

BAKIM MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ
VE DİREKT BAKIM MALİYETLERİNİN
AZALTILMASI İÇİN ÖNERİLER
GELİŞTİRİLMESİ
TÜRKİYE UYGULAMASI

Ender GEREDİ
(Yüksek Lisans Tezi)

Eskişehir - 1998

BAKIM MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ VE DİREKT BAKIM •
MALİYETLERİNİN AZALTILMASI İÇİN
ÖNERİLER GELİŞTİRİLMESİ
TÜRKİYE UYGULAMASI

Ender GEREDE

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Fevzi Sürmeli

ANADOLU ÜNİVERSİTESİ
SOSYAL BİLİMLER ENSTİTÜSÜ

Eskişehir
Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü

Ağustos 1998

YÜKSEK LİSANS TEZ ÖZÜ

BAKIM MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ VE DİREKT BAKIM MALİYETLERİNİN AZALTILMASI İÇİN ÖNERİLER GELİŞTİRİLMESİ – TÜRKİYE UYGULAMASI

Ender Gerede

Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalı

Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, Ağustos 1998

Danışman: Prof. Dr. Fevzi Sürmeli

Günümüzde uçak bakım faaliyetleri, uçuş emniyetinin sağlanmasında, havayolu ulaşırmacılığının toplum güzünde yükseltilmesinde ve sektörün geliştirilmesinde anahtar faktör durumundadır. Bu nedenle havayolu işletmelerinin başarılı olabilmesinde büyük bir önem taşımaktadır. Bu kapsamda, uçuş emniyeti ve uçak güvenilirliğinin artırılması buna karşın bakım maliyetlerinin azaltılması bu başarıyı etkileyebilecek en önemli unsurlardır. Bakım faaliyetlerinin söz konusu önemi ve maliyetleri göz önünde bulundurularak, bu çalışmada, bakım maliyetleri ayrıntılı bir biçimde ele alınmış ve Direkt Bakım Maliyetlerinin azaltılması için çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

Bu çerçeve dahilinde, öncelikle çalışmanın temelini oluşturan bakım faaliyetleri ve bakım kavramı kapsamlı bir biçimde incelenmiştir.

Daha sonra genel anlamıyla maliyet kavramı ve havayolu işletmelerinde maliyet yapısı tüm yönleriyle ele alınarak DBM'nin toplam işletme maliyetleri içindeki yeri ve önemi ortaya konulmuştur.

Daha sonra, çalışmanın asıl konusunu oluşturan, bakım maliyetleri tüm yönleriyle ayrıntılı bir biçimde incelenmiş, bir sonraki bölümde ise DBM'nin azaltılması amacıyla çeşitli öneriler geliştirilmiştir.

Çalışmanın son bölümünde, Türk tescilli havayolu işletmelerinde DBM'nin azaltılmasına yönelik yöntemlerin uygulanırılığı araştırılmıştır. Araştırma sonucunda elde edilen bulgular değerlendirilerek geliştirilen önerilerle karşılaştırılmış ve söz konusu yöntemlerden çok az bir bölümünün kullanıldığı, DBM'nin azaltılması bilincinin ise henüz yerleşmediği sonucuna varılmıştır.

ABSTRACT

ANALYZING MAINTENANCE COSTS AND DEVELOPING SOME THEORIES TO REDUCE DIRECT MAINTENANCE COSTS – APPLICATION IN TURKEY

Ender Gereke

Civil Aviation Administration Program

Anadolu University Social Sciences Institute, August 1998

Advisor: Prof. Dr. Fevzi Sürmeli

Nowadays aircraft maintenance activities is considered as a key factor in ensuring the flight security, making the air transportation acquire a significant place in the society and improving the sector. Therefore it has an important place in airlines' being successful. In this context, improving flight safety and reliability in contrast reducing maintenance costs are the most important factors to affect this success. In this study, in considering mentioned importance and costs of maintenance activities, some theories have been developed to reduce direct maintenance costs by examining the maintenance costs in details.

Within this frame, basically maintenance activities and concept, forming the main subject of the study, have been analyzed comprehensively. In addition, the position and importance of DMC in total operating costs have been explained by examining the cost concept and structure in airlines in general aspects.

Afterwards, maintenance costs forming the main subject of the study have been examined in details and in the following chapter it has been developed some theories to reduce Direct Maintenance Costs.

In the last chapter of the study, it has been studied the applicability of the methods aimed at reducing DMC in airlines registered in Turkey.

At the end of the study, the obtained findings have been evaluated and compared to developed theories and it has been concluded that just a few methods are used and the consciousness of reducing DMC has not been settled yet.

JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI

İmza

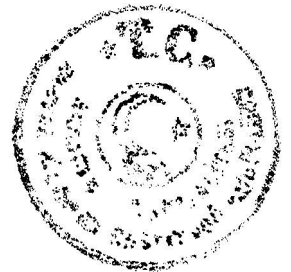
Üye (Tez Danışmanı) : Prof.Dr.Fevzi SÜRMELİ

Üye : Doç.Dr.Mustafa ÖÇ

Üye : Yrd.Doç.Dr.Ergün KAYA

Ender GEREDE'nin "Bakım Maliyetlerinin İncelenmesi ve Direkt Bakım Maliyetlerinin Azaltılması İçin Öneriler Geliştirilmesi-Türkiye Uygulaması" başlıklı tezi **14 Eylül 1998** tarihinde, yukarıdaki jüri tarafından Lisansüstü Eğitim Öğretim ve Sınav Yönetmeliğinin ilgili maddeleri uyarınca, Sivil Havacılık Yönetimi Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak değerlendirilerek kabul edilmiştir.

Prof.Dr. Enver OZKALP
Anadolu Üniversitesi
Sosyal Bilimler Enstitüsü Müdürü



İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa</u>
ÖZ.....	ii
ABSTRACT.....	iii
JÜRİ VE ENSTİTÜ ONAYI.....	iv
ÖZGEÇMİŞ.....	v
TABLolar LİSTESİ.....	xi
ŞEKİLLER LİSTESİ.....	xiii
 BÖLÜM	
I. GİRİŞ.....	1
 II. BAKIM FAALİYETLERİ.....	5
1. Bakımın Tanımı.....	5
2. Bakımın Amaçları.....	6
2.1. Uçuş Emniyetinin Sağlanması.....	7
2.2. Uçuşa Hazır Durumda Bulunma Ve Zamanında Kalkış Oranlarının Yeterli Seviyede Tutulması.....	8
2.3. Maliyetlerin Azaltılması.....	8
3. Bakımı Oluşturan Faaliyetler.....	9
3.1. Servis Faaliyetleri.....	10
3.2. Kontrol Faaliyetleri.....	10
3.3. Onarım Faaliyetleri.....	11
3.4. Tadilat Faaliyetleri.....	11
4. Bakım Mevzuatlarının Gelişimi.....	12
4.1. Emniyetli Kullanım Ömrü (Safe-Life).....	13
4.2. Emniyet Etkin Arıza Oluşumu (Fail-Safe).....	14
4.3. Hasar Toleransı (Damage Tolerance).....	14
5. Bakım Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Bakım Yöntemleri.....	15
5.1. Genel Açıklama.....	15
5.2. Geniş Gövdeli Uçaklar Öncesinde Bakım Kavramının Gelişimi.....	15
5.3. Zaman Sınırlı Bakım Yöntemleri (Hard-Time).....	18
5.4. Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi (On-Condition).....	19
5.5. Bakım Yönlendirme Kılavuzu-2 (MSG-2).....	20
5.6. Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Dayanan Bakım Yöntemi (Condition Monitoring).....	21
5.7. Bakım Yönlendirme Kılavuzu-3 (MSG-3).....	22
6. Bakım Programı Geliştirme Organizasyonu.....	25
7. Bakım Seviyeleri.....	28
8. Bakımın Tipleri.....	30

8.1. Programlı Bakım.....	30
8.2. Programsız Bakım.....	31
9. Bakım Programları.....	32
9.1. Hat Bakım.....	32
9.2. A ve C Bakım Programları.....	33
9.3. Büyük Bakım.....	34
9.4. Gövde Örnekleme Programı.....	34
9.5. Uçak Yaşlanma Programı.....	35
10. Havayolu İşletmelerinde Teknik Bölümün Örgüt Yapısı.....	35
10.1. Tipik Bir Havayolu İşletmesinin Örgüt Yapısı.....	37
10.2. JAR-145 Örnek Örgüt Yapısı.....	39
10.3. THY Örgüt Yapısı.....	41
III. HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE MALİYETLERİN YAPISI.....	44
1. Havayolu İşletmelerinde Maliyet Kavramı.....	44
2. Havayolu İşletmeleri Maliyet Sınıflandırılmasında Geleneksel Yaklaşım..	48
2.1. Direkt İşletme Maliyetleri (Direct Operating Costs).....	51
2.1.1. Uçuş Operasyon Giderleri.....	51
2.1.2. Bakım Giderleri.....	54
2.1.3. Amortisman Giderleri.....	55
2.1.4. Finansman Giderleri.....	56
2.2. Endirekt İşletme Maliyetleri.....	56
2.2.1. Yer Hizmetleri Giderleri.....	57
2.2.2. Yolcu Hizmetleri Giderleri.....	57
2.2.3. Biletleme, Satış ve Promosyon Giderleri.....	58
2.2.4. Yönetim Giderleri, Genel ve Diğer Giderleri.....	58
3. Havayolu İşletmelerinde Sabit ve Değişken Maliyetler.....	58
3.1. Sabit Maliyetler.....	59
3.2. Değişken Maliyetler.....	61
4. Farklı Uçak Tiplerine Göre Direkt İşletme Maliyetlerinin Dağılımı.....	62
4.1. Dar Gövdeli Uçaklar İçin Direkt İşletme Maliyetleri.....	65
4.2. Geniş Gövdeli Uçaklar İçin DİM'nin Dağılımı.....	68
5. Havayolu Maliyetlerinde Değişim Trendi.....	70
IV. BAKIM MALİYETLERİ.....	81
1. Bakım Maliyetlerinin Sınıflandırılması.....	81
1.1. Direkt Bakım Maliyetleri.....	82
1.2. Endirekt Bakım Maliyetleri.....	86
2. Direkt Bakım Maliyetlerini Etkileyen Faktörler.....	88
2.1. Havayolu İşletmesine Bağlı Faktörler.....	88

2.1.1. Bakım Politikası.....	88
2.1.2. İşletmenin Uçuş Hat Yapısı (Route Network).....	93
2.1.3. Dış Bakım İstasyonu Ve Personel Sayısı.....	94
2.1.4. İşgücü Verimliliği, İşgücü Etkinliği Ve İşgücü Ücretleri.....	95
2.1.5. Teknisyenlerin Eğitimi, Bilgi, Beceri ve Tecrübe Seviyeleri...	95
2.1.6. Filo Büyüklüğü ve Filo İçindeki Farklı Uçaklar Hakkında Bilgi ve Tecrübe Seviyesi.....	97
2.1.7. Planlama ve Mühendislik Kapasitesi.....	97
2.2. Uçağın İşletimi İle İlgili Faktörler.....	99
2.2.1. Ortalama Uçuş Uzunluğu.....	99
2.2.2. Günlük Kullanım Miktarı (Daily Utilization).....	105
2.2.3. Ortalama İniş-Kalkış Ağırlıkları ve Doluluk Oranı.....	106
2.3. Uçak İle İlgili Faktörler.....	107
2.3.1. Uçağın Teknik Seviyesi.....	107
2.3.2. Güvenirlik ve Bakımyapılabilirlik.....	108
2.3.3. Uçak Yaşlanma Etkisi.....	109
2.3.4. Teknik Dokümantasyonun Kalitesi.....	115
2.3.5. Uçağın Üretim Hattındaki Üretim Sırası.....	116
2.4. Coğrafi Koşullara Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Faktörler.....	116
3. Direkt Bakım Maliyetlerinin Dağılımı.....	118
4. Direkt Bakım Maliyetlerinin Hesaplanması.....	127
4.1. Genel Açıklama.....	127
4.2. Temel Hesaplama Yöntemi.....	128
4.2.1. Uçak Üzerindeki DBM'nin Hesaplanması.....	128
4.2.2. Atölyede Yapılan Bakım Faaliyetlerinin Hesaplanması.....	129
4.3. IATA Üretim Performans Ölçümü (IATA/PPM).....	131
4.4. ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın DBM Hesaplama Yöntemi (DOT Form 41).....	138
4.5. Diğer Yöntemler.....	140
5. DBM'nin Analizi.....	152
V. DBM'NİN AZALTILMASI İÇİN ÖNERİLER.....	161
1. Direkt Bakım Maliyetleri Azaltımının Havayolu İşletmeleri İçin Önemi...	161
2. Güvenirlik Programının Uygulanması.....	163
2.1. Genel Açıklama.....	163
2.2. Güvenirlik Programı.....	165
2.2.1. Güvenirlik Programının Tanımı Ve Amacı.....	165
2.2.2. Güvenirlik Programının Organizasyonu.....	166
2.2.3. Güvenirlik Programının İşleyişi.....	167
2.2.4. Güvenirlik Performansının Ölçümü.....	169
2.2.4.1. Dispeç Güvenirliği.....	170
2.2.4.2. Sistem Güvenirliği.....	174

2.2.4.3. Komponent Güvenirliği.....	175
2.2.4.4. Motor Güvenirliği.....	178
2.3. Güvenirlik Programının DBM'ne Etkisi.....	180
2.3.1. Güvenirlik Programı İle Programsız Bakım Faaliyetlerinin Azaltılması.....	180
2.3.2. Güvenirlik Programı İle Programlı Bakım Optimizasyonunun Sağlanması.....	181
3. Bakım Programının Optimizasyonu.....	182
3.1. Genel Açıklama.....	182
3.2. Blok Veya Dengelenmiş Bakım Seçimi.....	183
3.3. Bakım İnceleme Kurulunun Oluşturulması.....	186
4. Motor Bakım Maliyetlerinin Azaltılması.....	189
4.1. Genel Açıklama.....	189
4.2. Motor Durumunun Zaman İçinde İzlenmesi (Engine Condition Trend Monitoring).....	189
5. Elektronik Sistem DBM'sinin Azaltılması.....	191
6. Servis Bültenlerinin Değerlendirilmesi.....	192
7. Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılması (Out-Sourcing).....	194
8. Elektronik Dokümantasyon Sisteminin Kullanılması.....	198
9. İnsan Faktörü Programının Uygulanması.....	201
9.1. Genel Açıklama.....	201
9.2. İnsan Faktörü Programının Kapsamı.....	203
9.2.1. Bakım Hatalarının Azaltılması.....	203
9.2.2. Bakım İşlerinin Analizi (Job Task Analysis).....	205
9.2.3. İletişimin Artırılması.....	205
9.2.4. Bakım Eğitim Programlarının Geliştirilmesi.....	206
9.2.5. Bakım İş Yardımcılarının Geliştirilmesi.....	207
10. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi.....	208
VI. DBM'NİN AZALTILMASI İÇİN GELİŞTİRİLEN ÖNERİLERİN TÜRK TESCİLLİ HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE UYGULANIRLIĞININ ARAŞTIRILMASI.....	210
1. Araştırmanın Amacı, Önemi, Sınırlılıkları, Yöntemi.....	210
1.1. Araştırmanın Amacı.....	210
1.2. Araştırmanın Önemi.....	210
1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları.....	211
1.4. Araştırma Yöntemi.....	211
2. Yapılan Araştırma Sonuçları ve Değerlendirilmesi.....	213
2.1. Türkiye'deki Havayolu İşletmelerinin Yapısı.....	213
2.2. İşletme İçi Maliyet Kontrol Programları.....	213
2.3. Havayolu İşletmelerinin Kendi İmkanları İle Yapabildikleri Bakım Faaliyetleri.....	214
2.4. Bakım Maliyetlerinin Hesaplanması ve Dağılımının Yapılması.....	215
2.5. DBM Analizinin Yapılması.....	216
2.6. Güvenirlik Programının Uygulanması.....	217
2.7. Bakım Programının Optimizasyonu.....	219
2.8. Motor DBM'sinin Azaltılması Amacıyla Yapılan Çalışmalar.....	220

2.9. Elektronik Sistem DBM'sinin Azaltılması.....	221
2.10. Servis Bültenlerinin Değerlendirilmesi.....	222
2.11. Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılması.....	222
2.12. İnsan Faktörü Programının Uygulanması.....	224
2.13. Elektronik Dokümantasyon Sisteminin Kullanılması.....	225
2.14. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi.....	226
 VII. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	 227
1. Sonuç.....	227
2. Öneriler.....	229
 EKLER.....	 234
KAYNAKÇA.....	243

TABLOLAR LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo-1. BYK-3’de Tanımlanan Bakım İşleri.....	25
Tablo-2. Bakımın Sınıflandırılması ve Bakım Seviyeleri.....	29
Tablo-3. Toplam İşletme Maliyetlerinin Direkt ve Endirekt Olarak Sınıflandırılması.....	49
Tablo-4. Sabit ve Değişken Maliyetlerin Sınıflandırılması.....	60
Tablo-5. ICAO Üyesi Ülkeler Ticari Uçak Filosu, 1987 – 1996.....	64
Tablo-6. Dar Gövdeli Uçaklar İçin DİM’nin Dağılımı.....	67
Tablo-7. Geniş Gövdeli Uçaklar İçin DİM’nin Dağılımı.....	70
Tablo-8. Verimliliğin Gelişimi.....	72
Tablo-9. Toplam İşletme Maliyetlerinin Yıllara Göre Dağılımı.....	77
Tablo-10. Ortalama Uçak Yaşlılık Maliyetleri	115
Tablo-11. DBM Yüksek ATA Bölümleri.....	122
Tablo-12. Uçak Tipi Bazında DBM Hesaplama Çizelgesi.....	129
Tablo-13. Dışarıya Yaptırılan Bakımın Maliyetlerinin Düşürülme Oranları.....	135
Tablo-14. IATA ve DOT DBM Hesaplama Yöntemlerinin Özellikleri ve Aralarındaki Farklar.....	139
Tablo-15. Örnek-1’e Ait Bilgiler.....	143
Tablo-16. Örnek-2’ye Ait Uçak Gövde Bilgiler.....	146
Tablo-17. Örnek-2’ye Ait Motor Bilgiler.....	147
Tablo-18. Güvenirlik Programı Kapsamında Toplanan Veriler.....	168
Tablo-19. Güvenirlik Performans Ölçümünde Kullanılan Parametreler.....	170
Tablo-20. Blok ve Dengelenmiş Paketleme Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları.....	185
Tablo-21. Blok ve Dengelenmiş Bakımın Tavsiye Edildiği Durumlar.....	186
Tablo-22. Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılan Bakım Faaliyetlerinin Dağılımı....	196

Tablo-23. DBM'nin Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılma Oranına Göre Değişimi.....	197
Tablo-24. Örneklem İçindeki Havayolu İşletmelerinin Kendi İmkanları İle Yaptıkları Bakım Faaliyetleri.....	214

ŞEKİLLER LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil-1. Uçak Bakımının Amacı.....	9
Şekil-2. BYK-2 Akış Şeması.....	20
Şekil-3. Sistem Yaklaşımına Göre Uçak Bölümleri.....	24
Şekil-4. MSG-3'ün Uygulama Süreci.....	27
Şekil-5. Tipik Bir Havayolu İşletmesinin Örgüt Yapısı.....	37
Şekil-6. JAR-145 Örnek Örgüt Şeması.....	40
Şekil-7. JAR-145 En Küçük Bakım Kuruluşu Örgüt Şeması.....	40
Şekil-8. THY Örgüt Yapısı.....	43
Şekil-9. Toplam İşletme Maliyetlerinin Dağılımı.....	50
Şekil-10. Direkt İşletme Maliyetlerinin Dağılımı.....	51
Şekil-11. İşletme Maliyetlerinin Sabit, Değişken ve Endirekt Olarak Dağılımı....	62
Şekil-12. Dünya Ticari Uçak Filo Yapısı.....	64
Şekil-13. Dünya Ticari Uçak Filosunun Dağılımı.....	65
Şekil-14. Dar Gövdeli Uçakların Birbirine Göre Oransal Olarak Koltuk Başına Maliyetleri.....	68
Şekil-15. Havayolu Verimliliğinde Değişim Trendi.....	72
Şekil-16. Girdi Fiyatlarının Değişimi.....	73
Şekil-17. Yakıt Giderlerinin Toplam İşletme Maliyetleri İçindeki Oranının Yıllara Göre Değişimi.....	75
Şekil-18. ABD Havayolu İşletmeleri Uluslararası Seferler Toplam İşletme Maliyetlerinin Yıllara Göre Dağılımı.....	76
Şekil-19. Birim Maliyetler.....	79
Şekil-20. Birim Maliyetlerin Değişimi.....	80
Şekil-21. Direkt Bakım Maliyetlerinin Dağılımı.....	83
Şekil-22. DBM'nin Dağılımı ve DBM'ni Oluşturan Bakım Faaliyetleri.....	84
Şekil-23. Direkt Bakım Maliyetlerini Etkileyen Faktörler.....	89

Şekil-24.	Blok ve Dengelenmiş Bakımlarda İşgücü İhtiyacının Zaman İçindeki Dağılımı.....	92
Şekil-25.	Kısa ve Uzun Mesafeli Uçuşların Farklı Bölümleri İçin DBM.....	100
Şekil-26.	Uçuş Bakım Maliyetinin Ortalama Uçuş Uzunluğu İle Değişimi.....	103
Şekil-27.	Uçuş Saati Başına Düşen Bakım Maliyetlerinin Uçuş Saati İle Değişimi.....	103
Şekil-28.	DBM'nin Ortalama Uçuş Uzunluğuna Göre Değişmesi.....	105
Şekil-29.	Günlük Kullanım Miktarının DBM'ne Etkisi.....	106
Şekil-30.	DBM'nin Uçağın Kullanım Evrelerine Göre Değişimi.....	110
Şekil-31.	DBM'nin Garanti ve Öğrenme Etkisi İle Değişimi.....	112
Şekil-32.	DBM'nin Yeni Motor Performans Etkisi İle Değişimi ve Birleşim Eğrisi.....	112
Şekil-33.	DBM'nin Provizyonu.....	113
Şekil-34.	DBM'nin Farklı Bakım Seviyelerine ve Programlarına Göre Dağılımı.....	119
Şekil-35.	Farklı 3 Uçak Tipi İçin DBM'nin ATA Bölümlerine Göre Dağılımı....	121
Şekil-36.	Programlı ve Programsız Bakım Faaliyetlerinin DBM Dağılımı.....	122
Şekil-37.	A 320 Uçağı İçin DBM'nin Dağılımı.....	123
Şekil-38.	A330 ve A340 Uçaklarını DBM Dağılımı.....	124
Şekil-39.	DBM'nin Standart Kabullere Göre Dağılımı.....	125
Şekil-40.	DBM'nin Farklı Parametrelere Göre Dağılımı.....	125
Şekil-41.	DBM'nin Farklı Parametrelere Göre Dağılımı.....	126
Şekil-42.	Uçak Gövde ve Komponent Olgunlaşma Faktörü Eğrisi.....	136
Şekil-43.	Yüksek By-Pass Oranlı Motor Olgunlaşma Faktörü Eğrisi.....	136
Şekil-44.	Düşük By-Pass Oranlı Motor Olgunlaşma Faktörü Eğrisi.....	137
Şekil-45.	Farklı Yöntemlerle A300 Uçağının DBM.....	141
Şekil-46.	Örnek-1 İçin DBM Soru Formu.....	142
Şekil-47.	Örnek-2 İçin DBM Soru Formu.....	145

Şekil-48.	IATA Tarafından Verilen X Uçağına Ait DBM'nin Yıllara Göre Değişimi.....	154
Şekil-49.	IATA Üyesi Farklı Havayolu İşletmeleri İçin DBM.....	155
Şekil-50.	Motor Ortalama DBM'nin Yıllara Göre Değişimi.....	156
Şekil-51.	ATA Bölümlerine Göre Airbus 310 Ortalama ve Kullanıcı DBM Verileri.....	157
Şekil-52.	IATA'nın Farklı ATA Bölümleri İçin Elde Ettiği Ortalama DBM.....	159
Şekil-53.	28 Nolu ATA Bölümünde DBM En Yüksek 5 Komponent.....	160
Şekil-54.	Güvenirlilik Programının Organizasyon Yapısı.....	166
Şekil-55.	Güvenirlilik Programının İşleyiş Süreci.....	168
Şekil-56.	ATA 34 Seyrüsefer Sisteminin 1 Yıllık Dispeç Güvenirlilik Performansı.....	172
Şekil-57.	Dispeç Güvenirliliğini Olumsuz Yönde Etkileyen İlk 10 Sistemin Performans Karşılaştırılması.....	173
Şekil-58.	Gereksiz Söküme Sebep Olan Unsurlar.....	177
Şekil-59.	İçsel Bakım İnceleme Kurulu Organizasyon Şeması.....	187
Şekil-60.	Servis Bülteni Değerlendirme Formu.....	193
Şekil-61.	Servis Bülteni Maliyet Değerlendirilmesi.....	194
Şekil-62.	İnsan Merkezli Havacılık Bakım Sistemi.....	202
Şekil-63.	DBM Azaltım Programı Örgüt Yapısı.....	230
Şekil-64.	Maliyet Kontrol Programının İşleyiş Süreci.....	232

I. GİRİŞ

Ulaştırma sistemi, dünyadaki tüm üretim faaliyetlerinin tamamlayıcısı olarak görülmektedir. Dolayısıyla dünya ülkeleri için önemi de tartışılmayacak kadar büyüktür. Ulaştırma sektörünün önemli bir alt sektörü olan havayolu ulaştırması sektörünün önemi ise, her geçen gün artmaktadır.

1983 yılında yayınlanan 2920 sayılı Türk Sivil Havacılık Kanunu ile özel sektöre de hava taşımacılığı ve hava alanı işletmeciliği hakkı verilmesiyle birlikte, Türk Sivil Havacılığı'nda büyük bir atılımın başladığı görülmüştür. Bu kapsamda, Türkiye'deki sivil havacılık faaliyetlerinin genel hizmet ve ulaştırma alt sektörleri arasındaki yerinin önemi de her geçen gün hızla artmaktadır. 1980'li yılların ortalarından itibaren hız kazanmaya başlayan sivil havacılık faaliyetlerinin 15 yıl gibi kısa bir geçmişinin bulunması ve yaşanan hızlı büyüme nedeniyle, sektörde bir takım problemlerle karşılaşmaktadır. Bu nedenle, sivil havacılık faaliyetlerine yönelik akademik çalışmalara hız verilmesi sektörün Türkiye'de sağlıklı bir biçimde büyümesi ve varolan problemlerin çözülebilmesi açısından büyük önem taşımaktadır.

Havayolu ulaştırma sektörü, dünyanın her yerinde yatırım ve işletim maliyetlerinin yüksek, buna karşın kar marjlarının ise düşük olduğu bir sektör olagelmıştır. Özellikle 1980'li yılların başlarından itibaren sektörü etkisi altına alan ve ABD'de yaşanan serbestleşme hareketinin bir sonucu olarak, havayolu işletmeleri arasındaki rekabet de artmıştır. Günümüzde Avrupa'da yaşanan serbestleşme hareketinin ise aynı şekilde rekabeti artıracığı tahmin edilmektedir. Kısacası, sektörün kendine has özelliklerinden olan rekabet yoğun, maliyet yüksek, kar düşük yapısı Türkiye için de söz konusudur.

Sektörün mevcut yapısı göz önüne alındığında, havayolu işletmelerinin rekabetin ve maliyetlerin yüksek buna karşın kar marjlarının düşük olduğu böylesine bir ortamda karlarını artırabilmeleri, hayatta kalıp kuruluş amaçlarına ulaşabilmeleri için maliyetlerini kontrol etmeleri ve azaltmaları büyük önem arz etmektedir.

1990'lı yıllara gelinceye kadar bakım faaliyetleri, yürütülmesi gereken bir zorunluluk olarak görülmüş ve bakım faaliyetlerinden sorumlu teknik bölümler kar merkezleri olarak değil gider merkezleri olarak kabul edilmişlerdir. Ancak yoğun rekabet ve maliyet baskısı altında sürekli maliyetlerini azaltmayı amaçlayan havayolu işletmeleri, bakım maliyetlerinin de farkına varmışlar ve maliyet kontrol programları içinde gerekli önemi vermişlerdir.

Toplam bakım maliyetleri, toplam işletme maliyetlerinin ortalama olarak %10 ile %15'ini oluşturmakta ve diğer maliyet kalemleri içinde önemli bir oran olarak görülmektedir. Toplam bakım maliyetleri kendi aralarında ise, giderlerin uçuş faaliyetleri ile doğrudan ilgili olup olmamalarına göre, direkt ve endirekt maliyetler olarak ikiye ayrılmaktadır. Direkt Bakım Maliyetleri, Direkt İşletme Maliyetlerinin %15 ile %25'i arasında değişmektedir. DİM içindeki diğer maliyet kalemlerinin havayolu işletmesi kontrolü altında olmadığı da düşünüldüğünde, DBM'nin önemi daha da artmaktadır. Bununla birlikte, dar gövdeli bir uçağın kullanım ömrü boyunca oluşan DBM uçağın satın alım fiyatına eşit olmaktadır. Bu nedenlerle DBM'nin azaltılması büyük önem taşımaktadır.

Bu çalışmada, havayolu ulaştırması alt sektörünün bakım faaliyetleri boyutu bakım maliyetleri yönüyle ele alınarak ayrıntılı bir biçimde incelenmiş ve DBM'nin azaltılmasına yönelik olarak, konu ile ilgili yazılı kaynaklardan ve uygulamalardan yararlanılarak yapılan araştırmalar sonucunda elde edilen bilgiler, mümkün olduğunca sistemli ve anlaşılır bir biçimde aktarılmaya çalışılmıştır.

Bu amaçla, II. Bölümde "Bakım Faaliyetleri" başlığı altında, uçak bakım kavramı açıklanmış; böylece asıl çalışma alanını oluşturan bakım maliyetlerinin hangi bakım faaliyetlerinden kaynaklandığı ortaya konulmuştur. Ayrıca, bakım kavramının tarihsel gelişimi incelendiğinde daha maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilme ihtiyacının bu gelişimde önemli bir rol oynadığı görülmektedir. Bu nedenle, geliştirilen temel bakım yöntemlerinin kronolojik sırası dahilinde, bakım kavramının nasıl geliştiği, be gelişimde nelerin rol oynadığı genel hatlarıyla açıklanmıştır. Bakım sisteminin daha iyi anlaşılabilmesi ve bakım faaliyetlerinin teknik bölüm içinde nasıl paylaştırıldıklarının ortaya konulabilmesi açısından çeşitli teknik bölüm örgüt yapılarına da yer verilmiştir.

II. Bölümde bakım maliyetlerini oluşturan bakım faaliyetleri ve bakım kavramı ortaya konulduktan sonra, III. Bölümde genel anlamda maliyet kavramına yer verilmiştir. Aynı bölümde bakım maliyetlerinin incelenebilmesi için havayolu işletmelerindeki maliyet yapısının açıklanması gereği düşünülmüş, havayolu işletmelerinde maliyet sınıflandırılmasının nasıl yapıldığı ve sektör tarihinde maliyetlerin nasıl değiştiği ortaya konularak DBM'nin önemi vurgulanmıştır. Böylece bir havayolu işletmesinin toplam maliyetleri içinde DBM'nin yeri ve önemi ortaya konulmuştur.

Çalışmanın IV. Bölümünde, bakım maliyetleri ayrıntılı bir biçimde ele alınarak öncelikle bakım maliyetlerinin hangi bakım faaliyetlerinden kaynaklandığı, nasıl sınıflandırıldıkları ve dağıtıldıkları açıklanmıştır. Bu bölümde, çalışmanın asıl konusunu oluşturan, DBM'nin azaltılmasına ışık tutulması amacıyla DBM'ni etkileyen unsurlar, DBM'nin hesaplanması ve analiz edilmesi ayrıntılı bir biçimde incelenmiştir.

Çalışmanın V. Bölümüne kadar olan kısımda, bakım faaliyetleri, havayolu işletmelerinde maliyet yapısı, DBM'nin toplam işletme maliyetleri içindeki önemi ve bakım maliyetleri ortaya konmuş, böylece DBM'nin azaltılması amacıyla uygulanan yöntemlerin açıklanabilmesi için gerekli alt yapı oluşturulmuştur.

Çalışmanın V. Bölümünde, DBM'nin azaltılabilmesi amacıyla kullanılabilecek çeşitli yöntemler önerilmiş ve bu yöntemler sektördeki uygulamalar ve sonuçları ile desteklenmiştir. Böylece, DBM'nin azaltılması amacıyla hangi yöntemlerin nasıl uygulanacakları ayrıntılı bir biçimde açıklanarak havayolu işletmelerine DBM'nin azaltılabilmesi için yol gösterilmiştir.

Çalışmanın VI. Bölümünde, DBM'nin azaltılması için önerilen yöntemlerin Türk tescilli havayolu işletmeleri arasında uygulanırılığı araştırılmıştır. Araştırma kapsamında, Türk tescilli havayolu işletmelerinin DBM'nin azaltılması bilincinde olup olmadıkları ortaya konulmaya çalışılmış, sonuç bölümünde çeşitli önerilerin geliştirilebilmesi amacıyla konu ile ilgili problemlere ışık tutulmaya çalışılmıştır.

Çalışmanın VII. ve son bölümünde ise, yapılan çalışmanın sonuç ve önerilerine yer verilmiştir. V. Bölümde yer alan DBM'nin azaltılmasına yönelik öneriler ile VI. Bölümde yer alan uygulama çalışması sonucunda elde edilen bulgular karşılaştırılarak bir durum saptaması yapılmıştır. Bu bilgiler ışığı altında, Türk tescilli havayolu işletmelerine DBM'nin azaltılması amacıyla çeşitli öneriler getirilmiştir. Bununla

birlikte, V. Bölümdeki DBM'nin azaltılmasına yönelik öneriler ile VI. Bölümdeki araştırma sonuçları incelenmiş ve havayolu işletmelerine bir model taslağı önerilerek çalışma tamamlanmıştır. Bu taslağın özellikle V. Bölümde önerilen uygulamaların etkinliğini artırması ve bu konuya dikkatlerin çekilmesi açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

II. BAKIM FAALİYETLERİ

1. Bakımın Tanımı

Sivil bir uçak misyonunun belirli sayıda yolcuyu, belirli bir süre içinde, belirli bir yere taşımak olduğu belirtilmektedir. Uçağın kullanılmasına ve yaşlanmasına bağlı olarak çeşitli arızaların oluşması ve dizayn sırasında belirlenen performansın zaman içinde azalması kaçınılmazdır. Bu durum ise, uçak misyonunun tam olarak gerçekleştirilmesini engelleyebilmektedir. Meydana gelen arıza ve/veya hasarlar uçuşun gecikmesine, iptal olmasına ya da ölümcül uçak kazalarının meydana gelmesine neden olabilmektedir¹.

Arızaların meydana gelmesini önlemek ve ortaya çıkacak olumsuz sonuçları engellemek amacıyla, tüm kullanım ömrü boyunca, uçak ve elemanlarının² performansı izlenmeli, bazı tamir işlemleri yapılmalı ve uçuş faaliyetleri için bazı hedefler ortaya konulmalıdır. Bu hedefler uçuş emniyetinin sağlanması, güvenilirlik ve uçağın uçuşa hazır durumda bulunması gibi faktörler kapsamında ele alınmaktadır. Bakım bu bilgiler ışığı altında daha iyi tanımlanabilecektir. Bakım, bir sistemin kullanım ömrü boyunca bozulabilecek karakteristiklerini daha önceden belirlenmiş nitelik veya nicelik seviyesinde tutmak ya da bu seviyeye getirmek amacıyla yapılan işlerin tümü olarak tanımlanmaktadır. Sivil bir uçak için korunması gereken karakteristikler ise aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir³;

- Emniyet,
- Güvenirlik⁴,
- Uçuşa hazır durumda bulunma,

¹ J.F. Couloux, "Integration of Maintenance Constraints In The Design of Aeronautical and Space Systems", Aeronautic Maintenance and Logistics Symposium, sempozyumuna sunulan bildiri (Bordeaux-Fransa. 13-17 Ocak 1992), s.9-10. ; Philippe Peé, "Concepts de Maintenance" yayınlanmamış ders notları (Bordeaux. Université de Bordeaux-1, IUT-A, 1988), s.1.

² **Eleman:** Uçak üzerinde kullanılan herhangi bir sistem, alt-sistem, modül, ekipman, komponent veya parçayı ifade eder.

³ Couloux, a.g.e., s.1.

⁴ **Güvenirlik:** Bir elemanın arıza yapmadan istenildiği gibi çalışmaya devam etme olasılığıdır.

Uçak bakımının tanımına Dünya Havayolları Teknik Faaliyetler Sözlüğü'nde (World Airlines Technical Operations Glossary) de yer verilmektedir. WATOG'a göre bakım; bir elemanı eski haline getirmek ya da çalışır durumda tutabilmek amacıyla servis, tamir, tadilat, revizyon, kontrol ve durum tespiti yapmak gibi işlerden oluşan faaliyetler olarak tanımlanmaktadır⁵.

2. Bakımın Amaçları

Havayolu işletmelerinin kuruluş amaçlarına ulaşmasında ve başarılı olmasında bakım faaliyetlerinin önemi büyüktür. Çünkü bu faaliyetler uçuşların emniyetli bir şekilde gerçekleştirilmesinde, uçak güvenirliliğinin artırılmasında, uçağın etkili şekilde kullanımını sağlamada, hava ulaştırmacılığının toplum gözünde yükseltilmesinde ve sektörün geliştirilmesinde anahtar faktördür⁶. Havayolu işletmelerinin amaçlarına ulaşabilmeleri için bakım faaliyetlerinin mümkün olacak en iyi biçimde uygulanması gerekmektedir. Bir bakım ünitesinin ürünü, havayolu işletmesinin ihtiyacı olan uçuş saatinin sağlanmasıdır. Başka bir deyişle, bakım gereklerinin yerine getirilerek uçakların istendiği zaman uçuşa verilmesi, bakım ünitesinin ürününü oluşturmaktadır.

Bakım üniteleri işlevlerini yerine getirebilmek için iyi bir ürün planlamasına ihtiyaç duymaktadırlar. Ürün planlama sürecindeki işlemler ise aşağıdaki biçimde sıralanabilir⁷:

- Amaçların saptanması,
- Üretimle ilgili ihtiyaçların belirlenmesi,
- Ürün için gerekli stratejilerin, politikaların ve planların geliştirilmesi,
- Uygulamaya geçilmesi,
- Performansın ölçülmesi,
- Geri bildirim yoluyla bilgilerin incelenmesi ve gerekli değişikliklerin yapılması.

⁵ Ercihan Bayır, "Uçak Bakım Kavramları", Kayseri Birinci Havacılık Sempozyumu'nda sunulan bildiri, (Kayseri: 13-16 Nisan 1996), s.104.

⁶ Fevzi Sürmeli, Hikmet Seçim ve Halim Sözbilir, *Sivil Havacılık Yönetimi* (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Ya.No.538, Sivil Havacılık Meslek Yüksekokulu Ya.No.1, 1991), s.147.

⁷ Joseph D. Patton, *Maintainability and Maintenance Management* (2nd Edition. North Carolina, N.C.: Instrument Society of America, 1988), s.25.

Bakım faaliyetlerinden elde edilecek faydalar ancak saptanan amaçlara bağlı olarak belirlenebilmektedir. Bu doğrultuda geliştirilen strateji, politika, prosedür ve planlar amaçlara nasıl ulaşılabileceğini gösterecektir. Bu nedenle bakım amaçlarının çok açık bir biçimde belirlenmesi gerekmektedir⁸.

Uçak bakımının kendine özgü, tüm dünyada kabul görmüş ve birbiriyle yakın ilişkiler içinde olan amaçları bulunmaktadır. Bu amaçların aşağıdaki biçimde sıralanması mümkündür;

- Uçuş faaliyetlerinde emniyetinin sağlanması,
- Uçağın uçuşa hazır durumda bulunmasının sağlanması,
- Maliyetlerin, emniyet faktöründen ödün verilmeksizin azaltılması.

2.1. Uçuş Emniyetinin Sağlanması

Bakım faaliyetlerinin temel amacı, hem uçuş personeli ve yolcular hem de üzerinden uçulan insanlar için emniyetin sağlanması olagelmıştır. Özellikle son 20 yıl içinde meydana gelen kazalar ve toplum ile medyanın baskısı sonucunda uçuş emniyetinin gerekliliği çok daha fazla önem kazanmıştır⁹. Havayolu işletmeleri, uçağın tüm kullanım ömrü boyunca, dizaynı sırasında belirlenmiş ve onaylanmış performansı, motor ve güç sistemlerinin bütünlüğünü, elemanlarının emniyet ve güvenilirliği gibi özelliklerini korumak zorundadır ve bunun sağlanması yasal bir zorunluluktur¹⁰.

