farketmez, tek bir teşkilat birimi altında (Bakım programı değerlendirme yönetim bölümünün fonksiyonları olarak) gruplanır. Malların satın alınmasının idaresi, mühendislik faaliyetlerinin icrası ve planlama yapılması da aynı şekilde gruplanır ki, birim amirleri ve direktörler uzmana sahip oldukları alanlarda düzenli gözlem ve kontrolü sürdürebilsinler [8].

3.3.1.3. Üretim faaliyetlerinin gözlem/denetim faaliyetlerinden ayrılması fikri

Burada uygulanan 3'üncü fikir, her kullanıcı bakım teşkilatına özgü olabilir. FAA düzenlemesi gereğince, her kullanıcı tarafından gerekli bakım “inspection”/denetim faaliyetlerinin fonksiyonunun diğer bakım ve değiştirme faaliyetlerinin fonksiyonundan ayrılması gerektiği daha önce de ifade edilmişti.

FAA felsefesine göre, bir kullanıcı, ticari hava taşımacılık şirketi olarak çalışmak için sertifikasyon alır ve bu yetkilendirme hangi açıdan bakılırsa bakılsın daimidir. FAA kurallarına göre, sertifikaya edilen bir kullanıcı için, kullanıcının belli kurallara (havacılık otoritesi kuralları ile birlikte kendi kuralları) uygun olarak işleri icra etmesini sağlayan bir kendini takip fonksiyonu dahil belirli programlara sahip olması gerekir. Bu, FAA'nın her bir kullanıcıyı her yıl yeniden sertifikaya etme yükünü hafifletir. Bu kendini takip gerekliliği, genellikle QA, QC, güvenilirlik ve emniyet programları (BGP) vasıtasıyla yerine getirilir. Birleşik olarak bu fonksiyonlar, daha önce “AMP'nin Temel Gereksinimleri” başlığı altında bahsedilen CASS gereksiniminin temelini oluşturur. Tavsiye edilen ve genel olarak uygulanan şey, bu kendine takip fonksiyonlarının, herhangi bir kazanç problemi uyuşmazlığını önlemek için takip ettiği bakım fonksiyonlarından ayrı olarak işletilmesidir [8].

Bakım teşkilat şemasında üretim ve denetim faaliyetlerinin ayrılması fikri Şekil 3.6'da gösterilmiştir [35].



Şekil 3.6. Üretim ve denetim faaliyetlerinin ayrılması fikri [35]

3.3.2. Bakım teşkilat yapısındaki yönetim kademeleri

Şekil 3.5'ten de görüleceği üzere kullanıcı bakım teşkilat yapısındaki aşağıdaki yönetim kademeleri, başkan (genel müdür) seviyesiyle başlayıp direktör (müdür), birim/kısım amiri ve ekip lideri seviyeleriyle aşağıya doğru devam eder [8].

- * Bakım Yöneticisi/Genel Müdürü,
- * Ana Fonksiyonların Direktörleri (Yönetim Bölümlerinin Müdürleri),
- * Birim/Kısım Amirleri ve Ekip Liderleri.

Başka bakım teşkilatlarında daha farklı bölüm/birim adları kullanılabilir fakat teşkilat yapısı aynı kalır.

Aşağıda sorumlulukları belirtilecek bakım teşkilatı birimlerinin hepsi, ilgili direktörler, amirler ve ekip liderleri, teşkilatı düzgün işletmek için bazı rutin faaliyetlerden de eşit derecede sorumludurlar. Yürüttükleri bakım fonksiyonlarının yanında ayrıca sorumlu oldukları bu rutin faaliyetler arasında;

- İdari hususların ve personel görevlerinin yönetimi,
- Kendi yönetim birimleriyle ilgili bütçeleme ve planlama gereksinimleri (uzun ve kısa dönem),
- Bakım teşkilatının dışındakiler dahil, diğer birimlerin tamamı veya bazılarıyla bir dizi toplantılar, mektuplar, dokümanlar, notlar, söyleşiler ve ayaküstü fırsat görüşmeleri vasıtasıyla yapılması gereken koordinasyonlar,

yer alır [8].

3.3.2.1. Bakım yöneticisi/genel müdürü

Havayolu içerisindeki tüm bakım teşkilatı fonksiyonlarının başındaki kişi, havayolu organizasyon yapısının nispeten yüksek bir seviyesinde bulunmalıdır. Bu kişi doğrudan Havayolunun Yöneticisine/Genel Müdürüne veya havayolu şirketinin operasyonel faaliyetlerinin başındaki kişiye (Operasyonlar Başkanı veya İşletme Müdürü veya adı her ne ise) bağlı olmalıdır [8].

Bakım Yöneticisi makamı aynı zamanda uçuş operasyonları başındaki kişiyle (Uçuş Operasyonları Başkanı veya Harekat Müdürü veya adı her ne ise) aynı seviyede olmalıdır. Harekat (Uçuş operasyonları) ve Bakım bir madalyonun iki yüzü gibidir, birbirlerini tamamlarlar ve eşit iş yüküne sahiptirler. Harekat tarafı, hava taşımacılık operasyonlarını, mesela uçuşları yönetmekten sorumludur. Diğer yönden bakım tarafı ise, uçuş takvimini karşılamak için uçuşa elverişli hava araçlarını Harekat tarafına teslim etmekten sorumludur. Bakım teşkilatı, hava araçları üzerindeki tüm planlı bakım, modifikasyon, vb. işleri bakım takviminin belirli limitleri dahilinde ve Harekat bölümünün uçuş takvimini karşılayacak şekilde yönetmekten sorumludur. Bakım olmadan uçuş operasyonları kendi faaliyetlerinde oldukça sınırlı kalacaktır. Uçuş operasyonları olmadan bakımın ekipmanların idamesine yönelik bir amacı kalmayacaktır. İkisinin de birbirine ihtiyacı vardır ve havayolunun da ikisine birden ihtiyacı vardır [8].

3.3.2.2. Ana fonksiyonların direktörleri (yönetim bölümlerinin müdürleri)

Şekil 3.5'te belirtilen 5 ana fonksiyon, teknik hizmetler (mühendislik, planlama, eğitim, teknik doküman, bilgi işlem) hava aracı bakımları (hat bakım, hangar bakım, dış istasyonlarda bakım, MCC), "overhaul" atölyeleri (hava aracı üzerinde yapılmayan bakım, onarım, "overhaul"), malzeme hizmetleri (malzemelerin sipariş ve idamesi, garanti durumlarının idaresi, onarımlık ünitelerin ve sarf malzemelerin

sistem içerisinde hareketi) ve bakım programı değerlendirme (teşkilat, çalışanlar ve malzemelerin faaliyetlerini takip, kontrol/denetleme ve değerlendirme)'dir. Görüldüğü üzere, burada bakım ve mühendislik faaliyetlerinden daha fazlası vardır [8].

3.3.2.3. Birim/kısım amirleri

Her bir yönetim bölümü (direktörlük) içerisinde birçok birim/kısım amiri vardır. Bu amirlerden her biri, yönetim bölümünün fonksiyonlarının tamamı içerisinde bir konu üzerinde uzmanlaşmış olduğu bir sorumluluk alanına sahiptir. Her bir amirin sorumluluk alanındaki belirli faaliyetler, bilgili ekip liderleri tarafından nezaret edilen uzman personel ekibini gerektirir.

Bazı büyük teşkilatlarda, ekip lideri ilave faaliyet veya görev paylaştırmaya ve kendi kontrol kapsamını çalışılabilir bir büyüklüğe düşürmek için bir grup lideri veya ekip şefi atamaya ihtiyaç duyabilir. Bununla beraber bir çok kullanıcı için bu seviyedeki kontrol kapsamı daha geniş olabilir [8].

3.3.3. Bakım teşkilatındaki yönetim bölümleri (direktörlükler/müdürlükler)

Şekil 3.5'ten de görüleceği üzere bakım teşkilat yapısındaki yönetim bölümleri aşağıda listelenmiştir [8].

- * Teknik Hizmetler Yönetim Bölümü,
- * Hava Aracı Bakımları Yönetim Bölümü,
- * “Overhaul” Atölyeleri Yönetim Bölümü,
- * Malzeme Yönetim Bölümü,
- * Bakım Programı Değerlendirme Yönetim Bölümü.

3.3.3.1. Teknik hizmetler yönetim bölümü

Teknik hizmetler yönetim bölümü, tüm bakım teşkilatı faaliyetlerine teknik yardım ve destek sağlamaktan sorumludur. Bakım ve “inspection” fonksiyonlarını destekleyen çeşitli faaliyet ve hizmetlerde bulunur. Tamamı bir direktörün (müdürün) sorumluluğunda bulunan faaliyetlerden her biri ise bir birim amirinin idaresi altına verilir. Gerekli görülürse, her bir birim amirinin de grup liderleri ve ekip şefleri gibi daha çok alt yönetim kademeleri olabilir.

Her bir birim amirinin idaresi altındaki aşağıdaki birimlerce icra edilen teknik hizmet faaliyetleri müteakip paragraflarda tek tek anlatılmıştır [8].

- Mühendislik hizmeti birimi,
- PP&C hizmeti birimi,
- Eğitim hizmeti birimi,
- Teknik doküman hizmeti birimi,
- Bilgi işlem hizmeti birimi.

Teknik hizmetlerdeki ana grup olan mühendislik birimi; bazen, en azından küçük hava yollarında diğer destek fonksiyonlarının tümünü veya bazılarını kapsar. Mühendislik biriminin esas işi AMP ve OMP ile müteakip takvimsel planlamaları oluşturmak, ayrıca bakım teşkilatı içerisindeki diğer tüm birimlere teknik yardım ve mühendislik uzmanlığı sağlamaktır.

Mühendislik biriminin amiri, bakım teşkilatı içerisindeki tüm mühendislik fonksiyonlarından sorumludur [8]. Bu fonksiyonlar:

- * İlk AMP'nin (bakım görevleri, aralıkları, takvimi, birleştirme) geliştirilmesi,
- * Kullanıcı ekipmanına SB ve SL uygulamalarının değerlendirilmesi,
- * Faydalı olarak gördükleri SB ve SL uygulamalarının gözlem ve idaresi,
- * Havacılık otoritesinin gerektirdiği modifikasyonların ve AD uygulamalarının nezaret edilerek izlenmesi,
- * BGP tarafından tespit edilen bakım problemlerinin ve bakım yoluyla icra edilen bakım "check"lerinin sonucunda ortaya çıkan problemlerin değerlendirilmesi,
- * Bakım teşkilatına yönelik kural ve prosedürlerin oluşturulması.

Mühendislik birimi, yüksek bir uzmanlık derecesiyle, hava aracının teknik alanı içerisindeki tüm ihtisasları (motor, gövde yapısı, aviyonikler⁶⁴, hava aracı performansı ve sistemler "hidrolik, pnömatik vb.") genellikle yeterli sayıda kapsayan bir uzman mühendis kadrosunu bünyesinde çalıştırır. İhtisas seviyesindeki mevkiler, her bir grup içinde, gerekli görülürse, kendi uzmanlık alanına sahip bir çok mühendisin bulunduğu amir seviyesindeki makamlardır.

Mühendislik birimi, aynı zamanda bakım tesislerinin kullanıcı için planlanmasıyla ilgilendir. Bu birim, gerçekte genel olarak bir dizayn veya mühendislik işini yapmaz. Ancak, bir mühendislik danışman firması ile veya nihai ürünü kullanıcının ihtiyacını karşılamasını sağlayan projelerden sorumlu kontraktörlerle birlikte çalışır [8].

⁶⁴ Aviyonik: Uçak elektroniği, havacılık elektroniği.

PP&C hizmeti biriminin amiri, bakım planlamasını yapmak ve takvimini hazırlamaktan sorumludur. Bu fonksiyon, tüm bakım veya modifikasyon faaliyetleri için gerekli olan özel yardımcıları, insan gücünü, malzemeleri, tesisleri, takım avadanlıkları planlamalı ve programlamalıdır. Bu birimin fonksiyonları şunlardır [8].

- Bakım ile ilgili tüm planlama (kısa, orta, uzun dönem) faaliyetleri,
- Adam-saat, malzeme, tesis, takım avadanlık ve ekipman için standartları tesis etme,
- İş takvimi planlaması,
- Hangarların kontrolü,
- Hava aracı üzerindeki bakımlar,
- Destek atölyelerindeki iş ilerlemesinin takibi.

Teknik/Bakım eğitim hizmeti amiri, bakım teşkilatı çalışanları tarafından iştirak edilen tüm eğitimlere yönelik müfredat, kurs geliştirme, idare ve eğitim kayıtlarından sorumludur. Teknik eğitim birimi, kullanıcı tesisleri dışında alınması gereken herhangi bir eğitimi (vendor eğitimi) de koordine eder. OJT ve iyileştirici veya bir defaya mahsus eğitim faaliyetlerinin geliştirilmesini hat ve hangar bakım personeli ile koordine eder. Bu birim, kullanıcının ihtiyaçlarını karşılamaya yönelik yeni ve özel eğitim kursları düzenleyebilmelidir. Kurs ihtiyaçları çoğu zaman güvenilirlik vasıtasıyla problem araştırması, yeni ekipman veya modifikasyon uygulamaları veya filoya yeni tip hava aracı katılması sonucunda ortaya çıkar [8].

Teknik doküman hizmeti biriminin amiri, bakım teşkilatı tarafından kullanılan tüm teknik dokümanlardan sorumludur. Bu birim, kullanıcı tarafından tesiste hazırlanan dokümanlar dahil, üreticiler ve vendorlardan alınan tüm dokümanların düzgün bir listesini tutar. Aynı zamanda her bir iş merkezinin/atölyesinin alması gereken kağıt, microfilm veya CD formatındaki kopya sayıları da kayıtlarda yer alır. Bu birim aynı zamanda, uygun doküman ve revizyonlarının bu çeşitli iş merkezlerine/atölyelerine dağıtımının sağlanmasından da sorumludur. İş merkezleri/atölyeleri de kendi dokümanlarını düzgün tutmaktan sorumludur. Fakat teknik doküman birimi, genellikle bu sorumluluğun yerine getirildiğini periyodik olarak kontrol eder. Teknik doküman birimi aynı zamanda, kullanıcı sistemi içerisindeki ana teknik kütüphaneyi (teknik kitaplık) ve dış istasyondakiler dahil varsa diğer yardımcı kütüphaneleri idame etmekten sorumludur [8].

Bilgi işlem hizmeti amiri, bakım teşkilatının bilgi işlem usul ve esasları ile ihtiyaçlarını tanımlamaktan sorumludur. Sorumlulukları arasında aşağıdaki hususlar da yer alır [8].

- Her birimden alınan ihtiyaç girdileri ve bilgilerden faydalanmak yoluyla, kullanılacak yazılım ve donanımın seçimi,
- Bilgisayar kullanımı hakkında bakım, "inspection" ve yönetim personelinin eğitimi,
- Bilgi sistemlerini kullanan teşkilata devamlı olarak destek sağlama.

3.3.3.2. Hava aracı bakımları yönetim bölümü

Hava aracı bakımları yönetim bölümü, esas hava aracı bakım faaliyetlerinden (uçuş hattındaki bakımlar ve hangarda icra edilen bakımlar) sorumludur. Bu yönetim bölümünün direktörüne (müdürüne) aşağıdaki 3 birimin amiri (Hat ve hangar bakım amirleri ile MCC amiri) rapor verir [8].

- * Hat Bakım Birimi,
- * Hangar Bakım Birimi,
- * MCC Birimi.

Farklı model hava aracına veya iki ve üzerinde bakım üssüne sahip havayolları için, hava aracı bakım amirlerinin sayısı operasyonun kapsamına göre gerekli görülürse arttırılabilir. Bu birimlerin sorumlulukları aşağıda incelenmiştir.

Hat bakım birimi amiri, hava aracı hizmette iken uçuş hattında bulunan hava araçları üzerinde yapılan işlerle ilgili kullanıcının kural ve prosedürlerine uymaktan sorumludur. Bu hat bakım faaliyetleri, uçuş arası bakım ve servis, günlük "check"ler, kısa aralıklı "check"ler (A "check"inden düşük olan "check"ler) ve A "check"lerini kapsar. Bazen, basit modifikasyonlar, hangarın gereksiz kullanımını önlemek için hat bakım tarafından yapılabilir. Hat bakım birimi, aynı zamanda başka bir kullanıcının sözleşmesel hat bakım faaliyetlerini icra etmek için kullanılabilir.

Hangar bakım birimi amiri, modifikasyonlar, motor değişimleri, C "check"ler ve daha büyük "check"ler, korozyon kontrol ve boyama gibi hangarda bulunan hava araçları üzerinde yapılan tüm işlerle ilgili havayolunun kural ve prosedürlerine uymaktan sorumludur. Hangar bakım fonksiyonu aynı zamanda YDT atölyesi ile birlikte çeşitli destek atölyelerini (kaynak, koltuk ve iç döşeme, kompozitler, vb.) de içerir.

MCC birimi amiri, dış istasyonlardaki ve uçustaki tüm hava araçlarını takip etmekten sorumludur. Bu hava araçlarının tüm bakım ihtiyaçları MCC üzerinden koordine edilir. MCC aynı zamanda aksama süresi ve takvim değişikliklerini uçuş bölümüyle koordine eder. Bazı kullanıcılar, dış istasyon faaliyetlerini koordine eden bir hat istasyonları amirine sahip olabilir. Fakat bu kişi çoğunlukla ana üs MCC operasyonunun bir parçası olur.

3.3.3.3. “Overhaul” atölyeleri yönetim bölümü

“Overhaul” atölyeleri yönetim bölümü, hava aracı üzerinden sökülen malzemelerin bakımını icra eden atölyelerden oluşur. “Overhaul” atölyeleri yönetim bölümü bünyesinde şu atölyeler bulunur [8].

- * Motor Atölyeleri Birimi,
- * Elektrik ve Elektronik (Aviyonik) Atölyeleri Birimi,
- * Mekanik Komponent Atölyeleri Birimi,
- * Yapısal Onarım Atölyesi Birimi.

Bunlar, operasyona bağlı olarak ayrı veya uygun olanların birleştirilmiş olduğu atölyeler olabilir. Bu atölyelerden bazıları başka kullanıcılar için sözleşmesel bakım icra edebilir. Bu atölyelerin sorumlulukları aşağıda açıklanmıştır.

Motor “overhaul” atölyesi biriminin amiri, teşkilatın motorları ve APU’ları üzerinde yapılan tüm bakım ve onarımlardan sorumludur. Birden fazla motor tipi kullanılıyorsa, her bir tip için iş yapacak ayrı bir motor atölyesi olabilir. Fakat bunlar genellikle her bir motor tipi için ayrı kısım amirlerine sahip kıdemli bir yönetici sorumluluğundadır. Motor toplama ve inşa faaliyetleri de genellikle motor atölyesi amirinin sorumluluğuna girer.

Elektrik/elektronik (aviyonik) atölyeleri birimi amiri, elektrik ve elektronik komponent ve sistemlerin hava aracı üzerinde yapılmayan tüm bakımlarından sorumludur. Bu alanda mevcut komponent ve sistem çeşitliliği, bunlara yönelik ihtiyaç duyulan tecrübelerde ve ekipmanda da çok geniş bir çeşitliliğe yol açar. Ayrı kısım amirlerine sahip bir çok atölye (telsiz, seyrüsefer, muhabere, bilgi işlem, elektrik motor tahrikli komponentler, vb.) olabilir. Bununla beraber, insan gücü ve yer optimizasyonu sağlamak ve test ekipmanı envanterini azaltmak için atölyeler bazen birleştirilir.

Mekanik komponent atölyeleri biriminin amiri, aviyonik atölyelerinin amiri ile benzer sorumluluklara sahiptir. Tabi ki tek fark, bu atölyelerin mekanik komponentlere

(akçüatörler, hidrolik sistemler ve komponentler, hava aracı kumanda yüzeyleri “flap⁶⁵, slat⁶⁶, spoiler⁶⁷”, yakıt sistemleri, oksijen, pnömatik, vb.) yönelik olmasıdır.

Yapısal onarım atölyesi biriminin amiri, hava araçlarının tüm yapısal komponentlerinin bakım ve onarımından sorumludur. Bu, sac levha ve diğer yapısal elemanlarla birlikte kompozit malzemeleri de kapsar.

3.3.3.4. Malzeme yönetim bölümü

Malzeme yönetim bölümü, aşağıdaki birimleri vasıtasıyla bakım teşkilatı için tüm malzeme ve ikmalin idaresinden sorumludur [8].

- * Satınalma Birimi,
- * Depolama Birimi,
- * Envanter Kontrol Birimi,
- * Sevk ve Teslim Alma Birimi.

Sorumlulukları arasında ayrıca,

- Satınalma,
- Stoklama ve dağıtım (malzeme depoları),
- Envanter kontrolü,
- Bakım teşkilatı tarafından kullanılan malzeme ve ikmalin sevki ve teslim alınması,

yer alır.

Bu, sadece hava aracının bakım, servis ve mühendislik işlemlerinde kullanılan malzemeleri ve ikmali içermez, aynı zamanda bakım teşkilatının idare ve yönetimi için kullanılan malzemeleri (ofis malzemeleri, üniformalar, vb.) de kapsar. Malzeme yönetim alt birimlerinin sorumlulukları aşağıda belirtilmiştir.

Satınalma biriminin amiri, malzemeleri ve ikmali satınalmaktan ve bu siparişlerini sistem üzerinden takip etmekten sorumludur. Bu, filoya yeni bir hava aracı katıldığında malzemelerin ilk dağıtımıyla ve kullanımlarına bağlı olarak bu malzemelerin devamlı ikmaliyle başlar. Satınalma birimi aynı zamanda garanti taleplerinin ve sözleşmesel onarımların idaresinden de sorumludur.

⁶⁵ Flap: Hava aracının kanatlarında bulunan hareketli kanatçık.

⁶⁶ Slat: Hava aracının kanatlarının hücum kenarındaki hareketli kumanda yüzeyi.

⁶⁷ Spoiler: Hava aracının kanatlarının üzerindeki hava akışını dağıtarak kaldırma kuvvetini azaltan kumanda yüzeyi.

Depolama biriminin amiri, hat, hangar ve atölye bakım faaliyetlerinde bakım personeli tarafından kullanılan malzemelerin ve ikmalin depolanması, idaresi ve dağıtımını sorumluluğunu alır. Makinistlerin malzemelere ve ikmale çabuk erişimini sağlamak ve bu malzemelerle ikmalin temin etmede harcanan zamanı minimize etmek için, depo alanları veya malzeme dağıtım noktaları çeşitli iş merkezleri/atölyelerinin yanına yerleştirilir.

Envanter kontrol biriminin amiri, hareket görmeyen malzemeler için aşırı yatırım yapmadan, sıklıkla kullanılan malzemeler için ise eldeki mevcut stoğu çok erken veya çok çabuk bitirmeden, eldeki mevcut malzemeler ve ikmalin normal ve beklenen bir kullanım hızında yeterli olmasını sağlamaktan sorumludur.

Sevk ve teslim alma biriminin amiri, dışarıdan gelen malzemeler için gümrük klerensi, paket açma, kabul "inspection"ı, etiketleme, vb. işlemlerle birlikte, dışarı giden malzemeler için paketleme, sevk faturası hazırlama, sigorta, gümrük vb. işlemlerden sorumludur. Bu, havayolundan dışarı giden veya havayoluna gelen tüm malzemeleri kapsar.

3.3.3.5. Bakım programı değerlendirme yönetim bölümü

Bakım programı değerlendirme yönetim bölümü, bünyesindeki aşağıdaki birimler vasıtasıyla bakım teşkilatını sürekli izleme ile görevli bir organizasyondur [8].

- * QA Birimi
- * QC Birimi,
- * Güvenilirlik Birimi,
- * Emniyet Birimi.

Bu birim CASS faaliyetlerinden sorumlu olacaktır. Bu birimin fonksiyonları arasında QA, QC, güvenilirlik ve emniyet yer alır. Bu fonksiyonlar aşağıda tek tek incelenmiştir.

QA biriminin amiri, bakım teşkilatı içerisindeki tüm birimlerin havacılık otoritesi gereklilikleri ile birlikte şirketin kural ve prosedürlerine uymasını sağlamaktan sorumludur. QA amiri, bakım işletimi için standartları oluşturur ve QA denetçileri yıllık denetlemeler vasıtasıyla bu standartlara uyulmasını sağlar. QA aynı zamanda dış tedarikçilerin ve kontraktörlerin hem şirketin hem de havacılık otoritesinin kural ve düzenlemelerine uyumlu olmasını denetlemekten de sorumludur.

QC biriminin amiri, bakım ve onarım işlerinin rutin “inspection”larını icra etmekten, bakım ve “inspection” personelini sertifikaya etmekten ve RII programının yönetiminden sorumludur. Bu son fonksiyon, RII malzemelerinin tanımlanmasını ve bu “inspection”ı yapmaya ve malzemeyi kabul etmeye yetkili belirli personelin sertifikasyonunu içerir. QC teşkilatı aynı zamanda bakım el aletlerinin ve test ekipmanının kalibrasyonundan sorumludur. Ayrıca, NDT ve NDI prosedürlerini de uygular veya denetler.

Güvenilirlik biriminin amiri, kullanıcının BGP’sini icra etmekten ve problem alanlarının tespit edilmesini sağlamaktan sorumludur. Bu sorumluluk, veri toplama ve analizini, muhtemel problem alanlarının tanımlanmasını (Tanımlanan problem alanları daha sonra mühendislik birimi tarafından detaylı incelenir.) ve aylık güvenilirlik raporunun yayımlanmasını içerir. BGP icra faaliyetleri bu bölümün son kısmında daha detaylı anlatılacaktır.⁶⁸

Emniyet birimi, bakım teşkilatı içerisindeki emniyet ve sağlık ile ilgili faaliyetlerin düzenlenmesi, uygulanması ve idaresinden sorumludur. Emniyet amiri, aynı zamanda bakım teşkilatı bünyesindeki emniyet olaylarıyla ilgili tüm taleplere işlem yapılmasından ve raporlanmasından sorumludur.

3.3.4. Havayolunun büyüklüğüne göre farklı bakım teşkilatları

Yukarıda anlatılan bakım teşkilatı yapısının tüm ticari kullanıcılar için uygun olmayacağı açıktır. Burada bahsedilen tipik orta ölçekteki havayolundan hem daha küçük hem de daha büyük olan havayolları bahse konu bakım teşkilatı düzenlemesiyle verimli olarak işletilemezler. Bu nedenle daha küçük ve daha büyük havayolları için bakım teşkilatı yapısında değişiklik yapma ihtiyacı ortaya çıkar [8].

3.3.4.1. Küçük havayolları bakım teşkilatı

Küçük havayolları için Şekil 3.5’teki bakım teşkilatı yapısı iki sebepten dolayı kullanılamaz. Birincisi, bu organizasyondaki tüm mevkileri doldurmak için yeterli sayıda personele sahip olmayabilirler. İkincisi, bu personelinin tamamını veya bazılarını tam zamanlı çalıştırmak için yeterli miktarda bir işleri olmayabilir. O zaman yönetim yapısının değişmesi gerektiği aşikardır. Bu değişim birkaç yolla yapılabilir.

⁶⁸ BGP: Bkz.Syf.110.

Herşeyden önce, tipik orta ölçekli havayoluna ait bakım teşkilatı şemasında tanımlanan tüm faaliyetlerin herhangi bir havayolunda bir nebze de olsa icra edilmesi gerektiği söylenebilir. Bu fonksiyonların hepsi etkin bir bakım işletimi için gereklidir. Bununla beraber, büyüklük ve personel kısıtlamalarına bağlı olarak, bakım teşkilatı içerisindeki bir birimden veya bir yönetim bölümünden bu fonksiyonlardan ikisini veya daha fazlasını aynı anda yerine getirmesi istenebilir. Mesela, QC fonksiyonları iş merkezleri/atölyelerindeki yetkili personele tahsis edilebilir. Makinist ve teknisyenler, bakımdaki düzenli görevlerinin yanısıra, gerektiği zaman QC “inspection”ı görevini de icra edebilir. Bununla beraber, bu “inspection” faaliyetleriyle ilgili QA teşkilatı/personeli, yetkili makinist/teknisyenin yapacağı bu QC “inspection”larına nezaret edebilir.

Daha küçük havayollarında mühendislik ve güvenilirlik fonksiyonları da birleştirilebilir. Teknik doküman, eğitim ve hatta PP&C, eldeki mevcut personel tecrübesinden faydalanmak için birleştirilebilir. Hat ve hangar bakım fonksiyonları ayrı teşkilatlara sahip olsa da aynı personeli kullanabilir. Aynı zamanda bu iki fonksiyon, tek bir bakım teşkilatı birimi olarak da birleştirilebilir.

3.3.4.2. Büyük havayolları bakım teşkilatı

Özellikle birden fazla bakım üssüne veya farklı şehirlerde konuşlanan bakım tesislerine sahip olan daha büyük kullanıcılar için, Şekil 3.5'ten farklı bir bakım teşkilatı yapısı gerekli olacaktır. Hangar bakım işinin yapıldığı her bir üste mutlaka bir hangar bakım teşkilatına ihtiyaç olacaktır.

Mesela, büyük bir havayolu şirketine ait 757 uçakları üzerindeki hangar bakımları bir yerde yapılırken, A310 uçakları üzerindeki hangar bakımları farklı bir şehirde yapılabilir. Dolayısıyla bu büyük havayolunun ana üssü (neresi olursa olsun)'ndeki bir hangar bakım teşkilatı yeterli olmayacaktır. Bununla beraber, her bir üste ayrı yöneticilerle birlikte her iki birimden de sorumlu ortak seviye bir yönetici gerekli olabilir. Benzer düzenlemeye PP&C ve belirli destek atölyeleri de ihtiyaç duyacaktır.

Tekrar belirtmek gerekir ki, havayollarının gerçekten nasıl teşkilatlandırıldığına bakılmaksızın, bizim tipik bakım teşkilatı yapısında (Şekil 3.5) listelenen tüm bakım fonksiyonlarının her havayolunda mutlaka yerine getirilmesi asıl önemli olan husustur.

3.3.4.3. Tam ve kısmi organizasyonel yapı karşılaştırması

Anlatılan bahse konu tipik kullanıcı bakım teşkilat yapısının, Şekil 3.5'te listelenen tüm fonksiyonları tek başına icra etmeyen bir kullanıcı için yeterli olmadığı da göz önünde bulundurulmalıdır. Mesela, birçok küçük havayolu ve bazı büyük havayolları, kendi hangar bakımlarını yapmazlar ve bu nedenle hangar bakım teşkilatına ihtiyaç duymazlar. Bir veya birkaç alandaki atölye bakımlarını (aviyonik, hidrolik, vb.) dış kaynaktan karşılayan havayolları için de aynı durum geçerlidir. Fakat belirli bakım fonksiyonları, havayolunun kendisi tarafından icra edilmese bile ekipmanın düzgün idamesi için mutlaka yerine getirilmelidir. Havayolu, dış kaynaktan karşıladığı bu bakım fonksiyonlarının tamamlandıklarını görmek ve bu işlemleri diğer havayolu faaliyetleriyle koordine etmek için, bakım teşkilatı içerisinde birini bu fonksiyonlardan sorumlu olarak görevlendirmelidir [8].

Buraya kadar, bir kullanıcının havacılık bakım güvenilirliğini kazanmaya ve sürdürmeye yönelik olarak, sırasıyla ve sistematik bir şekilde AMP ve OMP'sini oluşturmasının, daha sonra oluşturduğu bu bakım programlarının temel gereksinimlerini karşılamasının ve bakım program faaliyetlerini icra edecek uygun bakım teşkilatını kurmasının gerekliliğinden bahsedildi. Şimdi de programı, kaynakları ve teşkilatıyla bir bütün olarak oluşturulan bu bakım sisteminin etkinliğini sürekli ölçerek, gerektiğinde onu güncelleyip iyileştirebilecek ve böylece güvenilirliğini sürekli sağlayabilecek bir BGP oluşturma sürecinden bahsedilecektir.

3.4. Kullanıcıya Özgü BGP Oluşturulması ve İşletilmesi

Daha önce de belirtildiği üzere, bir sistemin belirtilen periyottaki kalitesini [4] veya belirli periyotta ve belirli şartlar altında arıza yapmama ihtimalini [1, 4, 8, 16, 17] ya da bakım yapılarak korunduğunda göstereceği kendine özgü kusursuzluk seviyesini [8] tanımlayan güvenilirliği, onun sağlamlığı/istikrarı olarak da düşünülebilir [1, 8].

Havacılık endüstrisinde, havacılık bakımı bir sistem olarak ele alındığında, hava araçlarının kullanımı safhasında karşımıza çıkan bakım güvenilirliği kavramı ile ilgili aşağıda belirtilen iki temel yaklaşım bulunmaktadır [8].

*Birinci yaklaşım, esas olarak tüm havayolu uçuşlarının güvenilirliğini veya sadece bu tüm havayolu uçuş güvenilirliğine hizmet eden bakım faaliyetlerini dikkate alır. Tüm havayolunun uçuş güvenilirliğine bakan bu ilk yaklaşım, esasen havayolunun planlı uçuşlarının zamanında kalkışlarını ne kadar sıklıkla başardığı demek olan

“dispatch” güvenilirliği tarafından ölçölür. Bu yaklaşımı kullanan havayolları planlı kalkış zamanına göre 15 dakikayı geçen gecikmeleri takip eder. Gecikme sebepleri; bakım, uçuş operasyonları, hava trafik kontrol, vb. olarak kategorilendirilir ve bu doğrultuda kaydedilir. Bakım teşkilatı sadece bakım kaynaklı gecikmelerle ilgilenir. Bu güvenilirlik yaklaşımını kullanan havayolları gecikmelere sebep olmayan bakım problemlerini sıklıkla görmezden geldiği için, bu yaklaşımın, havacılık bakımının bir sistem olarak ele alınmasını sağlayan iyi bir AMP ve/veya OMP oluşturmada tam anlamıyla etkin olduğu söylenemez.

* İkinci yaklaşım ise özel olarak hem AMP'nin hem de OMP'nin güvenilirliğini dikkate alan kullanıcıya özgü bir BGP'nin oluşturulmasıdır. BGP, hava aracı ve ekipmanının güvenilirliğini tamamen iyileştirmek için, gecikmelere sebep olsun veya olmasın, tüm bakım problemlerini tespit etmek ve bu problemlerin analizini sağlayarak düzeltici işlemleri belirlemek için spesifik olarak dizayn edilir. Yukarıda bahsedilen “dispatch” güvenilirliği BGP'nin sadece bir parçasıdır. Tüm gecikmeler bakımdan veya ekipmandan kaynaklanmadığı gibi, bir gecikmeye sebep olan uygunsuzluklar için de sadece ekipman, bakım prosedürleri veya personel incelenemez.

Burada birinci yaklaşımdaki havayolu uçuş güvenilirliğine hizmet eden bakım faaliyetlerini de kapsayan AMP ve OMP bir sistem olarak düşünölürse, ikinci yaklaşımdaki AMP ve OMP'nin güvenilirliği kavramları ortaya çıkar. Havacılık bakım yönetiminin temel taşı olan AMP ve OMP'nin güvenilirliğini sağlamak üzere kullanıcıya özgü bir BGP vasıtasıyla etkinliğini sürekli ölçmek ve değerlendirmek, maliyet-etkin bir havacılık bakım yönetiminin en önemli şartıdır.

Kullanıcı, AMP'nin ve OMP'nin etkinliğinin sürekli takip/kontrol edilebilmesini ve ihtiyaca göre revizesini/geliştirilmesini [1] sağlamak için kullanıcıya özgü bir BGP oluşturmalı ve bu programa göre tüm bakım sistemini yönetmelidir [8]. Çünkü, AMP ve OMP'nin bir BGP vasıtasıyla etkinliğinin sürekli ölçölerek bakım optimizasyonunu sağlayacak şekilde güncel tutulması, maliyet-etkin bir hava aracı bakım yönetiminin temel standardı olan bakım güvenilirliğinin kontrol altında tutulması demektir.

Havacılıkta bakım güvenilirliği kontrol altında tutulmazsa, özellikle hava araçlarının kullanım safhasında bakım işgücü eksiklikleri, yedek parçaların hazır bulunamayışı, lojistik gecikmeler, bakım tesislerinin yetersizliği, uzun süren modifikasyonlar ve kompleks konfigürasyon yönetimi maliyetleri gibi istenmeyen çok karmaşık olaylar meydana gelebilir.

Yine bakım güvenilirliğinin kontrolsüzlüğü nedeniyle hava aracı ve sistemlerinin düşen güvenilirlik seviyesi, bunların onarımları sonrası bakım kaynaklı arızalarının domino etkisine bağlı olarak daha da düşerek hava aracı ve sistemlerini güvenilmez hale getirebilir. Bu nedenle, hava araçlarının kullanım safhasında oluşturulacak kullanıcıya özgü bir BGP vasıtasıyla o kullanıcıya ait hem AMP hem de OMP etkin ve güvenilir bir şekilde yönetilebilecek ve böylece bakım güvenilirliğinin kontrol altında tutulması sağlanabilecektir. Hava aracı işleten tüm kullanıcıların bir BGP'ye sahip olması, havacılık otoriteleri tarafından da şart koşulmuştur [1, 2, 3].