Havayolu ürünü, uçuş emniyetini ve havayolu işletmesinin imajını da kapsamaktadır¹¹. Meydana gelecek bir kazanın işletme imajının zarar görmesine ve yolcu talebinin başka işletmelere kaymasına neden olabileceği düşünülmektedir. Bu nedenlerle, havayolu işletmelerinin ve bakım kuruluşlarının, bakım faaliyetlerinde bulunurken, uçuş faaliyetlerinde emniyetin sağlanmasını kendilerine temel amaç olarak belirlemeleri gerekmektedir.

⁸ V.Z. Priel, *Systematic Maintenance Organisation* (London: Macdonald and Evans Limited, 1974) s.10.

⁹ Roger Lecomte, "Establishment of an Initial Maintenance Program", Aeronautic Maintenance and Logistics Symposium, sempozyumunda sunulan bildiri (Bordeaux-Fransa: 13-17 Ocak 1992), s.23.

¹⁰ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.1.

¹¹ Alexander T. Wells, *Air Transportation-A Management Perspective* (2nd Edition. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1989), s.283.

2.2. Uçuşa Hazır Durumda Bulunma Ve Zamanında Kalkış Oranlarının Yeterli Seviyede Tutulması

Havayolu işletmelerinin en pahalı varlıkları uçaklarıdır. Dolayısıyla, uçakların ihtiyaç olduğu halde, teknik nedenlerden dolayı yerde kalıp uçmamaları işletme açısından oldukça maliyetli olmaktadır. Bu nedenle, havayolu işletmelerinin temel amaçlarından birisi de uçakların, mümkün olduğunca, uçuşa hazır durumda bulunmalarını sağlamaktır.¹² Planlanan uçuşların zamanında yapılma oranlarının artırılması, bir havayolu işletmesinin karlılığını etkileyen en önemli unsurlardan birisi olarak görülmektedir¹³.

Uçuşların gecikmesine ve/veya iptal edilmesine neden olan ve havayolu işletmelerinin kontrolü altında olmayan faktörler meteorolojik şartlar, havaalanı kapasite sorunları, yer hizmetlerinden kaynaklanan sorunlar ve hava trafik faaliyetlerinden kaynaklanan sorunlar olarak sıralanabilir. İşletmenin kontrolü altında tutulabilen faktör ise teknik nedenlerden kaynaklanan gecikme ve iptallerdir. (Havayolu işletmeleri teknik nedenlerden kaynaklanan uçuş gecikme ve iptal oranlarını mümkün olduğunca düşük bir seviyede tutmayı temel amaçlarından birisi olarak görmelidirler. Çünkü planlanan uçuşun zamanında yapılması müşteri tatminini etkileyen en önemli faktörlerden birisi olduğu düşünülmektedir. Ayrıca meydana gelen bir gecikme diğer uçuş noktalarında meydana gelebilecek diğer gecikmelerle birleştiğinde bir sonraki uçuşun iptal edilmesine neden olabilmektedir.

Teknik problemler sonucunda oluşan gecikme ve iptallerin, ancak bu amaca yönelik bakım faaliyetleri ile önlenilebileceği düşünülmektedir.

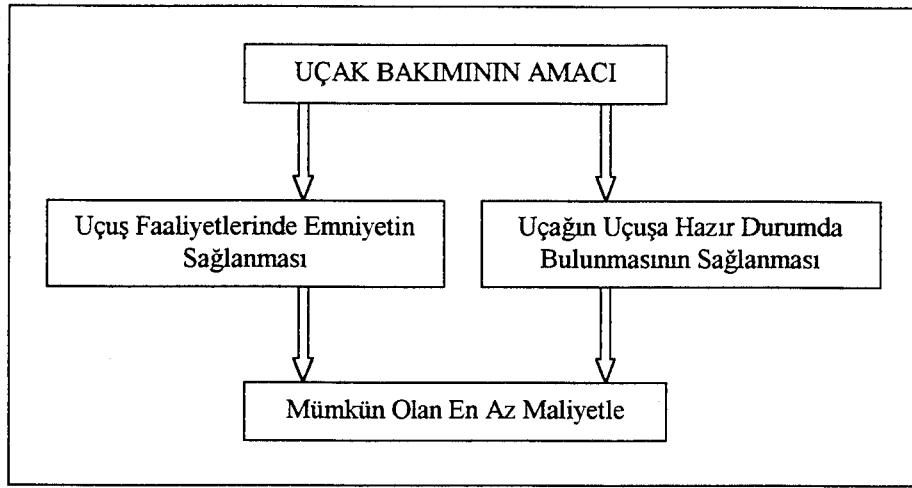
2.3. Maliyetlerin Azaltılması

Havayolu işletmeleri, kullandıkları uçakların bakım faaliyetlerini yapabilmek için gerekli ve yeterli organizasyonları kurmak durumundadırlar. Bakım faaliyetlerinin yürütülmesi; lisanslı teknisyen, bakım personeli, bakım atölyeleri, teçhizat, araç-gereç, yedek malzeme, uygun mekan ve altyapı sistemlerini gerektirmektedir¹⁴. Bu gerekliliklerin yerine getirilmesi ise, önemli miktarlarda maliyet oluşturmaktadır.

¹² Oya Torum, "Sivil Havacılık Hizmetinde Uçak Bakımı", IV. Ulusal Havacılık Sempozyumu, (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları No.774, Sivil Havacılık Yüksekokulu Yayınları No.5), s.105.

¹³ Couloux, a.g.e., s.16.

Havayolu işletmelerinde maliyetlerin yüksek buna karşın kar marjlarının ise düşük olduğu düşünüldüğünde, uçuş emniyetinden ödün vermeksizin, bakım maliyetlerinin azaltılması elde edilecek karın artırılması açısından oldukça önemli olabilecektir. Sonuç olarak, uçak bakım amaçlarından birisi de bakım maliyetlerinin kontrol edilmesi ve azaltılmasıdır. Şekil-1’de görüldüğü gibi, uçak bakımının amacı, mümkün olan en düşük maliyetle uçuş emniyetinin ve uçağın uçuşa hazır durumda bulunmasının sağlanmasıdır.



Şekil-1. Uçak Bakımının Amacı

3. Bakımı Oluşturan Faaliyetler¹⁵

Herhangi bir uçağın, üretilmesinden itibaren hizmetten kaldırılmasına kadar geçen süre içinde, iyi çalışır, temiz ve uçuşa elverişli bir durumda tutulabilmesi amacıyla yapılan işlemlerin tümü bakım faaliyetleri kapsamındadır. Konuyla ilgili olarak yapılan kaynak taraması sonucunda, bakımı oluşturan faaliyetlerin tanımlanması ve sınıflandırılması konusunda bazı farklılıkların bulunduğu gözlenmiştir. Bu durumda, gerekli tanımlamalar için programlı bakımlar sırasında yapılması gereken işleri ayrıntılı

¹⁴ Torum, a.g.e., s.103.

¹⁵ Bu bölümde aşağıda belirtilen kaynaklardan yararlanılmıştır: Bkz. Ergün Kaya, “Havaalanlarında Fiyatlandırma Açısından Muhasebe Bilgi Sistemi” (Yayınlanmamış Doktora Tezi, Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1997), s.43. ; Alexender T. Wells, a.g.e., s.238-242 ; C.H. Friend, *Aircraft Maintenance Management* (Essex: Longman Group UK Ltd., 1992), s.84-85 ; International Air Transport Association, *Handbook of Production Planning and Control* (Revizyon 22, Montreal:1995), s.4_5 ; P. Peé, “Procedure d’analyse MSG-3” (Yayınlanmamış ders notları, Bordeaux: Université de Bordeaux-I, IUT-A, 1988), s.340-345. ; Ralph D. Bent ve James L. McKinley, *Aircraft Powerplants*, (5th Edition. New York: McGraw-Hill Book Compony, 1985), s.292-308.

bir biçimde tanımlamış olan Bakım Yönlendirme Kılavuzu-3'ün (Maintenance Steering Guide-3) referans alınmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir. Bu açıklamalar ışığı altında bakımı oluşturan faaliyetler; servis, kontrol, onarım, revizyon ve tadilat başlıkları altında toplanabilmektedir.

3.1. Servis Faaliyetleri

Servis faaliyetleri, genellikle uçağın uçuşa verilebilmesi amacıyla yapılan uçuş öncesi faaliyetleri kapsamaktadır. Servis faaliyetleri kapsamında ele alınan temizlik işlemleri; uçak kabininin temizlenmesi, uçak dış yüzeylerinin kardan ve buzdan arındırılmasıdır. Uçuşa elverişlilik açısından yapılan hava, yağ ve su gibi ikmal işlemleri de servis faaliyetleri kapsamında ele alınmaktadır. BYK-3'de, servis faaliyetleri tanımlanırken ilgili elemanların yıpranma miktarlarını azaltmak amacıyla yapılan yağ ve benzeri maddelerin ikmal kastedilmektedir.

3.2. Kontrol Faaliyetleri

Kontrol faaliyetleri, uçak bakım amaçlarına ulaşılabilmesi açısından, bakım faaliyetleri içinde oldukça önemli bir yere sahiptir. Gözle yapılan basit kontrollerin yanı sıra özel aletler kullanılarak yapılan kontrolleri de içeren geniş kapsamlı bir faaliyet alanıdır. Söz konusu kontrol faaliyetleri aşağıda açıklanmıştır.

Operasyonel Kontrol: Arızaları bulmayı amaçlayan ve bir elemanın dizaynı sırasında belirlenmiş işlevini yerine getirip getirmediğini araştıran işlemdir. Kontrol sırasında nicel standartlar kapsam dışında bırakılmaktadır.

İşlevsel Kontrol: Bir elemanın, belirlenmiş sınırlar içindeki nicel standartlara göre, işlevini tam olarak yerine getirip getirmediğinin kontrol edilmesidir. Bu işlemin amacı, ilgili elemanın işlevsel performansını kontrol ederek, arıza ve/veya hasarın ortaya çıkarılmasıdır.

Genel Göz Kontrolü: Gövde iç ve dış yüzeylerinin herhangi bir hasara karşı gözle kontrol edilmesidir. Kolay açılabilen kapakların sökülmesini ve gövdenin üst kesimlerine ulaşılabilmesi için merdiven gibi çeşitli aletlerin kullanılmasını gerektirebilmektedir.

Detaylı Kontrol: Belirli bir elemanın ya da bir bütünün ayrıntılı ve dikkatli bir biçimde gözle kontrol edilmesidir. Bu faaliyetin amacı, bir ışık kaynağı yardımıyla büyüteç ve ayna gibi aletler kullanarak gövdede oluşan her türlü hasarın tespit edilmesidir. Bu işlemlerin yapılabilmesi amacıyla, ilgili bölgenin temizlenmesi ve bu bölgeye ulaşabilmek için gelişmiş yöntemlerin kullanılması gerekebilmektedir.

Özel Detaylı Kontrol: Gövdenin belirli bir bölümünün, tahribatsız muayene usulleri ve özel söküm yöntemleri gibi teknikler kullanarak dikkatli bir şekilde kontrol edilmesidir.

3.3. Onarım Faaliyetleri

Onarım faaliyetleri, uçağın herhangi bir elemanında hasar ya da arıza olduğunda, bu elemanın uçak üzerinde (on-aircraft) veya ilgili atölyede daha önceden belirlenmiş standartlarına geri getirilmesi için yapılan faaliyetlerin tamamını içermektedir. Bu faaliyetler, herhangi bir temizleme işleminden elemanın tamamen revizyon edilmesine kadar uzanan geniş bir alanı kapsamaktadır.

Konuyla ilgili bazı kaynaklarda revizyon faaliyetleri¹⁶ ayrı bir başlık altında verilmiştir. Ancak BYK-3 dokümanı incelendiğinde revizyon amacının söz konusu elemanın istenen standartlara geri getirilmesi olduğu anlaşıldığı için konunun bütünlüğü açısından onarım faaliyetleri altında verilmesinde yarar görülmüştür.

3.4. Tadilat Faaliyetleri

Uçak hizmete girdikten sonra, edinilen tecrübeler doğrultusunda güvenirliliği, emniyeti ve/veya performansı artırmak amacıyla, uçak, motor ya da orijinal parça üreticileri (Original Equipment Manufacturers) uçak ya da ilgili eleman üzerinde bazı tadilatlar yapılmasını isteyebilmektedirler. Bununla birlikte, FAA gibi sivil havacılık otoriteleri de bazı durumlarda tadilat isteminde bulunabilmektedirler. Bu tadilatlar hakkındaki ayrıntılı bilgiler uçak işleticilerine üç ayrı teknik yayın şeklinde duyurulmaktadır. Bunlar aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür;

- Servis Bülteni,

¹⁶ Revizyon (veya overhaul): Bir mekanizmanın tamamen sökülerek, kontrol edilmesi ve tamir edilmesi.

- Görev Bilgilendirme Mektubu,
- Uçuşa Elverişlilik Yönergesi.

Servis Bülteni: Uçak ya da ilgili eleman üzerinde yapılması gereken tadilat hakkında gerekli bilgileri kapsamakta ve iki farklı şekilde yayınlanmaktadır. Bunlar; belirtilen zamandan önce uygulanması gereken Zorunlu Servis Bülteni (Mandatory Service Bulltin) ve kullanıcıya öneri niteliğinde sunulan İhtiyari Görev Bültenidir (Recommended Service Bulltin). ZSB'nin uygulanması, emniyeti doğrudan etkileyen değişikliklerin yapılmasını kapsamakta ve belirlenen zaman dilimi içinde yapılmadığı takdirde uçağın uçmasına izin verilmemektedir. İSB ise, uygulanması zorunlu olmayan, performansın artırılması, uçak ya da ilgili elemanın kullanım ömrünün artırılması ve bakım maliyetlerin azaltılması amacıyla önerilen tadilatları kapsamaktadır.

Görev Bilgilendirme Mektubu (Service Information Letter): Üreticiler tarafından yayımlanan ve kullanıcılara uçak ya da herhangi bir elemanı hakkında sonradan edinilen bilgileri aktaran teknik yayındır.

Uçuşa Elverişlilik Yönergesi (Airworthiness Directives): Üreticiler, kullanıcılara gönderdikleri servis bültenlerinin aynısını FAA gibi ilgili otoritelere de göndermektedirler. Sivil havacılık otoriteleri, servis bültenlerini incelemekte ve söz konusu servis bültenlerinin uygulanması halinde uçuş emniyetinin ve/veya güvenirliliğin artacağına karar vermesi durumunda yeni bir teknik yayın yaparak ilgili değişikliğin uygulanmasını zorunlu hale getirmektedirler. Bununla birlikte, ilgili sivil havacılık otoriteleri uçakların kullanımı sırasında yaşanan problemler, meydana gelen uçak kazalarında yapılan incelemeler sonucunda da Uçuşa Elverişlilik Yönergesi yayınlamaktadırlar.

4. Bakım Mevzuatlarının Gelişimi

Herhangi bir uçağın uçmasına izin verilmesi için uçuşa elverişlilik sertifikasının olması gerekmektedir. Bir uçağın uçuşa elverişliliği, dizayn edildiği amaçlar doğrultusunda, uçuş faaliyetlerini tatmin edici bir şekilde sürdürebilme kabiliyeti olarak

tanımlanmaktadır¹⁷. Uçuşa elverişlilik, ilgili uçağın uçmasına izin verilebilmesi için gerekli şartları belirten mevzuatlarda tanımlanmaktadır¹⁸.

Bakım mevzuatları, zaman içinde havayolu ulaştırmasının gelişimine paralel olarak gelişmiştir. Havayolu ulaştırmasının gelişimi incelendiğinde, mevzuatlarının gelişimine neden olan faktörleri aşağıdaki biçimde sıralamak mümkün olacaktır¹⁹;

- Gittikçe daha karmaşık sistemlere sahip uçakların üretilmesi,
- Uçuş mekaniği konusunda bilgi birikiminin oluşması,
- Malzeme yorulması konusunda test tekniklerinin geliştirilmesi,
- Arızaların ve hasarların ortaya çıkarılmasındaki yöntemlerin geliştirilmesi.

Zaman içinde meydana gelen ölümcül kazalar, mevcut mevzuatların bazı konularda yetersiz kaldığını göstermiş ve kazanılan tecrübeler sonucunda bazı bakım işlerinin gereksiz olduğu anlaşılmıştır. Söz konusu işler, uçuş emniyetini artırmazken bakım maliyetlerinin de gereksiz yere artmasına neden olmuştur. Mevzuatların zaman içinde değiştirilmelerinin en önemli nedenleri arasında uçuş faaliyetlerinde emniyeti artırmak ve maliyet etkin bakım programlarının geliştirilmesi bulunmaktadır. İlgili mevzuatlarda sırayla üç ayrı kavrama yer verilmektedir. Bunlar;

- Emniyetli Kullanım Ömrü (Safe-Life),
- Emniyet Etkin Arıza Oluşumu (Fail-Safe) ve
- Hasar Toleransıdır (Damage Tolerance).

4.1. Emniyetli Kullanım Ömrü (Safe-Life)

Emniyetli kullanım ömrü, yapısal elemanların tüm kullanım ömürleri boyunca, ortaya çıkarılabilecek derecede çatlaklar oluşmaksızın, değişken genlikte tekrarlı yüklere karşı koyabilecek biçimde dizayn edilmiş olmasıdır²⁰.

¹⁷ Friend, a.g.e., s.54.

¹⁸ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.4.

¹⁹ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.4.

²⁰ Federal Aviation Administration, "Damage-Tolerance and Fatigue Evaluation of Structure", Advisory Circular. Sayı no:25.571-1B, (Mart 1988), s.1.

Bu kapsamdaki uçak elemanları için, zaman sınırlı kullanım ömrü belirlenmekte ve bu zaman dolduğunda parça mutlaka yenisi ile değiştirilmektedir. Bu kapsamdaki uçak elemanları için iniş takımlarının örnek olarak verilmesi mümkündür.

4.2. Emniyet Etkin Arıza Oluşumu (Fail-Safe)

Emniyet etkin arıza oluşumu, ilgili yapısal elemanın, malzeme yorulmasından kaynaklanan arıza oluşumunda ya da gövde elemanlarından birisinin arızalanması durumunda, çok kötü sonuçlar doğuracak başka bir arızanın meydana gelmesini engelleyecek biçimde dizayn edilmesidir²¹. Başka bir deyişle, yapısal bir elemanın tamamen arızalanması durumunda bile, gövdenin diğer elemanlar üzerine binecek ek yükleri taşıyarak uçuş emniyetini tehlikeye atacak bir durum oluşmasının engellenmesidir.

Dizayn sırasında, bu kapsamdaki yapısal elemanların yedeklerine yer verilmiş ya da söz konusu elemanın taşıması gereken yük, değişik geçiş yolları ile başka yerlere dağıtılmıştır²².

4.3. Hasar Toleransı (Damage Tolerance)

Hasar toleransı, uçağın kullanım ömrü boyunca yapısal elemanlarda meydana gelebilecek, ciddi derecede malzeme yorulması, korozyon ya da kaza sonucu oluşan hasarların ortaya çıkarılınca kadar geçen süre içinde ilgili yapısal elemanın, oluşacak ek yükleri kaldırabileceği biçimde dizayn edilmesidir²³. Başka bir deyişle, bu kavram kapsamında hazırlanacak bir bakım programında uçağın kullanımı sırasında meydana gelebilecek her türlü hasar, kritik boyutlara ulaşmadan önce mutlaka ortaya çıkarılabilmelidir.

Bu kavram mevzuatlara 1978 yılında girmiştir (FAR 25, 45 nolu değişiklik). Günümüzde halen kullanılmakta olan mevzuat ise, hasar toleransı ve emniyetli kullanım ömrü kavramları üzerine kurulmuştur²⁴.

²¹ FAA, "Damage-Tolerance and Fatigue Evaluation of Structure", a.g.e., s.1.

²² Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.7.

²³ FAA, "Damage-Tolerance and Fatigue Evaluation of Structure", a.g.e., s.1.

²⁴ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.9.

5. Bakım Kavramının Tarihsel Gelişimi ve Bakım Yöntemleri

5.1. Genel Açıklama

Uçak bakımında kullanılan yöntemler günümüze gelinceye kadar çeşitli değişiklikler göstermiştir. Günümüzdeki bakım sisteminin daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla, bakım kavramının havayolu ulaştırma sektörü ve bu sektörde kullanılan teknolojinin gelişimine paralel olarak, zaman içinde nasıl değiştiğinin incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Bakım kavramının zamanla değişmesinde bakım maliyetlerinin azaltılması da önemli rol oynadığından, tarihsel gelişimin incelenmesi bakım maliyetlerinin azaltılması amacıyla geliştirilecek önerilere de ışık tutacaktır. Ayrıca, günümüzde de kullanılmakta olan bakım yöntemleri açıklanırken tarihsel sıralamanın göz önünde bulundurulmasının, konunun daha iyi anlaşılması açısından yararlı olacağı düşünülmektedir.

Bakım yöntemleri genel olarak Önleyici Bakım (Preventive Maintenance) ve Düzeltici Bakım (Curative Maintenance) olarak ikiye ayrılmaktadır. Önleyici Bakımın amacı hasar ve/veya arızaların daha önceden uygulanan bakım faaliyetleri ile önlenmesidir. Düzeltici bakımın amacı ise, bir arıza ve/veya hasar meydana geldiğinde bu durumun giderilmesidir. Düzeltici Bakım kapsamında daha çok, arıza yapma olasılığı, kullanım zamanı ile artmayan elemanlar yer almaktadır. Çünkü bu tür elemanların ne zaman arızalanacakları tamamen tesadüfi olarak ortaya çıkmaktadır. Bu tür elemanlara elektronik komponentler örnek olarak verilebilir. Önleyici ve Düzeltici Bakım kapsamına giren bakım yöntemleri konu ile ilgili kaynaklarda “Temel Bakım Yöntemleri” (Primary Maintenance Process) olarak adlandırılmaktadır.

5.2. Geniş Gövdeli Uçaklar Öncesinde Bakım Kavramının Gelişimi²⁵

1930’lu yıllarda, uçağı oluşturan mekanik parçaların zamanla aşındığı, aşınmanın arızalara sebep olduğu ve arızaların uçuş faaliyetlerinde emniyeti azalttığı düşünülmekteydi. Bu düşünce ışığı altında uçağın, motor, gövde ve haberleşme aletleri de dahil olmak üzere, tüm parçaları düzenli bir şekilde sökülerek emniyetin sağlanması

²⁵ Bu bölümde aşağıda belirtilen kaynaklardan yararlanılmıştır: Bkz. Peé, “Concepts de Maintenance”, a.g.e., s.11-12 ; IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_2, 4_3; Lecomte, a.g.e., s.23. ; Friend, a.g.e., s.49.

amacıyla, ya yenileri ile değiştirilmekte ya da tamir edilmekteydi. Söz edilen dönemde bilinen tek bakım yöntemi olan bu yaklaşım, günümüzde “Zaman Sınırlı Bakım Yöntemi” (Hard-Time) olarak adlandırılmaktadır.

Bu bakım yönteminde uçak parçaları için kullanım ömrü belirlenerek bu süre sonunda, işlevlerini yerine getirip getirmediğine, emniyeti doğrudan etkileyip etkilemediğine bakılmaksızın atılması ya da revize edilmesi söz konusu olmaktadır. Bu durumda, bakım maliyetleri de çok yüksek değerlere ulaşmaktadır. Bunu fark eden havayolu yöneticileri ise, uçak parçalarının atılma zamanlarını uzatmak için uygun yollar aramışlardır. Bu kapsamda bakım ve satın-alım maliyeti yüksek olan bazı parçalar örnek olarak seçilerek ilgili otoritelerin temsilcileri ile birlikte sürekli olarak gözlenmiş ve gerekli incelemeler sonucunda parçanın atılma zamanı uzatılmıştır. Bu bakım yönteminin tek avantajı, parçaların çok sık aralıklarla sökülmesi nedeniyle bakım planlamasının daha kolay olmasıdır. Bununla birlikte zaman sınırlı bakım yönteminin bazı dezavantajı da bulunmaktadır. Bunlar aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- İyi durumda olan parçalar asıl kullanım ömürleri dolmadan atılmaktadır.
- Çok sık yapılan parça sökümü, ihtiyaç duyulan yedek parçaların ekonomik bir şekilde sağlanmasını zorlaştırmaktadır.
- Parçaların atılma zamanlarının uçağın düzenli aralıklarla yapılan bakım zamanlarıyla uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Aksi takdirde, ilgili bakım zamanındaki, önceden hazırlanmış iş paketlerinin değiştirilmesi gerekecektir.
- Bu bakım yönteminin en önemli dezavantajı düzenli aralıklarla yapılan bakım faaliyetlerinin uçak elemanlarının güvenilirliğini artırmadığının anlaşılmasıyla ortaya çıkmıştır. Bu konu ile ilgili yapılan araştırma ve incelemeler sonucunda, bir uçak üzerinde yapılan düzenli bakım işleminin ardından daha fazla arızanın ortaya çıktığı kanıtlanmıştır. Bunun sebebi ise, düzenli bakım faaliyetleri sırasında karmaşık elemanlara ulaşmaya çalışılırken gerekli test ve ayarlama işlemlerinde çeşitli yanlışlıkların yapılabilmesidir.
- Planlanan söküm zamanları arasında bir arıza meydana geldiğinde yeni takılan parçanın bir daha ne zaman söküleceğinin belirlenmesi de oldukça zordur.

II. Dünya savaşının kıtalar arasında geçmesi nedeniyle, çok sayıda uzun menzilli kargo uçağı üretilmiştir. Savaş sonrasında bu uçakların sivil hava ulaştırmacılığında kullanılması sivil havacılık faaliyetlerinde bir artış sağlamıştır. Rekabetin arttığı bu ortamda, bakım maliyetlerinin daha önce anlatılan nedenlerle yüksek olması, işletmecileri çeşitli arayışlara yöneltmiş ve sonuç olarak günümüzde “Uygun Durum Kontrolü” (On-Condition) adı verilen yeni bir bakım yöntemi ortaya atılmıştır. Bu yöntem, bazı parçaların planlı bir şekilde sökölüp atılmaları yerine durumları kontrol edilerek iyi sonuçlar alındığında kullanıma devam edilmelerini sağlamaktadır. Bu yöntem kapsamına giren parçalara fren ve lastikleri örnek vermek mümkündür.

Bununla birlikte, bu yöntem de bakım maliyetlerinin yeterince azaltılmasını sağlayamamıştır. Söz konusu dönemde kullanılan piston motorlu uçakların satın-alım maliyetinin düşük olması ve dolayısıyla günlük kullanım oranlarının arttırılmasına fazla ihtiyaç duyulmaması nedeniyle, maliyet-etkin olmayan bu bakım yöntemleri işletmeler açısından çok fazla sorun yaratmamıştır. Bununla birlikte, jet motorlu, satın-alım maliyetleri çok daha fazla olan ve bu maliyetleri karşılamak için günlük kullanım oranlarının yüksek olması gereken uçaklar hizmete girdiğinde, bakım maliyetleri işletmeciler açısından çok önemli bir duruma gelmiştir.

Havayolu işletmeleri milyonlarca uçuş saati boyunca yüzlerce komponentin davranışını incelemiş ve karmaşık yapılı düzeneklerin kullanım zamanlarının artması ile güvenilirliklerinin azalmadığını anlamışlardır. Sonuç olarak Zaman Sınırlı Bakım ve Uygun Durum Kontrolü gibi yöntemlerin komponent güvenliğini sağlamalarının mümkün olmadığı görölmüştür. Bu tür, karmaşık yapıları olan, komponent bakımlarının “Durumun Zaman İçinde İzlenmesi” (Condition Monitoring) adı verilen yeni bir yöntem kapsamında yapılması en iyi yol olarak ortaya çıkmıştır. Bu yöntemde meydana gelen arızalar hakkında bilgi toplanmakta, bunlar incelenmekte ve ilgili elemanlarda gerekli düzeltmeler yapılmaktadır.

1968 yılında diğeri yolcu uçaklarına göre daha büyük, karmaşık sistemlerin ve yeni bir teknolojinin kullanıldığı B747 uçağı hizmete girmiştir. Böyle bir uçağın bakım programının hazırlanması ve uygulanmasının zor olması üretici firma ve kullanıcı havayolu işletmelerini farklı arayışlara yönelterek bu uçağın bakım programının geliştirilmesi amacıyla “Bakım Değerlendirmesi ve Bakım Programı Geliştirilmesi” adıyla bir el kitabı hazırlanmıştır. Bu el kitabında bakım programının hazırlanması için

mantıksal bir akış diyagramına ve kullanılacak bakım yöntemlerine yer verilmiştir. Bakım Yönlendirme Kılavuzu-1 olarak da adlandırılan el kitabı, bakım programlarının hazırlanması için günümüzde kullanılan yöntemlere ve hazırlanan el kitaplarına da temel oluşturmuştur. Söz konusu el kitabı bazı kaynaklarda “Bakım Yönlendirme Grubu-1” (Maintenance Steering Group-1) adıyla da geçmektedir.

1970’li yıllarda geniş gövdeli, jet motorlu uçakların hizmete girmesiyle birlikte, bakım kavramı günümüzdeki halini almıştır. Günümüzdeki bakım kavramı ile ilgili özelliklerin aşağıdaki biçimde sıralanması mümkündür;

- Mekanik parçalar uzun bir zaman diliminde yıpranmaktadır.
- Parça güvenilirliği iç dizaynının bir fonksiyonudur. Dizayn sırasında yedek sistemlere yer verilerek güvenilirlik artırılmaya çalışılmaktadır.
- İyi ve uygun bir bakım, parçanın dizaynı sırasında belirlenen güvenilirliğini sağlamaktadır.
- Uygun olan bakımdan daha fazla bakım yapılması güvenilirliği artırmamaktadır. Bununla birlikte, daha az bakım güvenirlüğün azalmasına neden olmaktadır.
- Sadece üç tane temel bakım yöntemi bulunmaktadır. Bunlar; Zaman Sınırlı Bakım Yöntemi (HT), Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi (OC) ve Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Dayanan Bakım Yöntemidir CM).
- Dizayn sırasında belirlenen güvenirlüğün korunması için; bir ünitenin işlevi, arıza şekli ve arıza etkisi bilgileri mantıksal bir akış diyagramında kullanılarak gerekli bakım programı hazırlanabilmektedir (Bakım yönlendirme kılavuzunun kullanılması).

5.3. Zaman Sınırlı Bakım Yöntemleri (Hard-Time)

WATOG’a göre Zaman Sınırlı Bakım Yöntemi, ilgili elemanın daha önceden belirlenmiş zamanda ya da daha önce kullanımdan çekilmesine dayanan temel bakım yöntemi olarak tanımlanmaktadır²⁶.

²⁶ Deutsche Aerospace Airbus, “Maintenance Engineering and MEDAS Presentation”, Eğitim semineri notları (Bremen-Almanya: 8-12 Kasım 1993), s.31.

Bu yöntem kapsamındaki elemanlar, üretici tarafından belirlenen süre dolduğunda, ya revizyona gönderilmekte ya da atılarak yenisi ile değiştirilmektedir²⁷. Bu zaman dilimi uçuş zamanı, takvim zamanı ya da iniş sayısı olabilmektedir²⁸.

Zaman sınırlı bakım yöntemi bilinen en eski yöntemdir. Uçak dizaynı ve kullanılan teknolojinin gelişimine paralel olarak, oldukça maliyetli olan bu yöntem kapsamındaki bakım gereklerinin sayısı da oldukça azalmıştır. Günümüzde bu yöntem kapsamına alınmış elemanların oranı sadece %3 civarındadır²⁹.

Bu yöntem çalışma karakteristikleri tam olarak ölçülemeyen ve arızalandıklarında uçuş emniyetini doğrudan etkileyen elemanlara uygulanmaktadır³⁰. Bazı motor parçalarının, flap bağlantılarının ve iniş takımlarının örnek olarak verilmesi mümkündür.

5.4. Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi (On-Condition)

WATOG'a göre Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi, sürekli kullanılabilmesi için elemanların durumlarını tespit etmek amacıyla tekrarlanan kontrol veya test işlemlerine tabi tutulduğu temel bakım yöntemi olarak tanımlanmaktadır³¹.

Bu bakım yöntemi kapsamına giren elemanların çalışma durumları düzenli aralıklarla kontrol edilmekte ve kullanımda kalıp kalmayacaklarına karar verilmektedir. Bununla birlikte, kontrollerin düzenli aralıklarla tekrarlanması önemlidir³².

Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi'nin temel amacı, bu yöntem kapsamındaki elemanların arızalanmadan önce ortaya çıkarılmalarıdır. Başka bir deyişle, arızanın oluşmasına izin verilmemekte, yani önleyici bakım kapsamına girmektedir.

²⁷ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.18.

²⁸ Friend, a.g.e., s.55.

²⁹ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_4

³⁰ Peé, "Concepts de Maintenance", a.g.e., s.18.

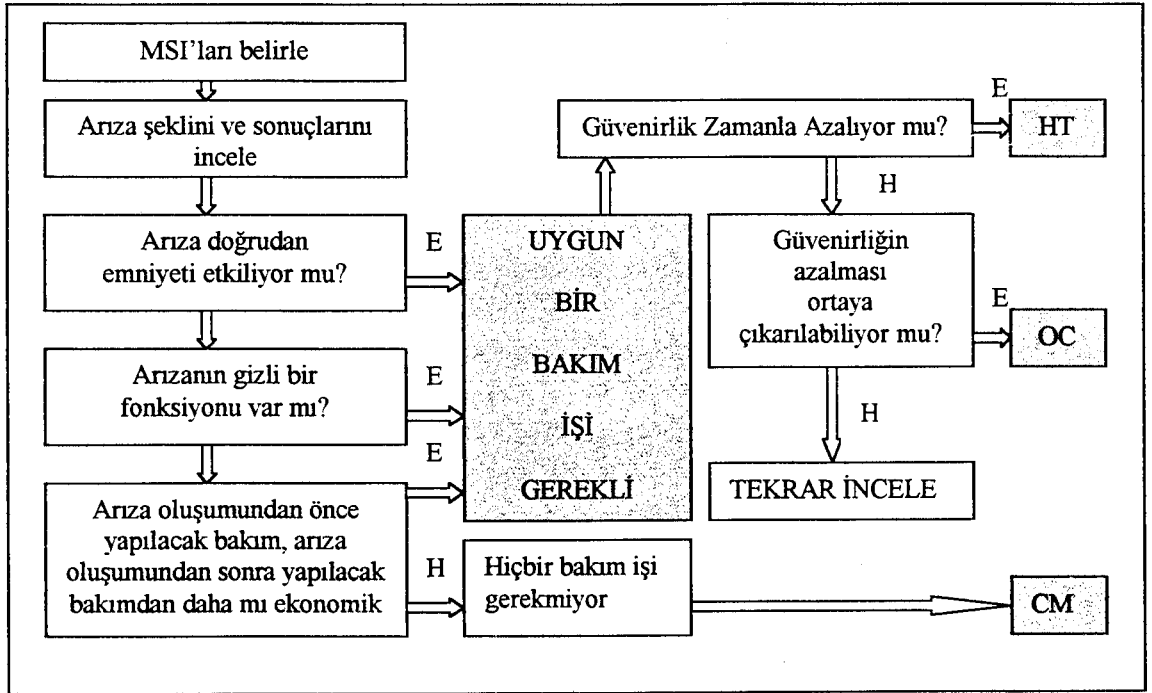
³¹ Deutsche Aerospace Airbus, a.g.e., s.31.

³² IATA, a.g.e., s.4_4 ; Friend, a.g.e., s.56.

5.5. Bakım Yönlendirme Kılavuzu-2 (MSG-2)

Amerika Birleşik Devletleri'ndeki havayolu işletmeleri ve sivil havacılık otoriteleri, B747 için hazırlanan BYK-1 dokümanı ile bakım programlarının geliştirilmesi konusunda tecrübe kazanarak bu tecrübeleri değerlendirmişler ve yeni dizayn edilecek uçaklar için genel bir bakım yönlendirme kılavuzu hazırlamaya karar vermişlerdir. Bu doğrultuda, BYK-1'de yer alan B747'ye ait özel işlemler çıkarılarak BYK-2 Mart 1970'de yürürlüğe girmiş ve ilk defa DC10 uçağına uygulanmıştır³³.

BYK-2'de getirilen en önemli yenilik Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Yönelik Bakım (Condition Monitoring) yönteminin geliştirilmiş olmasıdır. Arızalandıklarında uçuş emniyetini etkilemeyecek elemanlar bu kapsam içine alınmakta ve herhangi bir bakım faaliyetini gerektirmemektedirler³⁴. Söz konusu elemanların çalışma durumları ile ilgili gerekli bilgiler toplanarak incelenmekte ve gerekli düzeltmeler yapılmaktadır. Bu bakım yönteminin daha maliyet-etkin bir yöntem olduğu düşünülmektedir.



Şekil-2. BYK-2 Akış Şeması

Peé, "Procedure d'analyse MSG-3", a.g.e., s.9'dan uyarlandı.

³³ Lecomte, a.g.e., s.24.

³⁴ Peé, "Procedure d'analyse MSG-3", a.g.e., s.29.

Şekil-2’de Bakım Yönlendirme Kılavuzu-2’nin mantıksal akış şeması görülmektedir. Uçak; gövde, sistem-komponentler, ve motor olmak üzere üç ayrı bölüme ayrılmaktadır³⁵. “Bakım İçin Önemli Parçalar” adı verilen (Maintenance Significant Items), uçuş emniyetini, maliyetleri ve güvenilirliği etkileyen parçalar her bölüm için tek-tek belirlenerek BYK-2 mantıksal akış diyagramında değerlendirilmektedir. Bu değerlendirme sonucunda bakımla ilgili olarak;

- Hangi işlerin yapılabileceği,
- Uçuş emniyetini sağlamak için hangi işlerin yapılmasının zorunlu olduğu ve
- Maliyetlerin düşürülmesi için hangi işlerin yapılmasının gerektiği

belirlenmektedir³⁶. Sonuçta, her MSI için gerekli bakım yöntemi belirlenmiş olmaktadır. Bunlar; HT, OC veya CM’dir.

5.6. Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Dayanan Bakım Yöntemi (Condition Monitoring)

WATOG’a göre Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Dayanan Bakım Yöntemi, teknik bir takım iyileştirmelerin gerekli olup olmadığını göstermek için, kullanımda olan belirli elemanların tamamı hakkındaki verilerin incelenmesine dayanan temel bakım yöntemidir. Önleyici Bakım Yöntemi niteliğinde olmayan CM, arızaların meydana gelmesine izin vermekte ve düzeltici bir faaliyetin gerekliliğini göstermek açısından çalışma deneyimlerinden kazanılan bilgilerin incelenmesi temeline dayanmaktadır³⁷.

Şekil-2 incelendiğinde CM’in, sadece emniyeti sağlamak için önleyici bakım gerektirmeyen parçalara uygulanabildiği görülmektedir. Tüm elektronik komponentler ile karmaşık bir yapıya sahip elektriki ve mekaniki parçaların bir çoğu CM bakım yöntemi kapsamındadır.

CM bakım yöntemi, bakım standartlarının ve uçuşa elverişlilik kontrollerinin hafifletildiği anlamına gelmemektedir. Bu yöntem, önleyici bakım yaklaşımlarına göre daha fazla yönetim ve mühendislik yeteneği gerektirmenin yanı sıra, bakım personelinin

³⁵ Peé, “Procedure d’analyse MSG-3”, a.g.e., s.5.

³⁶ IATA, **Handbook of Production Planning and Control**, a.g.e., s.4_3.

³⁷ Deutsche Aerospace Airbus, a.g.e., s.31.

de daha fazla teknik bilgiye sahip olmasını ve sistem davranışlarının iyi anlaşılmasını gerektirmektedir³⁸.

5.7. Bakım Yönlendirme Kılavuzu-3 (MSG-3)

1960'lı yılların başlarında jet motorlu uçakların hizmete girmesiyle birlikte, uçaklara ve komponentlerine yapılan yatırım miktarları da arttığından, maliyet havayolu işletmeleri için oldukça önemli bir duruma gelmiştir. 1970'li yılların başlarında havayolu sisteminin büyümesinden kaynaklanan işgücü, meydan vergileri ve yatırım finansman faizlerindeki artışlar OPEC petrol krizi ile birleşince, havayolu sektörü tarihinin en büyük zararını yaşamıştır. Tüm bu maliyet artırıcı etkenlere 1978 yılında A.B.D'de başlayan ve 1980'lerde global hale gelen liberalleşme hareketinin de eklenmesi, sektörün rekabetin yoğun, maliyetlerin yüksek ve kar marjlarının küçük olduğu bir hale gelmesine sebep olmuştur³⁹. Havayolu ekonomisi, artan bu maliyetlerin baskısı altında kaldığından maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilmesi ihtiyacı doğmuştur.

Maliyet baskısının yanı sıra, teknolojinin gelişimine paralel olarak B757, B767 ve A310 gibi yeni jenerasyon uçak projelerinin başlatılması ile BYK-2'nin teknik yönden bazı eksikliklerinin ortaya çıkması sonucunda, 1980'de yeni bir bakım yönlendirme kılavuzu geliştirilmiştir.

Bakım Yönlendirme Kılavuzu-3'ün geliştirilme nedenleri şöyle sıralanabilir⁴⁰;

- Sektörde rekabetin yoğunlaşması nedeniyle artan maliyetlerin daha önemli hale gelmesi,
- Kontrol ve görüntüleme sistemlerinde daha fazla elektroniğin kullanıldığı yeni tip uçakların üretilmesi,
- Malzeme yorulması konusunda yeni bir mevzuat olan Hasar Toleransı'nın yürürlüğe girmesi,
- BYK-2'de bakım yöntemlerinin seçimi sırasında hata ihtimalinin olması,
- BYK-2'deki emniyet ve maliyet arasındaki seçim mantığının geliştirilme ihtiyacı.

³⁸ Friend, a.g.e., s.56.

³⁹ Korhan Oyman, "Havayolu Taşımacılığında Maliyet Faktörü ve Maliyet Kontrolü", Kayseri Birinci Havacılık Sempozyumu'nda sunulan bildiri (13-16 Nisan 1996 Kayseri), s.419.

⁴⁰ Friend, a.g.e., s.50. ; Lecomte, a.g.e., s.24.

BYK-3 en son 1993 tarihinde değişikliğe uğramış ve günümüzdeki tüm yeni dizayn uçakların bakım programlarının geliştirilmesinde kullanılmaktadır.

Havayolu işletmeleri, BYK-3 kullanılarak geliştirilmiş olan minimum bakım programını kullanmak zorundadırlar. Bununla birlikte, kendi deneyimleri doğrultusunda bazı değişiklikler yapmalarına da ilgili otoriteler tarafından izin verilebilmektedir. Bu değişikliklerin yapılmasının temel amacı, daha maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilmesi olmaktadır. BYK-3 söz konusu değişikliklerin yapılmasında kuşkusuz en temel başvuru kaynağıdır. Bu nedenle BYK-3 kavramının iyi bilinmesinin, bakım programlarının maliyetler üzerindeki etkisinin daha iyi anlaşılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

BYK-3'ün BYK-2'ye göre en önemli farkı, yukarıdan-aşağı doğru sistem yaklaşımını temel almasıdır. Sistem belli bir işlevi yerine getirmek için birbiriyle etkileşim içinde bulunan bir grup unsurun bir araya getirilmesiyle oluşan yapıdır⁴¹. Şekil-3'de yukarıdan-aşağı doğru sistem yaklaşımına göre uçak ve bölümleri görülmektedir.

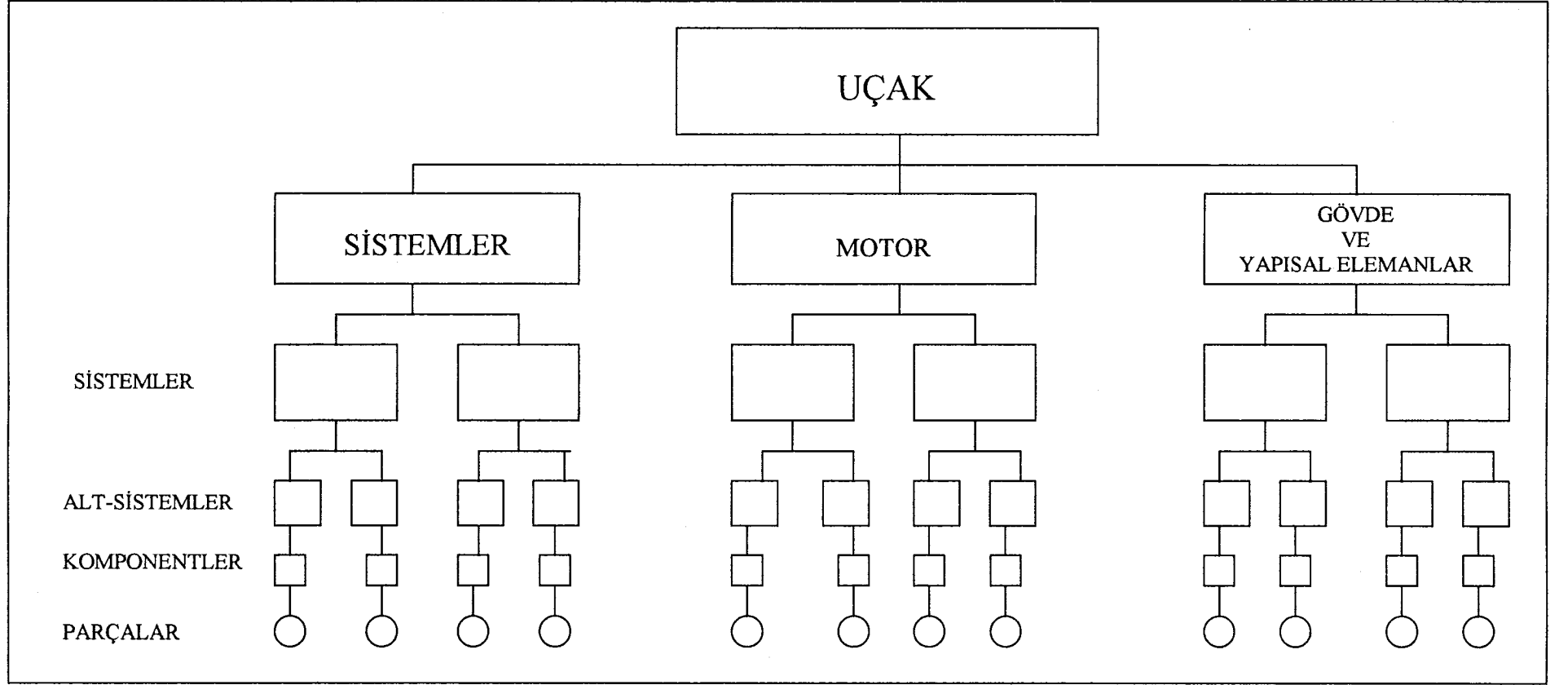
BYK-3'de arızalar ve yaratacakları sonuçlar, emniyet ve maliyet açısından incelenmektedir⁴². BYK-3; biri motor, sistem ve komponentlerin, diğeri de gövde ve yapısal elemanların incelenmesi açısından iki ayrı mantıksal akış diyagramı kullanmaktadır⁴³. BYK-3'ün genel amaçlı olması nedeniyle her tip uçağa uygulanabilmesi mümkündür.

BYK-3'ün BYK-2'ye göre diğer bir yeniliği ise, OC, HT ve CM gibi, gerekli bakım yöntemlerinin araştırılması yerine, her bir sistem, komponent, motor veya yapısal eleman için 7 farklı iş den oluşan uygun bakım faaliyet veya faaliyetlerinin ve gerekli uygulama aralıklarının araştırılmasıdır. Bu sayede, bakım yöntemlerinin seçilmesindeki karmaşıklık ortadan kaldırılmıştır. BYK-3'de tanımlanan bakım işleri ve tanımları Tablo-1'de verilmiştir.

⁴¹ Kupp Shridhar ve Tim Lloyd, "System Reliability", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, eğitim semineri notları (California: 10-14 Kasım 1997), s.2.

⁴² Peé, "Procedure d'analyse MSG-3", a.g.e., s.298.

⁴³ Friend, a.g.e., s.51.



Şekil-3. Sistem Yaklaşımına Göre Uçak Bölümleri

Tablo-1. BYK-3’de Tanımlanan Bakım İşleri

Yağlama ve Servis	Yıpranma derecesinin azaltılması için yapılır.
Operasyonel Kontrol	İşlevin yerine getirilip getirilmediğinin nicel standartlara bağlı kalmadan kontrol edilmesidir.
İşlevsel Kontrol	Belirlenen işlevin sınırlar dahilindeki standartlara göre kontrol edilmesidir.
Eski Haline Getirme	Bir parçanın belirlenen standartlara geri getirilmesi için yapılan faaliyetlerin tümüdür. (Bu faaliyetler temizleme işleminden revizyon yapılmasına kadar uzanır.)
Kullanımdan Çekme	Bir parçanın belirlenen kullanım ömrü dolmadan kullanımdan çekilmesidir.
Hiçbir İş Gereksinimi Yok	Emniyet üzerinde hiçbir ters etkisi olmayan parçalar BYK-2 CM yöntemi kapsamına girerler.
İşlerin Kombinasyonu	Arızalandıklarında emniyeti ters yönde etkileyen ve tek bir işin yeterli olmadığı parçalar için gerekli işlerin kombine bir şekilde uygulanmasıdır.

IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_5. ; Peé, “Procédure d’Analyse MSG-3”, a.g.e., s.340–345.

BYK-3 sistem yaklaşımında, parçaların ve arızalarının emniyet ve ekonomiklik açısından daha etkin bir şekilde incelenmesi sayesinde, düzenli aralıklarla yapılması gereken bakım işlerinin sayısında belirgin azalmalar olmuştur. Havayolu işletmeleri, kendi edindikleri deneyimler doğrultusunda, bakım programlarının optimizasyonunu yapma fırsatı bulmuşlardır. CM ön plana çıkmış ve dolayısıyla programlı bakımların maliyeti de azalmıştır. BYK-3’ün işleyiş süreci Şekil-4’de basitleştirilerek verilmiştir.

6. Bakım Programı Geliştirme Organizasyonu

Yeni dizayn edilmiş bir uçağın hizmete girmeden önce tip sertifikası alması gerekmektedir. Tip sertifikası alabilmek için üretici firma uçağın temel bakım programını hazırlamak zorundadır. Bu zorunluluk uçuşa elverişlilik açısından JAR/FAR 25.1529’da tanımlanmıştır. Uçağı ilk aşamada en iyi bilen üretici firmadır. Uçağı kullanacak olan işleticiler ise kendilerine en uygun bakım programını hazırlayabilmek açısından temel alacakları bir dokümana ihtiyaç duymaktadırlar. Bu dokümanın, BYK-

3'ün kullanılarak hazırlanması, imalatçıları, işleticileri ve havacılık otoritelerini hep birlikte içine alan ve 2-3 yılda tamamlanan bir süreçtir⁴⁴.

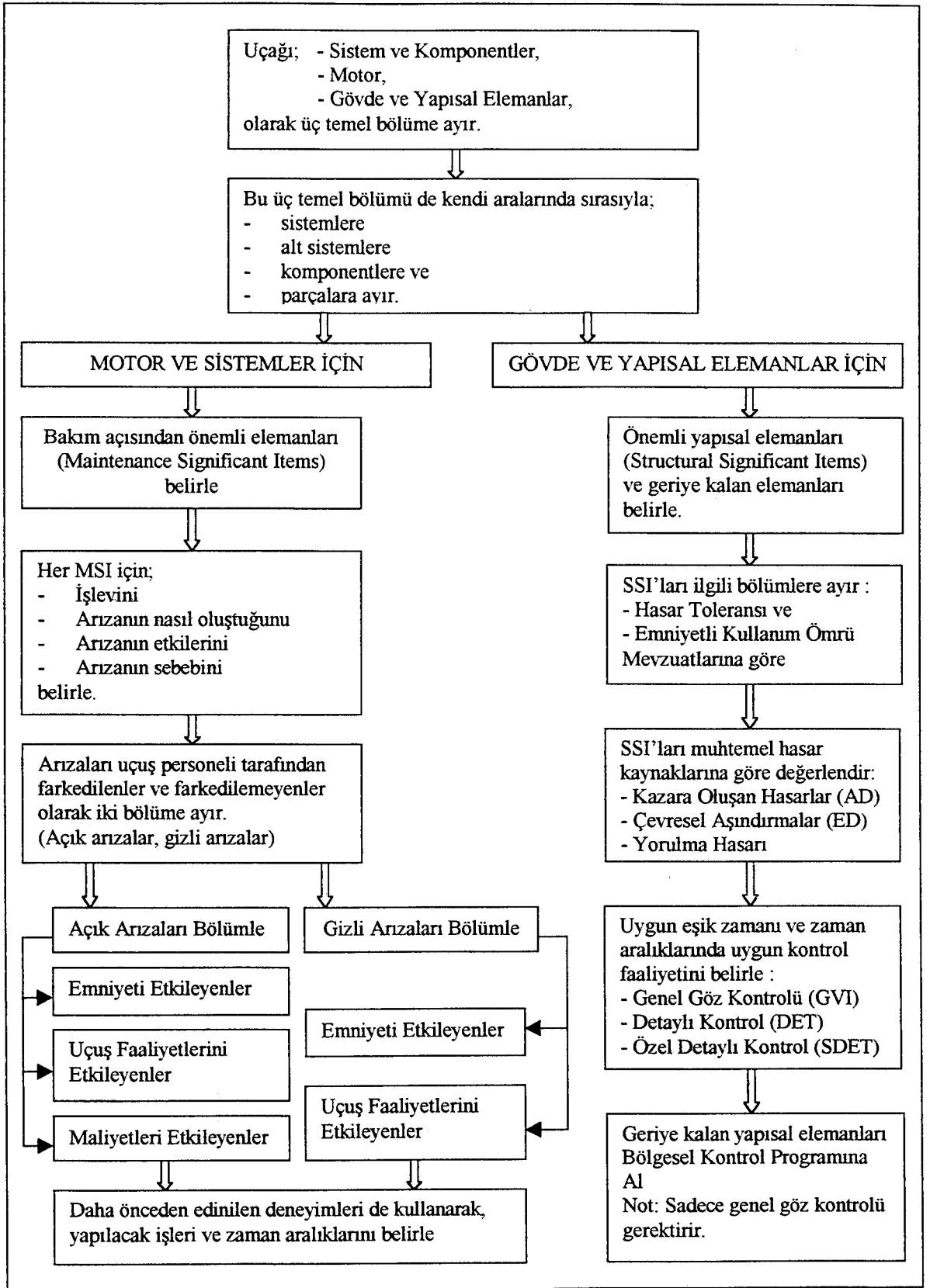
Temel bakım programını içeren dokümanın hazırlanmasında aşağıdaki komiteler görev almaktadırlar⁴⁵;

- İşleticilerden ve üretici firma temsilcilerinden oluşan ve yapılacak işleri yöneten Endüstri Yönlendirme Komitesi (Industry Steering Committee),
- İşleticilerden, gövde, motor ve ekipman üreticilerinden oluşan ve gerekli işleri yapan Bakım Çalışma Grupları (Maintenance Working Groups),
- Uçak üreticisinin ve ilgili diğer Sivil Havacılık Otoritelerinden oluşan ve yapılan işleri onaylayan Bakım İnceleme Kurulu (Maintenance Review Board).

ISC ile koordinasyon içinde çalışan MWGs'lar öneri niteliğindeki Temel Bakım Programını hazırlayıp (Maintenance Program Proposal) BİK'in incelemesine sunmaktadırlar. BİK, gerekli incelemeleri yaptıktan sonra, öneriyi kabul etmeleri durumunda BİK Raporu adı verilen ve kesinleşmiş Temel Bakım Programını içeren doküman yayımlanmaktadır.

⁴⁴ Deutsche Aerospace Airbus, a.g.e., s.10-13.

⁴⁵ Marc Postal, "Developement of a Maintenance Programme & Further Evolution", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.4.



Şekil-4. BYK-3'ün Uygulama Süreci

7. Bakım Seviyeleri

Konuyla ilgili kaynaklar incelendiğinde bakım sınıflandırmasının çeşitli farklılıklar gösterdiği görülmektedir. Bununla birlikte, bakım kuruluşları da kendilerine göre bir sınıflandırma yapabilmektedirler. Yapılan kaynak taramaları sonucunda bakım maliyetlerinin sınıflandırılmasında uçak bakımının nerede ve ne kadar süre içinde gerçekleştiği kriterinin temel alınması, en doğru yol olarak görülmektedir. Buna göre uçak bakımı, nerede yapıldığına bağlı olarak, aşağıdaki iki ana bölüme ayrılmaktadır;

- Uçuş hattında yapılan bakım faaliyetleri, (Line Maintenance)
- Bakım tesislerinde yapılan bakım faaliyetleri (Base Maintenance).

Uçuş hattında yapılan bakım faaliyetleri, genellikle uçağın uçuşa verilebilmesi için yapılan faaliyetleri kapsamaktadır. Bunlar servis, uçuşa elverişlilik için yapılan göz ve operasyonel kontroller, uçağın uçuşa verilmesini engelleyen bir arıza (no-go) olduğunda Hatta Değiştirilebilir Ünite (Line Replaceable Units) adı verilen LRU'ların değiştirilmesi ve hatta motorun değiştirilmesi gibi faaliyetlerdir⁴⁶. Bakım tesislerinde yapılan faaliyetler ise, bu kapsamın dışında kalarak, atölyelerde ve hangarda yapılan tüm faaliyetleri içermektedir.

Konuyla ilgili kaynaklarda bakımın nerede yapıldığına bağlı olarak başka bir sınıflandırma daha yapılmaktadır. Bunlar;

- Uçak üzerinde yapılan (on-aircraft) bakım faaliyetleri ve
- Uçak üzerinde yapılmayan (off-aircraft) bakım faaliyetleridir.

Bu sınıflandırmanın amacı, bakım faaliyetinin doğrudan uçak üzerinde mi yoksa başka bir yerde mi yapıldığının belirlenmesidir. Uçak üzerinde yapılmayan bakım faaliyetleri ilgili atölyelerde yapılmaktadır. Atölyedeki bakım faaliyetlerine motor revizyonları, elektronik komponentlerin tamiri ile mekanik komponentlerin tamir ve revizyonu örnek olarak verilebilir. Uçak üzerinde yapılan bakım faaliyetleri ise, genellikle uçuş hattında yapılan bakım faaliyetleri kapsamındadır. Yolcu kabininde yapılan değişiklikler ve bakım faaliyetleri, uçak üzerinde yapılan bakım faaliyetleri içersinde yer almakla birlikte, uzun sürmesi nedeniyle hangarda gerçekleştirildiğinden, bakım tesislerinde uçak üzerinde yapılan bakım faaliyetleri için güzel bir örnek oluşturmaktadır.

⁴⁶ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_2.

Uçak bakımının ne kadar süre içinde gerçekleştirildiğine bağlı olarak yapılan sınıflamalar, bazı kaynaklarda küçük ve büyük bakım olmak üzere ikiye ayrılırken bazı kaynaklarda ise, küçük, orta ve büyük bakım olmak üzere üçe ayrılmaktadır. Bakım planlaması sırasında, eldeki imkanlarla bir bakımın ne kadar zaman aldığına bilinmesi önemli bir faktörü oluşturmaktadır. Bu nedenle, dünyadaki tüm üreticilerin referans aldığı, IATA yayını olan Üretim Planlama ve Kontrol Elkitabı'ndaki (PPC Handbook) sınıflandırmanın verilmesinin daha doğru olacağı düşünülmektedir⁴⁷;

Küçük Bakım: 24 saat veya daha az süren bakımları ve bu süre içinde giderilebilecek arızalar üzerindeki faaliyetleri kapsamakta ve genellikle hatta yapılmaktadırlar.

Orta Seviye Bakım: 7 güne kadar bir zaman dilimini kapsayan bu bakımlar, bakım tesisinde yapılmaktadır.

Büyük Bakım: Uçağın zamana bağlı olarak yaşlanması sonucunda ortaya çıkan bakım gereklerine dayanmaktadır. 7 günden daha fazla bir zaman gerektiren büyük bakımlar; yapısal kontrol ve tamirler, gövdenin yeniden boyanması, yolcu kabininin yeniden düzenlenmesi ve uzun zaman alacak tadilatlar gibi faaliyetleri kapsamaktadır. Bununla birlikte, büyük bakımlar gerekli donanımına sahip bakım tesislerinde yapılmaktadır. Tablo-2'de, yapılan sınıflamalara göre bakım seviyeleri verilmiştir.

Tablo-2. Bakımın Sınıflandırılması ve Bakım Seviyeleri

Bakım Faaliyetlerinin Sınıflandırılması	Sınıflandırmalar Sonucunda Oluşan Bakım Seviyeleri		
Nerede Yapıldığına Göre	Hat Bakım (Line Maintenance)	Bakım Tesisinde Yapılan Bakım (Base Maintenance)	
Uçak Üzerinde Olup Olmadığına Göre	Uçak Üzerinde Yapılan Bakım (on-aircraft maintenance)	Uçak Üzerinde Yapılmayan Bakım (off-aircraft maintenance)	
Ne Kadar Zaman Aldığına Göre	Küçük Bakım (Minor Maintenance)	Orta Seviye Bakım (Intermediate Maintenance)	Büyük Bakım (Major or Heavy Maintenance)

⁴⁷ IATA, Handbook of Production Planning and Control, a.g.e., s.4_2.

8. Bakımın Tipleri

1. Bölümde verilen tanımlar doğrultusunda, bir uçağın bakımı tüm kullanım ömrü boyunca devam eden bir süreci içermektedir. Bakım faaliyetleri, 2. Bölümde verilen amaçlar doğrultusunda, hem zorunluluk hem de bir gerekliliktir. Bu amaçlara ulaşmak için yapılan bakım faaliyetleri, yapılma nedenlerine göre iki ayrı gruba ayrılmaktadır. Bunlar;

- Önleyici bakım kapsamına giren Programlı Bakımlar (Scheduled Maintenance),
- Düzeltici bakım kapsamına giren Programsız Bakımlar (Unscheduled Maintenance).

8.1. Programlı Bakım

Programlı bakımlar, kaynağı BYK-3 kullanılarak hazırlanmış BİK Dokümanı olan ve daha önceden belirlenmiş zamanlarda düzenli bir biçimde yapılması zorunlu olan bakımlardır⁴⁸. Programlı bakımın amacı, uçağın güvenilirlik gibi, dizaynı sırasında belirlenmiş özelliklerini olması gereken seviyelerde tutarak uçuş faaliyetlerinde emniyeti ve uçuşa elverişliliği sağlamaktır⁴⁹.

Programlı bakım kapsamında, BYK-3 analizi sonucunda belirlenen aralık ve zamanlarda, belirlenen bakım işleri yapılarak, daha sonradan oluşacak muhtemel arıza ve hasarlar önlenmeye çalışılmaktadır. Önleyici nitelikte olan programlı bakım, bazı kaynaklarda “Rutin Bakım” ya da “Planlı Bakım” olarak da adlandırılmaktadır. BYK-2’de yer verilen OC ve HT bakım yöntemleri ile BYK-3’de tanımlanan bakım işleri programlı bakım kapsamına girmektedir.

Programlı bakım gereklerinin %90 gibi çok büyük bir bölümü uçak üzerinde yapılan bakım faaliyetlerinden, geriye kalan %10’luk bölümü ise, uçak üzerinde yapılmayan (off-aircraft) bakım faaliyetlerinden oluşmaktadır⁵⁰.

Programlı bakımların yürütülmesi, iyi bir endüstriyel organizasyonu gerektirmektedir. Bu organizasyon süreci ise aşağıdaki gibidir⁵¹;

- Yapılacak işlerin belirlenmesi,

⁴⁸ Couloux, a.g.e., s.10.

⁴⁹ Peé, “Suivi d’Un Avion En Exploitation”, yayınlanmamış ders notları (Bordeaux. Université de Bordeaux-1, IUT-A, 1988), s.117.

⁵⁰ Deutsche Aerospace Airbus, a.g.e., s.98.

⁵¹ Peé, “Suivi d’un Avion En Exploitation”, a.g.e., s.2.

- Gerekli iş gücünün belirlenmesi,
- Gerekli araç-gerecin belirlenmesi,
- Bakım sırasında kullanılacak uçak parçalarının satın alınması,
- Bakımın verimlilik ve düşük maliyet doğrultusunda planlanması.

8.2. Programsız Bakım

WATOG'a göre Programsız Bakım, bir parçanın bilinen veya tahmin edilen arızasını düzelterek beklenen durumuna geri getirmek için yapılan bakım faaliyeti olarak tanımlanmaktadır⁵². Başka bir deyişle, programsız bakım, ortaya çıkan arızaların ya da hasarların giderilmesi için yapılan bakım faaliyetlerinin tümüdür.

Programlı bakımlar iyi organize edildikleri sürece işleticiler açısından problem oluşturmayacaklardır. Ancak, programsız bakımların sayısı uçağın uçuşa hazır durumda bulunma oranını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Bununla birlikte arızaların ne zaman ve ne şekilde meydana gelecekleri bilinemediğinden, bazı durumlarda programsız bakımlar işleticiler için önemli bir problem haline gelebilmektedir.

Uçak bakım sektöründe çok yaygın bir kanıya göre, 1 saatlik programlı bakım 1 saatlik programsız bakım faaliyeti oluşturmaktadır⁵³. Bu görüş her zaman için doğru olmasa bile, programsız bakımların önemini vurgulaması açısından dikkat çekicidir.

Programsız bakımlar, programlı bakımlar sırasında hasar ve arızaların ortaya çıkarılması, uçuş personelinin karşılaştıkları arızaları bildirmeleri ve uygulanması gereken tadilatlar sonucunda ortaya çıkmaktadırlar. Tadilat faaliyetleri, her ne kadar programsız bakım faaliyetleri kapsamında olsalar da, işleticiler genellikle söz konusu tadilatları en uygun programlı bakım sırasında uygulamaya çalışmaktadırlar.

Uçak üzerinde yapılan (on-aircraft) programsız bakımlara, arızalanmış motor ve komponentlerin söküm-takımı, uçak üzerinde olmayan (off-aircraft) programsız bakımlara ise, motor ve komponentlerin revizyonu örnek olarak verilebilir.

⁵² Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", Eğitim Semineri Notları, Boeing Company, (Seattle-ABD), s.76.

⁵³ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s. 4_7.

9. Bakım Programları

Bakım programları, 2. Bölümde verilen amaçlar doğrultusunda, bir dizi bakım işinin bir araya getirilmesinden oluşmaktadır. Bakım programını oluşturan işlerinin kapsamı ve hangi zaman aralıklarıyla yapılacağı BYK-2 ve BYK-3 analizleri sonucunda belirlenmektedir. Başka bir deyişle, bakım programları temel olarak, önleyici bakım niteliğinde olan, programlı bakım gerekliliklerini içermektedir. Ancak, bakım programlarının kapsamını sadece programlı bakımın gereklilikleri belirlememekte; bakım yapan kuruluşun kendi deneyimleri, ticari, operasyonel ve ekonomik ihtiyaçları da bakım gerekliliklerini belirleyen faktörler arasında yer almaktadır⁵⁴.

BYK-2 ve BYK-3 analizleri sonucunda uygulama aralıkları ve kapsamı belirlenen bakım işleri, maliyetlerin azaltılması amacıyla zaman içine gelişigüzel dağıtılmayarak uygulama sıklıklarına ve gereken zamana göre gruplandırılmaktadır⁵⁵. Bu gruplama işlemi, üreticinin tavsiye ettiği Bakım Planlama Dokümanı (Maintenance Planning Document) ile kullanıcının kendi ihtiyaçları doğrultusunda şekillenmektedir. Dolayısıyla, bakım programlarının kapsamı ve uygulama zamanları kullanıcılar arasında bir takım farklılıklar göstermektedir. Konuyla ilgili kaynaklar incelendiğinde, sözü geçen farkların hem kaynaklarda hem de farklı uçak üreticilerinin farklı uçakları için tavsiye ettikleri bakım programlarında yer aldığı görülmektedir. Bu durumda, günümüzün yeni dizayn uçakları için verilmiş bakım programlarının temel alınması daha doğru bir yol olarak görülmektedir.

9.1. Hat Bakım

En sık yapılan bakım programıdır ve uçağın uçuşa verilebilmesi için 7. Bölümde verilenleri ve servis faaliyetlerini kapsamaktadır. Hat bakımı uçuş öncesi, uçuşlar arası ve gecelik bakım olarak üç bölüme ayrılmaktadır. Bu bakım kapsamındaki işlerin bir bölümü, uçuş personeli tarafından yapılabilmektedir. Hat bakım faaliyetlerinin yapılması sadece birkaç kişiyi gerektirmektedir. Bununla birlikte, her uçuş için tekrarlanan bu faaliyetlerin, söz konusu birkaç kişinin çok sık aralıklarla hazır

⁵⁴ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_5.

⁵⁵ Peé, "Suivi d'un Avion en Exploitation", a.g.e., s.117.

bulundurulmalarını gerektirmesi nedeniyle, sanılanın tersine, hat bakımı uçak bakımındaki en maliyetli faaliyetlerden birisi olmaktadır⁵⁶.

9.2. A ve C Bakım Programları

Programlı bakım gerekleri yerine getirilmeleri için gerekli zaman ve uygulama sıklıklarına göre harflerle adlandırılan bakım programlarına bölüştürülmektedir. “A”, “B”, “C”, “D”, “E” şeklinde adlandırılan bu programların kapsam ve sayıları kullanıcıdan kullanıcıya değişebilmektedir.

BYK-3 analizinde Airbus tipi bir uçak için bakım programlarının aralıkları aşağıdaki gibi verilmektedir⁵⁷:

- **Sistem ve motorlar için:** Bakım programlarının aralıkları emniyeti etkilemeyen bakım işleri için A ve A’nın katları ile C ve C’nin katları şeklinde, emniyeti etkileyen bakım işleri için ise, uçuş zamanı (flight hours), uçuş sayısı (flight cycle) ve takvim zamanı (calender time) olarak verilmektedir. A bakımı için aralık değeri, uçuş saati bazındadır ve genellikle 400 uçuş saatidir. C bakımı için aralık değeri ise, takvim zamanı bazındadır ve genellikle değeri 15 aydır.
- **Gövde için:** Bakım programlarının aralıkları yorulma ile ilgili bakım işleri için uçuş saati bazında verilir ve eşik değeri 20.000 uçuştur. Korozyon ile ilgili bakım işleri için eşik değeri ise, 5 yıldır.
- **Bölgesel kontrol programı için:** Aralıklar A, A’nın katları ve C, C’nin katları şeklinde verilmektedir.

Bu değerler, temel bakım programında verilen değerlerdir. İşleticiler kendi deneyimleri doğrultusunda aralık değerlerini artırabilir ya da azaltabilirler. Aynı zamanda bazı işleri iptal edip başka bakım işleri ekleyebilirler. Uçağın işletilmesi sırasında edinilen tecrübeler işletmeye ait bakım programının geliştirilmesinde dikkate alınması gereken önemli bir faktördür.

⁵⁶ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_5.

⁵⁷ Marc Postal, a.g.e., s.11-12.

9.3. Büyük Bakım

Uçakların uzun yıllar boyunca kullanılmasıyla oluşan ve yaşlılık etkilerinden kaynaklanan bakım gereklerini kapsayan bakım programıdır⁵⁸. Bazı kaynaklarda “D Bakımı” olarak da adlandırılmaktadır.

Bu tip bakım programlarının içeriğini büyük ölçüde yapısal kontroller oluşturmaktadır. Bu kapsamdaki bakım işlerine gövdenin yeniden boyanması, kabinin yenilenmesi, kontrol yüzeylerinin sökülmesi örnek olarak verilebilir. Bu bakım programlarının uygulanması 4 ile 8 hafta arasında sürebilmektedir. Air France’ın da üyesi olduğu ATLAS adlı ortak bakım programında A310 tipi uçakların ağır bakımı her 4 yılda bir yapılmaktadır⁵⁹.

Bakım programlarına maliyet açısından bakıldığında, büyük bakım, en maliyetli bakım programıdır. Ancak uygulama sıklığı en düşük bakım programı olduğu da unutulmamalıdır.

9.4. Gövde Örneklem Programı

Uçağın zaman içinde uçuş sayısı ve saati arttıkça, güvenilirlikleri zamanla azalan gövde ve yapısal elemanlarda malzeme yorulması etkilerinin ayrıntılı bir biçimde araştırılması gerekmektedir. Ağır bakım programı kapsamına giren bu kontroller için uçaklar 2 ay gibi uzun bir süre yerde kalacaklarından ve bu bakım programlarının maliyetleri büyük olacağından, aynı filodaki tüm uçakların bu kontrolden geçmesi yerine örneklem yöntemiyle seçilen az sayıda uçağın kontrol edilmesi daha uygun olabilecektir. Bu program sayesinde, uçakların yerde kalma süreleri ve bakım maliyetleri de azaltılmış olacaktır. Örneklem programları uçak üreticileri tarafından yönetilmektedir. Programın kapsamı ilgili sivil havacılık otoritesi ve uçak üreticisi tarafından, daha önceki örneklem programlarının incelenmesi sonucunda elde edilen bilgiler ve geçmişte edinilen deneyimler ile dizayn bilgileri kullanılarak belirlenmektedir. Bu program BYK-3 dokümanında Filo Lideri Programı (Fleet Leader Program) olarak adlandırılmaktadır⁶⁰.

⁵⁸ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_6.

⁵⁹ Peé, “Suivi d’un Avion En Exploitation”, a.g.e., s.118.

⁶⁰ IATA, *Handbook of Production Planning and Control*, a.g.e., s.4_6.

9.5. Uçak Yaşlanma Programı

Uçaklar yaşlandıkça korozyon yaygın bir hal almakta, bu nedenle de malzeme yorulmasından kaynaklanan çatlakların oluşumu hızlanmaktadır. Uçağın yaşlanmasına bağlı olarak korozyondan kaynaklanan muhtemel hasarların detaylı bir şekilde araştırılması gerekmektedir. Bu programı, korozyon ve etkilerini araştıran Korozyon Önleme ve Kontrol Programı (Corrosion Prevention and Control Program) kapsamındaki bakım işleri oluşturmaktadır. Bu programın, gövde örnekleme programında olduğu gibi, filodaki tüm uçaklar yerine örnekleme yöntemiyle belirlenen az sayıdaki uçağa uygulanması hem uçakların yerde kalma zamanı azaltacak hem de bakım maliyetlerini azaltmış olacaktır⁶¹.

1977 yılında meydana gelen Lusaka uçak kazası; uçak yaşlanmasının malzeme yorulması, korozyon, kontrol ve bakım yöntemleri üzerindeki etkilerinin gündeme gelmesini sağlamıştır. 1988 yılındaki Aloha Airlines B737 uçak kazası ise, uçak üreticilerinin ve sivil havacılık otoritelerinin bir araya gelerek bir dizi önlemler almalarına neden olmuştur. Yapılan çalışmalar sonucunda Boeing firması ve onu izleyen uçak üreticileri yaşlanmanın neden olduğu olumsuz etkilerin azaltılması için eski uçaklarda uygulanmak üzere, Uçak Yaşlanma Programlarına ek olarak, bir dizi yönergeler yayınlamışlardır⁶².

10. Havayolu İşletmelerinde Teknik Bölümün Örgüt Yapısı

Havayolu işletmeleri kullandıkları uçakların bakım faaliyetlerini yapmak ya da yaptırtmak zorundadırlar. Bu doğrultuda havayolu işletmelerinin, bakım faaliyetlerin yürütülebilmesi amacıyla aşağıda sıralanmış gerekleri yerine getirmek zorundadırlar⁶³;

- Gerekli her türlü araç-gereç ve teçhizatın sağlanması,
- Nitelikli bakım personelinin istihdam edilmesi,
- Mühendislik hizmetlerinin sağlanması,
- Personel eğitiminin sağlanması,
- Bakım ve malzeme planlamasının yapılması,

⁶¹ Peé, "Suivi d'un Avion En Exploitation", a.g.e., s.274.

⁶² Friend, a.g.e., s.67-69.

⁶³ Sergio Lianni, "Maintenance Organization of an Airline", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance MAP 27/5, Kurs notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.6.

- Gerekli kayıtların tutulması,
- Kalite güvence sisteminin oluşturulması (Kontrol mekanizmasının kurulması),
- Hat bakım faaliyetlerinin sağlanması.

Havayolu işletmeleri bu gerekleri sağlamak için yeterli organizasyonu kurmak zorundadırlar. Bu zorunluluk, uçakların sürekli uçuşa elverişli durumda tutulması için yapılmak zorunda olan bakım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Bakım faaliyetlerinin gerektiği gibi yapılabilmesi açısından bakım kuruluşlarının FAA veya JAA'ya göre uygun bakım organizasyonlarını kurmaları gerekmektedir. A.B.D.'nin Sivil Havacılık Otoritesi olan FAA diğer dünya ülkelerindeki sivil havacılık faaliyetlerini de etkilemektedir. Benzer bir yapılanma Avrupa'da da gerçekleştirilmiş ve tek bir güvenlik standardı tanımlamak ve kullanmak amacıyla Avrupa Ülkelerinin Sivil Havacılık Otoriteleri'nden oluşan Birleşik Havacılık Teşkilatı (Joint Aviation Authority) kurulmuştur.

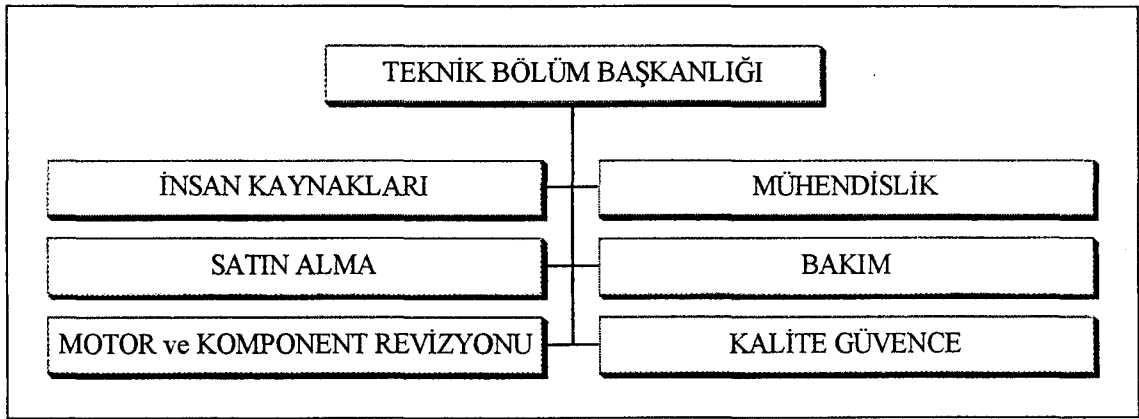
Bir bakım kuruluşunun yaptığı bakımın JAA üyelerince kabul edilmesi için JAR-145 bakım kuruluşu onay sertifikasına sahip olması gereklidir. JAR-145'in amacı, Avrupa içersinde yüksek güvenlik standartlarına sahip, ortak bir mevzuatın kullanıldığı kaliteli bir bakımın yapılmasını sağlamaktır. 8 ana başlık altında toplanan JAR-145'in esaslarını aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür⁶⁴;

- Tesis,
- Teçhizat,
- Yönetim Yapısı,
- Bakım Personeli,
- Onaylayıcı Personel,
- Prosedürler,
- Kalite İzleme,
- Bakım Kuruluşu Açıklamalar Dökümü (BKAD).

⁶⁴ **JAR-145**, Çevirenler: Tğm. Sezgin Ata, Tğm. Ali Gökaşan, Atğm. İsmail Taşdelen (Eskişehir: 1nci HİBM K.LİĞİ, Kalite Güvence Başkanlığı, Şubat 1997), s.11.

Konunun bütünlüğü açısından, JAR-145 esaslarının açıklanması yerine bakım kuruluşlarındaki organizasyon yapılarının incelenmesinin daha faydalı olacağı düşünülmektedir. Bu kapsamda, büyük ve küçük bakım kuruluşları için örgüt yapılarından örnekler verilerek, örgüt içinde bakım faaliyetlerinin yürütülmesinde değişik bölümlerin işlevleri THY örnek alınarak incelenecek ve JAR-145'e göre olması gereken bakım kuruluşu örgüt yapılarına yer verilecektir. Örgüt yapıları incelenirken, yönetici ve personelin görev ve sorumluluklarını tek-tek açıklamak yerine, daha çok bakım kuruluşunda, bölümler arasındaki iş dağılımı ele alınacaktır.

10.1. Tipik Bir Havayolu İşletmesinin Örgüt Yapısı



Şekil-5. Tipik Bir Havayolu İşletmesinin Örgüt Yapısı

Şekil-5’de büyük bir havayolu işletmesi için verilen örgüt yapısının basitleştirilmiş hali görülmektedir. Burada dikkati çeken nokta, eğitim faaliyetlerini yürütecek bölüme yer verilmemiş olmasıdır. Büyük işletmelerde, teknik bölümün eğitim faaliyetlerinden, işletmenin tüm eğitim ihtiyaçlarını karşılamak üzere kurulmuş olan ve genellikle işletme genel müdürlüğüne bağlı olarak çalışan eğitim bölümü sorumludur.

Verilen örgüt yapısına göre, bölümlerin işlevleri aşağıda açıklanmaktadır⁶⁵.

Mühendislik Bölümü:

Mühendislik Bölümünün işlevlerini aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür;

- Sivil Havacılık Şartnameleri ve işletmenin uçuş ağına bağlı kalarak, uygun bakım programının geliştirilmesi,
- Uçak Bakım El Kitabı (Maintenance Manuel), İş Kartları (Job Cards) gibi teknik dokümanların hazırlanması,
- Uygulanacak tadilatların değerlendirilmesi,
- Mühendislik emri (Engineering Orders), teknik bilgilendirmeler gibi teknik yayınların çıkarılması,
- Uçak ve komponent güvenilirliklerinin takip edilmesi,
- Teknik doküman kütüphanesinin bulundurulması,
- Uçuşa elverişlilik sorumluluklarının yerine getirilmesi.