Kullanıcı tarafından işletilen tüm hava aracı tiplerini kapsayacak şekilde oluşturulacak BGP, aşağıdaki 4 fonksiyonu yerine getirmek suretiyle AMP'yi ve OMP'yi yönetmek/kontrol etmek için gereken bir takım kural ve uygulamalardır [8].

- Hava araçlarının ve ilgili ekipmanlarının performansını izlemek ve herhangi bir düzeltici işlem ihtiyacına dikkat çekmek,
- İhtiyacına dikkat çekilen bahse konu düzeltici işlemlerin etkinliğini takip etmek,
- Bahse konu düzeltici işlemler her ne zaman bakım işlem maddesi olarak uygun bulunursa, bakım aralıklarını veya AMP prosedürlerini ayarlamaya karar vermek için veri sağlamak,
- Benzer şekilde OMP'de belirtilen tüm bakım faaliyetlerinin de performansını izleyerek, tespit edilen düzeltici işlem vasıtasıyla gerektiğinde OMP'yi güncellemeye karar vermek için veri sağlamak.

Bu bağlamda, BGP; veri toplama ve elde etme, toplanan verinin istatistiksel analizi, negatif yönde eğilim gösteren verinin tespiti ve negatif eğilimi düzeltmek için gerekli düzeltici işlemlerin tanımlanması faaliyetlerini içeren, hem operasyon standartlarını teknik açıdan iyileştiren hem de hava aracı sistem dizaynındaki değişiklikleri tetikleyen bir takım organizasyonel prosedür ve sorumluluklar olarak tanımlanabilir [1, 17]. BGP, hava aracı tipinin güvenilirliği ile birlikte her bir spesifik hava aracı sistem ve komponentlerinin güvenilirliği hakkında da bilgi verir [1, 5].

BGP'nin temeli aslında RCM'deki durum takibi kavramına dayanır. Çünkü, RCM'deki durum takibinde de, ekipmana ait mevcut çevrimiçi veya çevrimdışı performans verisi beklenen/olması gereken değerlerle karşılaştırılarak analiz edilir ve gerektiğinde önceden belirlenmiş operasyonel limitlere bağlı olarak alarmlar üretilir [23]. Böylece BGP; hava aracı dizaynındaki kusurları, tutarsız bakım faaliyet ve prosedürlerini, planlı bakımlardaki uymazlıkları ortaya çıkarabilir [1].

Burada, kullanıcıya özgü oluşturulacak bir BGP'nin içeriğini oluşturan işlem basamaklarını anlatmadan önce, BGP'yi oluştururken kullanılacak güvenilirlik türlerinden bahsetmekte fayda vardır.

3.4.1. BGP'de kullanılacak güvenilirlik türleri

Bir havayolu faaliyetinin tüm güvenilirliği, bakım faaliyetlerinin güvenilirliği, envanterindeki bir sistem veya komponentin güvenilirliği, hatta idari olarak uyguladığı bir işlem, fonksiyon veya kadrosunda çalışan personelin güvenilirliğinden bahsedilebilir. Burada spesifik olarak AMP'nin güvenilirliği incelenecektir. Kullanıcıya özgü bir BGP'de bakım faaliyetleriyle ilgili dikkate alınması gereken 4 güvenilirlik türü vardır [8].

3.4.1.1. İstatistiksel güvenilirlik

Her tip hava aracına veya sistem/komponentlerine ait arıza, söküm ve onarım oranlarının toplanmasını ve analizini esas alır. Bu açıdan bu tip bakım işlemlerinden her biri olay olarak adlandırılır. Olay oranları, genellikle her 1000 fh'de veya her 100 uçuş sortisinde gerçekleşen olay sayısı şeklinde hesaplanır. İstatistiksel açıdan, 30 adet veri noktasından daha az olan veri seti için yapılacak istatistiksel hesaplamaların dikkate değer olmayacağı unutulmamalıdır. Bu yüzden istatistiksel güvenilirlikte yeterli verinin toplanması esastır. Genel olarak, işlettiği hava aracı tipi sayısı 10 adedin üzerinde olan havayolları bu güvenilirlik türünü kullanmaya meyillidir.

İstatistiksel güvenilirlikte, toplanan olay oranlarının ön değerlendirmesinin yapılabilmesi ve muhtemel problem tespiti için, mutlaka referans alınacak veya karşılaştırma yapılacak bir alarm seviyesi belirlenmesi gerekir. Alarm seviyelerinin ilk olarak nasıl oluşturulduğu, sonra nasıl ayarlandığı ve toplanan olay oranlarının alarm durumlarının nasıl okunduğu Md.3.4.2.2'de yer alan "Problem sahası ikaz sistemi" başlığı altında anlatılmıştır.

3.4.1.2. Tarihsel güvenilirlik

Halihazır olay oranlarının geçmiş yıllarda yaşananlarla basit bir karşılaştırmasının yapılmasıdır. Olay oranları, bir takvim yılında gerçekleşen olay sayısı şeklinde hesaplanır. Eğer geçmiş yıldaki veriyle arasında önemli bir fark varsa bu muhtemel bir problem belirtisi olarak değerlendirilir. İşte bu da bir BGP'nin bize tamamen ne için olduğunu gösterir; problemleri tespit etmek ve müteakiben çözmek.

Tarihsel güvenilirlikte, alarm seviyelerinin istatistiksel güvenilirlikte olduğu gibi kullanılmasına ihtiyaç olmadığı için herhangi bir alarm seviyesinin hesaplanmasına gerek yoktur.

Tarihsel güvenilirlik, daha çok, envantere yeni bir ekipman (hava aracı veya motoru veya sistemi veya ekipmanı) girdiğinde ve daha önce mevcut bir olay oranı verisi veya ne tür bir olay oranı beklendiğine yönelik hiç bir bilgi olmadığında kullanılır. Alarm seviyesini belirlemek üzere yeterli veri toplandığında ekipman istatistiksel güvenilirlik programı içerisine ithal edilebilir.

Bazı havayolları bir hava aracı istatistik yıllığı tutmak vasıtasıyla sadece tarihsel güvenilirlik yöntemini uygulayabilir. İstatistik yıllığında 2 ile 5 yıl arasında saklanan olay oranları verileri, normal veya kabul edilebilir oranların ne olacağına belirlenmesi için kayıt altına alınarak grafiklerle plotlanabilir ve analiz edilebilir.

Toplanan olay oranlarının değerlendirilmesinde istatistiksel veya tarihsel güvenilirlik metotlarından hangisinin kullanılması gerektiğine yönelik bir örnek, Md.3.4.2.2'de "Problem sahası ikaz sistemi" başlığı altında verilerek Şekil 3.8'de gösterilmiştir.

3.4.1.3. Olay odaklı güvenilirlik

Kuş çarpması, sert iniş, uçuşta motor durması, şimşek çarpması veya diğer kaza ve olaylar gibi bir defalık olaylarla ilgilenir. Bu tip olaylar düzenli aralıklarla meydana gelmez ve bu nedenle kullanılabilir bir istatistiksel veya tarihsel güvenilirlik verisi üretmez. Yine de meydana gelen her bir olayın, sebebini bulmak ve tekrar meydana gelmesini önlemek için araştırılması gerekir.

3.4.1.4. "Dispatch" güvenilirliği

"Dispatch" güvenilirliği, aslında sadece olay odaklı güvenilirlik yaklaşımının özel bir türüdür. "Dispatch" güvenilirliği, havayolu operasyonunun tüm etkinliğinin zamanında kalkışlar açısından bir ölçümü olup, 100 sortiye esas alan basit bir hesaplamadır. Mesela, 200 sortide 8 adet gecikme ve iptalin yaşandığı bir havayolunda, gecikmeler 100 sortide 4 adede denk olduğu için gecikme oranı %4, "dispatch" oranı yani "dispatch" güvenilirliği ise %96'dır.

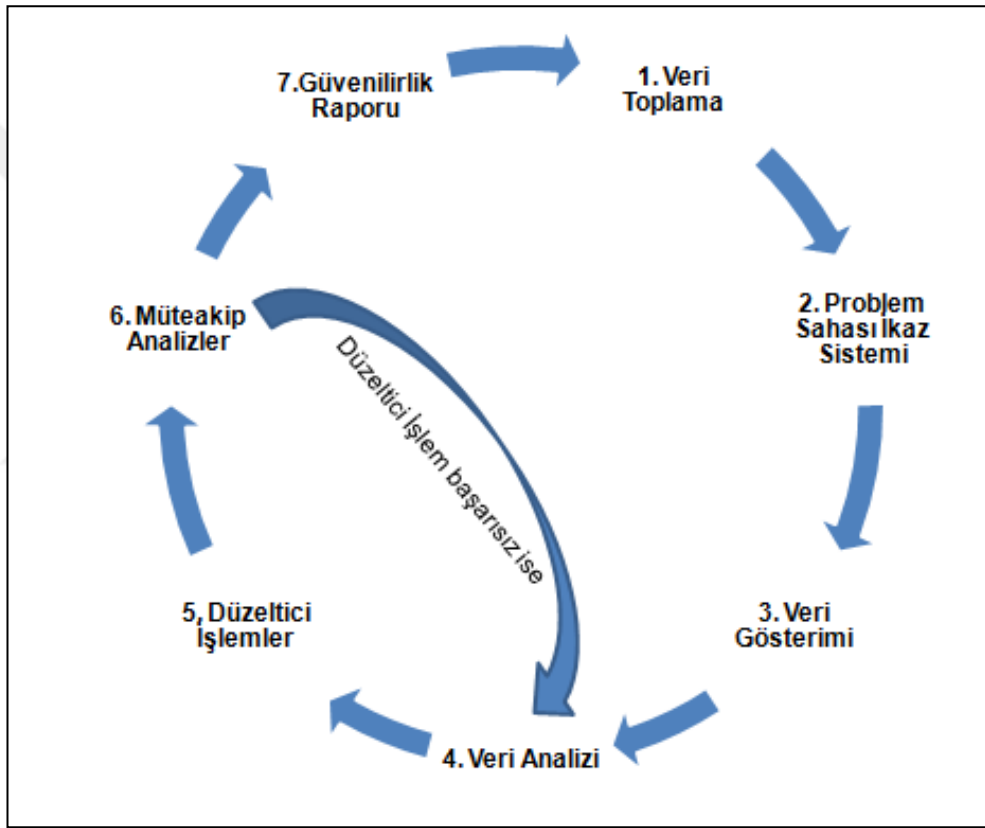
Bazı havayolu bakım güvenilirlik programları sadece "dispatch" güvenilirliğini takip eder. Yani, sadece bir uçuşun gecikmesi veya iptaline sebep olan teknik problemleri

izler ve araştırmalar. Ancak sadece “dispatch” güvenilirliğinin takibi, bakım programının etkinliğinin llmesi ve sağlanmasında yeterli değildir.⁶⁹

şimdi artık kullanıcıya özgü oluşturulacak bir BGP'nin içeriğini oluşturan işlem basamakları, başka bir deyişle BGP'nin elemanları açıklanabilir.

3.4.2. BGP'nin elemanları

İyi bir BGP'nin bir takım prosedürler ve idari fonksiyonlarla birlikte toplam 7 adet elemanı bulunur.



şekil 3.7. BGP'nin elemanları (İşlem basamakları)

şekil 3.7'de gösterildiği üzere, BGP'nin aynı zamanda işlem basamakları olan elemanları; veri toplama, problem sahası ikazı, veri gösterimi, veri analizi, düzeltici işlemler, müteakip analizler ve aylık veri raporlamasıdır [1, 8, 39].

Hazırlanacak BGP'de bahse konu her bir işlem basamağı tanımlanmalı ve bu işlemlere yönelik görev ve sorumluluklar ile prosedürler belirtilmelidir.

⁶⁹ Mesela, varış istasyonuna iki saat kala havada teknik bir arıza yaşayan bir uçağın arızası uağ yere inmeden önce ön hazırlık maksadıyla bakım ekibine bildirilmezse ve yerdeki arıza onarımı gecikmesi “dispatch” güvenilirliğini olumsuz etkilerse bu düzeltilmesi gereken bakım kaynaklı bir problem olmaz.

3.4.2.1. Veri toplama

Veri Toplama, BGP'nin ilk adımı ve en önemli elemanı olup, hava aracı işletimi süresince üretilen uygun bakım verisinin toplanması gerekir [1, 39].

Hava aracı ve ekipmanının güvenilirlik seviyelerini takip etmek ve uygulanabilir olduğunda AMP'nin iyileştirilmesini etkileyecek problem alanlarını araştırmak amacıyla, kullanıcının bir veri toplama sistemi olmalıdır. Veri toplama sistemi, havayolu bakım faaliyetlerinin ve AMP'nin etkinliğinin değerlendirilmesi için, şimdiki performans ile geçmişteki performansın karşılaştırılmasını sağlar [8]. Bu nedenle toplanan veriler kesinlikle doğru, güncel ve analiz için yeterli miktarda olmalıdır.

Verilerin günlük olarak toplanması, analizi ve güvenilirlik raporlarının hazırlanması normal olarak bakım teşkilatı içerisindeki güvenilirlik mühendisi personel tarafından yapılır [1]. Ancak, veri toplamak veya toplanacak veri için kaynak sağlamak bakım teşkilatındaki tüm icracı birimlerin sorumluluğudur [8].

Verilerin, bakım teşkilatı içerisindeki güvenilirlik birimine kağıt ortamında gönderilmesi yerine havayolu bilgi sistemi üzerinden sağlanması daha pratik ve kolay olur. Teknik kayıtların ve operasyonel verilerin depolanacağı bir bilgi sistemi, güvenilirlik mühendisi tarafından tüm uygun veri kayıtlarının kopyalarının düzenli olarak alınmasını sağlamalıdır [1].

AMP'nin etkinliğini gözlemek için toplanmasına ihtiyaç duyulan veri tipleri kullanıcıdan kullanıcıya farklılık gösterebilir. Yine de temel olarak, ilki fh/sorti başına olay oranlaması yapabilmek için, diğerleri ise bakım aksaklık verisi olmak üzere toplanabilecek aşağıda listelenen 10 veri tipi bulunmaktadır [8].

- Her hava aracının fh ve sorti miktarları (Fh/sorti başına oranlama için),
- 15 dakikayı geçen bakım kaynaklı gecikmeler ve teknik iptaller,
- Arıza kaynaklı plan dışı ünite/komponent sökümleri,
- Arıza kaynaklı plan dışı motor sökümleri,
- Uçuş esnasındaki teknik olaylar (uçuşta motor susması, kabinde duman vb.),
- Pilot raporları veya logbook kayıtları,
- Kabin logbook kayıtları,
- Ünite/komponent arızaları (Atölye seviyesi bakımlarda bulunanlar),
- Planlı bakım "check"lerindeki bulgular,
- Kritik arızalar (Uçuş emniyetini olumsuz etkileyen arızalar).

3.4.2.2. Problem sahası ikaz sistemi

Toplanan uygun verinin istatistiksel analizi, güvenilirlikteki pozitif veya negatif olabilecek istatistiksel trendleri ortaya çıkarır [1]. Havayolu bakım faaliyetlerinin ve AMP'nin etkinliğinin değerlendirilmesi için, yukarıda bahse konu toplanan verilerin geçmiş verilerle yapılan karşılaştırmasında, normalden önemli derecede performans farkının olduğu muhtemel problemler alanları yani negatif trendleri çabucak tespit etmek için bir problem sahası ikaz (problem tespiti için bir alarm) sistemi mevcut olmalıdır [8].

İçinde bulunulan ay içerisindeki tüm veriler toplandıktan sonra, istatistiksel olarak analiz edilmelidir.

Analiz için öncelikle, BGP'de takip edilmesi gerektiği belirtilen her bir parametreye göre toplanan veriler gruplanır. Mesela, tüm pilot şikayetleri pilot raporlarından ve logbook kayıtlarından toplanır, ATA bölüm başlıklarına göre tasnif edilir ve özetlenir.

Sonra güvenilirlik kontrol değeri olarak alarm seviyesini elde etmek için bir hesaplama yapılır [1]. Olay oranlarına yönelik standartlar, alarm seviyesini belirleyecek şekilde, geçmiş performansların analizine ve bu standartlardan sapmalara göre kurulur. UCL (Upper Control Level "Üst Kontrol Limiti") olarak da bilinen bu alarm seviyesi, bir önceki yılın aylık olay oranlarının bir istatistiksel analizine dayanır ve daha sonra açıklanacak 3 aylık yuvarlama ortalaması verisi ile dengelenir [8].

Alarm seviyesi oluşturulurken, bir önceki yılın aylık olay oranlarının yıllık ortalama değeri ve bu ortalamadan olan standart sapma hesaplanır. Daha sonra, hesaplanan standart sapmanın 1'den 3'e kadar değişebilen standart sapma faktörüyle çarpılarak ortalama oranın üzerine eklenmesiyle UCL, yani alarm seviyesi hesaplanır.

Bu kapsamda, gözlemlenen aylara ait aylık olay oranları (x), olay oranlarının gözlemlendiği ay sayısı (N), aylık olay oranlarının yıllık ortalama değeri (x_{ort}), standart sapma (SS) ve standart sapma faktörü (σ) sembolüyle gösterildiğinde, UCL'nin hesaplama formülü aşağıdaki gibi elde edilir.

Önce, aylık olay oranlarının ortalama değeri Denklem (3.1)'deki gibi;

$$x_{ort} = \frac{\sum x}{N} \quad (3.1)$$

şeklinde olacaktır. Daha sonra, aylık olay oranlarının standart sapma değeri Denklem (3.2)'deki gibi;

$$SS = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N - 1}} \quad (3.2)$$

hesaplanacaktır. Son olarak, Denklem (3.1) ve (3.2) yardımıyla bulunacak UCL Denklem (3.3)'teki gibi;

$$UCL = x_{ort} + (\sigma SS) \quad (3.3)$$

şeklinde olacaktır.

Alarm seviyesi ilk olarak oluşturulurken genel olarak standart sapma faktörü $\sigma = 2$ kabul edilir. Daha sonra kazanılan tecrübeler ışığında σ faktörü olması gereken değere (genellikle 2 ve 3 arası bir değere [1]) değiştirilir.

İstatistiksel güvenilirlik metodunda, UCL'nin hesaplanmasında olay oranlarının gözlemlendiği ay sayısı (N)'nin 12 olması tercih edilmekle birlikte zorunlu değildir. Her zaman N=12 olarak kabul edilmesi bizi hatalı bir istatistiksel hesaplama götürülebilir.