Mühendislik bölümünün işlevleri örgüt yapısına göre değişiklikler gösterebilmektedir. Bu bölüm, bazı durumlarda daha çok görev aldığı gibi bazı durumlarda ise görev ve sorumlulukları başka bölümler arasında dağıtılabilir. Örneğin işletme politikaları doğrultusunda, uçak ve komponent güvenilirliklerinin takibi ayrı bir bölümde ya da kalite bölümünün altında yer alabilmektedir.

Bakım Bölümü:

Bakım kuruluşunun hat bakım, hangarda yapılan programlı bakım ve uçak üzerinde yapılan (on-aircraft) programsız bakım faaliyetlerini yürüten ve gerekli planlamaları yapan bölümdür.

Motor ve Komponent Revizyonu:

Motor ve uçak komponentlerinin tamir ve revizyonu gibi, uçak üzerinde yapılmayan bakım faaliyetlerinin bünyesinde bulunan özel atölyelerde yapılmasından sorumludur.

⁶⁵ Lianni, a.g.e., s.16-22. ; Sürmeli, Seçim ve Sözbilir, a.g.e., s.59-60.

Satın Alma:

Bakım faaliyetleri için gerekli araç-gereç, teçhizat ve malzemenin satın alınması, gerektiği gibi depolanması, zaman içinde ortaya çıkacak malzeme miktarının tespit edilmesi ve garanti işlemlerinin yürütülmesinden sorumludur. Bu bölümün işlevi, maliyetlerin düşürülmesi açısından çok önemlidir. İlgili malzemenin gerektiği zaman mevcut olmaması uçağın yerde kalmasına neden olurken, gereğinden fazla malzemenin bulunması ise satın alma maliyetlerini artıracaktır.

İnsan Kaynakları Bölümü:

Personel planlaması, personel seçimi, personel geliştirilmesi, çalışanlara güvenli ve sağlıklı bir çalışma ortamının sağlanması, ücretlendirme ve yönetim ile çalışanlar arasındaki iletişimi geliştirme gibi faaliyetlerden sorumludur.

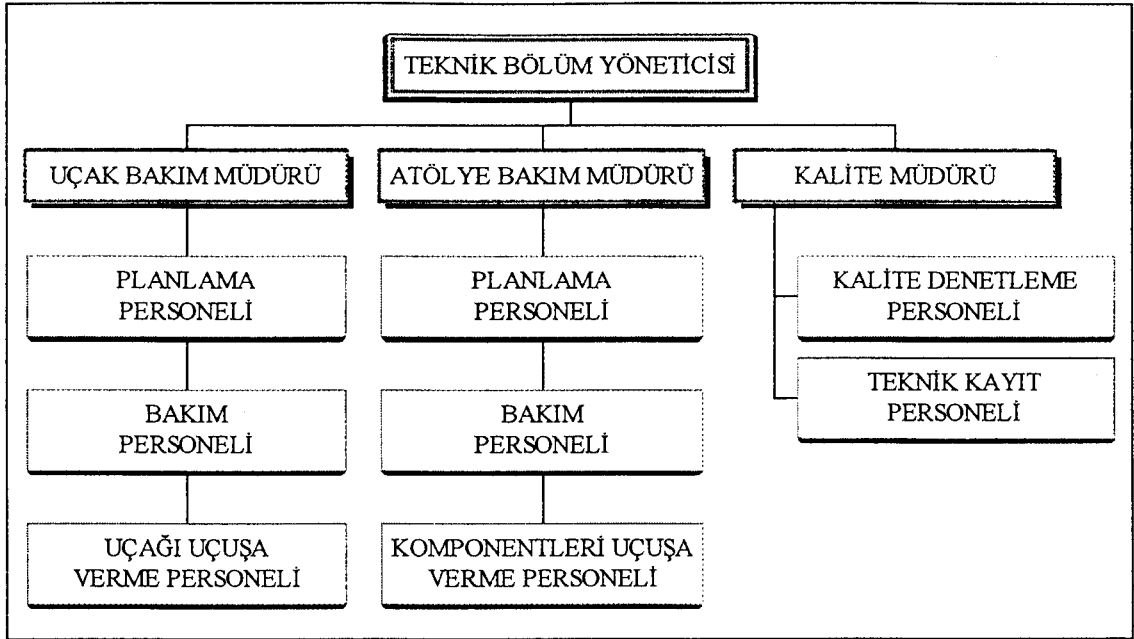
Kalite Güvence Bölümü:

Bakımı yapılan her uçak ve komponentin tüm bakım yöntemleri ile kurallarına göre uygun yapılmasının sağlanması amacıyla gerekli kalite sistemini kuran ve düzenli aralıklarla bu uygunluğun olup olmadığını araştırarak, gerekli raporları düzenleyip ilgili yerlere sunan bölümdür.

10.2. JAR-145 Örnek Örgüt Yapısı

JAR-145 bakım kuruluşu onay sertifikası almak isteyen bir kuruluş, yetki aldığı bir bakımı yapabilecek ve yönetebilecek yeterlilikte uygun personele sahip olmalıdır. Gereklilikler JAR-145.30'da belirtilmiştir. Kuruluşun örgüt yapısına ilişkin JAR-145 kuruluşu örgüt şeması Şekil-6'da ve JAR-145 tarafından kabul edilen en küçük bakım kuruluşu örgüt şeması ise, Şekil-7'de verilmiştir⁶⁶.

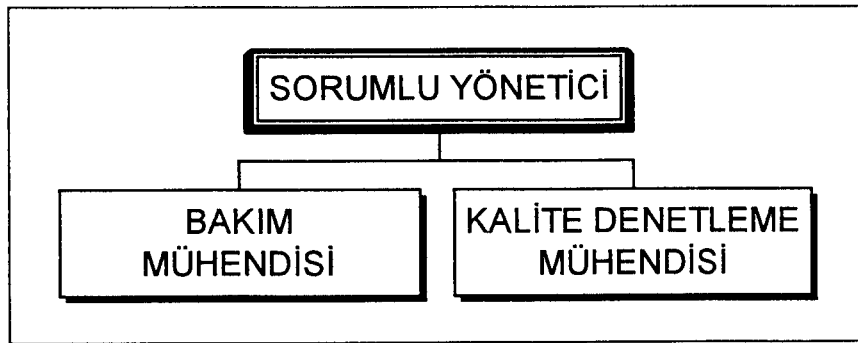
⁶⁶ JAR-145, a.g.e., s.14.



Şekil-6. JAR-145 Örnek Örgüt Şeması

JAR-145, a.g.e., s.14.

JAR-145'göre örgütlenme ne kadar küçük olursa olsun, kuruluş içi bir kalite sisteminin kurulması gerekmektedir. Şekil-6'da kalite denetlemesinin bir mühendisin sorumluluğunda olduğu görülmektedir.



Şekil-7. JAR-145 En Küçük Bakım Kuruluşu Örgüt Şeması

JAR-145, a.g.e., s.15

10.3. THY Örgüt Yapısı⁶⁷

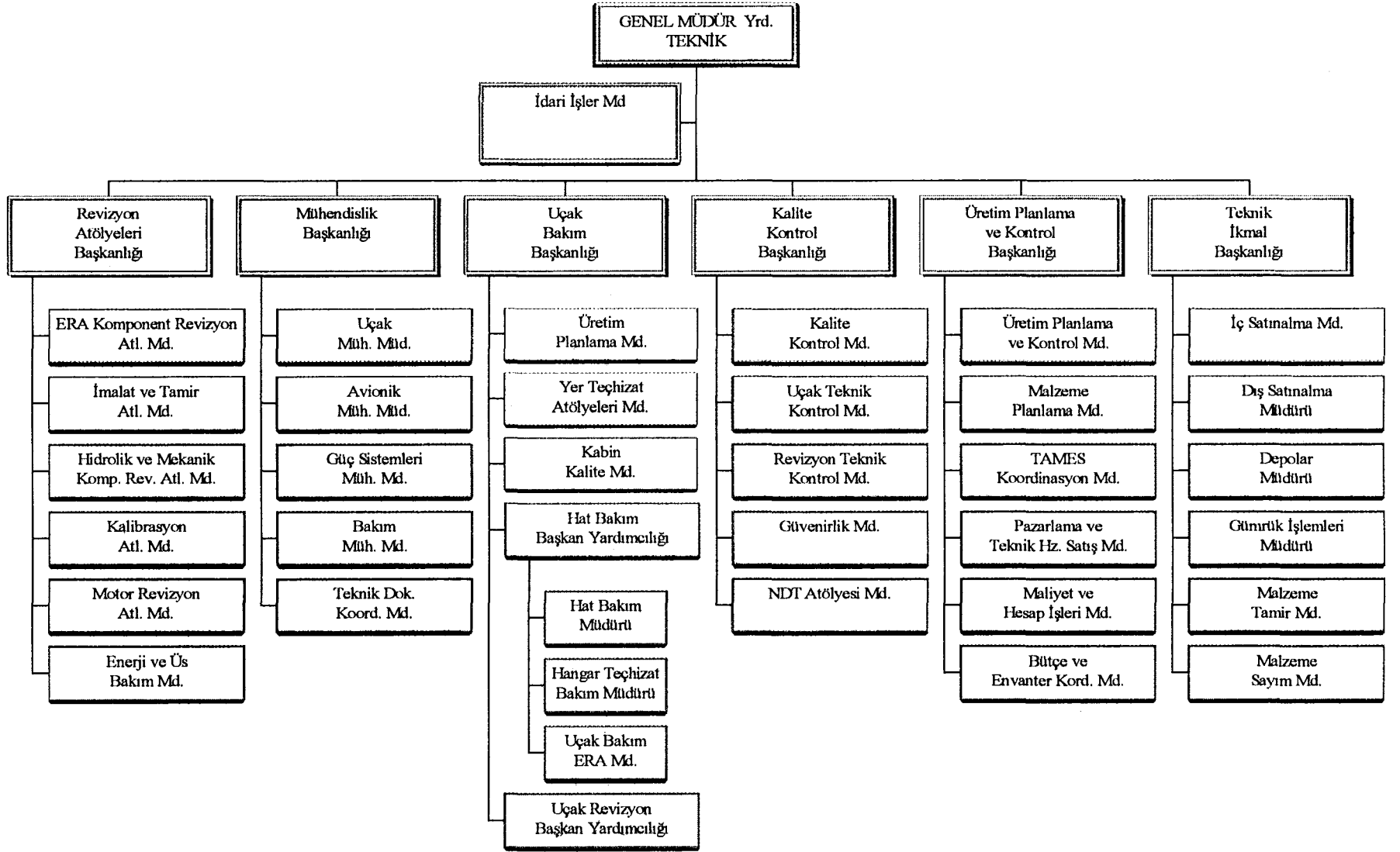
Şekil-8’de THY’nin örgüt yapısı görülmektedir. THY Teknik Bölümü, doğrudan Teknik Genel Müdür Yardımcısına bağlı olan farklı görevlere göre ayrılmış, 6 başkanlık altında örgütlenmiştir. Bunlar şöyledir;

- **Mühendislik Başkanlığı:** Kural koyucu bir bölümdür. Yapılacak işleri, gerekli talimatları, bakım programlarını tadilatları ve gerekli teknik yayınları hazırlar. Bu başkanlık altında yapılacak işler; avionik, güç sistemleri gibi uçağın değişik sistemlerine göre farklı bölümlere ayrılmıştır.
- **Uçak Bakım Başkanlığı:** Uçak üzerinde yapılacak programlı ve programsız bakımların yapılmasından sorumludur. Mühendislik bölümünün tatbikatçısı olduğu da söylenebilir. Önemli bir bakım faaliyeti olan hat bakımı, bu başkanlığa bağlı başkan yardımcılığı altında örgütlenmiştir.
- **Revizyon Atölyeleri Başkanlığı:** Uçak üzerinde yapılmayan (off-aircraft) programlı ve programsız bakımların, komponent ve motor revizyonlarının ve ilgili tadilat faaliyetlerinin yürütülmesinden sorumludur.
- **Üretim Planlama ve Kontrol Başkanlığı:** Bu bölümün işlevi, işletmenin bakım faaliyetleri ile ilgili amaçları doğrultusunda; uçağı, materyeli, işgücünü ve hangarı bir araya getirmektir. Kısacası, uçuş saati olan Teknik Bölüm ürünü için gereken her türlü planlamayı yapmaktır.
- **Kalite Kontrol Başkanlığı:** İşletmenin ilgili otoritelerle iletişimini sağlayan bölümdür. Bu başkanlık, Teknik Bölümün tüm işlevleri üzerinde kalite güvence sisteminin uygulanmasından sorumludur.
- **Teknik İkmal Başkanlığı:** Teknik Bölümün işlevlerini eksiksiz yerine getirebilmesi amacıyla, gerekli malzemelerin satın alınması, gerekli zamanlarda yeterli miktarın bulundurulması ve uygun koşullarda depolanmasından sorumludur.

Üretim Planlama ve Kontrol Başkanlığı’nın (Product Planning and Control) yanı sıra her başkanlık, kendi faaliyetleri ile ilgili olarak bünyesinde planlama bölümü bulundurmaktadır. Teknik Bölümde bakım faaliyetlerinin yönetimi, TAMES adı verilen bilgi işlem sistemi ile bilgisayar destekli olarak yapılmaktadır. Mühendislik bölümü

⁶⁷ Bu bölümde, Kasım 1997 Tarihinde THY Bakım Mühendislik Müdürü Ercihan Bayır ile yapılan “Bakım Maliyetleri” konulu görüşmeden yararlanılmıştır.

bakım programlarını, yapılacak bakım işlerini, tadilatları ve mühendislik emirlerini bilgisayar sistemine yükleyerek ÜPK bölümünün yapılacak bu faaliyetleri incelemesini gerekli planlamaları yapmasını sağlamaktadır. İlgili diğer bölümler hangi işleri ne zaman ve nasıl yapacaklarını TAMES bilgi işlem sistemi ile öğrenmektedirler. ÜPK, haftalık aylık ve yıllık planlamalar yapmaktadır. Planlama süreci içinde ilgili bölümlerle sürekli iletişim içerisinde olan ÜPK, bu iletişimi günlük, haftalık ve aylık toplantılarla desteklemektedir.



Şekil-8. THY Örgüt Yapısı

III. HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE MALİYETLERİN YAPISI

1. Havayolu İşletmelerinde Maliyet Kavramı

Bir işletmenin yönetilmesi, amaçların belirlenerek bu amaçlara nasıl ulaşılabilirliğinin ortaya konmasını kapsayan, planlama ve bu amaçlara ulaşılabilmesi için gerekli olan denetleme faaliyetleri üzerinde yoğunlaşmaktadır. Yöneticiler, planlama ve kontrol sorumluluklarını yerine getirebilmek için işletme hakkında çeşitli bilgilere ihtiyaç duymaktadırlar⁶⁸. Maliyet, işletmenin iyi bir şekilde yönetilebilmesi ve ilgili bir çok kararın alınabilmesi için ihtiyaç duyulan en önemli bilgilerden birisidir.

İşletmelerin yönetiminde başarıyı belirleyen temel etken, yönetim kararlarının maliyet ve fayda karşılaştırılması sonucunda alınmasıdır. Burada faydadan kastedilen, mal ve hizmetlerin insan gereksinimlerini karşılayacak özelliklere sahip olmasıdır⁶⁹. Havayolu işletmeleri tarafından verilen hizmetlerin maliyet bilgileri de karar alma sürecinde en önemli girdilerden birisini oluşturmaktadır.

Maliyet genellikle amaca, içinde bulunulan duruma ve bu kavramı kullanan kişiye göre farklı şekillerde tanımlanabilmektedir. Çünkü farklı amaçlar, aynı şeyin maliyetinin değişik biçimlerde saptanmasını gerektirebilir⁷⁰.

Genel anlamıyla maliyet, bir hizmeti ya da malı elde edebilmek için katlanılan fedakarlıklardır⁷¹. Başka bir deyişle, her işletmenin kendi faaliyet konusunu oluşturan mal ya da hizmetlerin elde edilmesi için harcadığı çeşitli üretim faktörlerinin parasal değeridir⁷².

Yönetimin, planlama ve denetleme gibi, işlevlerini yerine getirmesi açısından yapılan daha kapsamlı bir tanıma göre de maliyet, işletmenin işlevlerini yerine getirmek

⁶⁸ Ray H. Carrison ve Eric W. Noreen, *Managerial Accounting: Concepts for Planning, Control, Decision Making* (7th Edition. Burr Ridge, Illinois: Richard D. Irwin Inc., 1994), s.34.

⁶⁹ Kaya, a.g.e., s.93.

⁷⁰ Aynı, s.93.

⁷¹ Carrison ve Noreen, a.g.e., s.34.

⁷² Kaya, a.g.e., s.93.

ve yönetimin işlevlerini, işletmenin sürekliliğini sağlayacak şekilde oluşturmak amacıyla kullanılan ya da kullanılması öngörülen kaynakların parasal tutarıdır⁷³.

Konunun daha iyi anlaşılması açısından, birbirinden farklı kavramlar olmalarına karşın zaman zaman aynı anlamda kullanılan, maliyet ve gider kavramları arasındaki farkın ortaya konması için giderin tanımlanması faydalı olacaktır.

Gider, belirli bir dönemin hasılatının elde edilmesi amacıyla kullanılmış, tükenmiş maliyetlerdir⁷⁴. Başka bir tanıma göre gider, belirli bir zaman dilimi içinde kullanılan, mal ve hizmet gibi, tüketilen varlıkların parasal değeridir⁷⁵. Diğer bir deyişle, işletmenin faaliyet konusunu oluşturan mal ya da hizmetlerin elde edilmesi için harcadığı çeşitli üretim faktörlerinin parasal olarak toplam değeri maliyetleri oluşturur.

Havayolu işletmelerinde yönetimin temel fonksiyonlarından olan planlama ve denetleme için maliyet bilgisi üç önemli açıdan gerekli olmaktadır. Bunları aşağıdaki şekilde sıralamak mümkündür⁷⁶;

- Havayolu işletmeleri yönetim ve muhasebe açısından gerekli olması nedeniyle toplam giderlerinin dağılımını, çeşitli maliyet sınıflandırmalarına göre kapsamlı bir şekilde yapmak zorundadır. Maliyetlerin zaman içindeki değişim eğilimlerini gösterebilmek, uçuş faaliyetleri ya da yolcu hizmetleri gibi fonksiyonel bölümlerin maliyet açısından etkinliklerini ölçebilmek ve faaliyet karını ya da zararını belirleyebilmek için maliyetlerin genel bir dağılımını yapmak gerekmektedir.
- İkinci önemli nokta ise yatırım kararlarının alınması için maliyet bilgilerinin gerekliliğidir. Yeni uçak satın alınmasında ya da yeni bir uçuş hattının açılmasında uçağa ve hatta özel maliyet bilgilerine ihtiyaç duyulmaktadır.
- Maliyetlerin hesaplanması ve değerlendirilmesi, hem yolcu biletlerinde hem de kargo taşıma ücretlerinde, fiyat politikalarının geliştirilmesi ve gerekli kararların alınması açısından büyük önem taşımaktadır.

⁷³ A. Sait Sevgener ve Rüstem Hacırüstemoğlu, **Yönetim Muhasebesi** (3. Basım., Ya. No. 458-691. İstanbul: Marmara Üniversitesi Nihat Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, 1993), s.20.

⁷⁴ Orhan Elmacı, **İmalat Endüstrisi İşletmelerinde Maliyet Azaltımı ve Bir Uygulama** (Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Ya. No. 378, Kütahya İİBF Ya. No.5, 1990), s.12.

⁷⁵ Sevgener ve Hacırüstemoğlu, a.g.e., s.21.

⁷⁶ Rigas Doganis, **Flying Off Course: The Economics of International Airlines** (2nd Edition. New York: Routledge Inc, 1991), s.107.

Maliyetlerin sınıflandırılması, maliyet bilgilerinin hangi amaç doğrultusunda kullanılacaklarına bağlı olarak değişik biçimlerde yapılabilmektedir. Bu durumun nedeni ise; tek başına hiçbir maliyet sınıflamasının, yönetim fonksiyonlarının yerine getirilmesinde ve gerekli kararların alınmasında yeterli olamamasıdır. Dolayısıyla havayolu işletmeleri maliyetlerini iki ya da daha fazla şekilde sınıflandırmaktadırlar⁷⁷. Maliyetlerin sınıflandırılmasındaki yaklaşım tarzının havayolu işletmesinin kendi ülkesine ait muhasebe sisteminden etkilenmesi doğal bir sonuçtur. Bununla birlikte, Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı'nın (International Civil Aviation Organization) yaptığı sınıflandırma da bu konuda etkili olmaktadır. Çünkü ICAO üyesi ülkeler havayolu işletmelerine ait maliyet bilgilerini standart bir format içinde ICAO'ya bildirmek zorundadırlar. Ayrıca, konuyla ilgili kaynaklar incelendiğinde, gerek Avrupa'daki gerekse A.B.D.'deki uçak üretici firmalarının ve havayolu işletmelerinin ICAO'nun yaptığı maliyet sınıflamasını temel aldıkları görülmektedir⁷⁸.

Sektörde maliyetler, genellikle direkt/endirekt ve sabit/değişken maliyetler olarak sınıflandırılmaktadır. Sektörde, ICAO tarafından da kullanılan maliyetlerin sınıflandırılmasına getirilen geleneksel yaklaşım tarzı ise, toplam işletme maliyetlerinin uçuş faaliyetleri ile doğrudan ilgili olarak ortaya çıkıp çıkmadıklarına göre, direkt ve endirekt maliyetler olarak sınıflanmasıdır. Bu çalışmada havayolu işletmeleri tarafından kullanılan ortalama ve marjinal maliyetlerin tanımlarına kısa bir şekilde yer verilecek buna karşın direkt/endirekt ve değişken/sabit maliyet kavramları daha ayrıntılı bir biçimde incelenecektir.

Havayolu ulaştırma sektöründe üretim miktarı, genellikle, satışa sunulmuş toplam koltuk sayısı ile kilometre olarak uçulan toplam mesafenin çarpılması sonucunda elde edilen, koltuk-kilometre (available seat-kilometres) olarak belirlenmektedir. Havayolu işletmeleri de maliyetlerini hesaplarken koltuk-kilometre başına düşen ABD cent birimini kullanmaktadırlar. Böylelikle, uçaklar ve havayolu işletmeleri ile ilgili mali verilerin elde edilmesinde ve yayınlanmasında standart bir maliyet ölçüm yöntemi kullanılmış olmaktadır⁷⁹.

⁷⁷ Aynı, s.107.

⁷⁸ Aynı, s.107.

⁷⁹ Friend, a.g.e., s.31.

Havayolu işletmelerinin, belirli bir zaman dilimi içinde, satışa sundukları tüm koltukları doldurmaları gerçekleşmesi zor bir ihtimaldir. Bu nedenle, havayolu işletmesinin üretim miktarının belirlenmesinde diğer bir ölçüm aracına ihtiyaç duyulmaktadır. Bu ölçüm aracı, ticari amaçlarla ücret karşılığında taşınan toplam yolcu sayısının uçulan mesafe ile çarpımı sonucunda elde edilen değerdir (revenue passenger-kilometres). Örneğin yolcu olarak kabul edilmelerine rağmen indirimli yolculuk yapan küçük çocuklarda ya da havayolu işletmelerinin çalışanlarında olduğu gibi, çeşitli nedenlerle ücretsiz ve indirimli bilet verilmiş yolcular bu kapsamda yer almamaktadırlar⁸⁰. Maliyetler, elde edilen bu üretim miktarı değerine göre de (per revenue passenger-kilometres) hesaplanabilmektedir. Üretim miktarının belirlenmesinde kullanılan başka bir değer ise, taşınan toplam trafiğin ton olarak ağırlığı ile kilometre olarak mesafesinin çarpımı sonucunda (available tonne-kilometres) elde edilmektedir.

Yolcu-kilometre değerinin sunulan koltuk-kilometre değerine bölünmesi ile elde edilen ve doluluk oranı (load factor) olarak adlandırılan değer⁸¹, sektörde havayolu üretimi ile ilgili olarak sıkça kullanılmaktadır. Bu oran, satışa sunulmuş toplam koltuk sayısından ne kadarının gerçekten kullanıldığını, yani satıldığını göstermekte ve yüzde (%) olarak ifade edilmektedir. Sektörde ortalama %60'lık bir doluluk oranıyla yapılan uçuşların karlı olduğu kabul edilmektedir⁸². Diğer yandan uçakların, havayolu işletmelerinin satın alım maliyetleri en yüksek varlıkları olması nedeniyle, yeterince kullanılmayarak yerde kalmalarının maliyeti de işletmeler açısından çok yüksek olmaktadır. Bu nedenle, havayolu işletmeleri uçak kullanım oranlarını artırmaya çalışmaktadırlar. Ancak, bazı hatlarda ya da tüm filo içinde ortalama doluluk oranının düşük olmasına rağmen kullanım oranının artırılması, maliyetlerin de kontrolsüz bir şekilde artmasına neden olabilmektedir. Bu nedenle, iki oran arasındaki dengenin iyi kurulmasının yönetimin başarısını etkileyecek en önemli unsurlardan birisi olduğu düşünülmektedir.

Koltuk-kilometre başına maliyetin hesaplanması, özellikle kısa mesafeli hatların değerlendirilmesinde önem kazanmaktadır. Çünkü kısa mesafeli hatlarda, bu maliyet

⁸⁰ Wells, a.g.e., s.542.

⁸¹ Aynı, s.533.

⁸² Friend, a.g.e., s.31.

uzun mesafeli hatlara göre daha yüksektir⁸³. Üstelik, hızlı trenler ve özel otomobiller gibi alternatif ulaşım seçenekleri nedeniyle, talep de oldukça esnektir.

İşletmenin toplam maliyetleri, uçuş başına (per flight), uçuş saati başına (per flight hours), uçuş öncesi ve sonrası taksi zamanını da kapsayan blok saat başına (per block hours), yolcu-kilometre başına (per revenue passenger-kilometres), ton-kilometre başına (per ton-kilometres) ve sunulan koltuk-kilometre başına (per available seat-kilometres) hesaplanabilmektedir. Bu tür maliyetler, ortalama maliyetler olarak (average costs) adlandırılmaktadırlar⁸⁴.

Havayolu işletmeleri tarafından kullanılan diğer bir maliyet ise, marjinal maliyetlerdir. Marjinal maliyet, fazladan bir yolcunun kabul edilmesi sonucunda ya da ek bir hizmetin gerçekleştirilmesi sırasında ortaya çıkan ek maliyetlerdir⁸⁵. Marjinal maliyetler, özellikle tatil amaçlı yolcu pazarı için indirimli bilet satışıyla ilgili alınacak kararlarda kullanılmaktadırlar. Normalde yolculuk yapmak istemeyen ancak bilet fiyatlarında yapılan indirim sonucunda uçmaya karar veren yolcular, uçakta bazı koltukların boş kalması yerine dolu uçmasını sağlayarak, bilet fiyatı marjinal maliyetleri karşıladığı sürece, birim maliyetin düşmesini sağlamaktadırlar.

2. Havayolu İşletmeleri Maliyet Sınıflandırılmasında Geleneksel Yaklaşım

ICAO'ya standart bir format içinde maliyetlerin dağılımı hakkında bilgi verme gerekliliği, tüm dünyadaki bir çok havayolu işletmesinin maliyetlerin sınıflandırılmasında benzer yöntemler izlemesini sağlamıştır. Standart bir formatın kullanılması ise, belirli bir zaman dilimi içinde, havayolu işletmelerinde maliyetlerinin karşılaştırılması için gerekli zemini oluşturmaktadır⁸⁶.

Havayolu işletmelerinde maliyetlerin sınıflandırılmasına getirilen geleneksel yaklaşım⁸⁷, giderlerin belirli bir mal ya da hizmetin üretim maliyetine doğrudan yüklenip yüklenememesine göre, direkt ve endirekt olmak üzere iki gruba

⁸³ William E. O'Connor, *An Introduction to Airline Economics* (4th Edition. New York: Praeger Publishers, 1989), s.60.

⁸⁴ Jean-Jacques Boissin, "Costs Structure", *Airline Economics*, MAP 32/1, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 29 Kasım-1 Aralık 1995), s.2.

⁸⁵ O'Connor, a.g.e., s.57.

⁸⁶ Doganis, a.g.e., s.108.

⁸⁷ Aynı, s.108.

ayrılmasıdır⁸⁸. Bir başka deyişle, havayolu işletmelerinin ürünü, en genel anlamıyla ticari amaçla yapılan uçuş olduğuna göre, bir uçağın işletiminden kaynaklanan, yani ticari amaçlar doğrultusunda uçurulmasıyla doğrudan ilişkili olarak ortaya çıkan giderler, Direkt İşletme Maliyetlerini (Direct Operating Costs), bir uçağın işletimiyle doğrudan ilişkili olmayan giderler ise, Endirekt İşletme Maliyetlerini (Indirect Operating Cost) oluşturmaktadırlar.

Tablo-3'de, bazı küçük değişikliklerle birlikte, ICAO, İngiltere Sivil Havacılık Otoritesi ve ABD Ulaştırma Bakanlığı tarafından da kullanılan, havayollarına ait toplam işletme maliyetlerinin (Total Operating Costs), direkt ve endirekt olarak, sınıflandırılması görülmektedir. Benzer yaklaşım tarzı tüm dünyada, havayolu işletmelerinin büyük bir bölümü tarafından da kullanılmaktadır.

Tablo-3. Toplam İşletme Maliyetlerinin Direkt ve Endirekt Olarak Sınıflandırılması

DİREKT İŞLETME MALİYETLERİ (Direct Operating Costs)	ENDİREKT İŞLETME MALİYETLERİ (Indirect Operating Costs)
1- Uçuş Faaliyet Giderleri -Uçuş personel giderleri -Yakıt ve yağ giderleri -Havaalanı vergileri ve seyrüsefer giderleri -Sigorta giderleri -Uçak ve uçucu personel kiralama giderleri -Uçuş gecikme ve iptal giderleri	1- Yer Hizmetleri Giderleri -Yer hizmetleri personel giderleri -Binalar, yer ekipmanları ve ulaşım giderleri -Satın alınan yer hizmetlerinin giderleri
2- Bakım Giderleri	2- Yolcu Hizmetleri Giderleri
3- Amortisman Giderleri	3- Bilet, Satış ve Promosyon Giderleri
4- Finansman Giderleri	4- Yönetim Giderleri, Genel ve Diğer Giderler

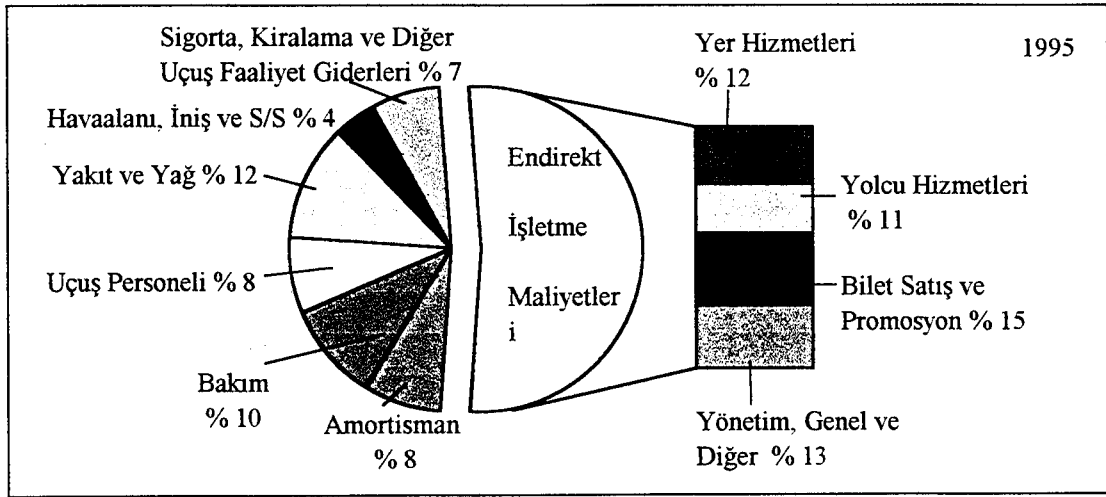
Frank Repp, "Assessment of the Different Costs Linked to Maintenance", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance: , MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.1., Doganis, a.g.e., s.111.

Toplam işletme maliyetleri içinde genellikle direkt ve endirekt işletme maliyetlerinin oranı (%50 - %50) yaklaşık olarak birbirine eşittir⁸⁹. Şekil-9'da ICAO'ya üye ülkelerin tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmelerinde 1995 yılına ait toplam işletme maliyetlerinin (Total Operating Costs) dağılımı görülmektedir.

⁸⁸ Kaya, a.g.e., s.105.

⁸⁹ Friend, a.g.e., s.31.

Havayolu işletmeleri maliyet sınıflandırmasında geleneksel yaklaşım, esas itibariyle⁹⁰, işletme yönetiminin yerine getirmek durumunda olduğu başlıca işletme işlevleri temel alınarak⁹¹, bu işlevleri yerine getirmekle sorumlu bölümlerde oluşan giderlerin kendi aralarında gruplandırılması ilkesine dayanmaktadır. Bir başka deyişle, maliyetler uçuş operasyon, bakım faaliyetlerinden sorumlu teknik bölüm gibi işlevsel alanlara dağıtılarak, direkt ve endirekt olarak sınıflandırılmaktadırlar. Böylece, işletme içindeki işlevsel bölümlerin maliyet açısından performanslarının zaman içinde izlenmesi ve işletme içi karşılaştırmalar yapılması mümkün olacaktır. İşlevsel bölümlerde oluşan toplam maliyetler, ayrıca kendi içinde personel giderleri gibi, ayrı gider bölümlerine ayrılabilceği için farklı bölümlerin personel giderleri de kolayca karşılaştırılabilecektir.



Şekil-9. Toplam İşletme Maliyetlerinin Dağılımı

ICAO, Civil Aviation Statistics of the World-1995 (21th Annual Edition, Doc 9180/21. ICAO, 1996), s.26.

Direkt ve endirekt maliyet sınıflaması özellikle uçak seçiminde yararlı olmaktadır. Çünkü herhangi bir uçuş hattına ya da uçuş faaliyetine ait endirekt maliyetlerin, uçak tipinden bağımsız olarak, sabit kalacağı düşünülebilir. Bu durumda, yeni bir uçağın değerlendirilmesi ya da farklı uçakların karşılaştırılması direkt işletme maliyetlerine göre yapılabileceği için değerlendirme işlemi basitleştirilmiş olmaktadır.

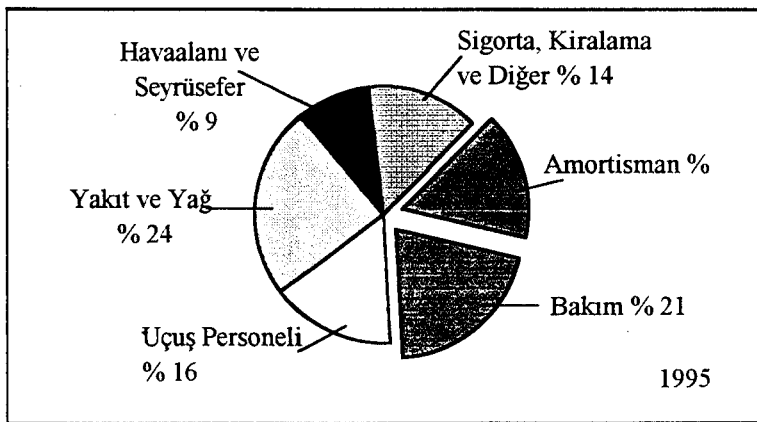
⁹⁰ Doganis, a.g.e., 120.

⁹¹ Kaya, a.g.e., s.102.

Bu yaklaşım tarzının en önemli avantajı ise, basit oluşu ve bir çok farklı hizmet için ortak olan maliyetlerin işlevsel bölümlerde bir araya getirilebilmesidir⁹².

2.1.Direkt İşletme Maliyetleri (Direct Operating Costs)

Direkt İşletme Maliyetleri, bir uçağın ticari amaçlarla kullanılması sonucunda ortaya çıkan giderlerin toplamıdır⁹³. Bir başka tanıma göre; tek bir uçak tipine bağlı olarak ortaya çıkan ve uçak tipi değiştirildiği zaman değişen giderleri kapsar⁹⁴. Bu giderler; uçuş operasyon giderleri, bakım giderleri, amortisman ve finansman giderleridir⁹⁵. Şekil-10'da ICAO'ya üye ülkelerin tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmelerinde 1995 yılına ait direkt işletme maliyetlerinin (Direct Operating Costs) dağılımı görülmektedir.



Şekil-10. Direkt İşletme Maliyetlerinin Dağılımı

ICAO, Civil Aviation Statistics of the World-1995, a.g.e., s.26'dan uyarlandı.

2.1.1. Uçuş Operasyon Giderleri

Uçuş operasyon giderlerini, uçuş personel giderleri, yakıt ve yağ giderleri, havaalanı vergileri, seyrüsefer giderleri, sigorta giderleri, uçak ve uçuş personel kiralama giderleri, uçuş gecikme ve iptal giderlerinin toplamı oluşturmaktadır.

⁹² Doganis, a.g.e., 120.

⁹³ O'Connor, a.g.e., s.59.

⁹⁴ Doganis, a.g.e., s.109.

⁹⁵ Bu konu içeriğinin geliştirilmesi için kullanılan kaynaklar için bkz; Boissin, a.g.e., s.4-14.; "Airline Operating Costs", Aircraft Technologie Engineering & Maintenance, (Issue 26, Şubat-Mart 1997), s.50-56., Friend, a.g.e., s.31-33., O'Connor, a.g.e., s.55-59., Doganis, a.g.e., s.110-115., Kaya, a.g.e., s.100-107., Wells, a.g.e., s.314-317.

Uçuş Personel Giderleri:

Uçuş personeline ödenen maaşlar, konaklama giderleri, sigorta giderleri ve tanınan sosyal hakların giderleri bu grupta yer almaktadır. Uçuş personel giderleri, belirli bir uçak tipi için uçuş saati başına hesaplanabilir. Bu değer belirli bir hat için uçuş blok saati ile çarpıldığında ise, o hatta ait toplam personel giderleri elde edilmektedir.

Yakıt ve Yağ Giderleri:

Uçuş operasyon giderleri içinde en fazla yer tutan gider gruplarından birisi de uçuş için kullanılan yakıt ve yağ giderleridir. Yakıt tüketimi her uçuş hattı için; uçuş uzunluğuna, uçak ağırlığına, rüzgar durumuna, düz uçuş yüksekliğine bağlı olarak farklı değerler almaktadır. Dolayısıyla her uçuş hattı için yakıt giderinin hesaplanması ancak yaklaşık bir değer vermektedir. Yağ tüketim giderleri ise, yakıt giderlerine göre ihmal edilebilecek oranda az olmaktadır. Her motor tipi için saatlik yağ tüketim giderinin hesaplanarak yakıt giderlerine eklenmesi sektörde en çok kullanılan yöntemdir. Bununla birlikte, hükümetler ve havaalanları tarafından konulan yakıt vergileri de bu gider grubu içersinde yer almaktadır.

Havaalanı Vergileri ve Seyrüsefer Giderleri:

Havayolu işletmeleri, havaalanlarında pistleri, taksi yollarını ve terminal imkanlarını kullanmaları nedeniyle havaalanı otoritelerine belirli bir ücret ödemek zorundadırlar. Oluşan bu giderler, genellikle uçağın ağırlığına ve havaalanına inen yolcu sayısına bağlı olarak ödenen ücretleri kapsamaktadır. Bununla birlikte, uçağın havaalanında uzun süre kalması durumunda ise, park ve/veya hangarlama ücreti ödenmek zorundadır.

Havayolu işletmeleri, aynı zamanda üzerinden uçtukları ülkenin hava sahasını ve bu ülke tarafından verilen seyrüsefer hizmetlerini kullandıkları için bu ülkenin ilgili kuruluşuna belirli bir ücret ödemek zorundadırlar. Bu ücret, uçağın ağırlığına ve hava sahasında uçulan toplam mesafeye göre değişmektedir.

Sonuç olarak, hem havaalanı vergilerinin hem de seyrüsefer giderlerinin uçak tipine bağlı olarak değişmesi nedeniyle, sektördeki genel uygulama bu giderlerin direkt işletme maliyetleri altında toplanması yönündedir.