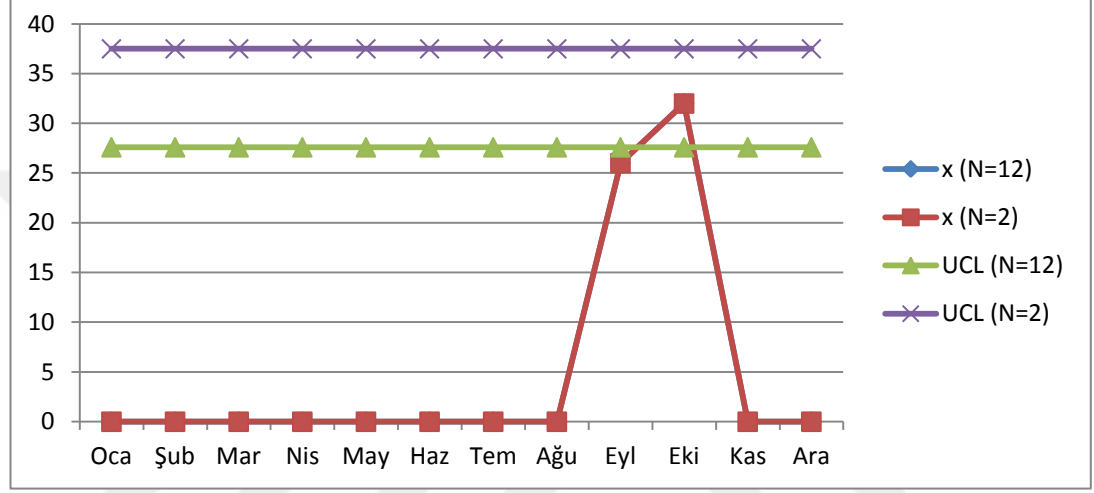
Buna aşağıdaki örnek verilebilir [8].

Örnek: Bir uçak tipine ait hava radarı yılın sadece iki ayında (Eylül ve Ekim) kullanılmaktadır. Bilinen istatistiksel güvenilirlik metoduna göre, verilen aylık arıza oranları (x)'nin ortalama değeri 12 ay üzerinden hesaplanıp alarm seviyesi belirlendiğinde Şekil 3.8'den de görüleceği üzere daima alarm durumunda (Şekil 3.8'deki yeşil üçgenli çizginin üzerinde) kalındığı görülür.

Bu tabi ki doğru değildir. Doğru olan; yılın 10 ayında hiç kullanılmadığı için yılda sadece 2 adet olay verisi elde edilebilen bahse konu hava radarının alarm seviyesinin hesaplanmasında arıza oranlarının ortalama değerinin 12 ay üzerinden değil, 2 ay üzerinden hesaplanması (Şekil 3.8'deki mor çarpılı çizgi) gerektiğidir.

Şekil 3.8'de her iki hesaplama sonucunun bir karşılaştırması $\sigma = 2$ kabul edilerek verilmiştir.

	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara	Top	x_{ort}	SS	UCL
X (N = 12)	-	-	-	-	-	-	-	-	26	32	-	-	58	4.8	11.4	27.6
X (N = 2)	-	-	-	-	-	-	-	-	26	32	-	-	58	29	4.2	37.5

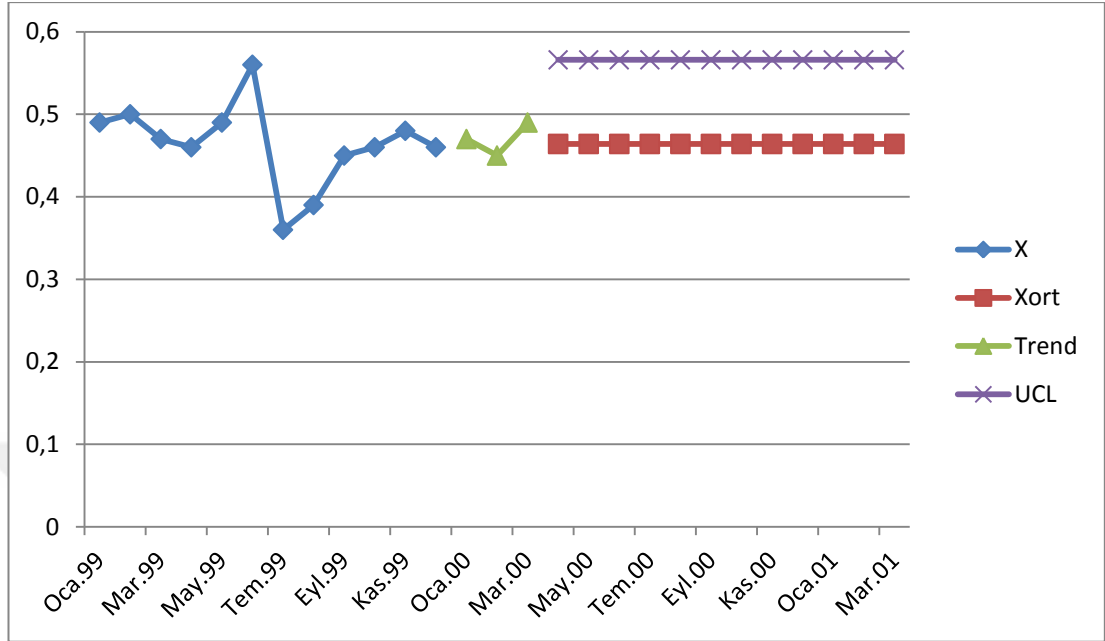


Şekil 3.8. Alarm seviyesinin 2 ve 12 aya göre hesaplamasının karşılaştırılması [8]

Şekil 3.8’de kırmızı kareli çizgiden de görüleceği üzere bu örnekte, sıfır olarak kabul edilen 10 adet arıza oranı geçerli bir istatistiksel veri değildir. Bu veri noktaları sıfır arıza oranını temsil etmediği için hesaplamada kullanılmamalıdır. Dolayısıyla geçerli veri noktası olarak sadece 2 adet arıza oranı vardır. Sadece 2 adet veri noktası için de istatistiksel güvenilirlik metodunun kullanılması anlamsız olur. Veri noktasının bu şekilde az olduğu durumlarda tarihsel güvenilirlik metodunu kullanmak daha uygun olacaktır. Bu örnekte, bahse konu hava radarının 2 aylık arıza oranları, bir önceki yılın Eylül ve Ekim aylarındaki arıza oranlarıyla karşılaştırılarak tarihsel güvenilirlik metodu kullanılmalıdır. Eğer bir önceki yılın verilerine göre önemli bir fark görülüyorsa bu hava radarı arızalarına yönelik incelenmesi gereken muhtemel bir problemi işaret eder.

İstatistiksel güvenilirlik yönteminde, alarm seviyelerinin her yıl tekrar hesaplanması tavsiye edilir. UCL’nin hesaplanmasında kullanılan veriler, bir önceki yılın aylık olay oranlarıdır.

Şekil 3.9, yeni bir UCL'nin hesaplanmasında kullanılan veriyi ve sonuçlarını grafik olarak göstermektedir.



Şekil 3.9. Yeni bir alarm seviyesinin oluşturulması [8]

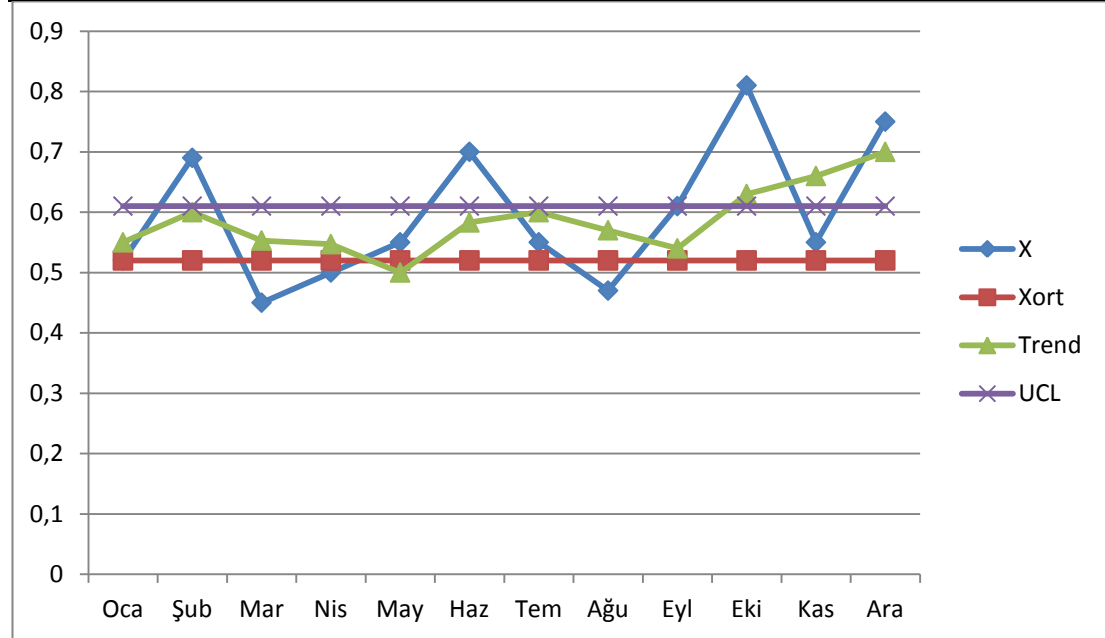
Bu grafiğe göre, Nisan 2000 ayından Mart 2001 ayına kadar olan 1 yıllık dönemde "UCL = $x_{ort} + (2 SS)$ " formülüyle yeni bir alarm seviyesi oluşturulmuştur. Şekil 3.9'da üstteki mor çarpılı çizgi olarak gösterilen bu yeni UCL, şeklin sol tarafında mavi damalı çizgi ile görülen Ocak-Aralık 1999 döneminde gerçekleşen 1 yıllık olay oranları kullanılarak elde edilmiştir [8].

Güvenilirlik hesaplamalarında temel istatistik kullanılır. Ocak-Aralık 1999 dönemindeki orijinal verilerden ortalama ve bu veri noktalarından olan standart sapma hesaplanır. Ortalama, yeni veriler için temel bir hat olarak kullanılır ve Şekil 3.9'da sağ tarafta kırmızı kareli çizgiyle gösterilir. Şeklin sağ üst tarafındaki mor çarpılı çizgi ise, bu verilere göre hesaplanmış olduğumuz alarm seviyesidir ve ortalama olay verisine 2 standart sapmanın eklenmesiyle bulunur.

Ocak-Mart 2000 ayları arasında yeşil üçgenlerle gösterilen 3 veri noktası, yeni verilerin toplanması esnasında kullanılacak bir 3 aylık yuvarlamalı ortalama seviyeyi hesaplayarak belirlemede, başka bir deyişle trend analizinde kullanılacaktır. 3 aylık yuvarlamalı ortalama seviyenin belirlenmesinin (Trend analizinin) amacı yanlış alarmları önleyerek alarm seviyesini dengelemektir.

Trend analize ve alarm durumlarının tespit edilmesine örnek verilen Şekil 3.10'da, mavi damalı çizgiyle belirtilen 1 yıllık olay oranları (X), kırmızı kareli çizgiyle belirtilen ortalama değer (X_{ort}) ve mor çarpılı çizgiyle belirtilen alarm seviyesi (UCL) ile birlikte gösterilmektedir.

	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Ağu	Eyl	Eki	Kas	Ara		x_{ort}	SS	UCL
X	.52	.69	.45	.50	.55	.70	.55	.47	.61	.81	.55	.75		0.52	0.045	0.61
Trend			.55	.55	.50	.58	.60	.57	.54	.63	.66	.70				



Şekil 3.10. Trend analizi ve alarm durumlarının tespiti [8]

Şekil 3.10'dan de görüldüğü üzere, olay oranı yıl boyunca birçok kere (Şubat, Haziran, Ekim ve Aralık aylarında) alarm seviyesinin üzerine çıkmaktadır. Tabii ki şekildeki gibi 1 yılın olaylarına bakıldığında trendi görmek kolaydır. Fakat gerçekte, sadece o andaki içinde bulunulan ay ve bir önceki aylar görülür. Bir sonraki ay ne olacağına dair elimizde bilgi mevcut olmaz.

Bu kapsamda, Şekil 3.10'dan görüleceği üzere, olay oranı Şubat ayındaki gibi alarm seviyesinin üzerine çıktığında endişe edecek ciddi bir problem yoktur. Fakat, bahse konu olay oranı alarm seviyesinin üzerinde ardarda 2 ay kalıyorsa o zaman araştırma gereken bir alarm durumunun olduğu söylenebilir. Tespit edilen alarm

durumunun ön incelemesi, mevsimlik bir değişimi veya diğer bazı bir defalık sebepleri işaret edebilir veya daha detaylı bir inceleme ihtiyacını telkin edebilir. Böyle durumların, sık sık, amaçlandığı şey olan muhtemel bir problemin alarmı olduğu zannedilebilir. Alarm durumunun gerçek olup olmadığının cevabı, beklemek ve bir sonraki ay ne olacağını görmektir. Şekil 3.10'daki veriler, müteakip Mart ayında olay oranının tekrar alarm seviyesinin altına düştüğünü ve bu nedenle gerçekten bir problemin mevcut olmadığını göstermektedir.

Başka bir deyişle, olay oranı alarm seviyesinin üzerine çıktığında, bu bir problemin bulgusu değildir. Bu sadece bir problem ihtimaline yönelik bir alarmdır. Böyle durumlarda hızla harekete geçmek, genellikle incelemeyle harcanacak gereksiz zaman ve çaba ile sonuçlanır. İşte böyle durumlara “Yanlış Alarm” denir. Verilen bir ekipmana ait olay oranının, Şekil 3.10'daki gibi aydan aya UCL'nin üstüne çıkıp altına indiği ve bu büyük değişimlerin bazı ekipmanlar için yaygın olduğu tecrübelerle biliniyorsa, böyle durumlarda birçok operatör, yanlış alarmları önlemek için 3 aylık yuvarlamalı ortalama seviyeyi (trend çizgisini) kullanır. Grafikteki iniş çıkışları düzleştirerek dengeli hale getirip yanlış alarmları önlemeye yardımcı olan Trend çizgisi, ilave bir hesaplamayla elde edilir. Aylık oran çizgisi ve trend çizgisinin, oluşturulan UCL'ye göre pozisyonu muhtemel bir problem işaret edecek alarm durumlarını belirlemede kullanılır.

Şekil 3.10'da yeşil üçgenli çizgiyle belirtilen trend çizgisi üzerindeki yeni veri yılının ilk ayına ait 3 aylık yuvarlama ortalaması verisi, bir önceki yılın son iki ayına ait gerçekleşen olay verisinin ofset (dengeleme) verisi olarak kullanılmasıyla belirlenir. Bu iki offset verisinin amacı, karşılaştırma maksadıyla kullanılan alarm seviyelerini ve ortalamayı belirlemede kullanılmış olan herhangi bir veri noktasının yeni yıl için grafik üzerinde plotlanan verinin kapsamı içine girmemesini sağlamaktır. 3 aylık yuvarlama ortalaması verisi, bir önceki 2 ayın ve içinde bulunulan ayın gerçekleşen olay verilerinin ortalaması şeklinde hesaplanır. Şekil 3.10'dan görüleceği üzere, olay oranı alarm seviyesinin altına inip üstüne çıkarken, 3 aylık yuvarlama ortalamasıyla belirlenen trend çizgisi Ekim ayına kadar alarm seviyesinin altında kalır. Hem gerçekleşen olay oranının hem de 3 aylık yuvarlama ortalamasının aynı anda UCL'nin üzerine çıktığı Ekim ayındaki durum gerçek bir alarm durumu olup, olayın mercek altına alınması gerektiğini belirtir. Bu örnekte, olay oranı Kasım ayında tekrar UCL'nin altına düşmüş olsa da trend çizgisinin alarm seviyesinin üzerinde kalmaya devam ettiği görülmektedir. Bu durum, mutlaka araştırılması gereken bir problemin varlığına işaret eder.

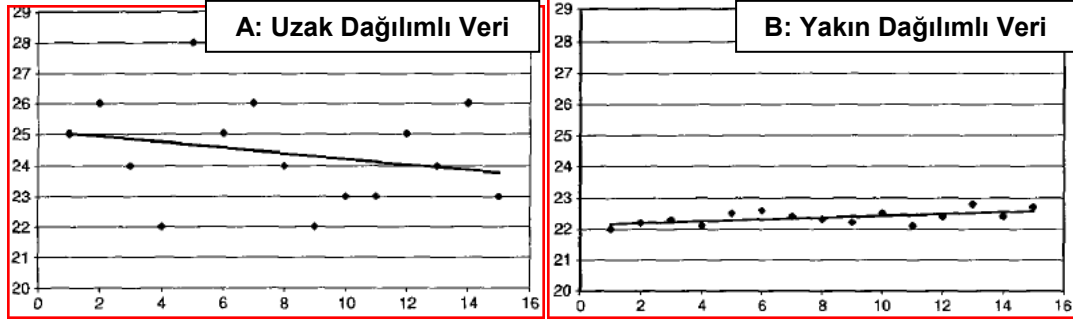
Alarm seviyesinin doğru ayarlanması da çok önemlidir. UCL'nin yaptığı şey, nasıl ilerleyeceğimize yönelik kendi kararlarımızı vermede iyi bir rehberlik sağlamaktır. Fakat tüm süreç, bu alarm seviyelerini etkin bir seviyede kurmaya yönelik zihin gücümüz ve kabiliyetimiz ile başlar.

Bazı havayolları istatistiksel güvenilirlik metodunu hiç kullanmak istemezler. Bunun bir sebebi, "Motorlarda problem olduğu bilinmesine rağmen motorların asla alarm vermemesi durumu"dur. Muhtemel problemlere yönelik uyarılmada UCL konsepti kullanıldığında, problem olduğu bilinen bir olaya yönelik hiç alarm belirtisi alınmıyorsa, o zaman belirlenmiş olan UCL'nin yanlış olduğunu anlamak için çok fazla düşünülmemelidir. UCL çok önemli bir parametredir ve bir problemin var olduğunu veya gelişebileceğini gösterecek uygun bir seviyeye ayarlanmalıdır. Alarm seviyesi, düzgün belirlenmezse faydasız olur ve bu durum istatistiğin bir hatası olmaz.