Sigorta Giderleri:

Uçakların sigortalanması sonucunda oluşan giderlerin miktarı, bu gruptaki diğer giderlere göre nispeten daha az olmaktadır. Bu giderler, havayolu işletmesine, sigorta ettirilen toplam uçak sayısına ve uçakların kullanıldığı coğrafi bölgeye göre, yıllık olarak satın alma fiyatının %1,5 ile %3'ü oranında değişmektedir. Bununla birlikte, havayolu işletmesi uçtuğu bölgelerdeki muhtemel terör olayları riskine karşı daha kapsamlı bir sigorta yaptırtmak istiyorsa %2'ye varan oranlarda ek ücret ödemesi gerekmektedir.

Uçak ve Uçuş Personel Kiralama Giderleri:

Bazı küçük ulusal havayolu ve charter işletmeleri uçak ve uçuş personeli kiralarak faaliyetlerini sürdürmektedirler. Bu durumda, kiralama giderleri uçuş faaliyetleri içinde beklenmeyen oranda yüksek değerlere ulaşabilir. Kiralanan uçak için ödenen ücret aynı zamanda uçak sahibinin ödediği amortisman ve finansman giderlerini de kapsayacağı için kiralama giderleri yüksek değerlere ulaşabilecektir. Ancak bu durumda, kiralayan işletmenin amortisman giderleri de düşük olacaktır. ABD'de, kiralama giderlerinin büyük bir bölümünü, dolaylı da olsa, amortisman ve finansman giderlerinin oluşturması nedeniyle, bu giderler direkt işletme maliyetlerinden olan amortisman ve finansman giderleri altında toplanmaktadır.

Uçuş personelinin eğitimi ve yeni bir hattın açılması sırasında oluşan giderler uçuş faaliyetleri ile ilgili olmasına rağmen adı geçen gruplardan hiç birisine dahil olmamaktadırlar. Sektörde karşılaşılan genel uygulama, eğer iki ya da üç yıl gibi uzun bir zaman dilimine yayılacaksa, bu tür giderlerin amortisman giderleri altında toplanması yönündedir.

Uçuş Gecikme ve İptal Giderleri:

Planlanan uçuşun zamanında yapılamaması durumunda havaalanında kalma, yakıt, yer hizmetleri ve ilgili personel giderlerinin artmasından kaynaklanan giderlerdir. Bir uçuşun iptal edilmesi durumunda; yolcuların otellerde konaklamaları sağlanacak, uçak havaalanında kaldığı sürece havaalanı vergileri ve yer hizmetleri giderleri artarken, bir uçuşun iptali muhtemelen diğer uçuşlar da aksatacak, hatta bazı durumlarda, başka işletmelerden uçak kiralanması bile gerekebilecektir. Tüm bu olumsuzluklar uçuş iptal giderlerinin gecikme giderlerinden daha da fazla olmasına neden olmaktadır. Uçuş gecikme ve iptal giderleri, uçuş faaliyetlerinde meydana gelen aksaklıklar sonucunda oluşmaları nedeniyle, bu grup altında incelenebilirler. Bazı uygulamalarda, bu tür giderlerin ayrıca hesaplanmasına ve gruplandırılmasına yer verilmemektedir. Ancak, gerek uçuş operasyon gerekse bakım bölümlerinin uçuş gecikme ve/veya iptal edilmesi durumlarıyla ilgili olarak performanslarının ölçülmesi açısından, bu giderlerin hesaplanmasının ve uçuş operasyon giderleri altında gruplandırılmasının önemli olduğu düşünülmektedir.

2.1.2. Bakım Giderleri

Bakım giderlerini, her türlü bakım faaliyeti sonucunda oluşan, işçilik, malzeme, ve yönetim giderleri oluşturmaktadır. Dış istasyonlardaki bakım faaliyetleri sonucunda oluşan tüm giderler, istasyon giderleri altında değil bakım giderleri altında toplanmalıdır. Bununla birlikte, havayolu işletmesi bakım faaliyetlerini kendisi yapmıyor ve başka bakım kuruluşlarına yaptırtıyorsa (out-sourcing) bu kuruluşa ödenen tüm ücretler de bakım giderleri grubu altında toplanmalıdır.

Bakım giderleri kendi içinde, oluşan giderlerin doğrudan bakım faaliyetleri ile ilgili olup olmadığına göre, direkt ve endirekt olmak üzere iki bölüme ayrılmaktadır. ABD'de Ulaştırma Bakanlığı, havayolu işletmelerinin bakım maliyetlerini, gövde ve motor üzerindeki Direkt Bakım Giderleri ve Endirekt Bakım Giderleri olmak üzere üç ayrı grup altında toplamasını öngörmektedir. Endirekt bakım maliyetleri, bakım faaliyetleri ile doğrudan ilişkisi olmayan giderleri kapsamakla birlikte, genellikle yönetim ve genel giderlerden oluşmaktadır. Çünkü bu tür giderler herhangi bir uçağın motor ve/veya gövde maliyetlerine yüklenemezler.

Havayolu işletmeleri, genellikle bakım maliyetlerini farklı uçaklara göre hesaplamaya çalışmaktadırlar. Ancak bu durum için kullanılan standart bir yöntem olmaması nedeniyle işletmelerinin bakım maliyetlerini bir biriyle karşılaştırılırken dikkatli olmak gerekmektedir. Eğer bakım maliyetleri belirli bir uçak tipi için hesaplanabiliyorsa uçuş saati başına bakım maliyetleri de bulunabilmektedir.

Bakım giderleri, direkt işletme maliyetleri içindeki en önemli ve havayolu işletmesinin kontrolü altında tutulabileceği tek gider grubunu oluşturmaktadır. Son yıllarda, işletmenin kontrolü altında olmayan diğer giderlerin yükselme eğiliminde olmaları bakım maliyetlerinin önemini daha da artırmaktadır. 1990'lı yıllardan bu yana bakım maliyetlerinin tüm dünyada daha da önem kazanması ve Türkiye'de de sektörün önemli bir büyüme içinde olması bu çalışma konusunun "Bakım Maliyetlerinin İncelenmesi ve Azaltılması İçin Öneriler Geliştirilmesi" olarak seçilmesinde önemli bir rol oynamıştır. Çalışmanın IV ve V. Bölümlerinde bakım maliyetleri ayrıntılı bir biçimde incelenecek ve azaltılabilmesi amacıyla sektörde uygulanan yöntemlerden örnekler verilerek çeşitli öneriler geliştirilecektir.

2.1.3. Amortisman Giderleri

Uçak ve gerekli ekipmanlar için ayrılan amortisman ve tükenme paylarını kapsamaktadır. 1970'li yıllara kadar ortalama 12 yıl olan amortisman süresi, daha önceki uçaklara göre satın alma maliyeti çok daha fazla olan geniş gövdeli uçakların hizmete girmesiyle birlikte, 14 ile 16 yıla kadar uzamıştır. 1990'lı yıllarda dar gövdeli kısa menzilli uçaklar için amortisman süresi 8 ile 10 yıl arasındadır. Yıllık amortisman payı amortisman süresine ve uçağın değerine bağlı olarak ortaya çıkar. Konunun daha iyi anlaşılabilmesi bakımından aşağıdaki örneğe yer verilmiştir.

Yedek parça stokları ile birlikte toplam 140 milyon ABD \$'na mal olan bir B-747 uçağı için 15 yıllık amortisman süresi ve %10'luk eskime payı olduğu düşünülürse yıllık amortisman payı aşağıdaki formüle göre hesaplanır :

$$Y.A = \frac{\text{Uçak Fiyatı-Eskime Payı (\%10)}}{\text{Amortisman Süresi (15 yıl)}}$$

$$= \frac{140 \text{ M\$} - 14 \text{ M\$}}{15} = \frac{126}{15} = 8.4 \text{ M\$}$$

Uçuş saati başına amortisman gideri, yıllık amortisman giderini yıllık uçuş saatine bölerek bulunabilir.

2.1.4. Finansman Giderleri

Yabancı kaynak sağlanması nedeniyle ortaya çıkan faiz, komisyon, kur farkı gibi giderleri kapsamaktadır. Bazı sınıflamalarda finansman giderleri, amortisman giderleri ile aynı grupta verilmektedir. Uçak tipi değiştiği zaman uçakların ve ekipmanlarının satın alınması için kullanılacak yabancı kaynak miktarı da değişeceği için bu tür giderlerin direkt işletme maliyetleri altında toplanması gerektiği düşünülebilir. Ancak bazı uygulamalarda finansman giderlerinin endirekt işletme maliyetleri altında yer aldığı görülmektedir.

2.2. Endirekt İşletme Maliyetleri

Genel anlamıyla Endirekt İşletme Maliyetleri, oluştukları gider yerleri ya da nitelikleri ve hesaplanmalarındaki güçlükler nedeniyle ürünlerle doğrudan ilişkilendirilemeyip, ancak uygun dağıtım ölçüleri aracılığıyla üretim maliyetine yüklenebilen giderlerdir⁹⁶. Diğer bir tanıma göre ise, direkt işletme gideri olarak düşünülmeyen ve uçuş faaliyetleri ile doğrudan ilişkili olmayan⁹⁷ yönetim, yolcu hizmetleri, pazarlama gibi giderlerden oluşan maliyetlerdir. Bir başka deyişle endirekt işletme maliyetleri, uçuş faaliyetleri ile doğrudan bir ilişkisi olmadığı için uçak tipi değiştirildiğinde sabit kalan giderleri kapsamaktadır⁹⁸.

Endirekt işletme maliyetlerini; yer hizmetleri giderleri, biletleme, satış ve promosyon gibi pazarlama giderleri, yolcu hizmetleri giderleri, yönetim giderleri, genel ve diğer giderler oluşturmaktadır⁹⁹.

⁹⁶ Kaya, a.g.e., s.105.

⁹⁷ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science* (Product Support Directorate Maintenance Cost Group AI/SE 21003, Nisan 1989), s.5.

⁹⁸ Doganis, a.g.e., s.109.

⁹⁹ Bu konu içeriğinin geliştirilmesi için kullanılan kaynaklar için bkz; Boissin, a.g.e., s.14-17., "Airline Operating Costs?", *Aircraft Technologie Engineering & Maintenance*, a.g.e., s.50-56., O'Connor, a.g.e., s.55-59., Doganis, a.g.e., s.115-117., Kaya, a.g.e., s.100-107., Wells, a.g.e., s.314-317.

2.2.1. Yer Hizmetleri Giderleri

Yer hizmetleri giderleri, iniş vergileri hariç, bir havaalanında havayolu işletmesinin gerekli hizmetleri sağlaması sırasında ortaya çıkan giderlerin toplamından oluşmaktadır.

Bu tür giderlerin önemli bir bölümünü, uçağın karşılanması, uçuşa verilmesi, yolcular ve bagajlarla ilgili faaliyetlerin yürütülmesi için havaalanında bulundurulmuş personel giderleri oluşturmaktadır. Bu grup altında toplanan diğer giderler ise; gerekli hizmetlerin yürütülebilmesi için kullanılan yer ekipmanları, ulaşım, bina, büro, telefon ve faks gibi haberleşme giderleridir. Yer hizmetlerinin başka işletmelere yaptırılması durumunda satın alınan bu tür hizmetler için ödenen ücretler de bu gider grubu altında toplanmaktadır.

2.2.2. Yolcu Hizmetleri Giderleri

Yolcu hizmetleri giderlerinin büyük bir bölümünü uçuş sırasında yolculara hizmet veren kabin görevlilerinin ücretleri, konaklama ve eğitim giderleri oluşturmaktadır. Bazı uygulamalarda kabin görevlilerinin giderleri, direkt işletme giderlerinden olan uçuş faaliyet giderleri altında da yer alabilmektedir.

Bu gider grubu, geniş haberleşme olanaklarıyla donatılmış toplantı odalarının sağlanması gibi, uçuş öncesinde verilen bazı özel hizmetlerden ve uçuş sırasında verilen yemek hizmetlerinden kaynaklanan giderleri de kapsamaktadır. Bazı havayolu işletmeleri, uçuş gecikme ve iptal maliyetlerini de bu grup altında toplamaktadırlar. Ancak, uçuşların gecikmesi ya da iptal edilmesi, sadece yolcu hizmet giderlerinin artmasına değil aynı zamanda uçak kiralanmasına kadar giden başka giderlerin oluşmasına da neden olacağı için, iptal ve gecikme giderlerinin tamamının ayrı bir grup altında toplanmasının daha doğru olacağı düşünülmektedir.

Yolcuların kazalara karşı sigortalanması ise, bu gruptaki diğer bir gider türüdür. Ödenecek sigorta bedeli havayolu işletmesinin emniyetli uçuş yapma oranına göre değişmektedir.

2.2.3. Biletleme, Satış ve Promosyon Giderleri

Biletleme, satış ve promosyon giderleri, bu faaliyetlerin yürütülmesi için gerekli olan bilet satış ofisleri ve bu faaliyetlerden sorumlu personel giderlerinden oluşmaktadır. Charter işletmelerinde pazarlama faaliyetlerinden kaynaklanan giderler, tarifeli seferler düzenleyen işletmelerin giderlerine göre daha az olmaktadır. Bu durumun nedeni ise, charter işletmelerinin koltuklarını genellikle tur operatörlerine satmalarıdır. Tur operatörleri aracılığıyla seyahat eden yolcular ise, hangi havayolu işletmesiyle uçacaklarına genellikle dikkat etmemektedirler. Bu durumda, söz konusu havayolu işletmesi için yoğun bir pazarlama faaliyeti gereksiz olacaktır. Buna karşın, sektörde rekabetin her geçen gün artması nedeniyle, tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmelerinin pazarlama faaliyetlerinden kaynaklanan giderlerinin giderek daha büyük tutarlara ulaştığı görülmektedir.

2.2.4. Yönetim Giderleri, Genel ve Diğer Giderler

Yönetim giderleri, genel ve diğer giderler, havayolu işletmelerinin toplam maliyetleri içinde küçük bir bölümü oluşturmaktadırlar. Çünkü genel giderlerin büyük bir bölümü işletmenin işlevsel bölümlerindeki giderlere dağıtılmış durumdadır. Böylelikle bu gider grubunu, işletmenin tüm faaliyetleri açısından gerçekten genel olan yönetim giderleri ve diğer giderler oluşturmaktadır. Bu gruptaki giderlerin dağıtım şekli işletmenin ve ülkenin uyguladığı muhasebe sistemine göre değişmektedir.

3. Havayolu İşletmelerinde Sabit ve Değişken Maliyetler

Toplam işletme maliyetlerinin direkt ve endirekt olarak sınıflandırılması, basitliği ve bir takım avantajlarının yanı sıra bazı dezavantajları da beraberinde getirmektedir. Belirli hizmetlerin ya da uçuş hatlarının ekonomik açıdan değerlendirilmesinde, fiyatlama politikalarının geliştirilmesinde ve belirli uçuş hatlarının yapısında değişikliğe gidildiği zaman maliyetlerin nasıl etkilendiği konusunda bu tür bir sınıflama yeterince faydalı olamamaktadır.¹⁰⁰ Örneğin; iş amaçlı pazar payını artırmak amacıyla belirli bir uçuş hattındaki business class koltuk sayısının artırılması, bu tür yolculara havaalanında bazı ek hizmetlerin verilmesi gibi değişikliklere

¹⁰⁰ Doganis, a.g.e., s.121.

gidildiğinde söz konusu uçuş hattına ait maliyetlerin nasıl değişeceğinin bilinmesi gerekmektedir. Çünkü bu konuyla ilgili alınacak kararların başarılı olmasını belirleyen temel etken, yolcuların ve havayolu işletmesinin bu değişikliklerden elde edecekleri faydanın ortaya çıkan maliyetlerle karşılaştırılmasına dayandırılmasıdır. Bu durumda havayolu işletmesinin, hangi maliyetlerinin bu değişiklik sonucu etkilendiğini hangilerinin ise sabit kaldığını belirlemesi gerekmektedir.

Havayolu işletmelerinde, yönetim işlevlerini yerine getirmek amacıyla kullanılan ikinci bir maliyet sınıflandırması ise, maliyetlerin üretim hacmiyle ilişkisi bakımından sabit ve değişken gider gruplarına ayrılmasıdır. Sabit giderler, kısa dönemdeki üretim hacminde meydana gelen değişimlerden etkilenmeyen değişken giderler ise, üretim hacminde meydana gelen değişimlere bağlı olarak değişen maliyetlerdir¹⁰¹. Bazı kararların alınması için gerekli olan bu sınıflandırmanın nasıl yapılacağı konusunda havayolu işletmeleri arasında bazı farklılıklar gözlenmektedir. Sektördeki en yaygın uygulama ise, direkt işletme maliyetlerinin belirlenerek sabit ve değişken gider gruplarına ayrılmasıdır¹⁰².

3.1. Sabit Maliyetler

Sabit maliyetler, belirli bir zaman dilimi ve kapasite dahilinde, üretim hacmindeki artış ya da azalışlardan etkilenmeyerek aynı kalan giderlerin toplamıdır¹⁰³. Diğer bir deyişle havayolu işletmeleri için sabit maliyetler, kısa dönemde belirli bir uçuş ya da bir dizi uçuşa bağlı olmaksızın sabit kalan giderlerin toplamıdır¹⁰⁴. Zaman dilimi büyüdüğünde filodaki uçak sayısının değişmesi mümkün olacağından sabit maliyet kavramının hangi zaman dilimi için tanımlandığı çok önemlidir. Örneğin uçaklar satılarak üretim miktarı düşürüldüğünde direkt işletme maliyetlerinden sabit olan giderler de azaltılmış, yani değişmiş olmaktadır.

¹⁰¹ Boissin, *a.g.e.*, s.1-2.

¹⁰² Doganis, *a.g.e.*, s.121.

¹⁰³ Kaya, *a.g.e.*, s.106.

¹⁰⁴ Doganis, *a.g.e.*, s.122.

Sabit maliyetlerin miktarı uçak filosunun büyüklüğü ile ilişkilidir ve orta ya da uzun vadede kaçınılmaz maliyetlerdir. Sabit maliyetler, bir uçağın lease yoluyla kiralanması sonucu ortaya çıkan ve uçağın uçup uçmamasına bağlı olmaksızın ödenmesi gereken kira bedelleri, amortisman, uçucu personel maaşlarının uçuş saatinden bağımsız sabit bölümleri ve uçak kullanımından bağımsız bakım giderlerini kapsamaktadır. Endirekt işletme maliyetlerinin büyük bir bölümü üretim hacmine bağlı olarak değişmeyen giderlerden oluşmaktadır. Tablo-4’de direkt ve endirekt işletme maliyetleri içinde yer alan sabit giderler görülmektedir.

Tablo-4. Sabit ve Değişken Maliyetlerin Sınıflandırılması

Direkt İşletme Maliyetleri		Endirekt İşletme Maliyetleri
Değişken Maliyetler	Sabit Maliyetler	
- yakıt ve yağ giderleri, -uçuş personeline, uçuş saatine göre ödenen ücretler ve teşvik primleri, - kabin personeline, uçuş saatine göre ödenen ücretler ve teşvik primleri, - uçuş sayısına ve saatine bağlı olarak ortaya çıkan bakım giderleri, - havaalanı vergileri ve seyrüsefer giderleri, - yolculara yemek hizmeti verilmesi sonucunda oluşan giderler.	-uçak amortisman ve kiralama giderleri, sigorta giderleri, -uçuş personeline, uçuş saatine bağlı olmaksızın, ödenen sabit maaşlar ve uçuş personeli yönetim giderleri, -kabin personeline, uçuş saatine bağlı olmaksızın, ödenen sabit maaşlar ve kabin personeli yönetim giderleri, -uçak kullanımından bağımsız olarak ortaya çıkan, uçak bakım personeline ödenen ücretler ve bakım yönetim giderleri.	-uçak kullanımından bağımsız olarak ortaya çıkan istasyon ve yer hizmetleri giderleri, -yolcu hizmetlerinden sorumlu personele ödenen ücretler, -yolcuların sigortalanması sonucunda oluşan giderler, -bilet, satış ve promosyon giderleri, -yönetim giderleri ve genel giderler.

Doganis, a.g.e., s.124.

3.2. Değişken Maliyetler

Değişken maliyetler, kısa vadede meydana gelecek üretim miktarındaki artış ya da azalışa bağlı olarak değişen direkt işletme giderlerinin toplamıdır¹⁰⁵. Diğer bir deyişle, bu tür maliyetler kısa vadede kaçınılabılır ve bir uçuşun ya da bir dizi uçuşun iptal edilmesine bağlı olarak azalan giderlerin toplamından oluşur. Örneğin yakıt giderleri ve uçuş personeline uçuş saatine göre ödenen ücretler, söz konusu uçuşun iptal edilmesi durumunda hemen ortadan kalkacaktır.

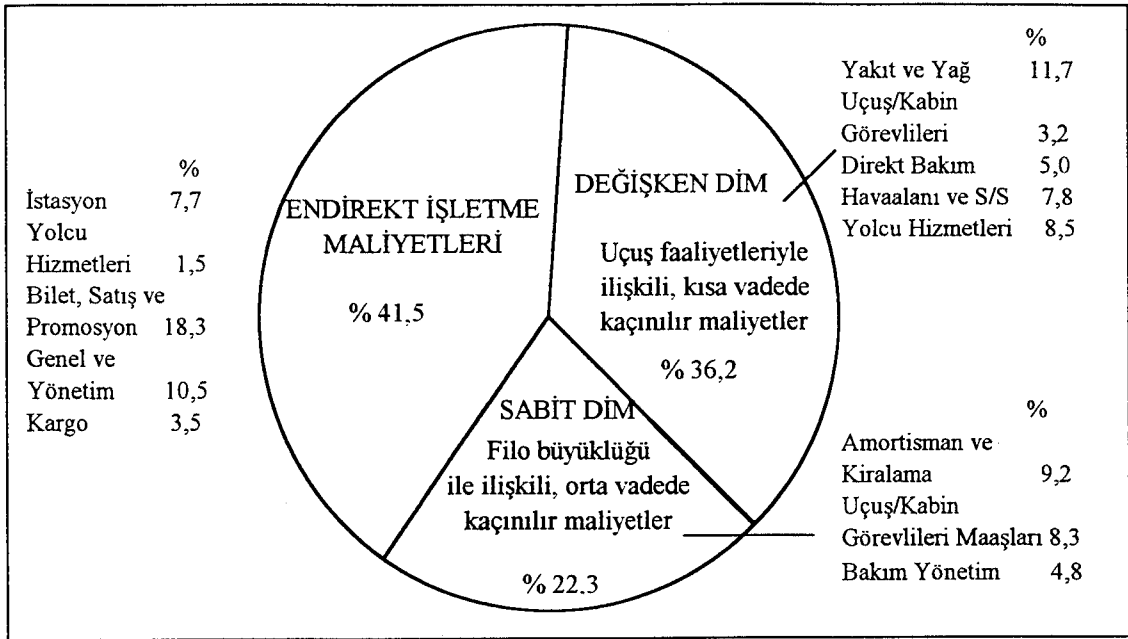
Tablo-4'de direkt işletme maliyetleri içinde yer alan değişken maliyetler, Şekil-11'de ise British Airways'in 1988 yılında sabit ve değişken maliyetlerinin dağılımı görülmektedir.

Havayolu ulaştırma sektöründe maliyetlerin sınıflandırılmasına getirilen geleneksel yaklaşıma göre endirekt maliyetler grubuna giren kabin personel giderleri, satın alınan yer hizmetleri giderleri, uçuş sırasında yolculara verilen yemek hizmeti ve yolcuların otellerde konaklama giderleri, Tablo-4'de görüldüğü gibi, direkt işletme maliyetleri içinde kabul edilmektedir. Çünkü havayolu işletmesinin üretim miktarını belirleyen yolcu-kilometre değerinin değişimi bu tür giderlerin de değişmesine neden olacaktır.

Değişken maliyetlerin belirlenmesi özellikle uçuş faaliyetlerinin planlanmasında ve fiyat politikalarının oluşturulmasında kullanılmaktadır¹⁰⁶. Bir havayolu işletmesi kısa vadede maliyetlerini kısmak istediğinde, geliri değişken maliyetlerine göre düşük olan hatlarda bulunan bazı uçuşlarını iptal edebilir.

¹⁰⁵ Aynı, s. 122.

¹⁰⁶ Aynı, s. 122.



Şekil-11. İşletme Maliyetlerinin Sabit, Değişken ve Endirekt Olarak Dağılımı

Doganis, a.g.e., s.125.

4. Farklı Uçak Tiplerine Göre Direkt İşletme Maliyetlerinin Dağılımı

Maliyet yapısı, son derece pahalı olan ekipmanların satın alım ve kullanımlarından doğan maliyetler tarafından şekillenen¹⁰⁷ havayolu işletmelerinde, yöneticilerin alacağı en önemli kararlardan birisi de uçak tiplerinin ve filodaki toplam uçak sayısının belirlenmesidir¹⁰⁸. Diğer bir deyişle, sektördeki yatırım ve işletme maliyetlerinin büyük değerler tutması, işletmenin amaçlarına ulaşabilmesi için, uçak seçiminde alınacak kararların mutlaka doğru olmasını gerektirmektedir. Doğru kararların alınması ise, farklı uçak özelliklerinin ve kullanımlarından doğan maliyetlerinin, işletmenin ihtiyaçları ve istekleri doğrultusunda, iyi bir şekilde değerlendirilmesine bağlıdır. Farklı uçak tiplerine ait direkt işletme maliyetleri, bu değerlendirmede kullanılan en önemli bilgilerden birisini oluşturmaktadır.

Uçakların teknik özellikleri direkt işletme maliyetlerini doğrudan etkilemektedir. Uçak verimliliğini belirleyerek direkt işletme maliyetlerini etkileyen en önemli teknik özellikler uçağın büyüklüğü, düz uçuştaki hızı ve maksimum ağırlıktaki menzildir¹⁰⁹.

¹⁰⁷ Boissin, a.g.e., s.1.

¹⁰⁸ O'Connor, a.g.e., s.71.

¹⁰⁹ Doganis, a.g.e., s.144.

Çalışmanın konusu gereği direkt işletme maliyetlerini etkileyen uçağın teknik özelliklerinden sadece bakım maliyetlerini etkileyen özellikleri incelenecektir.

Sektörde uçakların büyüklüklerine göre sınıflandırılması, dar (tek koridorlu, narrow-body) ve geniş gövdeli (wide-body) uçaklar biçiminde yapılmaktadır. Bu nedenle, farklı uçak tipleri için direkt işletme maliyetleri incelenirken dar ve geniş gövdeli uçaklara göre koltuk kapasitesi, ortalama uçuş uzunluğu (sector length), bakım giderleri ve toplam direkt işletme maliyetleri bilgilerine yer verilecektir.

Günümüzde, sektördeki orta ve uzun menzilli yolcu uçak filosunun büyük bir bölümünü Boeing, 1997 yılında Boeing çatısı altına giren McDonnell Douglas ve Airbus Industrie firmalarının uçakları oluşturmaktadır. Havayolu işletmeleri arasındaki büyük rekabetin uçak üreticisi olan Boeing ve Airbus firmaları arasındaki rekabete yansması teknolojik gelişmelerle de birleşince, yeni dizayn uçakların daha maliyet-etkin olmasını sağlamıştır.

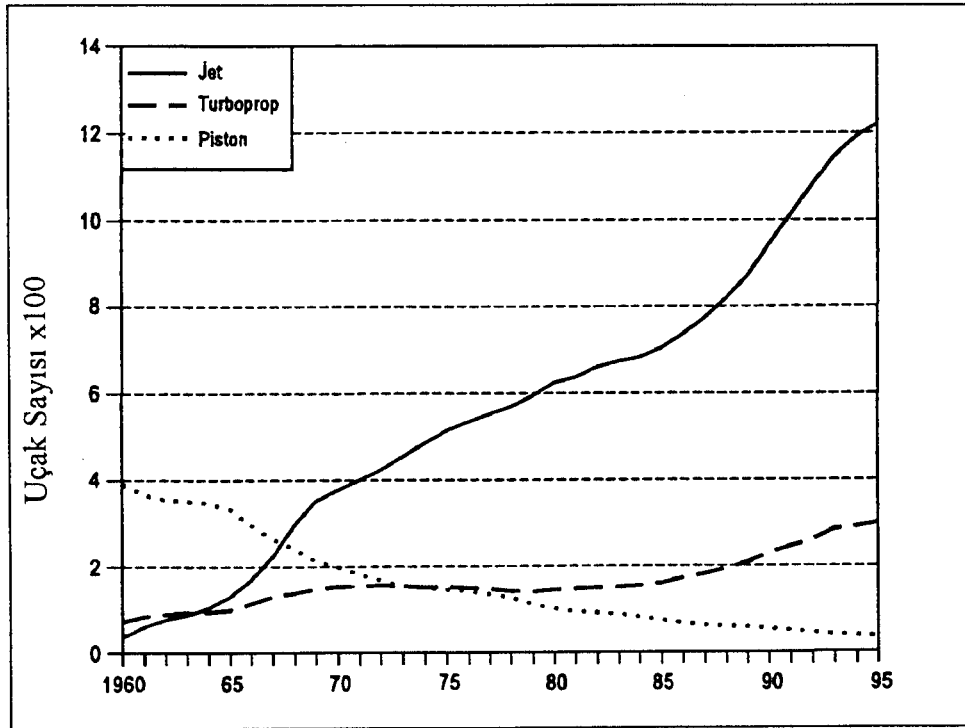
Tablo-5’de, ICAO üyesi ülkelerin (Çin ve Rus Federasyonu hariç) ticari uçak filosunda bulunan toplam kalkış ağırlığı 9000 kg üstündeki uçakların her yıl sonundaki toplam sayıları ve toplam içindeki oranları görülmektedir. 1987 - 1996 arasındaki toplam artış oranı %62.2 olarak gerçekleşmiştir.

Şekil-12’de ise dünya genelinde ticari uçak filosunun yapısı görülmektedir. Şekil-12 incelendiğinde turbojet uçak sayısının 1960 yılından bu yana büyük turboprop uçak sayısının ise, küçük bir artış içinde olduğu ancak, piston motorlu uçak sayısının giderek azaldığı görülmektedir.

Tablo-5. ICAO Üyesi Ülkeler Ticari Uçak Filosu, 1987 - 1996

Yıllar	Turbo-Jet		Turboprop		Piston Motorlu		Toplam Sayı
	Adet	%	Adet	%	Adet	%	
1987	7721	76.1	1800	17.7	624	6.2	10145
1988	8179	76.4	1932	18.0	601	5.6	10712
1989	8696	76.6	2073	18.3	584	5.1	11353
1990	9407	76.9	2291	18.7	540	4.4	12283
1991	10105	77.4	2449	18.8	496	3.8	13050
1992	10775	78.0	2589	18.7	455	3.3	13819
1993	11432	77.9	2846	19.4	403	2.7	14681
1994	11906	78.4	2897	19.1	383	2.5	15186
1995	12586	78.4	3133	19.5	343	2.1	16062
1996	12980	78.9	3180	19.3	300	1.8	16460

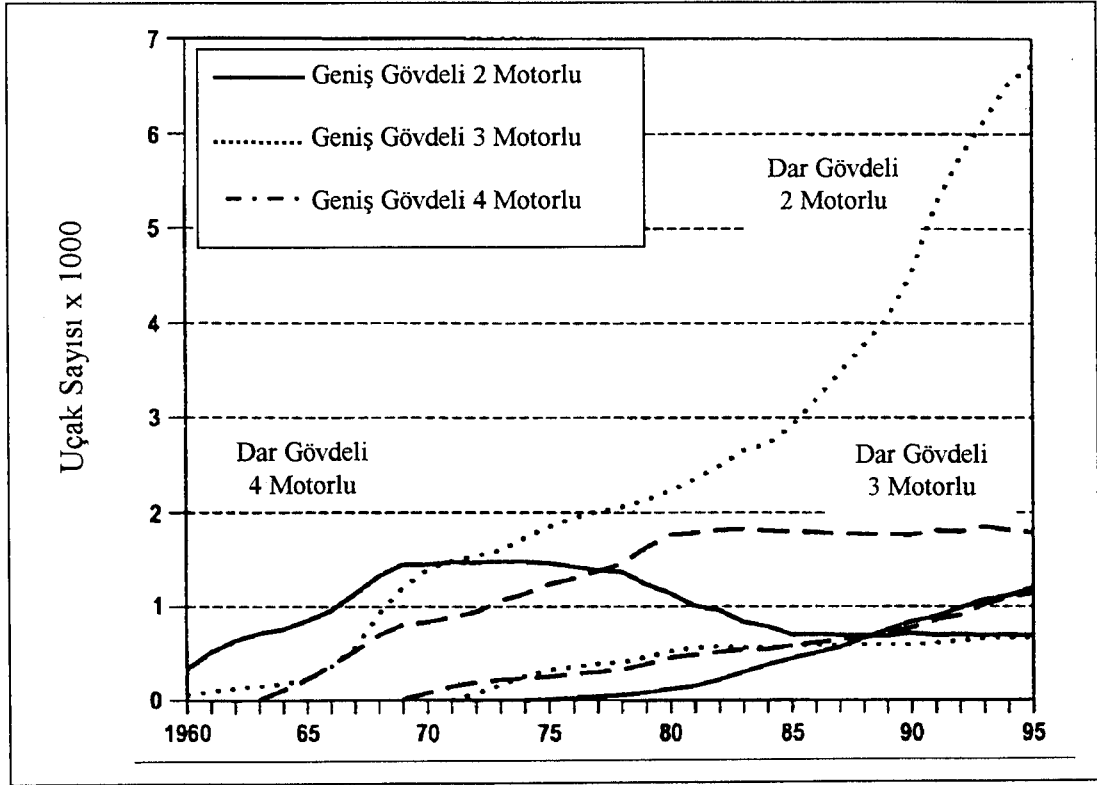
ICAO, *Annual Report of The Council 1996* (DOC 9685. Montreal: Secretary General, 1997), s. A48.



Şekil-12. Dünya Ticari Uçak Filo Yapısı

ICAO, *Outlook For Air Transport To The Year 2005* (Circular 270-AT/11. Montreal: Secretary General, 1997), s.11.

Geniş ve dar gövdeli uçak sayısının, zaman içinde, işletme maliyetleri ve sektördeki talep doğrultusunda değişiklikler göstermesinden dolayı bu değişimin değerlendirilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Şekil-13'de dünya uçak filo yapısının yıllara göre, dar ve geniş gövdeli uçaklar ile motor sayıları açısından dağılımı görülmektedir.



Şekil-13. Dünya Ticari Uçak Filosunun Dağılımı

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.12.

Şekil-13 incelendiğinde, dar gövdeli çift motorlu uçak sayısının sürekli artış içinde olduğu ve dünya filosu içinde en büyük bölümü oluşturduğu görülmektedir. Geniş gövdeli çift motorlu uçak sayısı ise, 1980'li yıllardan itibaren hızlı bir artışa girmiştir. Aynı yıllardan 1995 yılına kadar ise, dar gövdeli 3 motorlu ve dört motorlu uçak sayısında bir düşüş gözlenmektedir.

4.1.Dar Gövdeli Uçaklar İçin Direkt İşletme Maliyetleri

Genellikle kısa ve orta mesafeli uçuş hatlarında kullanılan dar gövdeli turbojet uçakların ortalama koltuk kapasitesi, 70 ile 250 menzilleri ise, yaklaşık olarak 1000 ile

5000 mil arasında değişmektedir¹¹⁰. 1995 yılında yapılan değerlendirmelere göre, ICAO'ya üye ülkelerde tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmelerinin dünya genelindeki filosunun %73'lük bir bölümünü dar gövdeli uçaklar oluşturmaktadır¹¹¹. Bununla birlikte, koltuk kapasitesi 200'e kadar olan dar gövdeli uçakların 2016 yılındaki dünya filosunun %69'luk¹¹² bir bölümünü oluşturacağı tahmin edilmektedir.

Direkt işletme maliyetlerinin, uçağın kullanılmasıyla doğrudan ilişkili olarak ortaya çıkan giderlerden oluşması nedeniyle farklı uçak tiplerinin maliyet bilgileri temel alınarak yapılan karşılaştırmalarda, blok uçuş saati başına düşen direkt işletme maliyetlerinin tutarı kullanılmaktadır.

Tablo-6'da, ABD'de büyük havayolu işletmeleri¹¹³ tarafından kullanılan, dar gövdeli farklı uçak tipleri için 1995 yılına ait blok uçuş saati başına düşen direkt işletme maliyetlerinin dağılımı görülmektedir.

Tablo-6 eski ve yeni dizayn uçaklar açısından incelendiğinde B757-200 ve B727-200'ün karşılaştırılması konunun irdelenmesi için iyi bir örnek oluşturmaktadır. B727 1960'lı yılların dizaynı, B757 ise 1980'li yıllarda dizayn edilerek hizmete girmiş bir uçaktır. B727-200'ün DİM B757-200'ün DİM'ne göre daha az görünse de koltuk kapasiteleri ve ortalama uçuş uzunlukları karşılaştırıldığında, B757'nin daha fazla yolcuyu daha uzak mesafelere ulaştırdığı anlaşılmaktadır. B757 uçağı için DİM'nin dağılımı incelendiğine, uçuş personel, yakıt-yag ve bakım giderlerinin B727'ye göre daha düşük olduğu buna karşın amortisman giderlerinin daha fazla olduğu görülmektedir. Teknolojik gelişmeler yeni dizayn uçakların satın alım maliyetlerini artırmış olmasına rağmen kullanımlarından doğan maliyetleri de azaltmıştır. Örneğin, kokpitte kullanılan yeni teknolojiler sayesinde B727'de üç olan uçuş personel sayısı B757'de ikiye inmiş, motorların güçleri ve performansları iyileştirildiği için yakıt sarfiyatı azalmış dolayısıyla uçuş faaliyet giderleri de azaltılmıştır. Teknolojinin gelişimi bakım faaliyetlerinde kullanılan kontrol tekniklerinin de gelişmesini sağlamış, bunun bir sonucu olarak ortaya çıkan daha maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilmesiyle birlikte, toplam bakım giderleri de azalmıştır.

¹¹⁰ Aviation Week & Space Technology, Outlook/Specifications (Ocak 1998), s.58-60.

¹¹¹ ICAO, a.g.e., s.14.

¹¹² Paul Proctor, "Lower Costs Drive Next-Generation 737", Aviation Week & Space Technology, (16 Aralık 1996), s.68.

¹¹³ ABD'de Büyük Havayolu İşletmeleri (Major Airlines): Yıllık toplam gelirleri 1000 M ABD\$'ının üstünde olan havayolu işletmeleri.

Tablo-6. Dar Gövdeli Uçaklar İçin DİM'nin Dağılımı

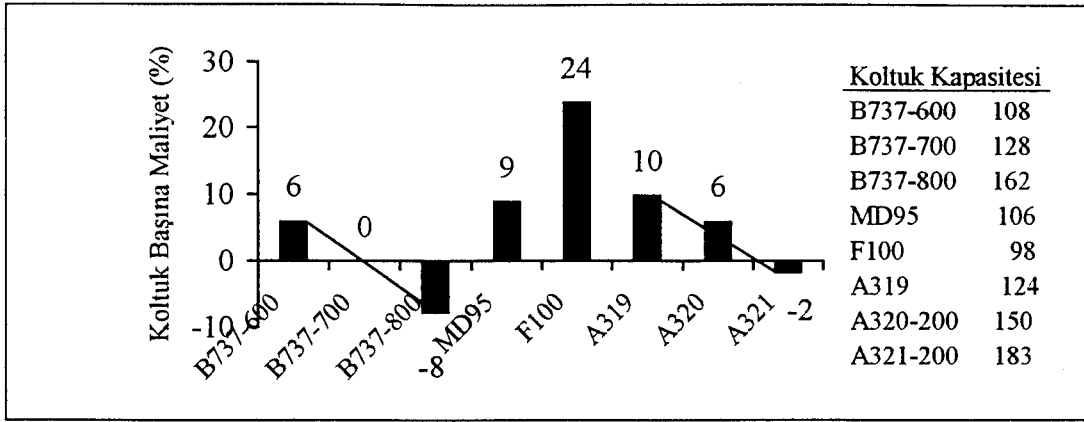
1995 Yılında, ABD'deki Büyük Havayolu İşletmelerinin, Farklı Uçak Tipleri İçin Bildirdiği, DİM'nin Ortalama Değerleri ve Dağılımları	B757-200	A320 100	B727-200	MD-80	B737-300	B737-500	DC-9-30	F-100
Koltuk Kapasitesi (Ortalama Değer)	186	149	148	141	131	113	100	97
Ortalama Uçuş Uzunluğu (Mil)	1199	1033	728	768	565	579	432	492
Uçuş Personeli Giderleri	611 % 26	534 % 28	697 % 31	507 % 28	435 % 24	301 % 20	494 % 30	603 % 36
Yakıt ve Yağ Giderleri	557 % 24	430 % 23	678 % 30	481 % 26	422 % 23	403 % 26	428 % 26	336 % 20
Bakım (Direkt ve Endirekt) Giderleri	422 % 18	249 % 13	608 % 28	343 % 19	417 % 23	335 % 22	545 % 33	271 % 17
Amortisman, Sigorta ve Diğer Giderler	753 % 32	687 % 36	248 % 11	497 % 27	556 % 30	501 % 32	179 % 11	453 % 27
Toplam DİM (ABD \$/blok saat)	2343 % 100	1900 % 100	2231 % 100	1827 % 100	1830 % 100	1540 % 100	1646 % 100	1663 % 100

Air Transport World, Facts & Figures, (Mart 1997), s.103., a.g.e., (Mayıs 1997), s.93., a.g.e., (Nisan 1996), s.80.' de bulunan verilerden uyarlandı.

Tablo-6 incelendiğinde, DİM içinde yakıt, uçuş personel ve bakım giderleri oranlarının DC-9-30 ve F-100 gibi diğer eski dizayn uçaklarda da yüksek olduğu görülmektedir. B757 ve A320 kokpitlerinde arıza aramayı kolaylaştırıcı sistemlere yer verilmesinin bakım giderlerinin diğer uçaklara göre daha düşük olmasında etkili olduğu düşünülmektedir.

Tablo-6'daki verilere göre, bakım giderleri direkt işletme maliyetleri içinde %13 ile %33 arasında değişmektedir. Kontrol altında tutulabilen bir gider grubu olduğu da düşünüldüğünde, havayolu işletmesinde bakım giderlerinin ayrıntılı bir biçimde analiz edilmesinin ve azaltılmasının ne kadar önemli olduğu açıkça ortaya çıkacaktır.

1990'lı yıllarda, dar gövdeli uçak üreticileri arasında yaşanan yoğun rekabet nedeniyle direkt işletme maliyetlerini daha da azaltmak amacıyla aile kavramı (family concept) gündeme getirilmiştir. Bu kavramın amacı, teknik açıdan birbirine benzeyen ancak, koltuk kapasitesi ve menzili farklı olan uçaklar dizayn edilerek uçuş personel eğitim ve bakım giderlerinin azaltılmasıdır.



Şekil-14. Dar Gövdeli Uçakların Birbirine Göre Oransal Olarak Koltuk Başına Maliyetleri

Proctor, a.g.e., s.71'den uyarlandı.

Airbus firması sektörde kendi sınıfında çok kullanılan A320 uçağına teknik yönden benzeyen A319 ve A321 uçaklarını hizmete sunmasıyla birlikte, Boeing firması da sektörde etkin bir yere sahip olan B737 uçağını yenilemiş ve B737-600, B737-700 ve B737-800 serisi uçakları dizayn etmiştir. Şekil-14'de aile kavramı kapsamında olanların ve diğer uçakların oransal olarak birbirine göre, koltuk başına direkt işletme maliyetleri görülmektedir.

4.2. Geniş Gövdeli Uçaklar İçin DİM'nin Dağılımı

Genellikle uzun mesafeli uçuşlarda kullanılan geniş gövdeli uçakların koltuk kapasitesi 200 ile 568 menzilleri ise, 2000 ile 8400 mil arasında değişmektedir¹¹⁴. Dünyanın en büyük yolcu uçağı olan B747'nin koltuk kapasitesi kısa mesafeli uçuşlar için first-class ve business-class koltuklar kaldırıldığında 560'a kadar yükseltilebilmektedir. Sektörün koltuk kapasitesi 600-800 arasında olacak uçaklara ihtiyacı olup olmadığı araştırılırken, Singapore International Airlines şu an bile koltuk kapasitesi 600 ile 800 arasında olan beş adet uçağı ihtiyaç duyduğunu¹¹⁵ belirtmektedir. ICAO'nun yaptığı tahminlere göre; 2015 yılında dünya filosunda 17767'ye ulaşması beklenen yolcu uçak sayısının 3238 tanesini 211 – 300, 2301 tanesini 301 – 400, 443

¹¹⁴ Aviation Week & Space Technology, Outlook/Specifications, a.g.e., s.60-65.

¹¹⁵ James T. McKenna, "Cost, Not Size, To Drive Success of Superjumbo", Aviation Week & Space Technology (21 Kasım 1994), s.45.

tanmesini 401 – 600 ve 360 tanesini ise 600'den daha fazla koltuğa sahip uçaklar oluşturacaktır¹¹⁶.

Tablo-7'de geniş gövdeli B767-200ER, B747-400 ve eski model B747 uçakları için DİM'nin dağılımı görülmektedir.

Uzun menzilli uçuşlarda kullanılan B747 uçağı, sektörde direkt işletme maliyetlerini önemli ölçüde artıran petrol krizinden önce dizayn edilerek 1970 yılında hizmete girmiştir. B747'ye göre menzili daha az olan B767 uçağı ise, yakıt fiyatlarının yükseldiğı yıllarda dizayn edilerek 1982 yılında hizmete girmiştir¹¹⁷.

Petrol krizini izleyen yıllarda direkt işletme maliyetlerinin artması, yakıt sarfiyatı daha az performansı daha yüksek olan uçak motorlarının dizayn edilmesini, uçak bakım programlarının ise, daha maliyet-etkin biçimde yapılmasını sağlamıştır. B767'nin dizaynı sırasında bu faktörler göz önüne alınarak direkt işletme maliyetlerinin azaltılması amaçlanmıştır. Boeing firması yakıt ve bakım giderleri yüksek olan B747 uçağının, DİM'ni düşürmek amacıyla yenilemiştir. Önceki modellerine göre daha güçlü ve performanslı motorlara sahip, yakıt sarfiyatı daha az, menzili ve koltuk kapasitesi daha fazla, modern bir kokpite sahip, uçuş personel sayısı 2 olan¹¹⁸ B747-400 serisini hizmete sunmuştur.

Tablo-7'de B747-400 uçağına ait maliyet bilgileri incelendiğinde, DİM içindeki en çok payı yakıt ve amortisman giderlerinin aldığı, bakım giderlerinin ise %17 gibi düşük bir oranda kaldığı görülmektedir. 1986 yılında bildirilen ve eski model B747 uçağına ait olan gider bilgileri B747-400 ile karşılaştırıldığında, yakıt ve bakım giderlerinin direkt işletme maliyetleri içindeki oranlarının düştüğü görülmektedir. Eski modellerin toplam direkt işletme maliyet tutarının B747-400'e göre düşük olduğu sonucuna ulaşmadan önce 1986 yılı ile 1995 yılı arasındaki enflasyonun göz önünde bulundurulması gerekmektedir.

¹¹⁶ McKenna, a.g.e., s.45.

¹¹⁷ Friend, a.g.e., s.33.

¹¹⁸ Boeing, "747-400 Family", sanal kaynak (www.boeing.com/commercial/747family/747.html, Nisan 1998).

Tablo-7. Geniş Gövdeli Uçaklar İçin DİM'nin Dağılımı

1995 Yılında, ABD'deki Büyük Havayolu İşletmelerinin, Farklı Uçak Tipleri İçin Bildirdiği, DİM'nin Ortalama Değerleri ve Dağılımları	B767-200ER	B747-400	B747 (1986)
Koltuk Kapasitesi (Ortalama Değer)	185	400	--
Ortalama Uçuş Uzunluğu – Mil	2031	4730	--
Uçuş Personeli Giderleri	676 % 24	1284 % 20	787 % 17
Yakıt ve Yağ Giderleri	779 % 27	2057 % 31	2030 % 44
Bakım Giderleri	632 % 22	1141 % 17	1117 % 24
Amortisman, Sigorta ve Diğer Giderler	788 % 27	2106 % 32	708 % 14
Toplam DİM (ABD \$- blok uçuş saati)	2875 % 100	6588 % 100	4642 % 100

Air Transport World, Facts & Figures, (Kasım 1996), s.121., a.g.e., (Mart 1997), s.103., Friend, a.g.e., s.34'deki verilerden uyarlandı.

5. Havayolu Maliyetlerinde Değişim Trendi

II. Dünya savaşının kıtalar arasında geçmesi uzun menzilli ve yük kapasitesi daha fazla olan uçakların dizayn edilmesini gerektirmiştir. Savaşın ardından bu uçakların atıl kapasite olarak kalmayıp, yapılan değişikliklerle yolcu uçağı olarak kullanılmaları sektörün, 1938-1958 yılları arasında gerçekleşen, büyüme evresine geçmesini sağlamıştır. Bu yıllarda kullanılan piston motorlu pervaneli uçakların satın alım ve direkt işletme maliyetleri havayolu işletmeleri açısından günümüzdeki jet motorlu uçaklara göre daha düşük değerlerdir.

Havayolu ulaştırma sektörü, 1960'lı yıllardan 1990'lı yıllara kadar diğer sektörlerle göre çok daha fazla bir büyüme göstermiştir. Yolcu ve kargo talebindeki artışlar, teknolojinin hızlı bir şekilde gelişmesi ve yapılan yatırımın aynı oranda artması, ton-kilometre olarak gerçekleşen sektör çıktısının 1960 yılından 1990'lı yıllara gelinceye kadar 23 katına çıkmasını sağlamıştır. Yolcu talebinin artmasındaki en önemli etkenlerden birisi, dünya ekonomisinin gelişmesi sonucu insanların kişisel harcanabilir gelirlerinin artmasıdır. Yolcu talebini etkileyen diğer faktörler ise, havayolu

maliyetlerinde yaşanan değişiklikler sonucu bilet fiyatlarının düşmesi, konuyla ilgili mevzuatlarda ve turizm alanında yaşanan gelişmeler biçiminde sıralanabilmektedir¹¹⁹.

Havayolu sektörünün maliyetlerle gerçek anlamda tanışması 1950'lerin son yarısı ile 1960'ların başında jet yolcu uçaklarının yoğun bir şekilde hizmete girmesi ile başlamıştır. Bu tip uçakların hizmete girmesi, kapasiteyi ve verimliliği artırmasına karşın uçakların ve uçak ekipmanlarının satın alım maliyetlerini de artırması nedeniyle havayolu işletmelerinin uzun vadede maliyetlerini sürekli kontrol altında tutmalarını gerektirmiştir¹²⁰. Bu çalışmada, maliyetlerin değişim trendi incelenirken sektörün gerçek anlamda büyümeye başladığı tarih olan 1960 yılı referans olarak alınacaktır.

Sektör maliyetlerindeki değişim trendinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından maliyetleri etkileyen en önemli faktörlerden olan verimlilik kavramı üzerinde durulmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Verimlilik bir birim girdi başına düşen çıktı miktarıdır¹²¹. Dolayısıyla bir birim çıktının üretilmesi için kullanılan girdi miktarı değiştiğinde birim maliyet de değişecektir.

Uçak filolarının yeni teknolojilerin kullanıldığı uçaklarla yenilenmesi sayesinde sektörde verimlilik 1960-1995 yılları arasında sürekli bir artış göstermiştir. Ortalama doluluk oranının, uçak hızının ve uçak kullanım oranının artması son 35 yıl içinde verimliliğin artmasını sağlayan en önemli etkenlerdendir¹²².

Tablo-8'de uluslararası tarifeli seferler için uçak, işgücü ve yakıt girdi olarak alındığında verimliliğin ölçülmesinde kullanılan parametreler ve değerleri verilmiştir.

¹¹⁹ ICAO, *Outlook For Air Transport To The Year 2005*, a.g.e., s.5.

¹²⁰ Oyman, a.g.e., s.419.

¹²¹ ICAO, *Outlook For Air Transport To The Year 2005*, a.g.e., s.13.

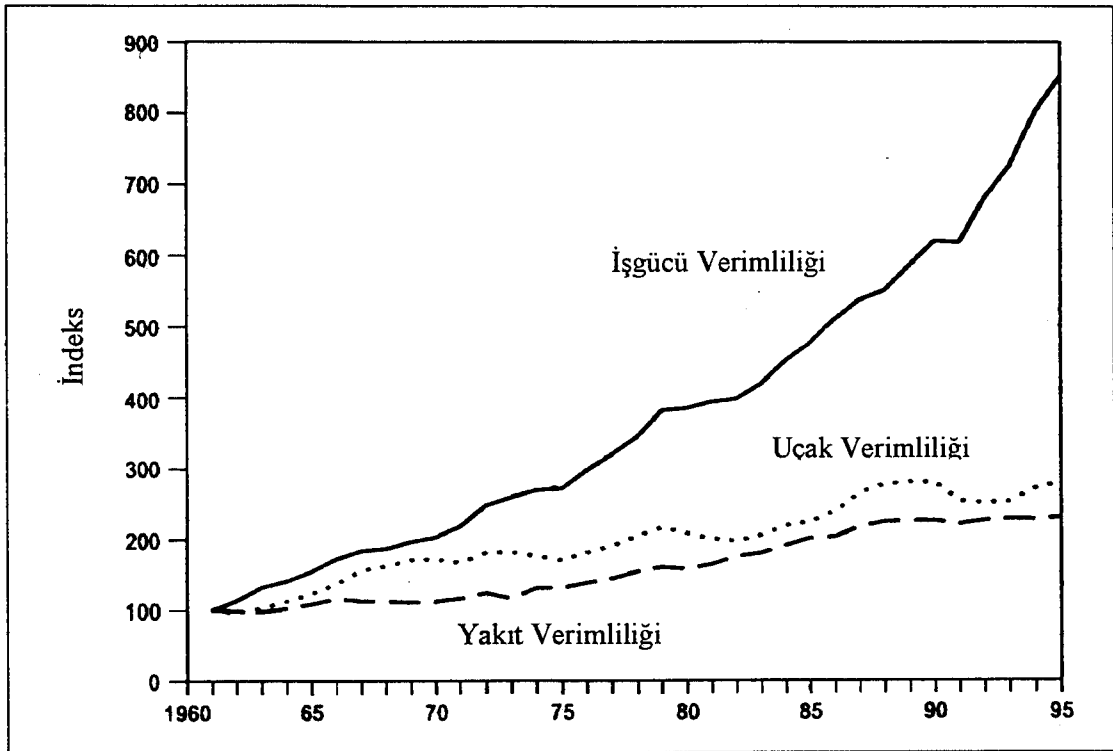
¹²² Aynı, s.13.

Tablo-8. Verimliliğin Gelişimi

Verimlilik Ölçüsü		1965	1975	1985	1995
Uçak Verimliliği	Doluluk Oranı (%)	52	50	59	60
	Hız (km/h)	469	619	634	644
	Kullanım Oranı (Saat olarak yıllık kullanım)	1678	2064	2179	2751
İşgücü Verimliliği (Personel başına TK x1000)		43	82	144	258
Yakıt Verimliliği (Bir lt yakıt başına TK, indeks)		100	123	187	213

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.13.

Uçak, işgücü ve yakıt verimliliğinin aynı grafik üzerinde 1960–1995 yılları arasında nasıl değiştiğini gösteren Şekil-15 incelendiğinde, işgücü verimliliğinin en hızlı yükselen değer olduğu görülmektedir. Bu üç verimlilik değerini aynı grafikte gösterebilmek için dikey ekseninde % değişimleri ifade eden indeks değeri kullanılmış, uçak verimliliğinin tek bir eğri tarafından gösterilebilmesi için hız, doluluk ve kullanım oranları birleştirilmiştir.

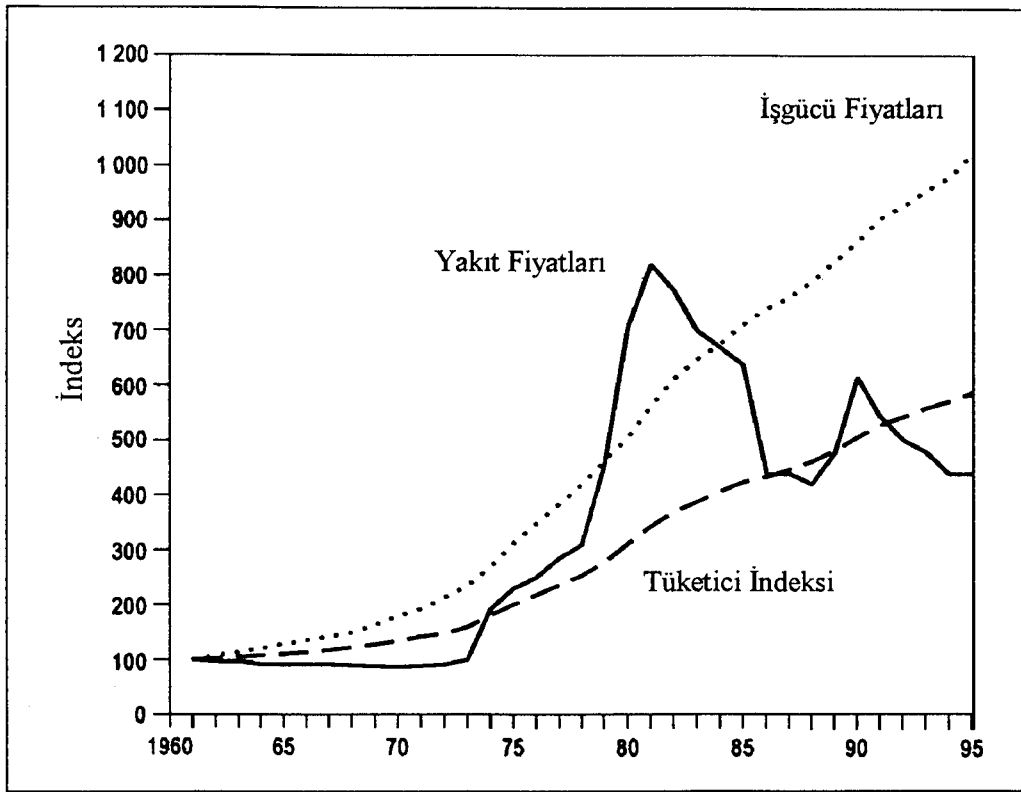


Şekil-15. Havayolu Verimliliğinde Değişim Trendi

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.12.

Son 35 yıl içinde işgücü verimliliğinin, özellikle sektörde yeni teknolojilerin kullanılmasıyla birlikte, ortalama olarak yılda %6,5 oranında artması oldukça olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir. Çünkü sektörün nitelikli ve iyi bir eğitim almış personel gereksinimi işgücü maliyetlerinin artmasına neden olmaktadır. Sektörde yaşanan diğer olumlu bir gelişme ise, yakıt verimliliğinin uçak ve motor dizaynındaki yenilikler sayesinde, yıllık ortalama %2,5 oranında artmasıdır¹²³.

Havayolu ulaştırma sektöründe kullanılan yakıt ve işgücü gibi girdilerin fiyatları da birim maliyetleri belirleyen önemli etkenlerdir. 1960'dan itibaren girdi fiyatlarının değişmesi maliyetleri dolayısıyla da bilet fiyatlarını ve havayolu işletmelerinin mali performanslarını doğrudan etkilemiştir.



Şekil-16. Girdi Fiyatlarının Değişimi

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.15.

Diğer sektörlerle karşılaştırıldığında havayollarında çalışacak personel için gerekli görülen eğitim seviyesi oldukça fazladır. Uçuş faaliyetleri ülke ya da dünya bazında çok geniş bir alana yayılmış olabileceği ve günde 24 saat boyunca süreklilik gösterdiği için ödenen ücretlerin personeli tatmin etmesi gerekmektedir. Bununla

¹²³ ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.13.

birlikte dünya genelinde havayolu personeli genellikle sendikalar bünyesinde örgütlenmiş durumdadır. Gerekli eğitim seviyesinin yüksek olması da göz önüne alındığında, havayolu işletmeleri için personele ödenen ücretlerin ve dolayısıyla işletme genelinde personel giderlerinin büyük önem taşıdığı görülmektedir.

İşgücü giderlerinin havayolunun toplam maliyetlerinde oldukça önemli bir paya sahip olması ve Şekil-16'da görüldüğü gibi işgücü ücretlerinin sürekli artış eğiliminde olması havayolu işletmelerini işgücü verimliliğini artırmaya zorlamıştır. Şekil-14'de yer alan grafikte de görüldüğü gibi işgücü verimliliği artırılarak maliyetler azaltılmaya çalışılmıştır. Ancak verimliliğin artması sonucunda, maliyetlerin düşürülmesinden elde edilen faydalar genellikle bilet fiyatlarının düşürülmesine yansıtılması dolayısıyla havayolu işletmeleri uzun vadede bu faydaları kendi yararları için yeterince kullanamamışlardır¹²⁴.

Havayolu maliyetlerinde, toplam personel giderlerinin yanı sıra yakıt giderleri de büyük önem taşımaktadır. Fiyatı önceden tahmin edilemeyen ve işletmelerin kontrolü altında olmayan yakıt giderleri, 1970-1990 yılları arasında havayolu işletmelerinin birim maliyetlerini etkileyen en önemli faktör olmuştur¹²⁵.

II. Dünya Savaşından sonra teknolojiadaki hızlı gelişimin bir sonucu olarak birim maliyetler 1950 ile 1960'lı yıllar arasında sürekli bir düşüş göstermiş¹²⁶, 1962 ile 1968 yılları arasında ise sektörün yaklaşık 75 yıllık tarihindeki en düşük değerlerine ulaşmıştır. Bununla birlikte, bu dönemde filolarındaki jet uçak sayıları artan havayolu işletmeleri artan yatırım miktarını kendi karlarıyla finanse edemedikleri için yoğun bir şekilde dış finansmana yönelmişler ve sonuç olarak finansman maliyetleri de artmıştır¹²⁷.

1970'li yılların başlarında OPEC petrol kriziyle birlikte havayolu maliyetlerindeki düşüş eğilimi sona ermiş, 1972 yılında ABD'nin tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmeleri yakıtın galonuna ortalama 11.5 cent öderlerken bu rakam 1980'de yaklaşık 1 ABD \$'na ulaşarak¹²⁸ işletme maliyetlerinin büyük oranda yükselmesine neden olmuştur.

¹²⁴ ICAO, **Outlook For Air Transport To The Year 2005**, a.g.e., s.14.

¹²⁵ Doganis, a.g.e., s.119.

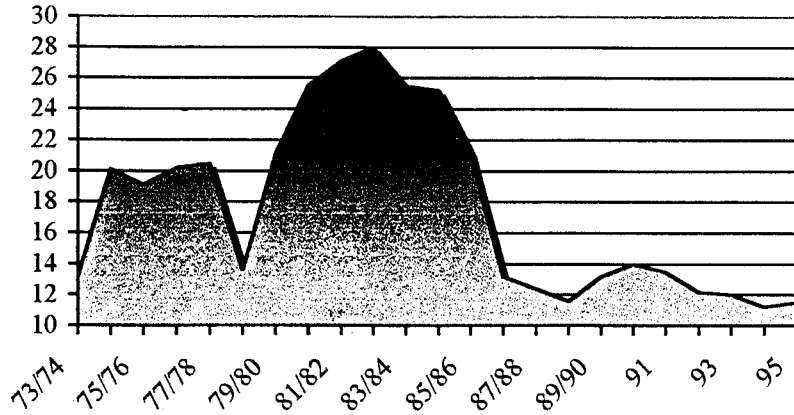
¹²⁶ Doganis, a.g.e., s.117.

¹²⁷ Oyman, a.g.e., s.419.

¹²⁸ O'Connor, a.g.e., s.65.

Şekil-17’de yakıt giderlerinin toplam işletme maliyetleri içindeki oranının, 1973-1995 arasında yıllara göre değişimi görülmektedir. OPEC Petrol Krizinden sonra, 1973-1974 yılları arasında yükselen yakıt fiyatları nedeniyle 1974-1975 yılları arasında yakıt giderlerinin oranı yükselmiş, 1975-1978 yılları arasında ise, yaklaşık %20’lik bir oranda sabit kalmıştır. 1978 yılının sonlarıyla 1979 yılının başlarında İran’daki politik çalkantılar ve sonrasında İran Irak savaşının etkileri OPEC fiyat politikaları ile birleştiğinde¹²⁹ yakıt giderleri tekrar artmaya başlamış, 1982-1983 yılları arasında toplam işletme maliyetleri içindeki oranı %28’le en yüksek değerine ulaşmıştır. 1983 yılından itibaren yakıt giderlerinin oranı düşüş eğilimi içine girerek 1989 yılında 1970’li yılların başlarındaki değerine geri dönmüştür. 1989-1991 yılları arasında tekrar yükselme eğiliminde olmasına rağmen olumsuz yöndeki etkileri öncekilere göre daha az olarak gerçekleşmiştir.

1992-1995 yılları arasında yakıt giderlerinin direkt işletme maliyetleri içindeki oranı yaklaşık olarak %12’dir. IATA’nın değerlendirmelerine göre, 1996 yılı içinde yakıt fiyatları 1995 yılındakine göre %43 oranında artmış ve IATA üyeleri Kasım 1996’da bu artışı bilet fiyatlarına %3 oranında yansıtma kararı almışlardır¹³⁰.



Şekil-17. Yakıt Giderlerinin Toplam İşletme Maliyetleri İçindeki Oranının Yıllara Göre Değişimi

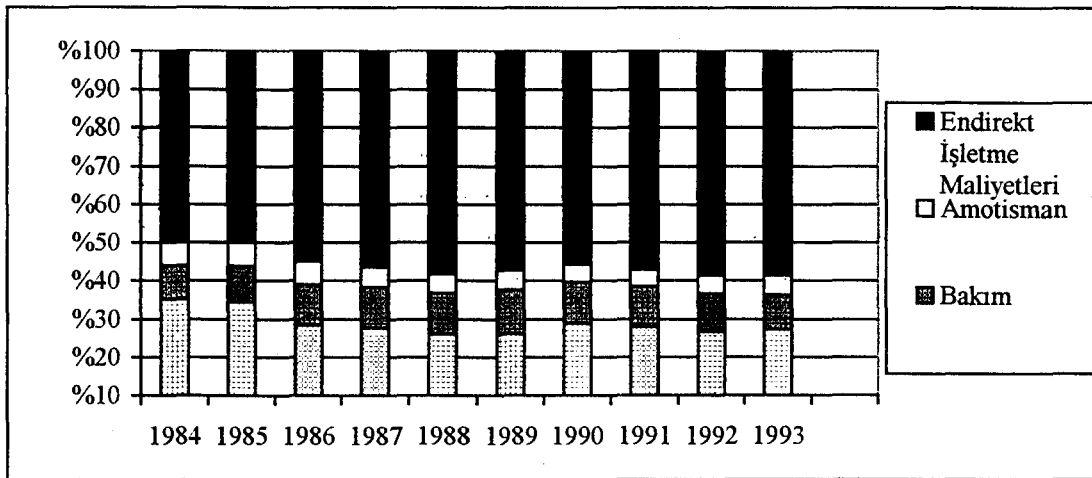
Aircraft Technology Engineering & Maintenance, a.g.e., s.53. ; ICAO, Civil Aviation Statistics of the World-1995, a.g.e., s.26'daki verilerden uyarlandı.

¹²⁹ Doganis, a.g.e., s.118.

¹³⁰ Pierre Sparaco, "Strong Traffic Growth Foreseen for 1996-2000", Aviation Week & Space Technology (2 Aralık 1996), s.35.

Boeing firmasının tahminleri, gelecek on yıl içinde daha verimli uçak motorları üretileceği ve yeni uçakların satın alınmasıyla yatırım maliyetleri artacağı için yakıt giderleri oranının düşeceğini göstermektedir. Bununla birlikte, yakıt giderleri fazla olan uçaklar daha uzun yıllar boyunca bir çok filoda yer almaya devam edecektir¹³¹.

Tablo-9'da ICAO üyesi ülkelerin tarifeli seferler düzenleyen havayolu işletmelerine ait toplam işletme maliyetlerinin ortalama olarak yıllara göre dağılımı görülmektedir. Tablo-9 incelendiğinde, toplam işletme maliyetleri içinde endirekt işletme maliyetlerinin artması dikkat çekici bir nokta olarak ortaya çıkmaktadır. 1965 yılında direkt işletme maliyetlerinin oranı %57.1 iken 1995 yılında 47.7'ye düşmüştür. Endirekt işletme maliyetlerinin artış eğilimi içinde olması ABD'deki havayolu işletmeleri için daha belirgin bir şekilde ortaya çıkmaktadır. Şekil-18'de ABD'de uluslararası seferler için büyük havayolu işletmelerine ait toplam işletme maliyetlerinin dağılımı görülmektedir.



Şekil-18. ABD Havayolu İşletmeleri Uluslararası Seferler Toplam İşletme Maliyetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

Bureau Of Transportation Statistics, *Statistical Handbook of Aviation*, Table 6.13 sanal kaynak (www.bts.gov/NTL/data/tables/chap06/tab6-13/tab6-13.txt, Nisan 1998).

Şekil-18 incelendiğinde, endirekt işletme maliyetlerinin 1984 yılında %49.9 iken 1993'de %58.7'ye ulaştığı görülmektedir.

¹³¹ Aircraft Technology Engineering and Maintenance, a.g.e., s.51.

Tablo-9. Toplam İşletme Maliyetlerinin Yıllara Göre Dağılımı

ICAO Üyesi Ülkeler, Toplam İşletme Maliyetlerinin Dağılımı		1965 %	1975 %	1985 %	1986 %	1987 %	1988 %	1989 %	1990 %	1991 %	1992 %	1993 %	1994 %	1995 %
Uçuş Giderleri	Operasyon													
	Uçuş Personel Giderleri	9.2	8.8	6.7	6.9	6.8	6.8	6.6	6.8	7.4	7.2	7.4	7.4	7.5
	Yakıt ve Yağ Giderleri	12.4	19.4	22	15.9	14.8	13.3	13.7	15.2	13.1	12.2	12.0	11.2	11.5
	Havaalanı Vergileri ve S/S Giderleri	2.8	3.8	3.3	3.6	3.6	3.8	3.6	3.8	4.0	3.9	4.1	4.2	4.3
	Sigorta, Kiralama ve Eğitim Giderleri	4.2	4.3	3.6	4.4	4.7	5.2	5.6	5.9	6.8	6.6	7.1	6.9	6.9
	Bakım Giderleri	17.4	12.6	10.2	11.5	11.4	11.7	11.5	11.4	11.2	10.9	10.1	10.0	9.8
	Amortisman Giderleri	11.1	8.1	7.2	7.5	7.9	7.8	7.3	7.0	6.9	7.0	7.0	7.6	7.7
	Toplam Direkt İşletme Maliyetleri	57.1	57.0	53.0	49.8	49.2	48.6	48.3	50.1	49.4	47.8	47.7	47.3	47.7
	Yer Hizmetleri Giderleri	13.9	13.1	12.8	14.2	14.1	14.4	13.4	12.3	12.8	13.4	13.2	13.1	13.0
	Yolcu Hizmetleri Giderleri	8.5	9.3	9.5	10.1	10.4	10.2	10.5	10.5	10.4	10.8	10.5	10.7	10.6
	Bilet, Satış ve Promosyon Giderleri	15.5	14.6	17.1	18.0	17.5	17.3	17.6	16.5	16.7	16.4	16.4	15.7	15.6
	Yönetim Giderleri, Genel ve Diğer Giderler	5.9	6.0	7.6	7.9	8.8	9.5	10.2	10.6	10.7	11.6	12.2	13.2	13.1
	Toplam Endirekt İşletme Maliyetleri	42.9	43.0	47.0	50.2	50.8	51.4	51.7	49.9	50.6	52.2	52.3	52.7	52.3
	Toplam İşletme Maliyetleri	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.25'den uyarlandı.

Endirekt işletme maliyetleri içinde en dikkat çekici nokta ise, yönetim giderlerinin ve genel giderlerin sürekli bir artış içinde olmasıdır. 1985 ile 1995 yılları arasında yakıt ve yağ giderleri yıllık ortalama olarak %6.3 oranında azalırken bu giderler %5.6 oranında artmıştır.

Son yıllarda havaalanlarının kullanılmasından kaynaklanan giderlerin artması da dikkat çekicidir. Havacılık alanında çalışan danışmanlık firması Avitas'ın yaptığı bir araştırmaya göre, son yıllarda havaalanı giderleri kontrolsüz bir şekilde artmaktadır. Büyük havaalanlarında yolcu trafiğinin %60'lık bölümüne sahip havayolu işletmeleri yolcu başına 25 \$ gibi önemli bir miktar ödemektedirler¹³².

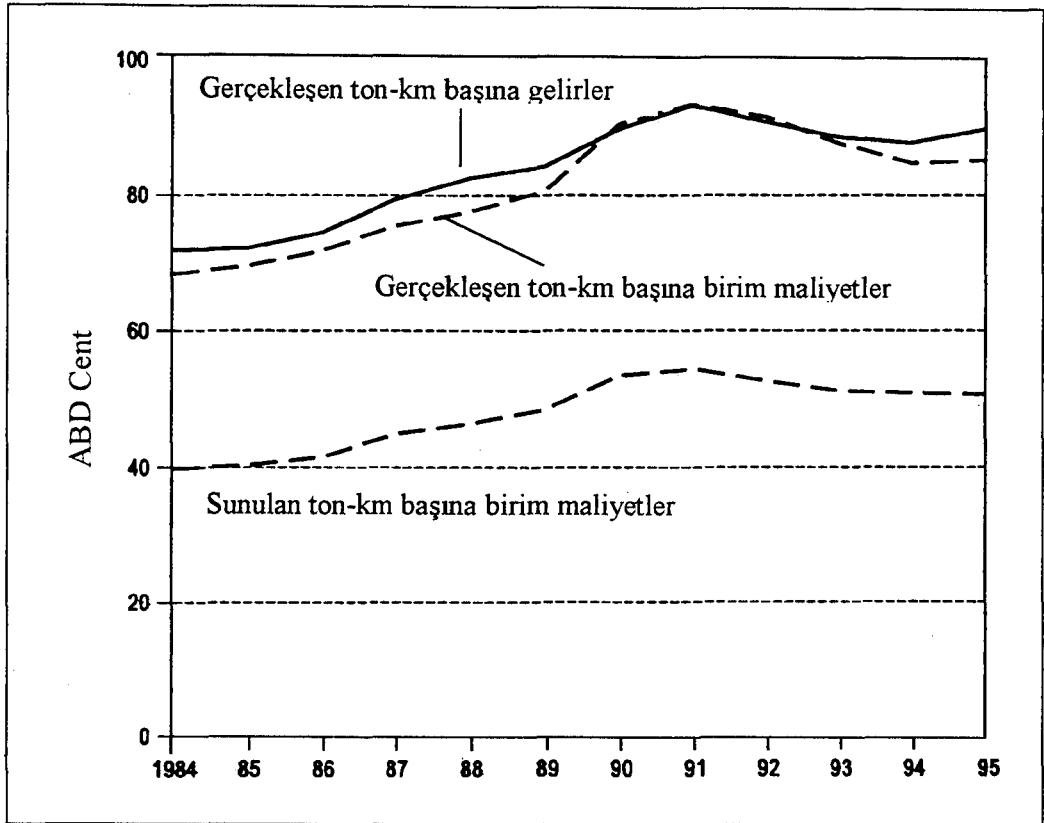
Diğer direkt işletme giderlerinden amortisman giderlerinin, 1985-1995 yılları arasında yaklaşık olarak sabit kaldığı görülmektedir. Tablo-9 incelendiğinde, bakım giderleri 1965 yılında %17.4 iken 1975'de %12.6'ya, 1985 yılında ise, %10.2'ye düşmüştür. 1985 ile 1990 yılları arasında yaklaşık olarak sabit kalmış, 1991 yılından itibaren tekrar düşüş trendi içine girmiş, 1995 yılında ise, %9.8'e kadar düşmüştür. 1990'lı yılların başlarında, havayolu işletmelerinin kontrolleri altında tutabilecekleri bakım giderlerini azaltmak amacıyla, bakım faaliyetlerini başka kuruluşlara yaptırtmak gibi, yeni politikalar uygulamalarının bu düşüşte etkili olduğu düşünülmektedir. Ancak, ABD'de ValuJet Havayolu işletmesine ait bir uçağın Mayıs 1996'da bakımla ilgili bir hata nedeniyle düşmesi özel bakım kuruluşlarına emniyeti ve kaliteyi sağlamak için yeni yaptırımlar uygulanmasını gündeme getirmiştir. Özel bakım kuruluşlarını da temsil eden ABD Ulusal Havayolu İşletmeleri Birliği'nin (The National Air Transportation Association) tahminleri, bu yeni yaptırımların FAA onaylı bakım kuruluşlarının bakım maliyetlerini iki kat artıracakını göstermektedir¹³³. Avrupa ve diğer ülkelerin sivil havacılık otoriteleri de bu uygulamaları takip etmeleri durumunda, dünya genelinde bakım giderlerinin tekrar yükselme eğilimine girmesi beklenebilir.

Endirekt işletme maliyetleri içinde 1978 ile 1988 yılları arasında biletleme, satış ve promosyon giderleri yüksek oranlarda artmış, 1975 yılında toplam işletme maliyetleri içindeki oranı %14.6 iken 1986 yılında %18'e kadar çıkmış, 1995 yılında %15.6'ya kadar düşmüştür.

¹³² James Ott, "New Technology Key To Airline Cost Cuts", *Aviation Week & Space Technology* (23 Kasım 1992), s.51.

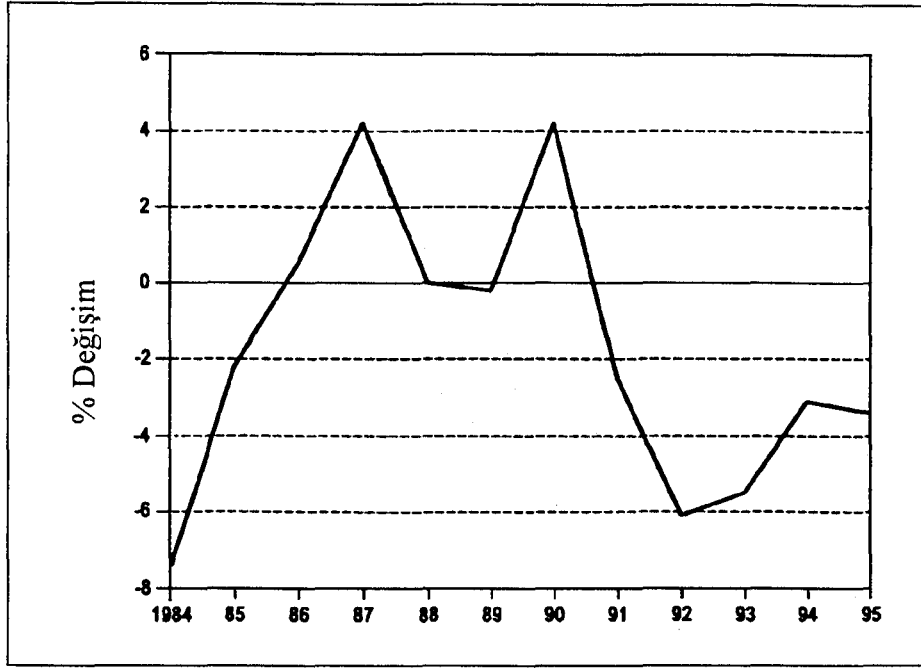
¹³³ James T. McKenna ve William B. Scott, "MRO's Challenge: Quality Vs. Cost", *Aviation Week & Space Technology* (14 Nisan 1997), s.44.

Şekil-19'da 1984-1995 yılları arasında sunulan ve gerçekleşen ton kilometre başına birim maliyetler, Şekil-20'de ise, sunulan ton-km başına birim maliyetlerin 1984-1995 yılları arasında % olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Gerçekleşen ton-km başına birim maliyetler 1985 yılında 40.3 Cents iken, yıllık ortalama %2.5'luk bir artış oranı ile, 1995 yılında 51.8 Cents'e ulaşmıştır.



Şekil-19. Birim Maliyetler

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.27.



Şekil-20. Birim Maliyetlerin Değişimi

ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.31.

ICAO tarafından yapılan tahminlere göre, gelecekte havayolu ulaştırma sektörün, özellikle işgücü ve finansman alanlarında, yüksek maliyetlerle karşı karşıya kalacaktır. Yine ICAO'ya göre günümüzde maliyetler açısından dikkat edilmesi gereken önemli unsurlar biletleme, satış ve promosyon ile yönetim giderleridir. Teknolojik gelişmelerin verimliliği gelecekte de artıracığı düşünülmekle birlikte, finansman ve yeni uçakların satın alım maliyetlerinin de beraberinde artacak olması maliyetlerde yaşanacak azalmanın dengelenmesine neden olacağı tahmin edilmektedir¹³⁴.

¹³⁴ ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.32.

IV. BAKIM MALİYETLERİ

1. Bakım Maliyetlerinin Sınıflandırılması

Dünya Havayolları Teknik Faaliyetler Sözlüğüne (WATOG) göre, direkt işletme maliyetlerinin bir bölümünü oluşturan toplam bakım maliyetleri, havayolu işletmelerinde maliyetlerin sınıflandırılmasına getirilen geleneksel yaklaşımda olduğu gibi, giderlerin belirli bir mal ya da hizmetin üretim maliyetine doğrudan yüklenip yüklenememesi durumuna göre, Direkt Bakım Maliyetleri ve Endirekt Bakım Maliyetleri olmak üzere iki gruba ayrılmaktadır¹³⁵.

Bu ayırmadan yola çıkılarak, bir uçağın uçurulabilmesi için yapılması zorunlu bakım faaliyetleriyle doğrudan ilişkili olarak ortaya çıkan giderler, Direkt Bakım Maliyetlerini (Direct Maintenance Costs), doğrudan ilişkili olmayan giderler ise, Endirekt Bakım Maliyetlerini (Indirect Maintenance Cost) oluşturmaktadırlar.