Bir alarm seviyesinin kullanımı, inceleme gerektirecek şekilde gelişen bir problemin olduğunu kullanıcıya söylemek içindir. Fakat hangi durumların muhtemel bir problem teşkil ettiğini bilmek ve ona göre alarm seviyesini belirlemek gerekir. Bir inceleme başlatılacak zamanı veya incelemeden kaçınılacak anı belirlemek için, başka bir deyişle yanlış alarmların farkına varabilmek için ekipmanı ve onun arıza paternlerini bilmek şarttır. Aynı zamanda, belirli bir husus için olay oranı veri noktalarının birbirlerine uzak veya yakın bir şekilde dağılıp dağılmadığı, yani büyük veya küçük bir standart sapmaya sahip olup olmadığı da bilinmelidir. Bu bilgi, kullanılabilir bir alarm seviyesini belirlemede çok önemlidir. Birçok havayolu, hatalı bir şekilde tüm alarm seviyelerini ortalamının 2 standart sapma üzeri ($\sigma = 2$ varsayarak) olarak belirlerler. Bu, doğru bir uygulama değildir. Bu formül, başlangıçta kullanılabilir, ancak bazı durumlarda yanlış alarmlardan kaçınmak ve en etkin UCL verisini elde etmek için bir ayarlama yapılması gerekir.

Bu çalışmada 2.5.2'de yer alan "Havacılıkta bakım güvenilirliği" başlığı altında belirtildiği üzere, sistemler/komponentler aynı oranda veya aynı paternde arızalanmazlar. Sisteme ait bir güvenilirlik programı tarafından takip edilen olay oranları Şekil 3.10'da olduğu gibi oldukça düzensiz ve değişken olabilir. Başka olay oranları da bu örneğe göre daha sabit ve kararlı olabilir. İşte verinin bu değişkenlik özelliği, standart sapmanın istatistiksel parametresi olan standart sapma faktörü (σ) ile gösterilir. Bu σ faktörü, ortalamının etrafında veri noktalarının dağılımının ölçümüdür.

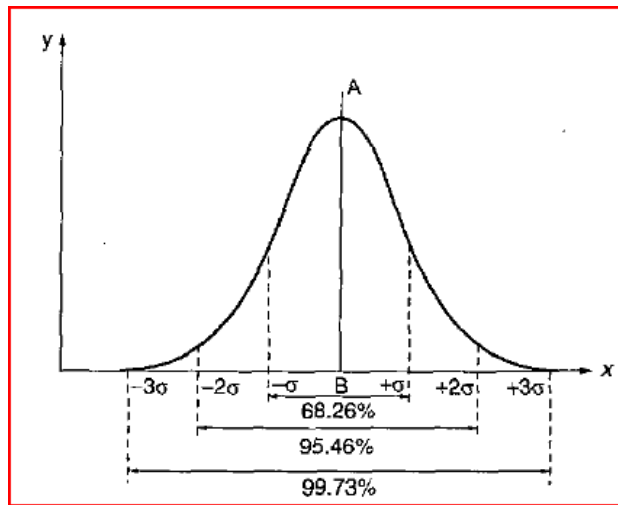
Veri dağılım genişliği, belirlenecek alarm seviyesini etkiler. Büyük bir standart sapma, uzak bir dağılım yani veri noktası değerlerinde büyük bir değişim demektir. Küçük bir standart sapma ise, veri noktalarının birbirlerine çok yakın olduğu anlamına gelir. Şekil 3.11, her iki tür veri seti arasındaki farkı göstermektedir.



Şekil 3.11. Veri noktalarının dağılımı (A:Uzak dağılımlı, B:Yakın dağılımlı veri) [8]

Şekil 3.11'de A ile gösterilen veri noktaları, ortalamaya göre uzak bir şekilde dağılmışken, A ile gösterilen veri noktaları ortalamanın etrafında birbirlerine çok yakındır. Bu iki veri setinin ortalamalarının neredeyse eşit olduğu, fakat standart sapmalarının oldukça farklı olduğu görülmektedir. A ile gösterilen verilerin standart sapması çok büyük olduğu için σ faktörü küçük ($\sigma = 2$ veya 2'ye yakın) seçilmeli, B ile gösterilen verilerin standart sapması çok küçük olduğu için σ faktörü büyük ($\sigma = 3$ veya 3'e yakın) olmalıdır. Böylece "UCL = $x_{ort} + (\sigma SS)$ " formülüyle doğru bir alarm seviyesi belirlenebilir.

Verilerin ortalamaya çok yakın veya çok uzak olduğu durumlarda olay oranı dağılımı çan eğrisiyle gösterilebilir.



Şekil 3.12. Standart çan eğrisi [8]

Şekil 3.12'deki çan dağılım eğrisinde, her bir σ faktörü ($\sigma =1$, $\sigma =2$, $\sigma =3$) durumundaki standart sapma gösterilmiştir. Şekilden de görüldüğü üzere, ortalamanın üzerindeki bir standart sapmada ($\sigma =1$) geçerli arıza oranlarının sadece %68'i, iki standart sapmada ($\sigma =2$) %95.46'sı, 3 standart sapmada ($\sigma =3$) ise çan eğrisinin altında kalan arıza oranı veri noktalarının %99.73'ü kapsanmış olur.

Bu şekle göre, ortalamanın altında veya üstündeki iki standart sapmanın eğrinin altındaki noktaların sadece %95.46'sını kapsadığı görülmektedir. İşte, bu bölgedeki bir olay oranını kesin bir problem olarak görmememizin sebebi budur. Ancak olay oranı, bir sonraki ayda da alarm seviyesinin üzerinde kalıyorsa muhtemel bir problem vardır denilebilir. Öte yandan, incelemekte olduğunuz olay oranı verisi küçük bir standart sapmaya sahipse 2 veya 3 standart sapmanın ($\sigma =2$ veya $\sigma =3$) arasında seçim yapmak zor olacaktır. Böyle bir durumda alarm seviyesi 3 standart sapmaya göre belirlenmelidir. Bu kapsamda, Denklem (3.4) ve (3.5)'teki gibi;

$$SS \text{ küçük ise, } \sigma =3 \text{ ve } UCL = x_{ort} + (3 SS) \quad (3.4)$$

$$SS \text{ büyük ise, } \sigma =2 \text{ ve } UCL = x_{ort} + (2 SS) \quad (3.5)$$

şeklinde UCL'yi hesaplamak uygun olacaktır.

Bu alarm seviyesi sistemi, bazen kullanılan istatistiklerin doğru olmaması nedeniyle abartılı olabilir. Her halükarda, olay oranlarının daima çan eğrisiyle gösterilen bir dağılıma sahip olacağı varsayılır. Kullanıcı, kendi verilerinin her zaman doğru ve kendi hesaplamalarının daima hatasız olduğunu zanneder. Fakat bu doğru olmayabilir.

Bu alarm seviyeleri, sadece neyin tolere edilebileceğini veya neyin incelenmesi gerektiğini tanımlamamıza yardımcı olan bir kılavuzdur. Alarm seviyelerinin kullanımı, büyük uçak filolarına ancak çok az güvenilirlik mühendisine sahip bakım teşkilatlarındaki iş yükünü kolaylaştırmaya yardımcı olur.

Sadece olay oranlarını kullanan bazı havayolları belki en yüksek 10 oranı incelerler, fakat bu her zaman en önemli ekipman problemlerini kapsamaz. Bu yüzden, alarm seviyesi yaklaşımı bu problemlerin önceliklendirilmesini ve en önemli olandan çalışmaya başlanmasını sağlar.

UCL, AMP Gözden Geçirme Kurulunun/Güvenilirlik Kontrol Kurulunun⁷⁰ daha büyük bir değişim oranını onaylama durumu hariç, bir önceki yıla göre maksimum %10 oranında değiştirilebilir [1]. Burada alarm seviyesinin havayolunun ihtiyacına göre etkin ve kullanılabilir bir seviyeye ayarlanabilmesi çok önemlidir. Alarm seviyelerinin tanımlanması, hesaplanması, oluşturulması ve ayarlanması ile hangi verilerin takip edileceğinin kararı BGP'de belirtilmelidir.

3.4.2.3. Veri gösterimi

Problem sahası ikaz sistemi vasıtasıyla verilerin istatistiksel analizi yapıldıktan sonra, yazılı raporlamayla izlenen negatif trendlerin tanımlanabilmesi için veri gösterimi şarttır [1, 39]. Toplanan verilerin incelenmesi ve analizi maksadıyla, güvenilirlik birimi bilgisayar yardımıyla verileri çizelgesel/tablosal ve grafik şekillerle kolaylıkla gösterebilmektedir. Veriler her 100 veya 1000 fh'de veya sortide gerçekleşen olay olarak sunulur [8]. Bazı havayolları kalkış gecikmelerini ve iptallerini her 100 kalkışta gerçekleşen olay olarak sunarlar. Toplanan veriler aylık karşılaştırmayla veya olay karşılaştırmasıyla veya örnekleme karşılaştırması şeklinde değerlendirilebilmektedir.

3.4.2.4. Veri analizi

Ne zaman bir olay/malzeme alarm durumuna düşse, Güvenilirlik birimi tarafından alarmın geçerli olup olmadığına yönelik ön analiz yapılır. Eğer alarm geçerli bulunursa, alarm durumuyla ilgili bir bildirim mühendislik birimine daha detaylı bir veri analizi için gönderilir [8]. Veri analizi, kısaca negatif trendlerin araştırılması ve kök sebeplerinin bulunmasıdır [1, 39]. Negatif trendler, sistemin veya onu oluşturan bazı komponentlerin belirlenen standartlarda çalışmadığını ve bu durumun sebebinin araştırılması, analiz edilmesi, tespit edilmesi ve uygun düzeltici işlemlerle giderilmesi gerektiğini gösterir [1].

Bakım teşkilatı içerisindeki mühendislik birimi hem bakımı hem de mühendisliği bilen tecrübeli personelden oluşur. Bu geçerli alarmlarla ilgili veri analizinde mühendislik birimince yapılacak işler; problemi incelemek, gerekli düzeltici işleme karar vermektir. Daha sonra mühendislik birimi, problem analiz sonucunu ve düzeltici işlem tavsiyelerini AMP Gözden Geçirme Kuruluna/Güvenilirlik Kontrol Kuruluna

⁷⁰ AMP Gözden Geçirme Kurulu veya Güvenilirlik Kontrol Kurulu, AMP'nin uygun şekilde işletilmesinden sorumlu olup, daimi üyeleri Bakım Yöneticisi, Teknik Hizmetler Yöneticisi, Hava Aracı Bakımı Yöneticisi, Atölye Bakımı Yöneticisi, Kalite Güvence Müdürü, Kalite Kontrol Müdürü, Mühendislik Müdürü, Güvenilirlik Müdürü, yardımcı üyeleri ise malzeme, eğitim gibi diğer birim temsilcileridir.

onay ve işlem başlatma maksadıyla gönderir. Onayı müteakip mühendislik birimi tarafından problemin çözümüne yönelik bir EO veya resmi bildirim yayımlanır.

3.4.2.5. Düzeltici işlemler

Veri analizi sonucunda, negatif trendleri/problemleri düzeltecek düzeltici işlemlerin tanımlanması ve uygulanması gerekir [1, 39]. Bir prosedürdeki bir yetersizliği düzelten bir defalık çabalardan, makinistlerin yeniden eğitime ve hatta temel bakım programında değişiklik yapılmasına kadar çeşitlilik gösterebilen düzeltici işlemler, genel olarak aşağıda listelenmiştir [8].

- * Ekipman modifikasyonları,
- * Hat, hangar veya atölye bakım işlemlerinde veya uygulamalarında değişiklik veya düzeltme yapma,
- * Kusurlu parçaların veya onların üreticilerinin kullanımdan çıkarılması,
- * Makinistlerin eğitimi (tazeleme veya ihtisas arttırma eğitimi),
- * Bakım programına ilave bakım işlem maddesi ekleme,
- * Belirli işlem maddeleri için bakım aralıklarını değiştirme.

Mühendislik birimi, problemin çözümüne yönelik uygun olan düzeltici işleme karar verip, bu işlemi uygulanması maksadıyla EO şeklinde yayımlar. Daha sonra emrin uygulanmasının takibini de yaparak ihtiyaç halinde mühendislik desteği verir. Güvenilirlik birimi tarafından devamlı bir takip, seçilen düzeltici işlemin etkinliğini belirler.

Düzeltilici işlemler, EO vasıtasıyla yayımlandığı tarihten itibaren 1 ay içerisinde tamamlanmalıdır. Şartlar uygunsa tamamlanma ertelenebilir ama bakım programının etkinliği için düzeltici işlem mümkün olan en kısa zamanda bitirilmelidir. Normalde, AMP Gözden Geçirme Kurulu/Güvenilirlik Kontrol Kurulu bu 1 aylık periyotta uzatma için yazılı gerekçe ister. Düzeltici işlemin tamamlanması veya varsa erteleme durumu gerekçesiyle birlikte aylık güvenilirlik raporunda belirtilir.

3.4.2.6. Müteakip analizler

Güvenilirlik birimi, alarm durumundaki olaylar veya malzemeler ile ilgili uygulanan tüm düzeltici işlemleri, gerçekten etkin olduğunu doğrulamak maksadıyla takip etmelidir. Düzeltici işlem tamamlandıktan sonra yapılan müteakip analizlerde olay oranlarında azalma görülmesi düzeltici işlemin etkin olduğu anlamına gelir.

Olay oranında hiçbir olumlu gelişme yoksa, mühendislik birimine alarm tekrar yayımlanır ve problemi farklı bir yaklaşımla ele alacak mühendislik birimi tarafından inceleme ile düzeltici işlem süreci tekrarlanır. Eğer düzeltici işlem birçok hava aracına uzun süreli modifikasyon gerektiriyorsa, olay oranında azalma bir süre farkedilebilir olmayabilir. Böyle bir durumda gerekirse tüm hava araçlarında düzeltici işlem tamamlanana kadar olay oranlarıyla birlikte düzeltici işlem ilerlemesinin aylık güvenilirlik raporlarında takibine devam etmek önemlidir.

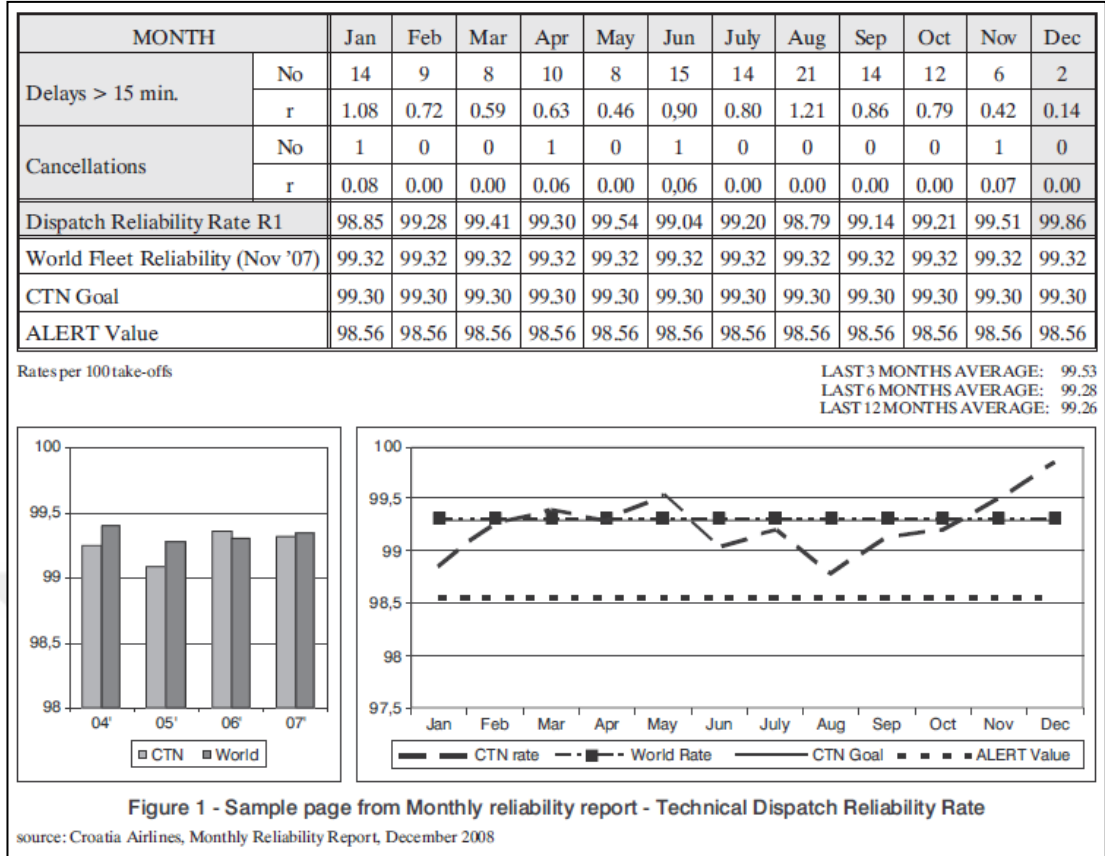
3.4.2.7. Aylık veri raporlama

Bir güvenilirlik raporu, faydalı olabilmesi için genellikle aylık olarak yayımlanır ancak bazı bakım teşkilatları özet formatında 3 aylık veya yıllık olarak yayımlarlar. Bu rapor, içine koyulacak bilginin havayolu veya raporun okuyucusu için ne anlama geldiğine dair iyi bir açıklaması olmadıkça aşırı miktarda veri, tablo ve grafik içermemelidir. Bu rapor sadece alarm durumuna girmiş, inceleme altında bulunan ve düzeltici işlem süreci uygulanan hususlara konsantre olmalıdır. Bu hususlar, düzeltici işlem tamamlanıp güvenilirlik verisi olumlu bir sonuç göstermedikçe rapordan çıkarılmamalıdır.

Havayolu veya filo güvenilirliği ile ilgili genel bilgiler ve alarm seviyelerinin bir listesi gibi diğer bilgiler de aylık rapora dahil edilir. Ayrıca, “dispatch” oranları, kalkış gecikmeleri ve iptallerinin nedenleri, uçulan sortiler veya fh’ler ve bakım faaliyetini etkileyen operasyondaki tüm önemli değişiklikler de raporda yer alır. Rapor, her bir hava aracı modeli ayrı bir bölümünde olacak şekilde, filo olarak düzenlenmelidir. Güvenilirlik birimi tarafından hazırlanan bu aylık rapor, bakımı maliyet-etkin yönetmede temel araç olarak düşünülebilir.

Bir havacılık işletmesine ait “dispatch” güvenilirliği oranı verilerinin aylık güvenilirlik raporunda gösterimi Şekil 3.13’te verilmiştir.

Bahse konu şekilde, 2007 yılı içerisinde Hırvatistan Havayollarına ait en fazla kalkış gecikmesi ve teknik iptal toplamının yaşandığı Ağustos ayında her 100 kalkıştaki “dispatch” güvenilirlik oranının en düşük olduğu, bu oranın dünya filosu ortalamasının ve havayolu hedefinin altında olduğu, ancak alarm seviyesinin üstünde kalması nedeniyle bir problem teşkil etmediği, müteakip aylarda da “dispatch” güvenilirlik oranının artmış olduğu ve Kasım ayından itibaren dünya filosu ortalaması ile havayolu hedefinin üzerine çıktığı görülmektedir.



Şekil 3.13. Aylık güvenilirlik raporunda “Dispatch” güvenilirliği [1]

3.4.3. BGP'nin idare ve yönetimi

Bakım teşkilatında veriyi toplamak, düzenlemek, grafik ve tablolarda göstermek, geçerli alarm durumuna karar vermek için ön incelemeyi yapmak, geçerli alarma sahip hususları mühendislik birimine analize göndermek, mühendislik biriminin yapacağı analiz sonucunda seçeceği düzeltici işlemin uygulama takibini yapmak, düzeltici işlem sonunda ihtiyaç varsa müteakip analizleri başlatmak ve bütün bunları aylık güvenilirlik raporunda yayımlamak güvenilirlik biriminin sorumlulukları arasında yer alır [8].

BGP'nin tüm işletim sorumluluğunun ise, bakım teşkilatının farklı organizasyonel birimlerinin oluşturduğu AMP Gözden Geçirme Kuruluna/Güvenilirlik Kontrol Kuruluna verilmesi yaygın bir uygulamadır [1]. Bu kurul, AMP'nin uygun şekilde işletilmesinden sorumlu olup, daimi üyeleri Bakım Yöneticisi, Teknik Hizmetler Yöneticisi, Hava Aracı Bakımı Yöneticisi, Atölye Bakımı Yöneticisi, Kalite Güvence Müdürü, Kalite Kontrol Müdürü, Mühendislik Müdürü, Güvenilirlik Müdürü, yardımcı üyeleri ise malzeme, eğitim gibi diğer birim temsilcileridir [8]. AMP Gözden Geçirme Kurulu/Güvenilirlik Kontrol Kurulu, BGP'yi yazılı prosedürlerine uygun olarak yönetir.

BGP'den sağlanan AMP değişikliklerini onaylama ve düzeltici işlemlere olur verme yetkisi bu kuruldadır. Bu kurul, kararlar almak için yeterli bir sayıda üyesinin (yarıdan fazlası) katılımıyla bir toplantı icra etmelidir. Bu kurul aynı zamanda şunları yapmaya yetkilidir [1].

- BGP'de ve onun özel prosedürlerinde yapılacak değişiklikleri onaylamak (Bu değişikliklerden bazıları havacılık otoritesi tarafından onaylanmalıdır.),
- BGP'ye göre belirlenen düzeltici işlemin bir sonucu olarak AMP değişiklik tekliflerini değerlendirmek ve onaylamak.

Bu nedenle bir AMP, bakım aralıklarını değiştirmek için gerekli süreç ve prosedürler ile birlikte AMP bakım işlem maddelerini değiştirmek için yazılı prosedürleri içerir. Ayrıca, alarm seviyelerinin tanımlanması, hesaplanması, oluşturulması ve ayarlanması ile hangi verilerin takip edileceğinin kararı BGP'de belirtilmelidir.

3.4.4. BGP vasıtasıyla AMP'nin ve OMP'nin güncellenmesi

Daha önce de belirtildiği üzere, BGP'nin amacı AMP ve OMP'yi kontrol altında tutarak gerektiğinde güncellemektir. Kullanıcıya özgü AMP ve müteakiben OMP, özellikle ilk defa oluşturulduktan sonra çeşitli sebeplere bağlı olarak bakım güvenilirliğinin sürdürülmesi amacıyla kullanıcı tarafından güncellenmeye ihtiyaç duyabilir. AMP ve OMPde değişiklik yapma kararı BGP analizlerine dayanmalıdır [1].

Gerçek operasyon esnasında performans bilgilerinin toplanması ve analizi yoluyla ve kullanıcının kendi ortamı içerisinde bakımın etkilerinin takibi vasıtasıyla, AMP gerektiğinde tüm süreçler setini optimize etmek amacıyla düzeltilebilir ve ayarlanabilir. Optimize edilmiş bir AMP'de bunun sonucu 5 misyonun da başarıyla yerine getirilmiş olmasıdır.

Eğer kullanıcı, Ops Specs dokümanında tanımlanan AMP gereklilikleri üzerinde yapacağı bir değişikliğin gerekçesini bakım verisi ve kayıtları vasıtasıyla gösterebilirse, havacılık otoritesi onaylı olan AMP'yi kendi ihtiyacına göre uyarlayabilir.

BGP vasıtasıyla AMP'de yapılacak bir değişiklik, belirli bakım işlem maddelerinde değişiklik veya bakım işlemlerinin uygulandığı bakım aralıklarında ayarlamalar veya ilgili komponente tahsis edilen bakım süreçlerinde (HT, OC, CM) değişiklik yapılarak gerçekleştirilir. Bakım işlem maddesindeki bir değişiklik bakım ve test prosedürlerini tekrar yazmak veya daha etkin prosedürler uygulamak anlamına gelebilir.

Bakım aralığındaki ayarlamalara ise, halihazırda aylık periyotlarla uygulanan bir bakım işlem maddesinin, olay oranını düşürmek için haftalık veya günlük periyotlarla uygulanması örnek gösterilebilir. BGP, bu bakım aralıklarını/işlemlerini değiştirmek için gerekli kural ve prosedürleri içermelidir. Bu değişiklikler hem AMP Gözden Geçirme Kurulu/Güvenilirlik Kontrol Kurulu hem de yerel havacılık otoritesi tarafından onaylanmalıdır [8].

Bakım periyodunu kısaltmak zor değildir fakat bunun anlamı bakım faaliyetlerindeki artışa bağlı olarak bakım maliyetlerini yükseltmektir. Bu maliyet, değişikliğe ve bakım gereksinimlerinde değişiklikten kaynaklanan bir azalmaya yol açan olay oranındaki azalmayla dengelenmelidir. Başka bir deyişle bakım değişikliğinin maliyeti ile güvenilirliğin veya performansın artırılmasının kazanımları mühendislik birimi tarafından AMP değişikliğine karar vermeden önce karşılaştırılarak bir maliyet-etkinlik değerlendirmesi yapılması AMP'nin Misyon-5'i gereği uygun olacaktır.

Operasyonel şartlar çoğu zaman, organizasyonel ihtiyaçları daha iyi karşılamak ve AMP hedeflerine ulaşılması için yerine getirilmesi gereken bahse konu 5 misyonu sağlamak, kısacası bakım güvenilirliğini elde etmek maksadıyla, bir kullanıcının, üretici tarafından yayımlanan jenerik AMP (MRBR ve MPD/OAMP dokümanı) gerekliliklerini değiştirmesini gerektirir. Örnek olarak; hava aracını sıcak nemli iklimlerde işletme, korozyon kontrol görevlerinin MRBR'de belirtilenden daha sık yapılmasını gerektirebilir iken, aynı hava aracını kuru bir çöl ikliminde işletme anılan görevlere ihtiyaç duyulan sıklığı azaltabilir. Bununla beraber ikinci durumda yani çöl ikliminde kum ve toza duyarlı malzemeler AMP'de daha çok bakıma ihtiyaç duyacaktır [8].

Bir kullanıcıdan, hava aracı ve ekipmanlarının orjinal bakım aralıklarını, hizmetteki tecrübesinin gerektirdiği bir zamanda belirli görevler veya bütün harf "check"leri⁷¹ için değiştireceği beklenir. Ancak bunu yapmak için bir değişikliğin kabul edilebilir bir mazareti olduğuna yönelik kullanıcının kanıtı olmalıdır. Böyle bir kanıt, kullanıcıya ait durum takip programı veya BGP vasıtasıyla toplanan veri şeklindedir [8].

Bakımın dinamik bir süreç olması kapsamında, hava aracı yaşlandıkça bazı malzemelerin bakım aralıkları uzatılırken belirli malzemeler için bakım periyotlarının kısaltılması gerekebilir. Kullanıcı tarafından, bunun gibi bakım aralığı değişikliği ile

⁷¹ Harf Çekleri (Letter Checks): A, B, C ve D çeki olarak adlandırılan bu çekler belirli bakım işlemleri için standart çek periyotlarını ifade etmektedir. Mesela "A" Çeki, yaklaşık olarak her ay veya her 300 fh'de uygulanan bir bakım çekidir.

AMP'nin güncellenmesi kararının verilebilmesi için kullanıcının en büyük yardımcısı BGP'dir. BGP'ler, onaylanmış AMP'lerin güncelleştirilmesi için önemli bir metot oluştururlar [3].

Bazen, belirlenmiş zaman limitleri dahilinde ekipmanın "inspection"ı veya modifikasyonu hem üretici firmalar hem de düzenleyici havacılık otoriteleri tarafından dikte edildiği için, bakım görevi ilavesi şeklinde de AMP'nin güncellenme ihtiyaı ortaya çıkmaktadır. Ayrıca, kullanıcının bakım imkan ve kabiliyetlerindeki değişikliklere bağlı olarak bakım yetki seviyesi değişiklikleri de AMP güncellemesine neden olabilmektedir. Her halükarda yapılacak tüm AMP güncellemeleri havacılık otoritesi onayına tabidir. Daha önce de belirtildiği üzere, AMP'nin güncellenmesinin AMP'nin 3 numaralı misyonunun bir gereği olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

Kullanıcıya zg AMP'nin ve OMP'nin bakım yetki seviyelerini belirtecek şekilde oluşturulması ve güncellenmesi havacılıkta bakım güvenilirliğinin sağlanması için halen yeterli değildir. Bakım güvenilirliğinin tam olarak sağlanabilmesi için, bir havayolunun "Bakım Teşkilatı"nın, üzerinde çok kafa yorularak meydana getirilmiş ve çok iyi çalışan bir OMP vasıtasıyla, hava aracının ve sistemlerinin AMP'sinde belirtilen tüm bakım görevlerini yapmak üzere sürekli hazır olması gereklidir [8].

Müteakip bölümde, bir havayolunun icra ettiği bakım işlemlerine ve faaliyetlerine yönelik örnek bir bakım güvenilirliği uygulaması verilecek ve bahse konu uygulamanın bakımın maliyet-etkinliğini nasıl sağladığı gösterilecektir.

4. ÖRNEK BİR BAKIM GÜVENİLİRLİĞİ UYGULAMASI

4.1. İncelemenin Yapıldığı Havacılık İşletmesi

Bakım güvenilirliğine yönelik inceleme askeri bir havacılık işletmesi olan Deniz Hava Komutanlığında yapılmıştır. Ana meydan ve bakım tesisi Kocaeli'de bulunan bu havacılık işletmesinin ilave olarak başka iki ilimizde yardımcı meydan ve bakım tesisleri mevcuttur.

Bahse konu havacılık işletmesi, 5 ayrı model ve toplam 50 adet hava aracının sürekli uçuşa elverişli (harbe hazır) hale getirilerek işletilmesinden sorumludur.

4.2. Bakım Güvenilirliğine Yönelik Havacılık İşletmesi İmkanları

İncelemenin yapıldığı bahse konu havacılık işletmesinde her hava aracı modelinin AMP'lerinde belirtilen bakım işlemlerinin yerine getirilmesinde 3 seviyeli bakım konsepti uygulanmaktadır. Havacılık işletmesinin merkezi dışındaki yerlerde bazı hava aracı modellerinin hat ve ara seviye bakımları yapılabilirken, Kocaeli'de bulunan ana merkezinde tüm hava aracı modellerinin hat seviyesi ve ara seviye bakımları tamamen, depo (fabrika) seviyesi bakımları ise kısmen yapılabilmektedir. Yapılamayan depo seviyesi bakımlar, sözleşmesel bakım vasıtasıyla öncelik sırasına göre diğer Kuvvet Komutanlıklarının bakım kademelerine, yurt içi firmalara ve yurt dışı firmalara yaptırılmaktadır.

Havacılık işletmesinin Kocaeli'de bulunan ana bakım teşkilatında Şekil 3.5'te belirtilen teşkilat yapısına göre yapılan incelemelerde,

*Bakım güvenilirliğinin en önemli unsuru olan mühendislik biriminin bulunmadığı, mühendislik hizmetinin imkanlar dahilinde QA birimi tarafından, imkanlar haricinde ise sözleşmesel bakım vasıtasıyla diğer Kuvvet Komutanlıkları tarafından karşılandığı,

*Bakım Sistemi Değerlendirme Yönetim Bölümü yerine sadece QA biriminin bulunduğu ve güvenilirlik fonksiyonu dahil Şekil 3.5'te belirtilen tüm fonksiyonlarının bu birim tarafından yerine getirilmekte olduğu,

* Malzeme Yönetim Bölümünün bakım teşkilatı içerisinde değil de doğrudan havacılık işletmesine bağlı olduğu ve ana merkez dışındaki bakım teşkilatlarına da hizmet verdiği,

* Üretim Planlama ve Kontrol birimi ile Bakım Kontrol Merkezi biriminin Bakım Harekat Koordinasyon birimi adı altında birleştirilmiş olduğu,

* Bakım verilerinin kaydedilip raporlandığı bir bakım bilgi sistemi bulunmasına rağmen, anılan bilgi sistemindeki aksaklıkları giderecek bir bilgi işlem destek biriminin teşkilat bünyesinde olmadığı,

tespit edilmiştir.

Ayrıca, bakım teşkilatınca uygulanması gereken bir BGP'nin oluşturulmamış olduğu, bunun yerine yıllık olarak yayımlanan hava aracı istatistik yıllığının sadece tarihsel güvenilirlik esaslarına göre hazırlandığı, ilave olarak yıllık bir program dahilinde QA denetlemelerinin icra edildiği ve denetlemede tespit edilen aksaklıkların aylık olarak yayımlandığı, öte yandan AMP Gözden Geçirme Kurulu/Güvenilirlik Kontrol Kurulu bulunmamasıyla birlikte bahse konu kurulda alınması gereken benzer kararların bakım yöneticisi başkanlığında tüm alt bakım yöneticileriyle yapılan toplantılarda QA birimine danışılarak alınmakta olduğu görülmüştür.

4.3. Örnek Bakım Güvenilirliği Uygulaması

Bakım güvenilirliği uygulamasına örnek hava aracı modeli olarak, günümüzde yolcu veya kargo konfigürasyonlarıyla başka havacılık işletmeleri tarafından da kullanılan ATR-72 uçağı seçilmiştir.

İncelemenin yapıldığı havacılık işletmesinin envanterine 2013 yılında 2 adet olarak giren bahse konu hava aracı modeline yönelik olarak,

* Üretici firma dokümanları, işletme yedekleri ve gerekli YDT ile takım-avadanlıkların teslim alınmış,

* Personelin pilotaj ve bakım eğitimlerinin aldırılmış, mevcut bakım teşkilat yapısında değişikliğe gidilmemiş,

* Havacılık işletmesi bakım imkan ve kabiliyetini kazanana kadar bakım sorumluluğunu firmanın üstlenmiş,

* MRBR ve MPD dokümanlarına göre AMP'sinin oluşturulmuş ve AMP'sinde takvim, sorti ve fh esaslı planlı bakımlar, durumsal kontroller, motor özel kontrolleri, stokaj ("preservation") işlemleri ve zaman aşım (ömürlü) malzeme listesinin belirtilmiş,

olduğu görülmüştür.

Söz konusu hava aracı modeline ilişkin bir önceki bölümde anlatılan BGP esaslarına göre yapılacak bakım güvenilirliği uygulamasına, anılan hava araçlarına ait 2013-2016 yılları arasında bakım sorumluluğu firmadayken kaydedilip arşivlenen ve hava aracı istatistik yıllığından [40] alınan sorti sayısı ve uçuş saati bilgileri Tablo 4.1’de verilerek başlanabilir.

Tablo 4.1. Yıllık uçak sorti sayısı ve uçuş saati bilgileri [40]

YILLAR	TOPLAM SORTİ SAYISI	TOPLAM FH	BİRİM SORTİ SAYISI	BİRİM FH
2013	190	386:25	95	193:13
2014	400	733:30	200	366:45
2015	470	829:32	235	414:46
2016	518	805:55	259	403:57

Bahse konu tabloda hava aracı modelimizin yıllık toplam ve hava aracı başına yıllık ortalama sorti sayısı ve uçuş saati bilgileri yer almaktadır. Tabloda belirtilen tarihsel güvenilirlik verileri istatistiksel güvenilirlik metoduna geçmek için yeterli miktara ulaşmıştır. Bahse konu tablodan hava aracı modelimizin yıllık ve aylık ortalama sorti sayısı ile ortalama uçuş saati bilgileri bulunabilir. Hava aracı modelinin 2013 yılı ortalarında uçuş hizmeti vermeye başlaması nedeniyle, tablodan da görüleceği üzere diğer yıllara kıyasla çok düşük değere sahip 2013 yılı verileri bu hesaplamada dikkate alınmamalıdır.

Dolayısıyla 2014-2016 yılları arasındaki değerlerin toplamının 3’e bölünmesiyle, yıllık ortalama sorti sayısı 231.3, aylık ortalama sorti sayısı 19.3, yıllık ortalama uçuş saati 395:9 fh, aylık ortalama uçuş saati 32:46 fh bulunur.

Şimdi de örnek olarak, Md.3.4.2.2’de anlatıldığı şekilde Denklem (3.2) ve (3.3) kullanılarak ve yıllık ortalama uçuş saati $x_{ort} = 395:9$ fh alınarak;

$$\text{Yıllık SS} = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N - 1}} = \sqrt{\frac{(366^2 + 414^2 + 403^2) - \frac{(366 + 414 + 403)^2}{3}}{3 - 1}} = 25,15 \quad (4.1)$$

$$\text{Yıllık UCL} = x_{\text{ort}} \mp (2 \text{ Yıllık SS}) = 395 \mp 50,3 = 345 \text{ fh ve } 445 \text{ fh} \quad (4.2)$$

şeklinde yıllık alarm seviyesi bulunabilir.

Bunun anlamı, yıllık ortalama uçuş saati 395:9 fh olan hava aracı modelimizin yıllık uçuş saatinin 345 fh altına düşmesi veya 445 fh üstüne çıkması olayı üst üste iki kere yaşanırsa incelenmesi gereken bir sorun olabileceğidir. Mesela, bahse konu hava araçlarından biri, arızalar veya uçuş planlama hatası veya AOG (Aircraft On Ground “Hava Aracı Yerde Parça Bekler”) durumuna düşmesi veya bakım periyotlarından zamanında çıkamaması gibi problemler yüzünden hedeflenen yıllık uçuş saatine ulaşamayabilir. Öte yandan başka bir hava aracı da uçuş planlama hatası veya diğer hava araçlarının uçması gereken görevi icra etmek zorunda kalması gibi sebeplerden hedeflenen yıllık uçuş saatinin üzerinde uçabilir.

Yukarıdaki benzer hesaplamanın aylık uçuş saati verisinin takibi için yapılması daha doğru olacaktır. Çünkü BGP'ye göre tüm olay verileri aylık olarak takip edilip raporlanmalıdır. Ayrıca, Tablo 4.1'den faydalanarak aylık sorti sayısı verisi de istatistiksel olarak takip edilebilir.