Avrupa Uzay ve Havacılık Malzeme Üreticileri Birliği'ne (AECMA) göre bakım maliyetlerinin belirlenmesinde, birbirinden farklı sonuçlar üreten çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bu yöntemlere göre, toplam bakım maliyetleri direkt ve endirekt olarak ikiye ayrılmakla birlikte, hangi giderin hangi grup altında yer alacağını belirten ayrıntılı ve ortak bir sınıflama modeli bulunmamaktadır. AECMA bu konudaki farklı yaklaşımları ortadan kaldırabilmek amacıyla, Avrupa'da faaliyet gösteren havayolu işletmeleri ile ortak bir çalışma yaparak, bakım maliyetlerinin dağılımını gösteren ayrıntılı bir model geliştirmiştir. Model geliştirme sürecinde, bakım maliyetlerinin hesaplanması ve sınıflandırılması hakkında elde edilen bazı sonuçlar aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹³⁶:

- Sektörde kullanılan ortak bir bakım maliyet dağılım modeli bulunmamaktadır.
- Büyük havayolu işletmeleri genellikle ayrıntılı dağılım modelleri kullanmaktadırlar.

¹³⁵ Association Europeen Des Constructeurs De Materiel Aerospatial, "Prediction Of Maintenance Costs", yayınlanmamış araştırma raporu (Product Support Services Group, Mart 1989), s.5.

¹³⁶ Aynı, s.6.

- Küçük havayolu işletmeleri genellikle çok basit bir bakım maliyet dağılım modeli kullanmakta ya da hiç kullanmamaktadırlar. Bununla birlikte, bakım maliyetlerinin daha ayrıntılı bir biçimde izlenmesinin gerekli olduğu yönünde genel bir eğilim bulunmaktadır.

Bu çalışmada, bakım maliyetlerinin sınıflandırılması ve hesaplanması konusunda AECMA, IATA, A.B.D. Ulaştırma Bakanlığı (Departement Of Transportation), Airbus ve Boeing gibi uçak üreticileri ile çeşitli havayolu işletmelerinin uygulamaları temel alınmıştır.

1.1. Direkt Bakım Maliyetleri

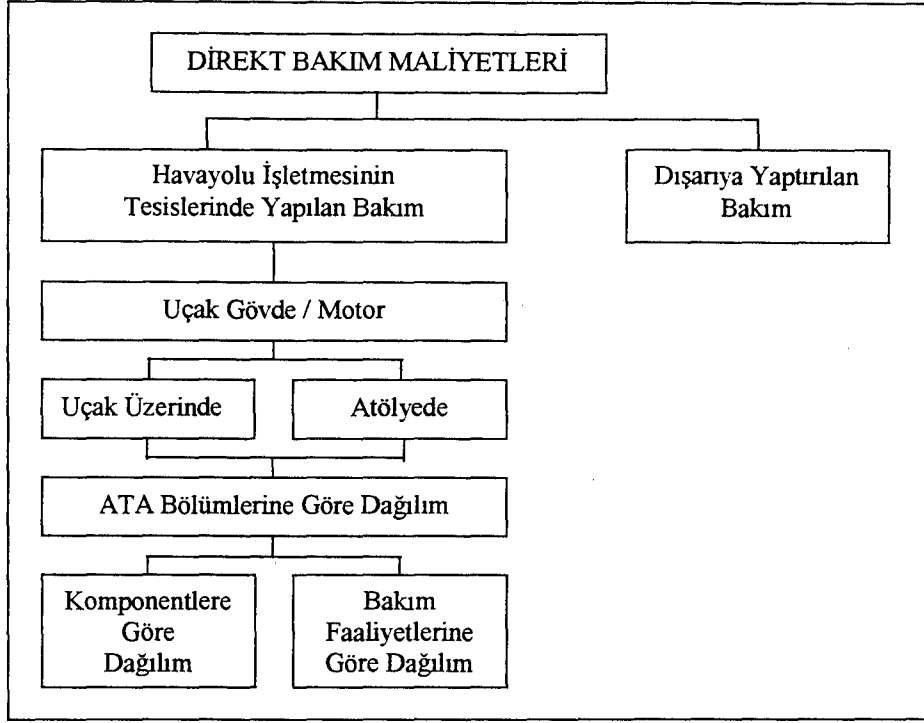
Direkt Bakım Maliyetleri, Dünya Havayolları Teknik Faaliyetler Sözlüğünde, bir uçak yada elemanı üzerinde bakım faaliyetlerinin yapılması sırasında doğrudan ortaya çıkan bakım işçilik ve malzeme giderlerinin toplamı biçiminde tanımlanmaktadır¹³⁷.

Şekil-21'de Direkt bakım maliyetlerinin dağılımı görülmektedir. Havayolu işletmeleri gerekli bakım faaliyetlerini kendi imkanları ile yapabildikleri gibi bazılarını ya da tüm bakım faaliyetlerini diğer bakım kuruluşlarına da yaptırabilmektedirler (Sub – Contract). Dolayısıyla direkt bakım maliyetleri en genel anlamda, havayolu işletmesinin kendi tesislerinde ve dış bakım kuruluşlarında yapılan bakım faaliyetlerinden kaynaklanan direkt bakım giderlerinin toplamından oluşmaktadır.

Havayolu işletmesinin kendi tesislerinde yaptığı bakım maliyeti uçak ve motor bakım maliyetleri olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Motor bakım maliyetlerinin ayrı bir bölümde ele alınma nedeninin, direkt bakım maliyetlerinin yarısı kadar büyük bir bölümünü oluşturmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Uçak gövde ve motor bakım maliyetleri, uçak üzerinde ve atölyelerde yapılan bakım faaliyetlerinden kaynaklanan bakım maliyetleri olmak üzere ikiye ayrılarak oluşan maliyetler ATA bölümlerine ve komponentlere dağıtılmaktadırlar.

¹³⁷ Aynı, s.5.



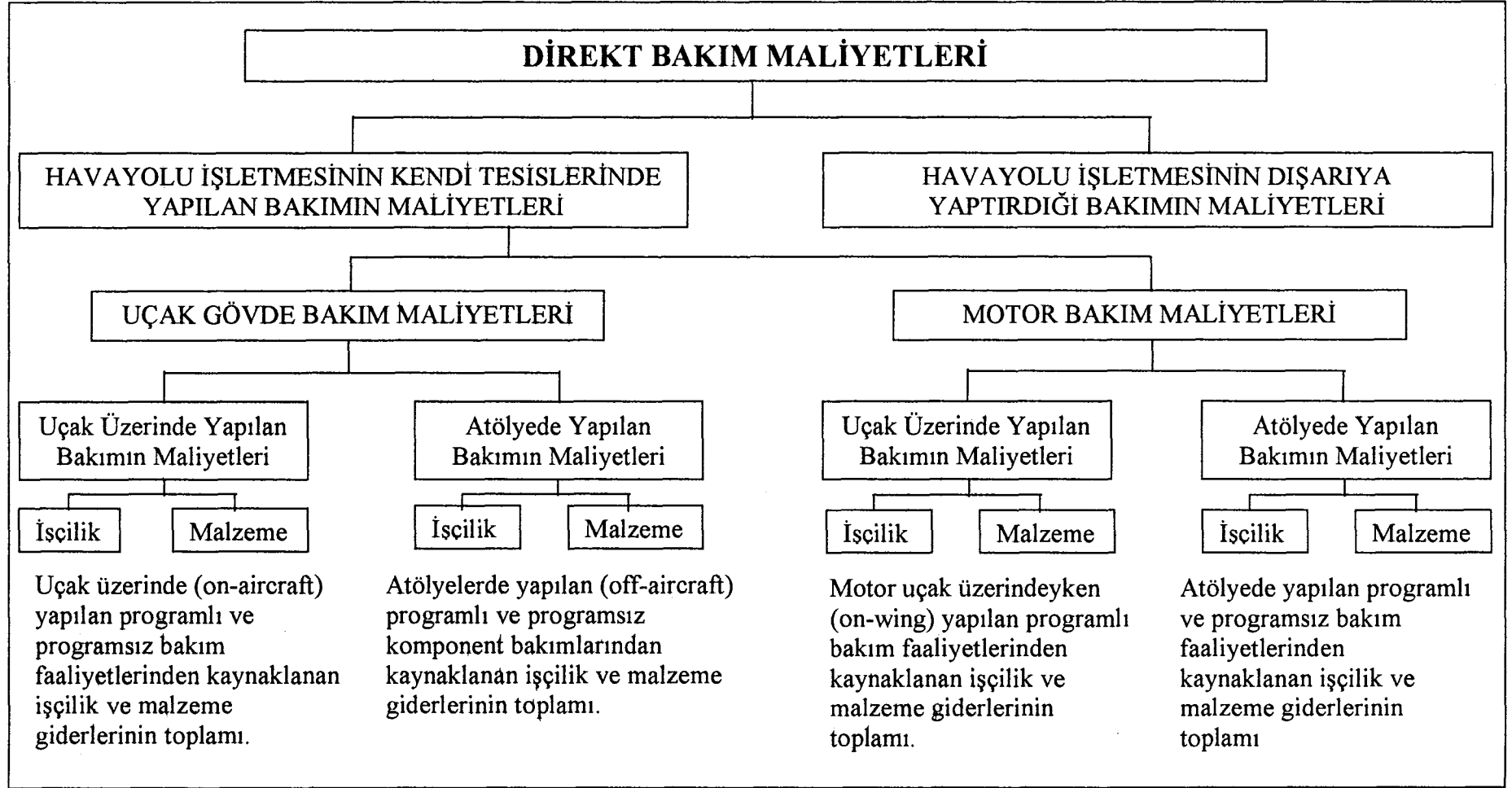
Şekil-21. Direkt Bakım Maliyetlerinin Dağılımı

Repp, a.g.e., s.5., Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.19-21.'den uyarlandı.

Şekil-22'de ise, direkt bakım maliyetlerinin ayrıntılı dağılım şekli ve hangi faaliyetlerden kaynaklandığı görülmektedir. Uçak üzerinde (on-aircraft) yapılan gövde bakım faaliyetleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹³⁸;

- Uçuş öncesi, iki uçuş arası ve uçuş sonrasında yapılan hat bakım faaliyetleri,
- Harflerle kodlanmış, A, B, C gibi, programlı bakım faaliyetleri,
- Programlı bakım kapsamındaki büyük bakım faaliyetleri (Major or Heavy Maintenance),
- Uçuşa elverişlilik yönergelerinin, servis bültenlerinin ve servis bilgilendirme mektuplarının uygulanmasıyla ilgili tadilat faaliyetleri,
- Mühendislik emirlerinin (Engineering Orders) uygulanması,

¹³⁸ AECMA, a.g.e., s.7, 23., Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.19-21.



Şekil-22. DBM'nin Dağılımı ve DBM'ni Oluşturan Bakım Faaliyetleri

AECMA, a.g.e., s.7, Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.19-21.'den uyarlandı.

- Yolcu kabininin yeniden düzenlenmesi; koltukların, taban halılarının, mutfak dolaplarının, kabin panellerinin ve tuvaletlerin yenilenmesi,
- Uçağın temizlenmesi ve yeniden boyanması,
- Örneklemeye yapmak amacıyla çeşitli komponentlerin sökülmesi ve yeniden takılması.

Atölyede komponentlere (uçak motoru hariç tümü) uygulanan bakım faaliyetleri ise; komponentlerin sökülmesi, temizlenmesi, revizyon edilmesi, tamir edilmesi, bazı parçalarının değiştirilmesi, tekrar takılması, test edilmesi ve ayarlanması gibi faaliyetleri içermektedir¹³⁹.

Uçak gövdesine ait bu bakım faaliyetlerinden kaynaklanan tüm işçilik ve malzeme giderleri gövde bakım maliyetlerini oluşturmaktadır.

Motor uçak üzerindeyken (on-wing) yapılan motor bakım faaliyetleri, genellikle programlı bakım işlerinden oluşmaktadır. Hat bakım programı kapsamında yapılan bu bakım işleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁴⁰;

- Motorun gözle görülebilen en dıştaki parçalarının, hava alığının, fanın, düşük basınç türbininin ve boruların gözle kontrol edilmesi,
- Yağ eklenmesi ve değiştirilmesi,
- Hatta değiştirilebilir komponentlerin (Line Replacable Units) programlı sökümüleri,
- Motor durumunun zaman içinde izlenmesine yönelik faaliyetlerin (Condition Monitoring Activities) yürütülmesi.

Motor bakım maliyetlerinin %90 gibi çok büyük bir bölümü atölyede yapılan bakım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır. Atölyedeki bakım faaliyetlerinin amacı uçaktan sökülmüş motorun tekrar kullanıma hazır hale getirilmesidir. Atölyede yapılan motor bakım faaliyetleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁴¹;

- Motor parçalarının sökülmesi ve tekrar takılması,
- Motor modüllerinin değiştirilmesi,
- Motor parçalarının değiştirilmesi,

¹³⁹ AECMA, a.g.e., s.7, 23., Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.19-21.

¹⁴⁰ David Cook, "Aircraft Engine Maintenance Costs", MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.6.

- Motor parçalarının tamir edilmesi,
- Tadilatların uygulanması,
- Zaman ömürlü parçaların değiştirilmesi,
- Motorun test edilmesi.

Motor uçak üzerindeyken yapılan hat bakım programı kapsamındaki programlı bakım ve atölyede yapılan programlı/programsız bakım faaliyetlerinden kaynaklanan işçilik ve malzeme giderlerinin toplamı motor bakım maliyetlerini oluşturmaktadır.

1.2. Endirekt Bakım Maliyetleri

Endirekt Bakım Maliyetleri, Dünya Havayolları Teknik Faaliyetler Sözlüğünde, (WATOG) direkt bakım maliyeti olarak düşünülmeyen, ancak toplam bakım maliyetlerini artıran genel, yönetim, gerekli kayıtların tutulması, gerekli teknik kontrollerin yapılması gibi faaliyetlerden ve bakım için gerekli test aletleri, teçhizat ile çeşitli kolaylıkların bulundurulmasından kaynaklanan işçilik ve malzeme giderlerinin toplamı biçiminde tanımlanmaktadır¹⁴².

Endirekt bakım maliyetleri, havayolu işletmelerinde yer alan teknik bölüm örgüt yapısının ve bakım organizasyonunun bir fonksiyonu olarak değişmektedir¹⁴³. Bu maliyetler, bakım faaliyetlerinin yürütülmesi için gerekli olan destek ekipmanlarının ve kolaylıkların bulundurulmasına göre son derece hassas olarak değişmektedir¹⁴⁴. Dolayısıyla endirekt bakım maliyetlerini belirlemenin zor olduğu düşünülmektedir. Endirekt bakım maliyetlerini belirlemek amacıyla, havayolu işletmelerine göre değişen çeşitli katsayılar kullanılmaktadır. Bu maliyetler, havayolu işletmeleri arasında büyük farklılıklar gösterebilmekte ve DBM'nin %50'si ile %200'ü oranında değişmektedir¹⁴⁵.

Endirekt bakım maliyetleri, uçak filosu büyüklüğünün de bir fonksiyonu olmakla birlikte, uçak tipine göre değişmeyen ve sabit kalan giderlerden oluşmaktadır. Ayrıca, endirekt bakım maliyetlerinin belirlenmesinin havayolu işletmeleri tarafından

¹⁴¹ Aynı, s.8.

¹⁴² AECMA, a.g.e., s.5.

¹⁴³ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.5.

¹⁴⁴ Micheal William Maple, "Survey Of The Airplane Maintenance Cost Methodology Employed By The International Air Transportation Association Production Performance Measurement Group" (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Embry-Riddle Aeronautical University, Havacılık Bilimleri, 1996), s.39.

kullanılan muhasebe sistemine göre de değişiklik göstermesi nedeniyle endirekt bakım maliyetleri uçak tipine yüklenmemektedir¹⁴⁶.

Endirekt bakım maliyetleri aşağıda belirtilen giderlerden oluşmaktadır¹⁴⁷;

- Üst düzey yöneticilere, teknik kontrollere, teknik, mühendislik ve üretim planlama kadrosundaki personele, büro memurlarına ve yedek parça depolama personeline ödenen ücretler,
- Bakım faaliyetleri ile ilgili gerekli kayıtların tutulmasından kaynaklanan giderler,
- Bakım personelinin sosyal haklarından kaynaklanan giderler ile hastalanmaları ve tatile çıkmaları durumunda ortaya çıkan giderler,
- Hangar ve idari binaların bakım ve kira giderleri,
- Bilgi-işlem sisteminin kurulması ve bakımından kaynaklanan giderler,
- Bakım faaliyetlerinin yapılabilmesi için gerekli test aletlerinin satın alım maliyetleri ve bakım giderleri,
- Sağlık ve temizlik işlerinden sorumlu personele ödenen ücretler,
- Yedek parçaların depolanmasından kaynaklanan giderler,
- Teknik bölümün işlevlerini yerine getirebilmesi için kullanılan elektrik, su doğal gaz gibi enerji giderleri,
- Bakım el kitaplarının ve gerekli teknik dokümanların yenilenmesinden kaynaklanan giderler,
- Teknik bölüm kapsamında kalite kontrol, stok kontrol gibi programların uygulanmasından kaynaklanan giderler.

Bu çalışmada, endirekt bakım maliyetlerinin belirlenmesindeki güçlükler ve bu maliyetlerin havayolu işletmeleri bakım organizasyon ve örgüt yapılarına göre değişmesi nedeniyle, sadece direkt bakım maliyetleri ayrıntılı bir şekilde incelenecek ve azaltılması amacıyla çeşitli öneriler geliştirilecektir.

¹⁴⁵ Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science**, a.g.e., s.5.

¹⁴⁶ Maple, a.g.e., s.30.

¹⁴⁷ Adel Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", Eğitim Semineri Notları, Boeing Company (Seattle-ABD), s.11. ; Maple, a.g.e., s.28, 39.; AECMA, a.g.e., s.23. ; Repp, a.g.e., s.5.

2. Direkt Bakım Maliyetlerini Etkileyen Faktörler

Direkt bakım maliyetlerini etkileyen bir çok faktör bulunmaktadır. Bu nedenle belirli bir uçak tipinin direkt bakım maliyetleri, farklı havayolu işletmelerinin farklı kullanım ortamlarından dolayı, oldukça farklı değerlere ulaşabilmektedir. DBM’ni etkileyen faktörleri bir bütün halinde görebilmek açısından Şekil-23’de görülen balık kılıcı diyagramının incelenmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, DBM’nin belirlenebilmesi ve analiz edilebilmesi amacıyla DBM’ni etkileyen faktörlerin ayrıntılı bir biçimde incelenmesinin gerekli olduğu düşünüldüğünden, bu çalışmada söz konusu faktörlere ayrıntılı bir biçimde yer verilmiştir.

Direkt bakım maliyetlerini etkileyen faktörler; havayolu işletmesine bağlı faktörler, uçağın işletimi ile ilgili faktörler, uçak ile ilgili faktörler ve coğrafi koşullara bağlı olarak ortaya çıkan faktörler biçiminde dört grup altında incelenmektedir.

2.1. Havayolu İşletmesine Bağlı Faktörler

Havayolu işletmesinin faaliyetlerini sürdürdüğü çevreye bağlı olarak oluşan faktörler, uygulanan bakım politikalarıyla ilgili faktörler ile işgücü ve malzeme kaynaklarının yönetim politikalarından kaynaklanan faktörlerden oluşmaktadır¹⁴⁸.

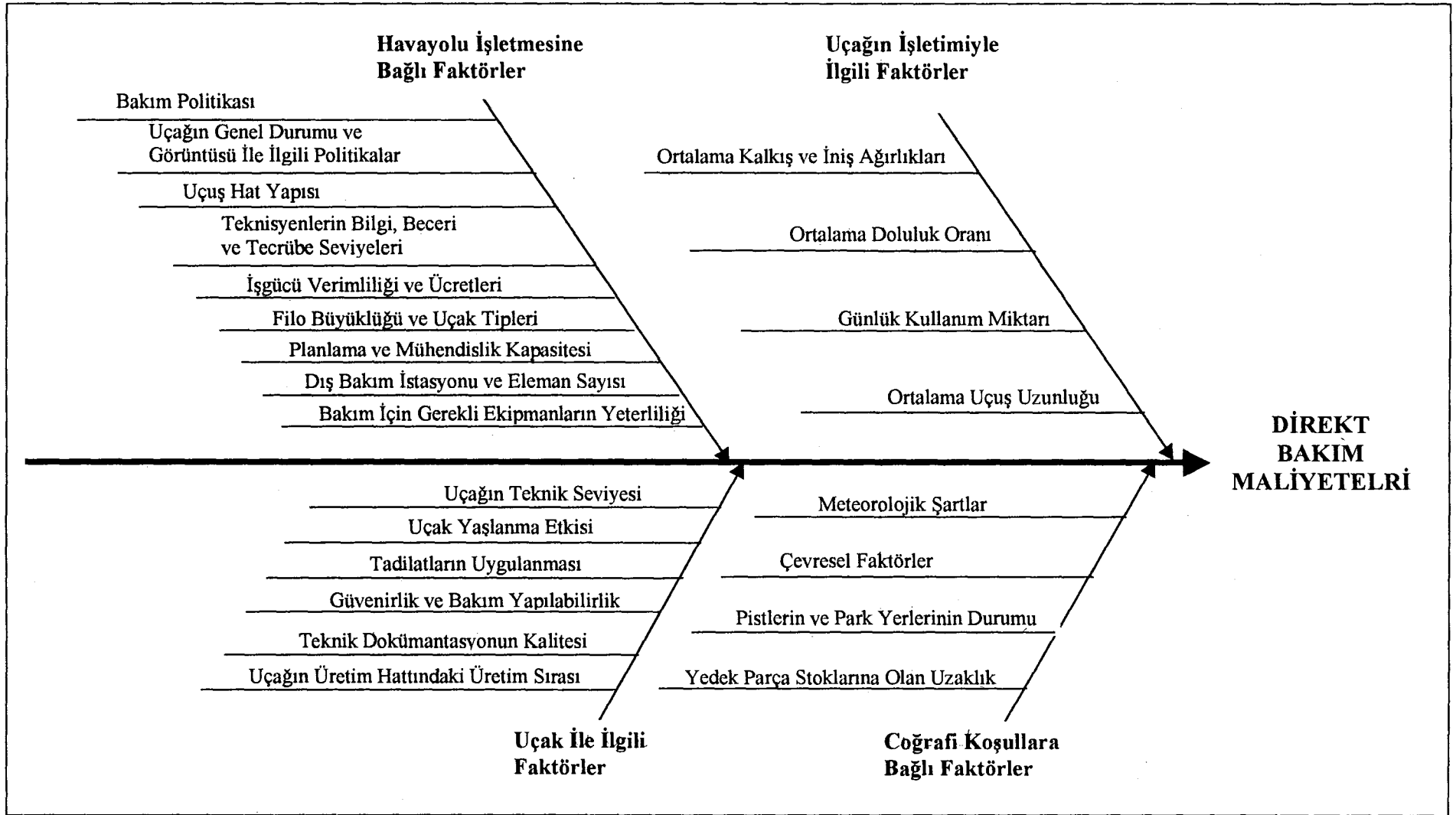
2.1.1. Bakım Politikası

Havayolu işletmeleri kullandıkları uçakları, şartları ilgili mevzuatlarda belirtilmiş olan, uçuşa elverişli durumda tutmakla sorumludurlar. Bu sorumluluğun yerine getirilebilmesi, bakım faaliyetlerinin eksiksiz bir biçimde yapılmasını gerektirmektedir. Bakım faaliyetlerinin yürütülmesi ise, büyük bir yatırımı gerektirmektedir. Yatırım yapılması gereken başlıca alanlar aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁴⁹;

- Bakım faaliyetlerinin yürütüldüğü her bölümde işgücü maliyetlerini artıran eğitimli, bilgili ve tecrübeli işgücüne ihtiyaç bulunmaktadır.

¹⁴⁸ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.13.

¹⁴⁹ Zeki, “Frequently Asked Questions About Maintenance Costs”, a.g.e., s.8.



Şekil-23. Direkt Bakım Maliyetlerini Etkileyen Faktörler

- Hangarda ve atölyelerde yapılacak bakım faaliyetleri için satın alım maliyetleri yüksek aletler gerekmektedir.
- Hat bakım faaliyetlerinin yürütülebilmesinde özel aletlere ihtiyaç duyulmaktadır.
- Teknik bölümün, kalite güvence ve kontrol, üretim planlama ve kontrol, teknik kontrol, hizmet içi eğitim ve mühendislik gibi işlevlerini yerine getirebilmesi için bu konuda özel eğitim almış, tecrübeli mühendislerin ve üst düzey yöneticilerin istihdam edilmesi gerekmektedir.

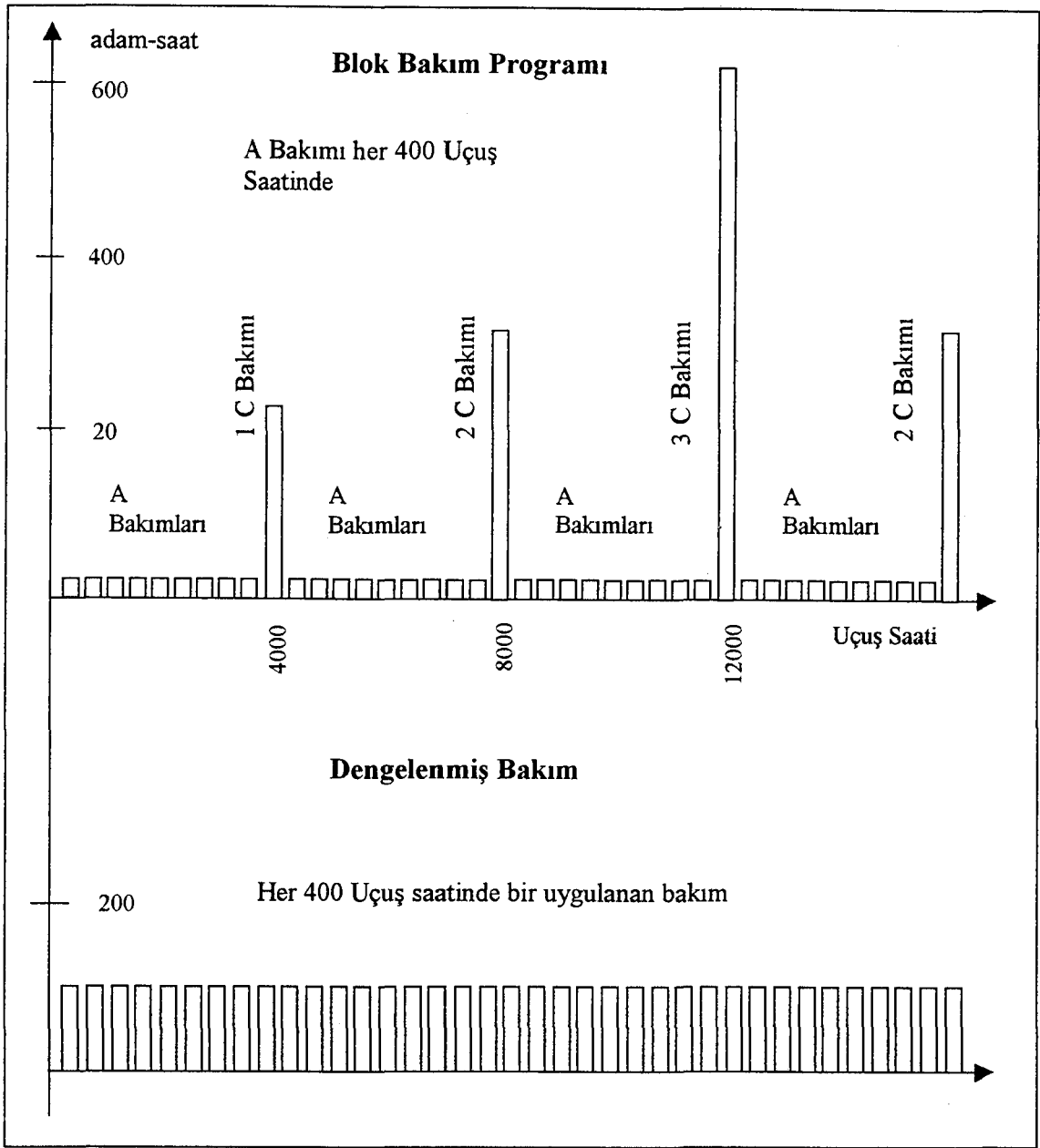
Bakım faaliyetlerinin yürütülebilmesinin büyük yatırımları gerektirmesi nedeniyle, havayolu işletmeleri insan ve malzeme kaynaklarını en verimli şekilde kullanmak istemektedirler. İşletmeler; yetişmiş işgücü imkanlarını, bakım faaliyetlerini sürdürebilmek için sahip olduğu aletleri, yatırım olanaklarını, uçuş faaliyetlerini sürdürdüğü çevrenin özelliklerini ve rakiplerinin uyguladığı bakım politikalarını göz önünde bulundurarak kendi durumlarına en uygun bakım politikalarını oluşturmaktadırlar. Bu durumda, bakım politikası DBM'ni etkileyen en önemli faktörlerden birisi olmaktadır.

Bakım politikasını oluşturan unsurlar aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁵⁰;

- Bakım faaliyetlerinin tamamının havayolu işletmesinin kendi imkanları ile yapılması: Bu politikanın benimsenmesi durumunda havayolu işletmesinin çok büyük yatırımlar yapması gerekmektedir. İşgücü miktarının iyi ayarlanamaması kapasite fazlalığına ya da eksikliğine, dolayısıyla işgücü kaynaklarının verimli bir şekilde kullanılamamasına neden olabilmektedir.
- İş yükünün dengelenmesi amacıyla başka işletmeler için bakım yapılması: Teknik bölümünün kapasite fazlalığı durumunda geliştirilecek bir politikadır. Bununla birlikte, havayolu ulaştırma sektöründeki yolcu trafiğinin yıl içinde dalgalanmalar göstermesi, bakım gereksinimi ve gerekli işgücü miktarının da bu dalgalanmalara paralel olarak değişebilmesi bu politikanın dezavantajını oluşturmaktadır.

¹⁵⁰ Zeki, Frequently Asked Questions About Maintenance Costs, Eğitim Semineri Notları, a.g.e., s.8. ; Airbus Industrie, Direct Maintenance Costs: Art or Science, a.g.e., s.13.

- Bakım faaliyetlerinin tamamının ya da bir bölümünün başka bakım kuruluşlarına yaptırılması: Son yıllarda havayolu işletmeleri, bakım faaliyetleri için yapılan yatırım ve bakım maliyetlerini düşürebilmek amacıyla bu yola başvurmaktadırlar. Böylece işletme örgüt yapısı küçültülerek daha etkin bir yönetim sağlanmakta ve bakım alanına yapılacak yatırım başka alanlara kaydırılabilmektedir.
- Bakım havuzlarına katılım: Havayolu işletmeleri işgücüne, malzemeye, bakım için gerekli aletlere ve yedek parçalara yapılan yatırım maliyetlerini azaltmak ve işgücünü daha verimli bir şekilde kullanmak amacıyla, havuz anlaşmaları yaparak, bakım faaliyetlerini kendi aralarında paylaşmaktadırlar. Bu sistemde, bir işletme havuzdaki tüm motor bakımını yaparken, diğeri iniş takımlarının bakımını ya da uzman olduğu başka bir bölümü yapabilmektedir. Bu uygulamanın yedek parça ve stokta bulundurma maliyetlerini de azalttığı düşünülmektedir.
- Programlı bakımların planlama şekli: Programlı bakım, zaman içinde düzenli olarak tekrar edilen (periyodik) bakım işlerinden oluşmaktadır. Yapılması gereken bakım işleri belirli paketler içinde toplanarak hangi zaman aralıklarıyla uygulanacakları belirlenmektedir. Uzun zaman aralıklarında uygulanan bakım işleri (C ya da D Bakımı gibi) daha fazla adam-saat gerektirirken, kısa aralıklarla uygulananlar (A Bakımı gibi) daha az adam-saat gerektirmektedir. Düzenli olarak yapılması gereken bakım işleri zamana yayıldıklarında Dengelenmiş Bakım, zamana yayılmadan yapılırsa Blok Bakım olarak adlandırılmaktadır. Şekil-24'de her iki yöntem için, zaman içinde ihtiyaç duyulan adam-saat miktarının değişimi görülmektedir. Havayolu işletmesi, blok bakım uygulamasını tercih ettiğinde belirli dönemlerde çok fazla işgücüne ihtiyaç duyarken belirli dönemlerde ise, çok daha az işgücüne ihtiyaç duyacaktır. Başka bir deyişle, zaman içindeki işgücü ihtiyacı değişken bir yapıya sahiptir. Eğer dengelenmiş bakım uygulaması tercih edilirse, zaman içinde sabit bir işgücüne ihtiyaç duyulmaktadır. Bu iki bakım yönteminin de kendine özgü avantaj ve dezavantajları bulunması nedeniyle, havayolu işletmeleri kendi şartlarını ve bakım politikalarını göz önünde bulundurarak uygun olanı tercih etmektedirler. Bakım işlerinin nasıl paketleneyeceği ve hangi zaman aralıklarıyla uygulanacağını belirlenmesi gerekli işgücü miktarını ve verimliliğini, dolayısıyla direkt bakım maliyetlerini doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir.



Şekil-24. Blok ve Dengelenmiş Bakımlarda İşgücü İhtiyacının Zaman İçindeki Dağılımı

Lianni, a.g.e., s.33-35.'den uyarlandı.

- Hat bakım faaliyetlerinde yer alan değişkenler: Hat bakımı, aynı tip uçaklar için havayolu işletmeleri arasında en büyük maliyet farklılıklarının olduğu bakım faaliyetidir. Hat bakım faaliyetleri, uçağın ilgili zaman dilimi içinde gerçekleşen uçuş saatinden bağımsız olarak, genellikle aynı miktarda işgücünü (adam-saat) gerektirmektedir. Bu durumda, uçakların günlük kullanım miktarı arttıkça uçuş saati başına düşen adam-saat miktarı da düşecek, dolayısıyla uçuş saati başına hat bakım maliyetleri de azalacaktır. Hat bakım faaliyetlerinin, havayolu işletmesinin merkez

tesislerinde ya da dış istasyonlarda yapılması da hat bakım maliyetlerini etkileyen önemli bir faktördür. Merkez bakım tesisinde bulunan personel ve gerekli alet imkanları, dış istasyondakilere oranla daha iyi olmasından dolayı, aynı bakım işinin yapılması dış istasyonunkine göre daha az adam-saat gerektirmektedir.

- Zorunlu olmayan tadilatların uygulanıp uygulanmaması: Zorunlu olmayan tadilatların işlevi; işletim ve bakım maliyetlerini azaltmak, konforu artırmak ve kullanım kolaylıkları sağlamaktır. Havayolu işletmesinin bu tür tadilatları uygulaması ya da uygulamaması, bakım maliyetlerini etkilemektedir. Tadilatın uygulanması kısa dönemde bakım maliyetlerini artırmakla birlikte, uzun dönemde azaltılmasını sağlayabilmektedir. İşletmeler, tadilatların maliyetlerini ve uzun dönemdeki kazançlarını hesaplayarak kendilerine uygun bir politika geliştirebilmektedirler.
- Uçağın genel durumu ve görüntüsü: Havayolu işletmeleri pazarlama amaçlı olarak, uçaklarını farklı şekilde boyayıp uçak üzerine çeşitli resimler çizilmesini isteyebilmektedirler. Bu resimler, sürdürülen reklam kampanyaları süresince uçakta kalmakta kampanya sona erdiğinde ise, kaldırılmaktadır. Bununla birlikte, yolcu kabinleri farklı şekilde düzenlenebilmekte; her koltuğa video oyunları, televizyon ekranları, çok kanallı müzik dinleme aletleri gibi satın alım ve bakım maliyetleri yüksek olan sistemler yerleştirilebilmektedir. Havayolu işletmelerinin pazarlama amaçlı olarak benimsediği bu politikalar sonucunda yaptığı değişiklikler ve bu sistemlerin bakımları, direkt bakım maliyetleri üzerinde önemli artışlar yaratabilmektedir.

2.1.2. İşletmenin Uçuş Hat Yapısı (Route Network)

İşletmenin uçuş hat yapısı ve bu yapının çevresel özellikleri DBM’ni etkilemektedir. Havayolu işletmeleri, sadece ulusal ya da hem ulusal hem de uluslararası alanda faaliyet gösterebilmektedirler. Uluslararası alanda faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin uygulamak zorunda olduğu ek bakım programlarının ve uymak zorunda oldukları farklı kuralların bulunması DBM’ni artırmaktadır¹⁵¹. Okyanus aşırı uçuşlar için Uzun Mesafeli Çift Motorlu Uçuş Faaliyetleri (Extended Ranges Twin

¹⁵¹ Maple, a.g.e., s.12.

Engine Operations) adlı bakım mevzuatlarının uygulanması gerekmektedir. Bu programın uygulama amacı, okyanus aşırı çift motorlu uçuşlarda uçuş emniyetini artırmaktır¹⁵². Bu amaçla ek kontroller ve bakım programları uygulanmakta, dolayısıyla bakım maliyetleri de artmaktadır.

Dünyanın değişik bölgelerinde işgücü verimliliği (labor productivity) ve etkinliğinin (labor efficiency) farklılıklar göstermesi nedeniyle havayolu işletmesinin ve uçuş ağının büyük olması durumunda DBM de etkilenecektir¹⁵³.

Uçuş ağının büyüklüğü, dışarıda bulundurulacak bakım istasyon ve personel sayısını da etkileyerek DBM'nin değişmesine neden olacaktır.

2.1.3. Dış Bakım İstasyonu Ve Personel Sayısı

Dış bakım istasyonlarının sayısı, havayolu işletmesinin ve uçuş hat yapısının büyüklüğüne bağlı olarak değişmektedir. Dış istasyon sayısının artması daha fazla personel istihdamı gerektirdiği için işgücü maliyetlerini de artırmaktadır¹⁵⁴. Genellikle yabancı ülkelerde personele ödenen maaşların ve sosyal haklarından kaynaklanan giderlerin daha yüksek olduğu düşünülmektedir. Bununla birlikte, merkezden uzak bölgelerde hat bakımı gibi, bazı bakım faaliyetlerinin başka bakım kuruluşlarından satın alınmasının da DBM'ni artırabileceği düşünülmektedir.

Havayolu işletmelerinin, hangi bölgelerde kaç tane bakım istasyonu kurulmasına ve hangi personelden kaç tane görevlendirilmesi gerektiğine karar verirken; kendi hat yapılarını, uçuş frekanslarını, ilgili hattaki pazar paylarını ve bu pazarın işletme açısından önemini, bakım politikalarını ve işgücü maliyetlerini göz önünde bulundurmalarının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Dış bakım istasyon ve bu istasyonda görevlendirilen personel sayısının işgücü maliyetlerini ve etkinliğini değiştirmesi DBM de etkileyebilecektir.

¹⁵² Airbus Industrie, **Getting To Grips With ETOPS: A Flight Operations View** (Blagnac: Airbus Industrie Press Departement. AI/EV-O 472.0390/94., 1994). s.9.

¹⁵³ Maple, **a.g.e.**, s.12.

¹⁵⁴ Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science**, a.g.e., s.13 ; Lianni, **a.g.e.**, s.28.

2.1.4. İşgücü Verimliliği, İşgücü Etkinliği Ve İşgücü Ücretleri

Verimliliğin çeşitli tanımları bulunmaktadır. Bu tanımlamalardan birisine göre verimlilik, çıktının üretilmesinde kaynakların ne kadar iyi kullanıldığının bir ölçüsüdür¹⁵⁵. Başka bir tanıma göre verimlilik; çıktının, üretimde kullanılan kaynaklardan birisine oranıdır¹⁵⁶. Bir bakım programının tamamlanması için harcanan işgücü miktarı azaldığında verimlilik artacak, aynı çıktının elde edilmesi için oluşan işgücü giderleri azaldığı için DBM de azalacaktır.

Verimlilik (productivity) ile etkinlik (efficiency) karıştırılmaması gereken iki kavramdır. Etkinlik işlevsel bir bölümün doğru kaynakları doğru bir şekilde kullanabilme ölçüsü olarak tanımlanmaktadır¹⁵⁷. %100 işgücü etkinliği; doğru bakım aletlerinin tamamının kullanıma hazır durumda bulunmasını, bakım faaliyetlerinin uygulanması için en uygun planlamanın yapılmış olmasını, bakım işlerinin tecrübeli ve iyi eğitilmiş teknisyenler tarafından hiç vakit kaybetmeden yapılmasını ifade etmektedir. Avrupa'da etkin bir havayolu işletmesi için bu oranın ortalama %75 olduğu kabul edilmektedir¹⁵⁸.

Etkinliğin işlerin doğru yapılmasını ifade etmesi ve gerekli işgücü miktarını etkilemesi nedeniyle, DBM'ni etkileyen önemli bir faktör olduğu düşünülmektedir.