Tarihsel güvenilirlik verisini istatistiksel güvenilirlik verisine dönüştürmek için yapılması gereken işlem basamakları şu şekilde özetlenebilir.

* Bir önceki yıla ait her ayın olay oranlarını grafikte göster.

* Bu olay oranlarını toplayıp 12'ye bölerek aylık ortalama olay oranını bul. Bu ortalama, yeni yılın verilerinin analizinde referans hattı olarak kullanılacağı için yeni yılın veri grafiğine bu referans hattını çiz.

* Her ayın olay oranları ile ortalama arasındaki standart sapmaları hesapla ve ortalamasını alarak ortalama standart sapmayı bul.

* Ortalama standart sapmanın iki katı ile ortalama olay oranını toplayarak başlangıçta kullanılacak UCL'yi bul. Bu UCL, yeni yılın verilerinin analizinde kılavuz hattı olarak kullanılacağı için yeni yılın veri grafiğine bu UCL hattını çiz.

Şimdi, incelenen hava aracı modelinden herhangi birinin aylık arıza oranı verileri, BGP'nin işlem basamaklarına göre ve tarihsel güvenilirlik verisi istatistiksel güvenilirlik verisine dönüştürülerek analiz edilip raporlanabilir.

BGP'nin ilk adımı olan veri toplama sürecinde, bakım bilgi sistemi vasıtasıyla kaydedilip arşivlenen arıza verilerinin toplanması gerekmektedir.

Bu kapsamda, öncelikle hava aracı bakım sorumluluğunun firmada olduğu dönem olan 1 Temmuz 2013-13 Ocak 2017 tarihleri arasındaki “Arıza Raporu (Discrepancy Report)” verileri [41], uçaklardan biri için toplanarak incelenmiştir.

Bahse konu arıza raporundan örnek birer sayfa Şekil 4.1 ve Şekil 4.2’de verilmiştir.

DISCREPANCY REPORT													
(Aircraft Series=ATR72, Tail Number / Type=TCB-701, ATR72-212A, Date Range=01-07-2013, 13-01-2017, Component Replacement=A, Requisition=A)												Date : 13-JAN-17	
TAIL NUMBER : TCB-701 BORAJET AIRLINES												Time : 14:16:45	
MM, 517												Page : 6	
REPORT / REPORT BY						RECTIFICATION / RECTIFIED BY							
DISC. NUM	DISC. TYPE	DATE	EMPLOYEE NAME	DATE	EMPLOYEE NAME	DISCREPANCY	CORRECTIVE ACTION	TASK NUMBER	PACKAGE	SIRA NO	NRC NO		
OPERATION DATE	OPERATION	POSITION	DN COMPONENT NUMBER	DN SERIAL NUMBER	OFF COMPONENT NUMBER	OFF SERIAL NUMBER							
101	LINEMTX	14-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	14-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	PERFORM MIXED CONFIGURATION FROM PASSENGER CONFIGURATION	PERFORMED MIXED CONFIGURATION FROM PASSENGER CONFIGURATION						
102	LINEMTX	20-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	20-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	PERFORM PASSENGER CONF. FROM CONF. MIXED	PERFORMED PASSENGER CONF. FROM MIXED CONF.						
103	PREP	23-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	23-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	WHEN IFF SET TO TA/RRA TCAS REMAIN STBY	TZCAS SYS TESTED WHILE SELECTED IFF TA/RRA MODE FOUND NORMAL						
104	LINEMTX	28-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	28-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	REMOVE FO SIDE EFB	REMOVED FO SIDE EFB PN OFF:100-604013-004 SN OF: 2881						
105	LINEMTX	29-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	29-JAN-14	OZGUR GOZEDEN	A/C POWER SUPPLY OF THE TACTICAL TABLE DOESN'T WORK	FUSE REPLACED NEW ONE ON A/C POWER SUPPLY PANEL (5852VU) TESTED OK. HOLD CLEARED. PN: VFR32225						
106	LINEMTX	29-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	29-JAN-14	MUHAMMAD DISKAYA	LH FLAP BEND BRUSH HAS BEEN DAMAGE	LH FLAP BEND BRUSH IS REPLACED WITH NEW ONE PN:SS39120892000						
107	PREP	12-FEB-14	ENDER TAN	12-FEB-14	ENDER TAN	MODU2 OUT OF ORDER AT FLIGHT 30 MIN LATER BECAME ONLINE REST OF THE FLIGHT WAS ONLINE PARTIALLY	FOUND PRESENT POSITION MISSING RECYCLED DUM FOUND OK PERFORMED ENTRY AND ERASING OF A FLIGHT PLAN TEST SATS						
108	PREP	12-FEB-14	ENDER TAN	12-FEB-14	ENDER TAN	O/VHD PANEL CYAM *PROP BRK* SIGN OUT OF ORDER	FOUND THE BULB WAS BURNT REPLACED WITH NEW ONE PERFORMED OPERATIONAL TEST OF ANNUNCIATOR LIGHT TEST SATS PN:0L3112						
109	LINEMTX	12-FEB-14	ENDER TAN	12-FEB-14	ENDER TAN	DURING THE GROUND CHECK FOUND SOME OF THE BULBS IN SPARE BULB BOX WERE USED	*COMPLETED SPARE BOX: PN:ED404-01 2EA PN:NSA933201-01 7EA PN:ED404-02 2EA PN:NSA933238-02 8EA*						

Şekil 4.1. ATR-72 uçağı (TCB-701) arıza raporu örnek sayfası [41]

DISCREPANCY REPORT														Date : 13-JAN-17	
(Aircraft Series=ATR72, Tail Number / Type=TCB-702, ATR72-212A, Date Range=01-07-2013,13-01-2017, Component Replacement=A, Request=A)														Time : 14:18:34	
MM_517														Page : 6	
TAIL NUMBER : TCB-702 BORAJET AIRLINES															
REPORT / REPORT BY							RECTIFICATION / RECTIFIED BY								
DISC. NUM.	DISC. TYPE	DATE	EMPLOYEE NAME	DATE	EMPLOYEE NAME	DISCREPANCY	CORRECTIVE ACTION	TASK NUMBER	PACKAGE	SIRA NO	NRC NO				
OPERATION DATE	OPERATION	POSITION	ON COMPONENT NUMBER	ON SERIAL NUMBER	OFF COMPONENT NUMBER	OFF SERIAL NUMBER									
79	PLANNING	03-DEC-13	VEDAT AYKURT	03-DEC-13	VEDAT AYKURT	TO COMPLY WITH THE TCB-702 (MSN: 1030) ACCEPTANCE CONDITIONS ATTACHMENT #2 ITEM#13 REMOVE AS SERVICEABLE LH ENG STARTER GENERATOR S/N: 4273. INSTALL NEW ONE.	WO PERFORMED					702131201			
03-DEC-13	INSTALL	LH	8260-123	4559	8260-123	4273									
80	PREP	05-DEC-13	VEDAT AYKURT	05-DEC-13	VEDAT AYKURT	AUTOPILOT DIDNT ENGAGE FOR 5 MIN AFTER THAT AT APPROACH DISENGAGE AUTOMATICALLY	AUTOPILOT TEST ON GROUND NO FAULT, NO MESSAGE. FOUND AFCS TEST PERFORMED. TEST OK								
81	PREP	05-DEC-13	YASAR CELIK	05-DEC-13	YASAR CELIK	SPEED AUTO DIDNT COME ALL FLIGHT	LH AND RH INDEX CONT. PANEL OPERATIONAL TEST PERF. TEST OK								
82	PREP	06-DEC-13	VEDAT AYKURT	06-DEC-13	VEDAT AYKURT	DURING ENGINE #1 START, GEN 2 DISENGAGED (2 ATTEMPTS) START ABORTED	#2 ENGINE STARTER GENERATOR REPLACED A SERVICEABLE ONE OPERATIONAL TEST FOUND OK. ENGINE GROUND DLE RUN-UP NO LEAKAGE PERFORMED SYST.								
06-DEC-13	INSTALL	RH	8260-123	4273	8260-123	2337									
83	PREP	13-DEC-13	VEDAT AYKURT	13-DEC-13	VEDAT AYKURT	AFTER STARTING ENG 1, DC GEN 2 FAULT LIGHT ILLUMINATE 1 TIME RESET BUT NO RECOVERY	#2 ENGINE MAIN BATTERY STARTING DC GENERATOR NOT FAULT OPERATIONAL TEST FOUND NORMAL. ENGINE RUN-UP OK								
84	LINEMTX	16-DEC-13	NISA SEZGIN	16-DEC-13	NISA SEZGIN	CHECK THE IFF	MOD 1 E 2 3/C AND S ON GROUND TEST IS OK								
85	PREP	18-DEC-13	YASAR CELIK	18-DEC-13	YASAR CELIK	COMM FROM COCKPIT TO CABIN CREW CAN NOT BE HEARD CLEARLY BY CABIN	OPT TEST OF AUDIO INTEGRATINE PERFORMED, TEST SATIS								
86	PREP	18-DEC-13	YASAR CELIK	18-DEC-13	YASAR CELIK	FMS DATA BASE DOES NOT INCLUDE ETMSGUT APPROACH	ITEM TXT AI-702-03								
87	PREP	18-DEC-13	VEDAT AYKURT	18-DEC-13	VEDAT AYKURT	AP DISENGAGED 3 TIMES UNINTENTIONALLY	AUTOPILOT SELF TEST PERFORMED ON GROUND NO FAULT. NO MESSAGE TEST SATIS								

Şekil 4.2. ATR-72 uçağı (TCB-702) arıza raporu örnek sayfası [41]

İncelenen hava aracımıza ait toplam 1169 adet arıza kaydından 2016 yılına ait 341 adedinin aylık dağılımı Tablo 4.2'de verilmiştir.

Tablo 4.2. ATR-72 uçağı 2016 yılı arıza miktarları

Arızayı Bildiren	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Agu	Eyl	Eki	Kas	Ara
PIREP	11	15	10	8	13	18	12	15	5	6	0	7
MAREP	8	5	12	9	7	2	7	3	9	9	15	6
LINEMTX	6	8	5	4	6	10	9	12	5	6	4	4
PLANNING	0	0	8	8	5	0	0	0	2	5	17	5
TOPLAM	25	28	35	29	31	30	28	30	21	26	36	22

Tablodaki arızalar, bakım bilgi sistemine arıza veri girişine sebep olan kaynağına göre tasniflenmiştir. Bu kapsamda, Şekil 4.1 ve Tablo 4.2'den de görüleceği üzere PIREP (Pilot Report "Pilot Raporları"), MAREP (Maintenance Report "Bakım Raporları"), LINEMTX (Line Maintenance "Hat Bakım Arıza Tespitleri") ve PLANNING (Bakım Planlama Birimi Arıza Girişi) şeklinde arıza tasnifi yapılmıştır.

BGP'nin ikinci adımı olan problem sahası ikaz sistemi sürecinde,

*Eğer BGP'de tarihsel güvenilirliği kullanacaksak yukarıda Tablo 4.2'de verilen değerler bir önceki yılın veya yılların değerleriyle karşılaştırılacak şekilde veri gösterimi ve veri analizi yapılır.

*Eğer BGP'de istatistiksel güvenilirliği kullanacaksak o zaman öncelikle hesaplayacağımız aylık arıza oranı verilerini tablo ve grafikte UCL ile birlikte göstermemiz gerekir.

Hava aracı modelimizin aylık ortalama uçuş saati daha önce 32:46 fh olarak tespit edilmişti. Bu kapsamda, aylık olay oranı (x) olarak hesaplanacak arıza oranı, aylık uçuş saati başına düşen aylık arıza miktarıdır ($x = \text{Aylık Arıza Miktarı} / \text{Aylık Ortalama Uçuş Saati}$). Tablo 4.3'te ATR-72 uçağının 2016 yılı aylık arıza oranları verilmiştir.

Tablo 4.3. ATR-72 uçağı 2016 yılı aylık arıza oranları

Aylar	Oca	Şub	Mar	Nis	May	Haz	Tem	Agu	Eyl	Eki	Kas	Ara
x	.76	.85	1.07	.89	.95	.92	.85	.92	.64	.79	1.1	.67

Bu verileri grafiğe dökmeden önce UCL'nin de hesaplanması gerekir. Tablo 4.3'teki veriler kullanılarak Denklem (3.1) yardımıyla;

$$x_{\text{ort}} = \frac{\sum x}{N} = \frac{\sum x}{12} = 0,87 \quad (4.3)$$

şeklinde aylık ortalama arıza oranı bulunur. Yine Tablo 4.3'teki veriler kullanılarak Denklem (3.2) yardımıyla;

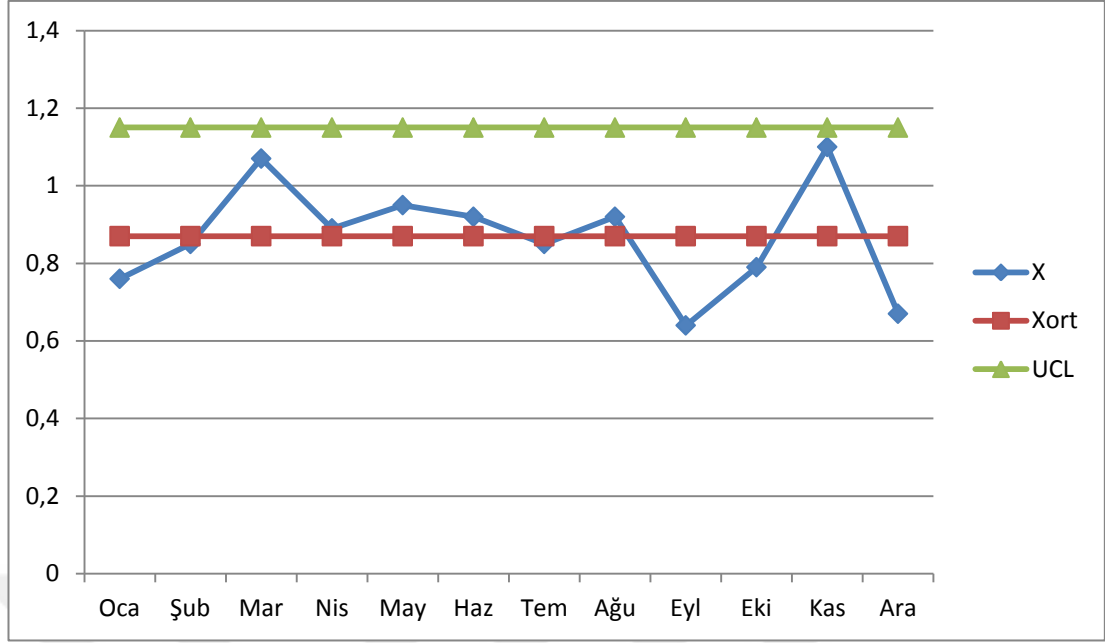
$$SS = \sqrt{\frac{\sum(x^2) - \frac{(\sum x)^2}{N}}{N - 1}} = 0,14 \quad (4.4)$$

şeklinde standart sapma bulunur. Son olarak, Denklem (4.3) ile (4.4)'te bulunan değerler kullanılarak Denklem (3.3) yardımıyla;

$$UCL = x_{\text{ort}} + (2 \text{ SS}) = 0,87 + [2 (0,14)] = 1,15 \quad (4.5)$$

şeklinde alarm seviyesi bulunur.

UCL hesaplandığına göre artık BGP'nin üçüncü adımı olan veri gösterimi Şekil 4.3'te verilen grafik vasıtasıyla yapılabilir.



Şekil 4.3. ATR-72 uçağı 2016 yılı aylık arıza oranları

Buraya kadar olan bütün BGP adımlarını bakım teşkilatı bünyesinde Güvenilirlik biriminde çalışan uzman personel aylık olarak yaparak, BGP'de belirlenmiş olay oranlarını aylık olarak takip eder. Veri gösteriminde istatistiksel analizci gözüyle yapacağı ön veri analiziyle problem olduğunu değerlendirdiği hususları detaylı veri analizi ve problemin tespiti ile varsa düzeltici işlemlerin belirlenmesi için mühendislik birimine gönderir. Burada Şekil 4.3'e baktığımızda aylık arıza oranının Kasım 2016 ayında artış gösterdiği ancak alarm seviyesi üzerine çıkmadığı için bir problem olmadığı görülmektedir. Kasım ayında arıza artışı görülmesinin sebebi, uçağımızın bakıma girmesi sonucu bakımda tespit edilen aksaklıkların ve bakım esnasında giderilmesi maksadıyla planlama birimi tarafından açılan arızaların çokluğudur.

Yapılacak başka analizlerde, sadece PIREP veya MAREP arızaları incelenebilir veya hava aracının "dispatch" güvenilirliğini etkileyen yani kalkışını geciktiren veya iptal ettiren arızalara bakılabilir ve bunların tekrar yaşanmaması için gerekli düzeltici tedbirler alınabilir. Düzeltici tedbir olarak AMP'de bulunmayan bir planlı bakım işlemi uygulaması başlatılabilir veya planlı bakım aralığı değiştirilerek AMP'nin güncellenmesi mühendislik birimi tarafından AMP Gözden Geçirme Kurulu/Güvenilirlik Kontrol Kuruluna teklif edilebilir. Her halükarda yapılacak AMP değişikliklerinin kullanıcı havacılık işletmesi tarafından havacılık otoritesi onayına sunulması gerektiği unutulmamalıdır.

Burada önemli olan bakım güvenilirliğini bir BGP vasıtasıyla sürekli sağlayabilmek için tüm bakım görevlerini (AMP) veya bakım faaliyetlerini (OMP) bir sistem modeli haline getirmektir.

Bu nedenle, bakım yöneticisinin sorumlulukları sistem mühendisinininkine benzer hale gelmiştir. Her ikisi de çalışılabilir bir sistem geliştirmeli ve bu sistem içerisindeki hata ve bozulmaların minimum miktarda olması için gayret etmelidir. Zaman geçtikçe ve teknoloji geliştikçe mevcut sistem içerisindeki hata ve bozulmaların doğal olarak artacağını göz önünde bulundurmalı, gerektiğinde sistemi iyileştirmelidir [42].

Bakım yöneticisi bir yönüyle uçak pilotuna da benzer. Pilot ve uçağı tek bir vücut olup birlikte uçarlar. Bugünün modern uçaklarında uçağı neredeyse tek başına otomatik olarak uçuran muhabere, seyrüsefer ve kontrol sistemleri pilota fayda sağlamaktadır. O zaman pilot herşeyi çalışır duruma getirdiğinde sadece geriye yaslanır ve uçuşu yönetir. Bununla birlikte, birşey yanlış gittiğinde veya planlandığı gibi gitmediğinde pilot anında ne yapacağını ve otomatik sistemin yerine geçerek uçağı manuel nasıl uçuracağını bilmelidir. İşte bakım yöneticisi de çalışabilir ve doğru bir havacılık bakım sistemini (AMP ve OMP) kurduktan sonra geriye yaslanarak bakımı yönetir [42].

Bu şekilde BGP vasıtasıyla sürekli takip ve kontrol altında bulundurularak etkinliği sağlanan AMP ve bakım faaliyetleri sayesinde havayolunun bakım güvenilirliğini sürekli olarak istenilen seviyede tutması ve maliyet-etkin bir bakım yönetimini gerçekleştirmesi sağlanmış olacaktır [42].

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Bu tez çalışmasında, bir havacılık işletmesinde maliyet-etkin bir bakım yönetiminin başka bir deyişle sürekli uçuşa elverişlilik yönetimini minimum maliyetle başarmanın temel standardına ulaşmak için, bakım güvenilirliğinin sistematik bir şekilde sürekli sağlanması gerektiği sonucuna ulaşılmıştır.

Bakım güvenilirliği kavramının tarihsel gelişimine baktığımızda,

* Havacılıkta bakım güvenilirliği kavramı ortaya çıkmadan önce, güvenilirlik kavramı istatistiksel metotlarla birlikte daha çok sistemi oluşturan komponentlerin dizayn ve imalat güvenilirliği şeklinde gelişmiş, bakım faaliyetleri ise sadece onarım ve “Hard Time” bakım yöntemine dayandırılmıştır.

* Kökeni RCM kavramına dayanan bakım güvenilirliği kavramının maliyet-etkinlik üzerindeki önemi ise havacılık düzenlemeleri ve havacılık otoriteleri ortaya çıktıktan sonra anlaşılmıştır. Havacılık otoriteleri aynı zamanda uçakların güvenilirlik ve emniyetini denetleyen kurumlar haline gelmiştir.

* Bakım güvenilirliğinin tarihsel gelişimine askeri havacılık ve sivil havacılığın sürekli birbirinden etkilenecek katkı sağlamış olduğu da bir gerçektir.

Bakım güvenilirliği, bakım faaliyetlerini bir sistem haline getirdiğimizde, bakım faaliyetlerinin kalitesi/sağlamlığı veya bakım aksaklığı yaşanmaması ihtimali şeklinde tanımlanabilir.

Bakım güvenilirliğini sağlayamayan herhangi bir havayolunda sadece mal değil, aynı zamanda can, para, zaman ve itibar kayıpları da yaşanabileceği göz önünde bulundurulmalıdır.

Bir havacılık işletmesi tarafından bakım güvenilirliğinin sistematik bir şekilde sürekli sağlanabilmesi için yerine getirilmesi gereken ön şartlar şunlar olmalıdır:

* Öncelikle, icra edilecek bakım görevleri ve bakım faaliyetlerini sistem modeli haline getirmek için, uçuş emniyetini temel alt kriter olarak sağlayan ve kullanıcı ihtiyacına uygun bir AMP ve OMP, bakım yetki seviyelerini belirtecek şekilde oluşturulmalıdır.

*Müteakiben, AMP ve OMP'nin temel gereksinimlerinin yeterli miktarda karşılanması sonrasında kurulacak uygun bir bakım teşkilatı vasıtasıyla bakım programı uygulanmalıdır.

*Son olarak, oluşturulacak bir BGP'ye göre AMP'nin ve OMP'nin etkinliğinin daima takibi ve değerlendirilmesi sağlanarak kullanıcı bakım güvenilirliği sistematik bir şekilde sürekli olarak elde edilmelidir.

Bakım güvenilirliğini sürekli sağlama hedefine ulaşmak için çalışabilir ve doğru bir havacılık bakım sisteminin kurulup yönetilmesinde de maliyet-etkinlik esastır. Bunun için havacılık bakım yönetimi, kullanıcı tarafından hava aracının ömür devri boyunca üretici firma, havacılık otoritesi ve diğer bakım teşkilatları ile koordineli olarak uygulanması gereken ve AMP/OMP'de belirlenecek bakım yetki seviyeleri ölçüsünde kaynakların tahsis edileceği ve uygun şekilde kullanılacağı sistematik ve sürekli bir faaliyet olmalıdır.

Bakım güvenilirliğini sürekli olarak sağlayabilmesi için, bir havacılık işletmesinin özellikle aynı model hava aracı işleten diğer kullanıcılarla, hava aracı ve ekipmanlarının üretici firmalarıyla ve havacılık otoriteleriyle etkileşimde bulunması gerekmektedir. Bu etkileşimde, havacılık işletmesi tarafından BGP vasıtasıyla AMP/OMP değişikliği yapılabilmesi için çok değerli bir bilgi olan bakım güvenilirlik verisinin karşılıklı olarak paylaşımına ihtiyaç duyulabilir.

BGP, sistematik bir şekilde negatif trendleri bulmada istatistik metotlarının uygulanmasını içerdiği için, hava filosu ne kadar büyük olursa o kadar daha doğru ve güvenilir sonuçlar elde edilebilir. Aksi halde, benzer hava aracı tipine sahip havacılık işletmeleriyle bilgi alışverişinde bulunulması şarttır. Çünkü toplanan güvenilirlik verisi analiz maksadıyla ya beklenen güvenilirlik verisiyle ya da belirli bir hava aracı tipinin dünyada mevcut filosundan toplanan verisiyle karşılaştırılabilir.

Her havacılık işletmesinin organizasyonel prosedürleri, kendi büyüklüğünü, bakım ve mühendislik gücünün büyüklüğünü ve takip edilen hava filosunun yapısını ve büyüklüğünü yansıtacak şekilde farklılıklar gösterir. Bu nedenle, BGP'ye ilişkin genel bir endüstri standardı olmasına rağmen, ondan en yüksek faydayı elde etmek için

BGP, her kullanıcı tarafından kendi ihtiyaçları doğrultusunda hazırlanmalı ve gerektiğinde güncellenerek optimize edilmelidir.

Bu çalışmada verilen örnek bakım güvenilirliği uygulamasında,

- Seçilen uçak modeli arızalarının Kasım 2016 ayında artış gösterdiği ancak alarm seviyesi üzerine çıkmaması nedeniyle bir problem teşkil etmediği,
 - Özellikle Kasım ayında arıza artışı görülmesinin sebebinin ise uçağın bakıma girmesi sonucu planlı bakım kontrollerinde tespit edilen aksaklıkların ve operasyon faaliyetlerinin olumsuz etkilenmemesi için bu bakım periyodu süresince giderilmesi amacıyla planlama birimi tarafından açılan arızaların çokluğu olduğu,
- tespit edilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışmada, sistem güvenilirliği modeli olarak havayoluna özgü bir BGP kurmaya yönelik düşünce sürecinin sayısal çıktıdan daha çok değerli olduğu göz önünde bulundurulmalıdır.

5.2. Öneriler

Bu tez çalışmasındaki bakım güvenilirlik uygulaması örneğinde, hava aracı modelinin hizmete girdiği andan itibaren incelenen 4 yıllık tüm arıza verilerinin sayısal olarak kullanılmasıyla ve çalışmaya dünya genelinde söz konusu hava aracını işleten diğer kullanıcılardan alınacak güvenilirlik verisinin de yansıtılmasıyla, bahse konu hava aracı modeline yönelik istatistiksel analiz ve değerlendirme daha kapsamlı yapılabilir.

Bu tez çalışmasıyla ülkemize havacılık bakım yönetimi konusunda kaynak olarak kullanılacak bir doküman kazandırılmış olup, her havayolu ve havacılık bakım teşkilatı tarafından gerek havacılık bakım optimizasyonunu sağlamak gerekse kendi AMP ve OMP'lerini iyileştirip geliştirmek amacıyla, bu tez çalışmasından istifade edilebileceği değerlendirilmektedir.

Bu tez çalışmasının, özellikle havacılık bakım yönetimi kademelerinde çalışan kişiler için başvurulacak bir başucu rehber dokümanı olarak kullanılabilceği, ayrıca tez çalışmasından "Havacılık Bakım Yönetimi" ders kitabı olarak ön lisans, lisans ve

yüksek lisans programlarında faydalanılabileceği değerlendirilmektedir. Sadece havayolu ve havacılık bakım teşkilatlarının yönetim kademelerinde çalışanlar değil, makinist, teknisyen, üretici firma ve havacılık otoritesi çalışanları dahil havacılık bakımıyla ilgilenen herkes, bu çalışmadan değerli bir bilgi kaynağı olarak yararlanabilecektir.

Bu çalışmada vurgulanan BGP yöntemiyle, özellikle havacılık bakım faaliyetlerinin tamamını kapsayan OMP'nin de geliştirilerek optimize edilmesi, OMP'yi iyileştirecek tüm bakım faaliyeti aksaklıklarının belirlenip standart hale getirilerek BGP vasıtasıyla sürekli takip ve kontrolünün sağlanması, çalışmaya ilişkin geliştirilmesi gerektiği değerlendirilen araştırma konusudur.

KAYNAKLAR

- [1] Marusic Z., ALFIREVIC I., PITA O., Maintenance Reliability Program As Essential Prerequisite of Flight Safety, *Transport Engineering*, 2009, **21**(4), 269-277.
- [2] EASA eRules No:1321/2014, Easy Access Rules For Continuing Airworthiness, *European Union*, 2017.
- [3] SHT-120.17, Hava Aracı Bakım Güvenilirlik Programları, *SHGM*, Ankara, 2009.
- [4] Smith D.J., *Reliability, Maintainability and Risk*, 6th ed., Butterworth-Heinemann, UK, 2001.
- [5] AC 120-17A, Maintenance Control by Reliability Methods, *FAA Department of Transportation*, USA, 1978.
- [6] Nowlan F.S., Heap H.F., Reliability-Centered Maintenance, *US Department of Commerce National Technical Information Service*, AD/A066-579, 1978.
- [7] Sriram C., Haghani A., An Optimization Model for Aircraft Maintenance Scheduling and Re-assignment, *Transportation Research*, 2003, **Part A**(37), 29-48.
- [8] Kinnison H.A., *Aviation Maintenance Management*, 1st ed., McGraw Hill Professional, New York, 2004.
- [9] Saranga H., Kumar U.D., Optimization of Aircraft Maintenance/Support Infrastructure Using Genetic Algorithms-Level of Repair Analysis, *Annals of Operations Research*, DOI:10.1007/s10479-006-7374-1.
- [10] Gerede E., Önleyici Bakım Programlarının Tasarlanması Aracı Olarak Bakım Yönlendirme Kılavuzları, *Mühendislik ve Makine*, 2007, **48**(566), 22-31.
- [11] Buyers T., Optimizing Airplane Maintenance Economics, Boeing, www.Boeing.com/Commercial/Aeromagazine/ (Ziyaret tarihi: 05 Nisan 2017).
- [12] Ali K.M., Mcloughlin B., Benefits of Optimizing Maintenance Intervals, *IATA 8th Maintenance Cost Conference*, Atlanta, GA, 17-19 Ekim 2012.
- [13] NAVAIR, COMNAVAIRFORINST 4790.2C, The Naval Aviation Maintenance Program (NAMP), US Department Of The Navy, [http:// www.navair.navy.mil/logistics/4790/](http://www.navair.navy.mil/logistics/4790/) (Ziyaret tarihi: 14 Nisan 2017).
- [14] Muştu M., Bütün E., Havacılıkta Bakım Güvenilirliğinin Tarihsel Gelişimi, *4.Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi*, İzmir, Türkiye, 17-18 Kasım 2017.

- [15] SHGM, *Emniyet Yönetimi El Kitabı*, 1.Baskı, Pegem Akademi Yayıncılık, Ankara, 2011.
- [16] Ouedghiri D., Baskcomb S., Design for Reliability in Aviation (A must to improve Life Cycle Cost, Safety and Availability), Editors: Sgobba T., Rongier I., *Space Safety is No Accident*, 1st ed., Springer Cham, 333-341, 2015.
- [17] Dhillon B.S., *Maintainability, Maintenance, and Reliability for Engineers*, 1st ed., Taylor and Francis Group, Boca Raton-FL, 2006.
- [18] Mclinn J., A Short History of Reliability, Rel-Tech Group, https://kscddms.ksc.nasa.gov/Reliability/Documents/History_of_Reliability.pdf, (Ziyaret tarihi: 07 Haziran 2017).
- [19] Rose A., Reliability Centered Maintenance, Cadick Corporation, http://www.cadickcorp.com/download/TB014-Reliability_Centered_Maintenance_White_Paper.pdf, (Ziyaret tarihi: 05 Nisan 2017).
- [20] Barlow R.E., Fussell J.B., Singpurwalla N.D., Reliability and Fault Tree Analysis, *Conference on Reliability and Fault Tree Analysis*, Berkeley, California, 3-7 Eylül 1974.
- [21] Scholz F., Statistics in Aviation Celebrating 100 Years of Flight, The Boeing Math Group, <https://www.stat.washington.edu/fritz/Reports/Daytonnew0.pdf>, (Ziyaret tarihi: 05 Nisan 2017)
- [22] NASA, *Reliability Centered Maintenance Guide for Facilities and Collateral Equipment*, Washington D.C., 2008.
- [23] Niu G., Yang B., Pecht M., Development of an Optimized Condition-Based Maintenance System by Data Fusion and Reliability-Centered Maintenance, *Reliability Engineering and System Safety*, 2010, **95**, 786-796.
- [24] Moubray J., *Reliability-Centered Maintenance*, 2nd ed., Butterworth-Heinemann Ltd., London-England, 1997.
- [25] Bris A., Scheduled Maintenance Development, Training Part N.1.2, *Philotech Academy*, 2016.
- [26] Gerede E., A Study of Challenges to the Success of the Safety Management System in Aircraft Maintenance Organizations in Turkey, *Safety Science*, 2015, **73**, 106-116.
- [27] NTSB, Aircraft Accident Report-Aloha Airlines Flight 243, Washington D.C., <http://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR8903.pdf>, (Ziyaret tarihi: 14 Nisan 2017).
- [28] NTSB, Aircraft Accident Report-United Airlines Flight 811, Washington D.C., <https://www.nts.gov/investigations/AccidentReports/Reports/AAR9202.pdf>, (Ziyaret tarihi: 14 Nisan 2017).

- [29] Baylakoğlu İ., Güvenilirlik Mühendisliği ve Ürün Tasarımındaki Yeri, Tübitak, http://kurumsal.data.atilim.edu.tr/pdfs/120420_s.pdf, (Ziyaret tarihi: 05 Nisan 2017).
- [30] Hürriyet Gazetesi, Borajet Hangarda, Tolga Özbek ve Ceyhun Kuburlu'nun haberi, 24 Nisan 2017, <http://www.hurriyet.com.tr/borajet-hangarda-40437262>, (Ziyaret tarihi: 26 Nisan 2017).
- [31] Özgen S., Flight Safety, Airworthiness, Type Certificates, Design Requirements and Specifications, ODTÜ, http://www.ae.metu.edu.tr/~ae452sc2/certification_so.pdf, (Ziyaret tarihi: 07 Haziran 2017).
- [32] AC 129-4A, Maintenance Programs For U.S.-Registered Aircraft Operated Under 14 CFR Part 129, *FAA Department of Transportation*, USA, 2009.
- [33] De Florio F., *Airworthiness: An Introduction to Aircraft Certification*, 1st ed., Elsevier Ltd., Oxford-Great Britain, 2011.
- [34] SHT-M, Sürekli Uçuşa Elverişlilik ve Bakım Sorumluluğu Talimatı, *SHGM*, Ankara, 2012.
- [35] AC 120-16F, Air Carrier Maintenance Programs, *FAA Department of Transportation*, USA, 2012.
- [36] SHY-M, Sürekli Uçuşa Elverişlilik ve Bakım Sorumluluğu Yönetmeliği, *SHGM*, Ankara, 2011.
- [37] Wiksten J., Johansson M., Maintenance and Reliability With Focus on Aircraft Maintenance and Provisioning, Bachelor's Thesis, Lulea University of Technology, Aeronautical Engineering, Sweden, 2006.
- [38] Borajet Airlines, HIL/ADD List, *Borajet*, MM-521, 5, 2017.
- [39] O'Connor, P.D.T., *Practical Reliability Engineering*, 1st ed., John Wiley&Sons Ltd., West Sussex- England, 2002.
- [40] Deniz Hava Bakım Komutanlığı, Hava Aracı İstatistik Yıllığı, *Deniz Hava Komutanlığı*, BKM.:7365, 2-3, 2017.
- [41] Borajet Airlines, Discrepancy Report, *Borajet*, MM-517, 6, 2017.
- [42] Muştu M., Bütün E., Maliyet-Etkin Bir Havacılık Bakım Yönetiminin Temel Standardı: Bakım Güvenilirliği, *4.Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi*, İzmir, Türkiye, 17-18 Kasım 2017.

KİŞİSEL YAYIN VE ESERLER

- [1] **Muştu M.**, Bütün E., Havacılıkta Bakım Güvenilirliğinin Tarihsel Gelişimi, *4.Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi*, İzmir, Türkiye, 17-18 Kasım 2017.
- [2] **Muştu M.**, Bütün E., Maliyet-Etkin Bir Havacılık Bakım Yönetiminin Temel Standardı: Bakım Güvenilirliği, *4.Ulusal Havacılık Teknolojisi ve Uygulamaları Kongresi*, İzmir, Türkiye, 17-18 Kasım 2017.



ÖZGEÇMİŞ

1978 yılında Mersin’de doğdu. İlkokulu Mersin’de, ortaokulu Karaman’da ve lise öğrenimini de İstanbul’da tamamladı. 1996 yılında girdiği Deniz Harp Okulu Makine Mühendisliği Bölümü’nden 2000 yılında Makine Mühendisi olarak Teğmen rütbesinde mezun oldu. Gemilerde bir süre görev yaptıktan sonra 2004-2005 yıllarında Hava Teknik Okullar Komutanlığı İzmir’de 6 aylık uçak bakım temel ihtisas kursunu bitirerek Deniz Hava Bakım Komutanlığı Kocaeli’de havacılığa ilk adımını attı. 2006-2014 yılları arasında Ankara’da Deniz Kuvvetleri Teknik Başkanlığı Deniz Hava Onarım Daire Başkanlığında helikopter plan ve onarım subayı olarak çalıştıktan sonra, 2014 yılında Deniz Hava Bakım Komutanlığı Kocaeli’ye geri dönüp uçak bakım subayı olarak burada çalışmaya başladı. 2015-2017 yılları arasında Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Havacılık Bilimi ve Teknolojileri Anabilim Dalı’nda Yüksek Lisans öğrenimini tamamladı. Halihazırda evli ve iki çocuk babasıdır.