2.1.5. Teknisyenlerin Eğitimi, Bilgi, Beceri ve Tecrübe Seviyeleri

Teknik bölümde çalışan personelin iyi bir eğitim almış olması ve sürekli olarak hizmet içi eğitime tabi tutulması gerekmektedir. Sürekli eğitim ihtiyacının gerekleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁵⁹;

- Uçuş faaliyetlerinde emniyetin sağlanması,
- Bakım faaliyetleriyle ilgili kurallara uyulmasının sağlanması,
- Bakım faaliyetlerinden sorumlu personel etkinliğinin artırılması,

¹⁵⁵ J.A. Edosomwan, *Productivity and Quality Improvement* (New York: IFS Publications Ltd., UK 1988), s.8.

¹⁵⁶ Kazım Köroğlu, *Verimlilik Yönetimine Japon Yaklaşımı ve Kazukiyo Kurosawa Modeli* (Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları No:507. 1993), s.2.

¹⁵⁷ Edosomwan, a.g.e., s.8.

¹⁵⁸ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.23.

¹⁵⁹ Bruno Piquet, "Training". *Commercial Aspects of Aircraft Maintenance: MAP 27/5*, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.4.

- Dispeç güvenilirliğinin artırılması,
- Yedek parça gereksiniminin azaltılması.

Bu gerekleri sağlayabilmek amacıyla, havayolu işletmeleri kendi imkanlarıyla çeşitli eğitim programları düzenlemekte ya da personelini başka kuruluşların hazırladığı programlara göndermektedirler. Eğitim programlarının hazırlanması ya da eğitimin başka kuruluşlardan satın alınması, personelin bu programlara gönderilmesi ve bu personelin eğitim süresi boyunca üretken olmaması eğitim maliyetlerini oluşturmaktadır. Eğitim maliyetleri aşağıda sıralanan unsurlara bağlı olarak değişmektedir¹⁶⁰,

- Eğitimin süresine,
- Eğitimi veren kuruluşa,
- Eğitim için harcanan işgücünün maliyetine,
- Eğitimin gerçekleşeceği yere (yolculuk, yeme-içme ve konaklama giderleri),
- Kullanılan eğitim araç-gereçlerine.

Eğitim maliyetleri, 1950'li yıllarda uçak satın alım maliyetinin yaklaşık %25'ni oluştururken bu oranın 1990'lı yılların sonunda sadece %1,5 ile %2 arasında olacağı tahmin edilmektedir¹⁶¹.

Teknik personele eğitim verilmesi belirli bir maliyet oluşturmakla birlikte, uzun vadede işgücü verimliliğini ve teknik dispeç güvenilirliğini artırması, bakım hatalarını ise azaltması nedeniyle, bu sayede bakım maliyetlerinin de azaltılabileceği düşünülmektedir.

İşgücü etkinliği ve verimliliğinin teknisyenlerin bilgi, beceri ve tecrübe seviyelerine bağlı olarak değişmesi, DBM'ni doğrudan etkilemektedir. Bilgi, beceri ve tecrübe seviyesi arttığında işgücü etkinliği ve verimliliğinin artacağı, işgücü maliyetleri, bakım hataları, malzeme giderleri ve DBM azalacağı düşünülmektedir.

¹⁶⁰ Aynı, s.16.

¹⁶¹ Aynı, s.17.

2.1.6. Filo Büyüklüğü ve Filo içindeki Farklı Uçaklar Hakkında Bilgi ve Tecrübe Seviyesi

Uçak filosunun büyüklüğü, bakım faaliyetleri için gerekli olan adam-saat ve malzeme miktarını etkilemekte, buna bağlı olarak DBM de değişmektedir. Bununla birlikte uçak filosunun büyümesi durumunda, filo içinde farklı tipteki uçakların bulunma ihtimalinin de artacağı düşünülmektedir.

Filoya yeni tip uçakların katılması durumunda, teknik personelin bu uçağı ve teknik dokümantasyonunu tanıması, üzerinde bilgi ve tecrübe sahibi olması belirli bir süreyi gerektirmektedir. Bu süre içinde düşük olan işgücü etkinliğinin ve verimliliğinin DBM’de bir artışa neden olması mümkün olabilmektedir. Ayrıca, filo içindeki uçak tipi sayısı arttıkça teknisyenlerin her uçak tipi üzerinde yüksek seviyede bilgi ve tecrübeye sahip olmalarının beklenemeyeceğı düşünülmektedir. Bu nedenlerle yükselen DBM’nin normal değerlerine düşmesinin 3 ile 4 yıllık kullanım süresi sonunda gerçekleşeceği belirtilmektedir¹⁶².

2.1.7. Planlama ve Mühendislik Kapasitesi

Teknik bölüm sorumluluklarının yerine getirilmesinde planlama ve mühendislik işlevleri önemli bir yer tutmaktadır. Üretim Planlama Kontrol ve Mühendislik Bölümlerinin faaliyet alanlarını aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür¹⁶³;

- Bakım programlarının hazırlanması,
- Güvenirlikle ilgili verilerin toplanması, güvenilirlik düştüğü zaman nedenlerin ortaya çıkarılıp problemlerin çözülmesi,
- Bakım faaliyetlerinin yürütülebilmesi için gerekli teknik dokümanların hazırlanması,
- Uygulanacak tadilatların uygulanıp uygulanmayacakları açısından değerlendirilmesi,

¹⁶² Zeki, “Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods” a.g.e., s.7.

¹⁶³ Mühendislik ve Üretim Planlama ve Kontrol Bölümlerinin görevleri için bakınız II. Bölümde “10. Havayolu İşletmelerinde Teknik Bölümün Örgüt Yapısı” adlı konu.

- Bakım sistemindeki her türlü aksaklığın araştırılması ve düzeltilmesi için mühendislik emri (Engineering Orders), teknik bilgilendirme vb. gibi teknik yayınların çıkarılması,
- Teknik doküman kütüphanesinin oluşturulması,
- Uçuşa elverişlilik sorumluluklarının yerine getirilmesi,
- İşletmenin bakım faaliyetleri ile ilgili amaçları doğrultusunda, uçağın, malzemenin, işgücünün ve hangarın en uygun şekilde bir araya getirilmesi, başka bir deyişle üretim performansını maksimum seviyeye ulaştırmak için gerekli her türlü planlamanın yapılması.

Yukarıda sıralanan faaliyetlerin etkin bir şekilde yapılmasının çeşitli alanlarda bazı kazançlar sağlayacağı ve bu kazançların DBM'ni doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir. Bu alanlar aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- Daha maliyet-etkin bakım programları oluşturarak işgücü ve malzeme gereksiniminin azaltılması,
- Programsız bakım miktarının azaltılarak işgücü ve malzeme gereksiniminin azaltılması,
- Teknisyenlerin bilgi seviyeleri artırılarak işgücü etkinliğinin sağlanması ve bakım hatalarının azaltılması,
- Üretim planlama etkinliğini artırarak atıl kapasite değerlendirilmesinin ve işgücünün etkin bir şekilde kullanılmasının sağlanması.

Bu alanlarda elde edilen kazançların işgücü ve malzeme giderlerini azaltacağı ve DBM'nin azalmasını sağlayacağı düşünülmektedir. Mühendislik ve planlama kapasitesinin iyi olmadığı durumlarda ise, bu faaliyetler etkin bir şekilde yapılamayacak ve dolayısıyla DBM olumsuz yönde etkilenecektir.

2.2. Uçağın İşletimi İle İlgili Faktörler

Havayolu işletmesinin uçağı nasıl kullandığına bağlı olarak ortaya çıkan uçağın günlük kullanım miktarı, kalkış ve iniş ağırlıkları, ortalama uçuş uzunluğu ve ortalama doluluk oranı gibi faktörlerdir¹⁶⁴.

2.2.1. Ortalama Uçuş Uzunluğu

Uçağın pistten ayrıldığı an ile teker koyduğu an arasındaki süre olan uçuş uzunluğu, DBM'ni etkileyen en önemli faktörler arasında yer almaktadır. Uçak üzerindeki çeşitli sistemlerin ve parçaların bakım maliyetleri, iki nokta arasında gerçekleşen uçuşun saat olarak süresine (Hourly Cost) bağlı olarak değişirken bazıları ise, uçuşun süresinden bağımsız kalmakta ve iniş-kalkış sayısına yani uçuş sayısına (Cyclic Cost) bağımlı olarak değişmektedir¹⁶⁵. Uçuşun süresi ve iniş-kalkış sayısı değiştiği zaman ilgili sistem ve parçaların DBM de değişecektir.

Şekil-25'de uzun mesafeli bir uçuş ile kısa mesafeli uçuşun tırmanış, düz uçuş ve iniş bölümlerindeki DBM'ne yer verilmiştir. Şekilde görüldüğü gibi bir uçuşun toplam DBM; (Total Trip Maintenance Cost) kalkış ve tırmanış sürecinde, düz uçuş bölümü ile yaklaşma ve iniş sürecinde ortaya çıkan maliyetlerden oluşmaktadır.

Bununla birlikte, iniş-kalkış maliyetlerinin 6 saatlik uzun mesafeli bir uçuş ile 3 saatlik kısa mesafeli bir uçuş için aynı olduğu görülmektedir. Bu durumda, DBM'ni etkileyen diğer tüm faktörlerin aynı kalması halinde, aynı havayolu işletmesinin aynı tip bir uçağı için bile, kısa mesafeli uçuşların DBM uzun mesafeli uçuşların DBM'sinden daha fazla olmaktadır¹⁶⁶.

Bakım maliyetleri uçuş süresinden bağımsız olan başka bir deyişle, toplam uçuş süresine göre değişmeyen sistem ve parçalar aşağıda sıralanmaktadır¹⁶⁷;

- İniş takımlarının açılıp kapanması: İniş takımlarının en çok yıprandığı uçuş bölümü, teker koyma anıdır. Bu anda uçağın tüm yükü iniş takımları üzerine binmekte ve

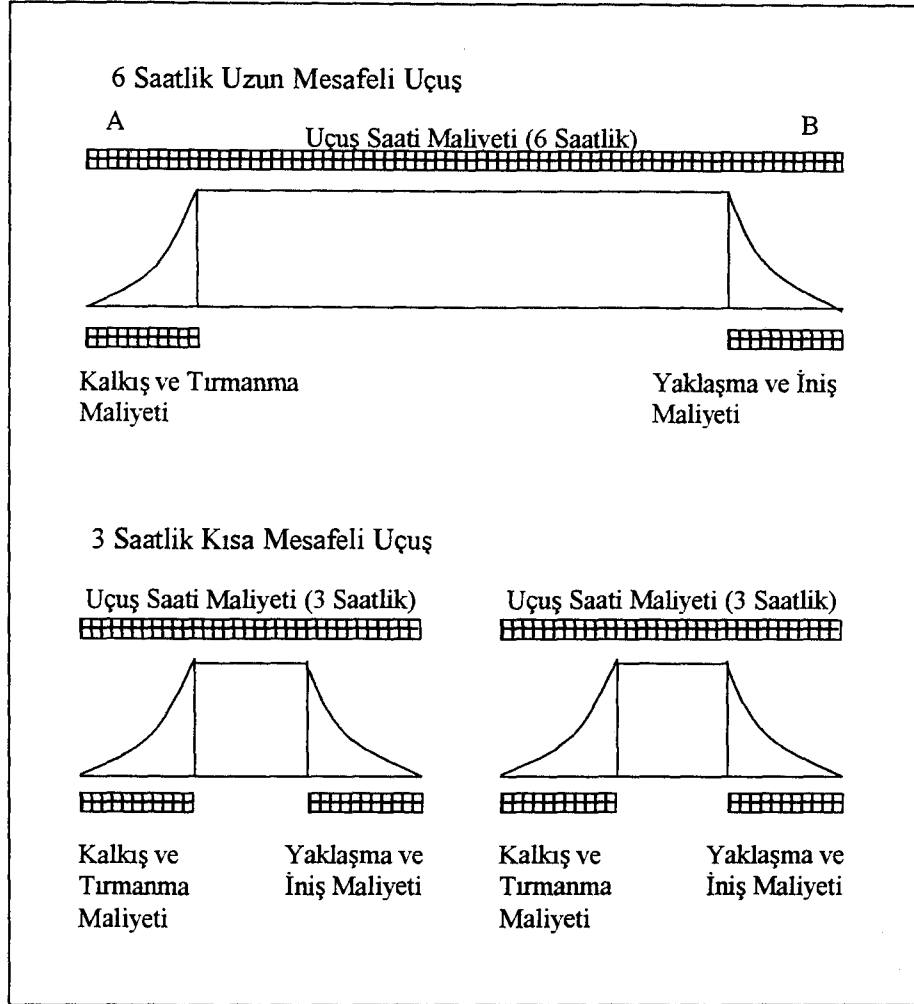
¹⁶⁴ Maple, a.g.e., s.13 ; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods" a.g.e., s.22.

¹⁶⁵ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods" a.g.e., s.23.

¹⁶⁶ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.15.

¹⁶⁷ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.15-16. ; Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science** a.g.e., s.13-14. ; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.22-23.

uçağın potansiyel ve kinetik enerjisi iniş takımları üzerinde toplanmaktadır. Düz uçuş bölümünde ise, iniş takımlarının kullanılmamaları nedeniyle herhangi bir bakım maliyeti de ortaya çıkmamaktadır. Uçak ne kadar çok iniş kalkış yaparsa, iniş takımları o kadar çok açılıp kapanacaktır. Açılıp kapanma ve teker koyma anında iniş takımlarının yıpranması nedeniyle bakım maliyeti oluşacaktır. Sonuç olarak, iniş takımlarına uygulanan bakım faaliyetlerinden kaynaklanan maliyetler uçuş süresine göre değil uçuş sayısına göre değişmektedir.



Şekil-25. Kısa ve Uzun Mesafeli Uçuşların Farklı Bölümleri İçin DBM

Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods" a.g.e., s.23.

- Motorların tam güçte çalıştırılması ve normal güce geri getirilmesi: Motorlar kalkış anında tam güçte çalıştırılmak zorundadır. Bu zorunluluk, motorun bazı bölümlerindeki sıcaklığın ve motor devir hızının kritik seviyelere ulaşmasına ve bu bölümlerdeki parçaların yıpranmasına neden olmaktadır. Uçaklar piste indikten

hemen sonra motorlar yine yüksek güçte çalıştırılıp ters tepki kuvveti yaratılarak frenlenmektedirler. Motorların kısa bir süre tam güçte, düz uçuş ve yaklaşma anında daha düşük, inişten hemen sonra ise daha yüksek güçlerde çalıştırılması malzeme yorulması adı verilen olumsuz duruma neden olmaktadır. Bu durum ise, ilgili motor malzemelerinin daha çabuk yıpranmasına ve bakım ihtiyacına yol açmaktadır. Dolayısıyla, motor bakım maliyetleri uçuş sayısına bağlı olarak değişmektedir. Bununla birlikte, tamamen mekanik bir sistem olan motorlar düz uçuş anında çalışmaya devam etmeleri nedeniyle motor bakım maliyetleri uçuş süresine bağlı olarak da değişmektedir.

- Yardımcı güç ünitesinin (Auxiliary Power Unit) uçak yerdeyken çalıştırılması: Uçak yerdeyken bazı sistemler için gerekli elektrik enerjisini sağlayan yardımcı güç ünitesi, uçak motoruyla aynı prensipte çalışan daha küçük bir jet motorudur. Yardımcı güç ünitesinin çalışma saati arttıkça, uçak motorunda olduğu gibi, bakım maliyetleri de artacaktır. Uçakların, uçuş sayısının fazla olduğu başka bir deyişle, kısa süreli uçarak bir günde daha fazla uçuş gerçekleştirdiklerinde, uçakların havaalanında bulunma sayısı ve süresi artacağı için yardımcı güç ünitesinin toplam çalışma saati de artacak, buna bağlı olarak DBM değişecektir.
- Uçak gövdesinin basınçlandırılması: Atmosferdeki basınç, yüksekliğin bir fonksiyonu olarak değişmektedir. İrtifa arttıkça basınç düştüğü için insanlar yüksek irtifalarda yeterince oksijen alamamaktadırlar. Sağlık problemlerinin oluşmasını önlemek ve daha konforlu bir uçuş sunmak için yolcu uçak kabini belirli bir yükseklikten itibaren basınçlandırılmakta, uçak yere inince bu basınç kaldırılmaktadır. Gövdenin sürekli basınçlandırılıp basıncın kaldırılması, malzeme yorgunluğuna sebep olmakta, malzeme yorgunluğu ise, gövde üzerinde çatlak ve hasarların oluşmasına, var olan çatlak ve hasarların ise büyümesine neden olmaktadır. Gövdenin basınçlandırılma sayısının gerçekleştirilen uçuş sayısı ile doğru orantılı olması nedeniyle, uçuş sayısı değiştikçe uçak gövde bakım maliyetleri de değişecektir.
- Fren ve lastiklerin kullanımı: Frenler genellikle uçağın iniş anında, lastikler ise taksi, kalkış ve iniş anında kullanılmaktadır. Dolayısıyla, düz uçuşta kullanılmamaları nedeniyle fren ve lastiklerin bakım maliyetleri uçuş süresinden

etkilenmemektedir. Buna karşın, uçağın iniş-kalkış sayısı değiştiğinde eskime ve yıpranma dereceleri ve DBM'leri değişecektir.

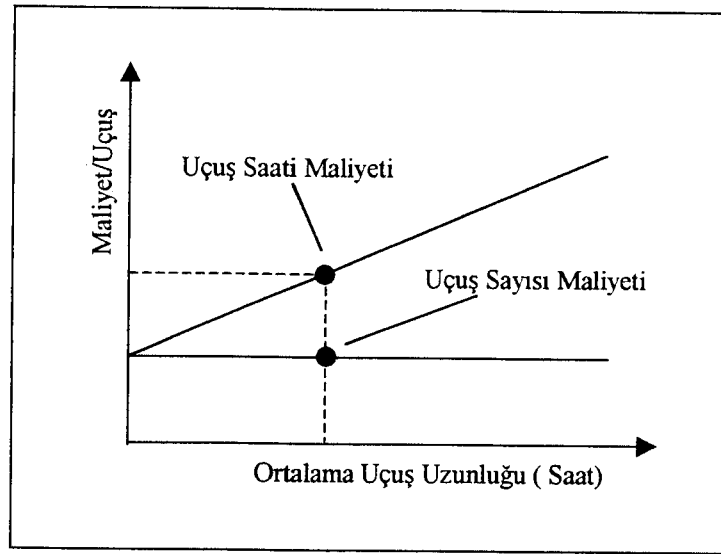
- Flap ve slatların kullanımı: Flap ve slatlar, genellikle uçak hızının düşük olduğu durumlarda taşıma miktarını artırmak için, uçuşun yaklaşma ve iniş bölümlerinde kullanılmaktadırlar. Düz uçuşta kullanılmamaları nedeniyle yıpranma miktarları ve bakım maliyetleri, uçuş süresi ile değil iniş-kalkış sayısı ile değişmektedir.
- Yolcu ve kargo kapılarının açılma sıklığı: Yolcu ve kargo kapıları uçuş öncesinde ve sonrasında açılıp kapatılmaktadır. Uçuş sayısı, dolayısıyla kapıların açılıp kapanma sıklığı arttıkça, yıpranma miktarları ve hasarlanma olasılıkları da artacaktır. Bu nedenle, kapılarla ilgili bakım faaliyetlerinden kaynaklanan bakım giderleri uçuş süresine değil uçuş sayısına bağlı olarak değişmektedir.
- Uçuşun alçak irtifada geçen bölümü: Uçuşun alçak irtifalarda geçen bölümünde; kuş çarpmasından, motorlara kuş ve yabancı madde girmesinden ve yıldırım, dolu gibi meteorolojik olaylardan kaynaklanan hasarlarla karşılaşılabilir. Özellikle motora yabancı madde girmesi uçuş emniyetini ciddi boyutlarda etkilemekle birlikte, maliyetleri yüksek hasarlara neden olabilmektedir. Düz uçuş, genellikle bu tür hasarların meydana gelemeyeceği yüksek irtifalarda gerçekleşmesi nedeniyle, oluşacak bakım giderleri uçuş süresinden bağımsız, ancak uçuş sayısına bağımlı olarak değişmektedir.

Şekil-26'da tek bir uçuşa ait DBM'nin (Maintenance Cost Per Trip) ortalama uçuş uzunluğu ile nasıl değiştiği görülmektedir.

Şekil-26 incelendiğinde, uçuş sayısı maliyetlerinin (Cycle Costs) ortalama uçuş uzunluğu ile değişmeyip sabit kaldığı, buna karşın uçuş saati maliyetlerinin (Hourly Costs) ortalama uçuş uzunluğu ile doğrusal bir şekilde arttığı görülmektedir. Bunun nedeni uçuş uzunluğu artsa bile iniş ve kalkış sayısının sadece bir olmasıdır. Buna göre tek bir uçuşun toplam bakım maliyeti gerçekleşen uçuş uzunluğuna karşılık gelen uçuş sayısı maliyeti ile uçuş saati maliyetinin toplamına eşit olmaktadır.

Bakım maliyetleri uçuş süresine bağlı olarak değişen sistemlere; motor, kabin havalandırma ve ısıtma, avionik ve uçuş süresince çalışan sistemler örnek olarak verilebilmektedir¹⁶⁸.

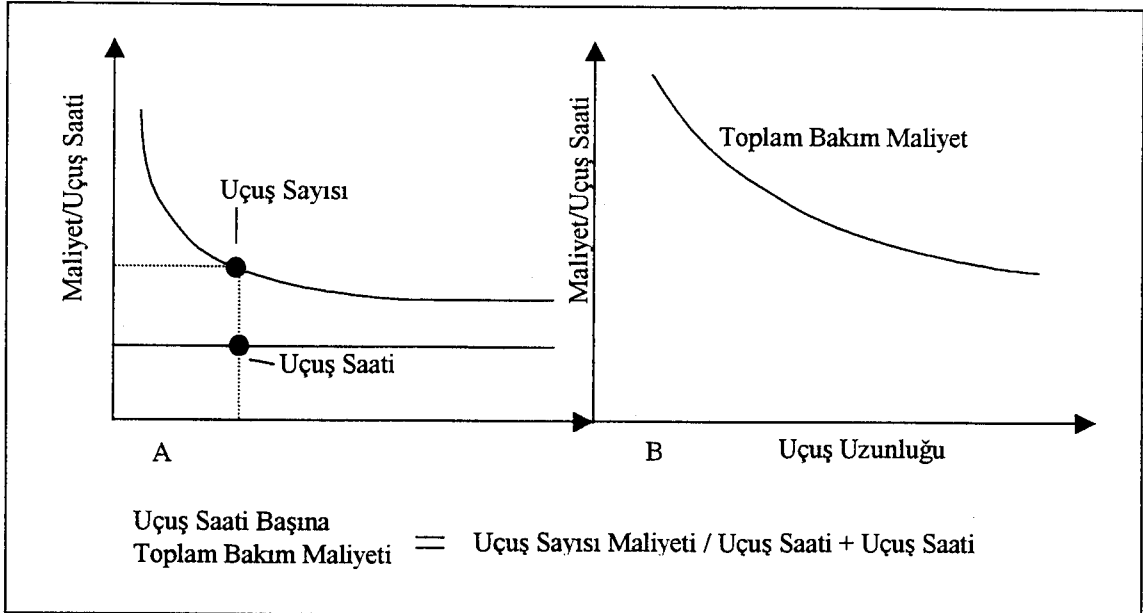
¹⁶⁸ Maple, a.g.e., s.27.



Şekil-26. Uçuş Bakım Maliyetinin Ortalama Uçuş Uzunluğu İle Değişimi

Maple, a.g.e., s.27.

Şekil-27’de ise uçuş saati başına düşen bakım maliyetlerinin (\$/FH) ortalama uçuş uzunluğu ile nasıl değiştiği görülmektedir.



Şekil-27. Uçuş Saati Başına Düşen Bakım Maliyetlerinin Uçuş Saati İle Değişimi

AECMA, a.g.e., s.13.; Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.14.’den uyarlandı.

Şekil-27 A incelendiğinde, bakım giderleri uçuş sayısına bağlı olarak değişen sistemlerin uçuş saati başına düşen bakım giderlerinin, uçuş uzunluğu arttıkça azaldığı görülmektedir. Bunun nedeni, bu tür giderlerin uçuş uzunluğundan bağımsız olmaları böylece, uçuş uzunluğu arttıkça bir uçuş saati başına düşecek bakım gider miktarının da azalmasıdır. Bununla birlikte, bakım giderleri uçuş uzunluğuna bağlı olan ve doğrusal olarak değişen sistemlerin bir uçuş saati başına düşen giderleri, uçuş uzunluğuna göre değişmemekte ve sabit kalmaktadır. Ancak, uçuş uzunluğu ya da başka bir deyişle, uçuş saati arttıkça bu sistemlerin toplam bakım giderleri de artacaktır.

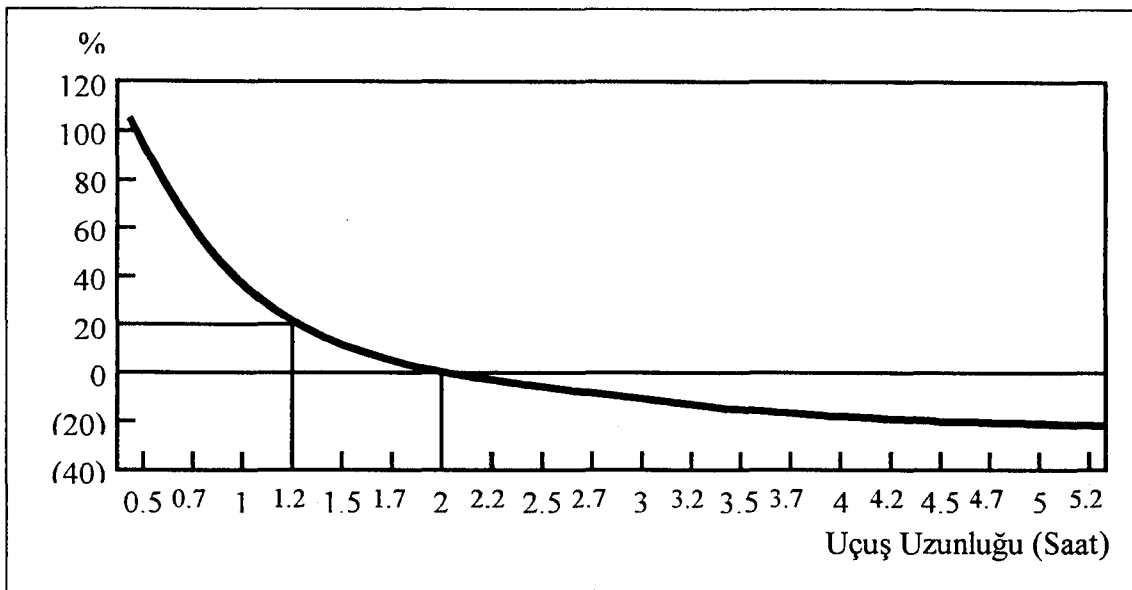
Şekil-27 B’de ise, uçuş saati başına düşen toplam bakım giderlerinin uçuş uzunluğu ile nasıl değiştiği görülmektedir. Toplam bakım maliyet eğrisi, Şekil-26A’daki iki eğrinin toplamından elde edilmektedir. Başka bir deyişle bu eğri, uçuş sayısına bağlı olarak ortaya çıkan giderlerle, uçuş saatine bağlı olarak ortaya çıkan gider toplamalarının uçuş uzunluğu ile nasıl değiştiğini gösteren eğridir.

Şekil-27B incelendiğinde, bir saatlik uçuş başına düşen toplam bakım maliyetlerinin, uçuş uzunluğu arttıkça azaldığı görülmektedir. Bakım giderleri uçuş sayısına bağlı olan sistemlerin bakım giderlerinin, uçuş saatine bağlı olan sistemlerin bakım giderlerine göre daha yüksek olması, bu durumun en önemli nedenidir. Başka bir deyişle, uçuş sayısı maliyet eğrisi diğer eğriye göre daha baskındır.

Şekil-28’de, ortalama uçuş uzunluğu 2 saat olarak kabul edilmiş ve bu süreden sapmalar meydana geldiğinde DBM’nin nasıl değiştiği gösterilmektedir. Şekil incelendiğinde, uçuş uzunluğu 45 dakikalık bir azalma ile 2 saatten 1 saat 15 dakikaya düştüğünde DBM %20 oranında artmaktadır. Bu oran tipik bir dar gövdeli uçak için 300 ABD \$ yerine 360 ABD \$ anlamına gelmektedir.

Sonuç olarak ortalama uçuş uzunluğu DBM’ni etkileyen en önemli faktörler arasında bulunmaktadır. Kısa mesafeli uçuşlardan kaynaklanan DBM uzun mesafeli uçuşlardan kaynaklanan DBM’den daha fazla olmaktadır. Aynı havayolu işletmesi içinde, DBM’ni etkileyen diğer tüm faktörler aynı olduğu halde, aynı tip iki uçaktan kısa mesafeli uçuş yapan uçağın DBM, uzun mesafeli uçuş yapan uçağın DBM’nin iki katı kadar daha fazla olabilmektedir¹⁶⁹.

¹⁶⁹ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.14.



Şekil-28. DBM'nin Ortalama Uçuş Uzunluğuna Göre Değişmesi

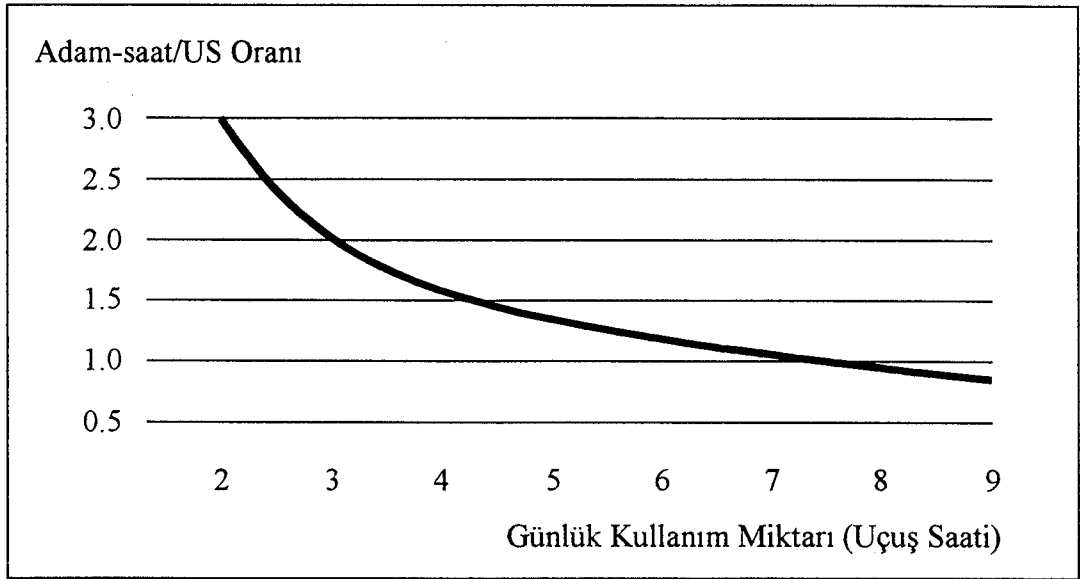
Billy Copeland, "Maintenance Cost Overview", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları (California: 10-14 Kasım 1997), s.2.

2.2.2. Günlük Kullanım Miktarı (Daily Utilization)

Genellikle hat bakım programı kapsamında yer alan uçuş öncesi, uçuşlar arası, uçuş sonrası bakımlar ile günlük ve haftalık bakım faaliyetleri, uçağın bu dönemde gerçekleştirdiği toplam uçuş saatine bağlı olmaksızın, yaklaşık aynı işgücünü (adam-saat) gerektirmektedir¹⁷⁰. Bu durumda uçakların uçuş saati olarak günlük kullanım miktarları arttıkça 1 uçuş saati için gerekli olan adam-saat işgücü miktarının da düşeceği söylenebilir. Çünkü söz konusu bakımın yapılabilmesi için gerekli adam-saat miktarı aynı kalırken uçağın uçuş saati artmakta, dolayısıyla bir uçuş saati başına düşen işgücü miktarı ise düşmektedir.

Uçuş saati olarak uçağın günlük kullanım miktarı arttıkça adam-saat/US oranının düştüğü Şekil-29'da da görülmektedir.

¹⁷⁰ Aynı, s.15.



Şekil-29. Günlük Kullanım Miktarının DBM'ne Etkisi

Repp, a.g.e., s.16.

Günlük kullanım miktarının artmasının DBM'ni azaltan bir etkisi olduğu belirtilmekte ancak, bu miktarın kısa mesafeli uçuşlardan mı yoksa uzun mesafeli uçuşlardan mı meydana geldiğinin DBM açısından önemli olduğu düşünülmektedir. Günlük kullanım miktarı fazla bununla birlikte, kısa mesafeli uçuşlardan meydana gelen bir uçuş operasyonunun söz konusu olduğu durumda, bir uçuş için gerekli adam-saat miktarı sabit kalırken günlük uçuş frekansı artması nedeniyle, toplam adam-saat miktarı da artmaktadır.

2.2.3. Ortalama İniş-Kalkış Ağırlıkları ve Doluluk Oranı

Ortalama iniş-kalkış ağırlıkları ve doluluk oranı, uçak ağırlığının etkisi altında olan sistemlerin DBM'sine etki etmektedir. Bu sistemler; uçak motorları, iniş takımları, frenler ve lastiklerdir¹⁷¹.

Uçak ağırlığının artması, kalkış anında motorların daha yüksek güçlerde çalıştırılmasını gerektirmektedir. Uçak taksi yaparken ve iniş anında iniş takımlarına ve lastiklere daha fazla yük binmekte, frenlerin daha çok kullanılmaları gerekmektedir. Tüm bu etkiler sistemlerin daha çabuk ve daha çok yıpranmasına neden olacağı için DBM'ye artırıcı yönde etki etmektedirler.

¹⁷¹ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.16.

2.3. Uçak İle İlgili Faktörler

Uçağın DBM'sini etkileyen, dizaynı ile ilgili teknik özelliklerinden ve üretici firmalardan kaynaklanan faktörlerdir¹⁷².

2.3.1. Uçağın Teknik Seviyesi

Uçakların DBM'ni etkileyen teknik özellikleridir. son yıllarda uçak üreticileri çeşitli teknolojik gelişmelerden faydalanarak uçaklarının teknik seviyelerini artırmaya ve DBM'yi azaltmaya çalışmaktadırlar. Eski dizayn uçakların bu tür teknolojik gelişmelerden yoksun olmaları nedeniyle, bu uçakların DBM'lerinin yeni dizayn uçaklara göre daha yüksek olduğu düşünülmektedir.

Uçağın teknik özellikleri ve DBM'ni nasıl etkiledikleri aşağıdaki biçimde açıklanmaktadır¹⁷³;

- Kendi kendini kontrol edebilen aletlerin yerleştirilmesi (Built-in Test Equipment): Genellikle avionik sistemlere, elektronik teknolojisinin gelişmesiyle birlikte, kendi kendini test edebilen aletler (BITE) yerleştirilmiş olması, bu sistemleri uçak üzerinde test etmeyi oldukça kolay bir hale getirmiştir. Teknisyenlerin tek bir düğmeye basarak sistemin küçük ekranı üzerinde gösterilen arıza kodunu yorumlamaları sonucunda arıza bulmak daha kolay hale gelmiştir. Bu kolaylık gerekli işgücü zamanını düşürmesi nedeniyle DBM'yi de azaltmaktadır.
- Uçak üzerine yerleştirilmiş bakım sistemi (On-Board Maintenance System): Kokpitte bulunan bu sistem, merkezi bakım sistemi (Central Maintenance System) ve kendi kendini test eden aletlerle (BITE) ortak çalışmakta ve bakım faaliyetlerini kolaylaştırmayı amaçlamaktadır. Bu sistemin DBM'yi azaltıcı bir etkisi olduğu düşünülmektedir. Çünkü bu sistem, aşağıda sıralanan ve DBM'yi azaltıcı yönde etkileyen bir takım kazançlar getirmektedir;

- programlı bakım sayısının azaltılması,

¹⁷² Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science**, a.g.e., s.13.

¹⁷³ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.10.; Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science**, a.g.e., s.13.; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.22-23.; Frédérique Rigal, "Central Maintenance System Option Package: Simplifying Maintenance", **Fast Airbus Technical Digest**, Number 21 (Mayıs 1997), s.8-14.; Airbus Industrie, **Equipment-Electronics Maintainability** (Toulouse: Engineering Directorate. ABD0048. 1990), s.1-2.

- bakım için gerekli zamanın azaltılması,
 - arıza aramaya destek vermesi,
 - hat bakım faaliyetlerini kolaylaştırmak amacıyla yağ ve sıvı seviyelerini, filtre ve çeşitli sistemlerdeki basınç durumlarını rapor etmek gibi birçok parametrenin kullanılır halde teknik personele sunulması,
 - havayolu işletmesine, uçak üzerinde takılı parçaların seri ve parça numaralarının verilmesi,
 - teknik dokümantasyonun azaltılması ve kullanım kolaylığının sağlanması.
- Kompozit malzemelerin kullanılması.
 - Uçuşun bilgisayarlarla desteklenmesi.
 - Uçağa takılan, avionik sistemler gibi, ek sistemlerin satın alınacağı firmanın seçimi.

2.3.2. Güvenirlik ve Bakımyapılabilirlik

Güvenirlik, bir aletin belirli bir zaman diliminde ve karşılaştığı çalışma şartları içinde, dizaynı sırasında belirlenmiş işlevini arıza yapmaksızın yerine getirme olasılığı olarak tanımlanmaktadır¹⁷⁴. Uçak sistemlerinin, komponentlerinin ve motor güvenilirliklerinin yüksek olması, başka bir deyişle belirli bir zaman diliminde arıza yapmadan işlevlerini yerine getirme olasılıklarının yüksek olması, arıza sayısının ve dolayısıyla programsız bakım miktarının azalmasını sağlayacaktır. Programsız bakım sayısının azalması ise, DBM'ni azaltıcı yönde etkileyecektir.

Uçakların sistem, komponent ve motor güvenilirlikleri öncelikle dizayn ve üretim özellikleri ile ilgilidir. Gerekenden daha fazla bakım yapılması hiçbir zaman dizayn sırasında belirlenmiş güvenilirliğin artmasını sağlamamaktadır. Bununla birlikte, eksik ve yanlış bakım yapılması uçağın, sistemlerinin ve motor güvenilirliklerinin azalmasına neden olacaktır. Bu durumda, havayolu işletmesinin uygulamalarına bağlı olarak, uçağın, sistemlerinin ve motorların kullanımları sırasında güvenilirliklerinin dizayn

¹⁷⁴ S. R. Calabro, *Reliability Principles and Practices* (New York: McGraw-Hill, Inc. 1962), s.1.

aşamasında belirlenmiş güvenilirliklerinin altına düşmesi, DBM'yi olumsuz yönde etkileyen önemli bir faktör olarak ortaya çıkmaktadır¹⁷⁵.

DBM'yi etkileyen uçağın teknik özellikleriyle ilgili faktörlerden birisi de bakım yapılabilirliktir. Bakım yapılabilirlik (Maintainability); tecrübeli ve deneyimli personel tarafından daha önceden belirlenmiş prosedürlere uygun olarak çalıştırılan bir sistemin, belirli bir zaman dilimi içinde bakımının yapılması için daha önceden belirlenmiş zamandan daha fazla zaman gerektirmeme ihtimaliyle ilgili dizayn ve yerleştirme özellikleri olarak tanımlanmaktadır¹⁷⁶. Bakım yapılabilmesi için gerekli olan zamanın, uçağın ve sistemlerinin olumsuz dizayn özelliklerinden dolayı uzaması, işgücü ve malzeme giderlerini ve sonuçta DBM'yi doğrudan etkileyeceği düşünülmektedir.

2.3.3. Uçak Yaşlanma Etkisi

Uçakların kullanım sürelerinin artması, DBM'yi etkileyen en önemli faktörlerden birisidir¹⁷⁷. Bunun nedenlerinden birisi, uçak yaşlandıkça programsız bakım sayısının artmasıdır¹⁷⁸. Başka bir deyişle, uçakların kullanım süreleri arttıkça uçak sistem ve parçaları daha fazla yıpranacağı ve bozulacağı için, programsız bakım faaliyetleri de artacaktır. Diğer yandan, programlı bakım maliyetlerinin de artacağı söylenebilir. Kullanım zamanı arttıkça zaman ömürlü parçaların kullanım süreleri dolacak, maliyeti yüksek olan (C ve D bakımları gibi) büyük programlı bakımların uygulama zamanına ulaşılacaktır.

DBM'nin zaman içindeki değişimi 3 ayrı evrede incelenmektedir. Bu evrelerin aşağıdaki gibi sıralanması mümkündür;

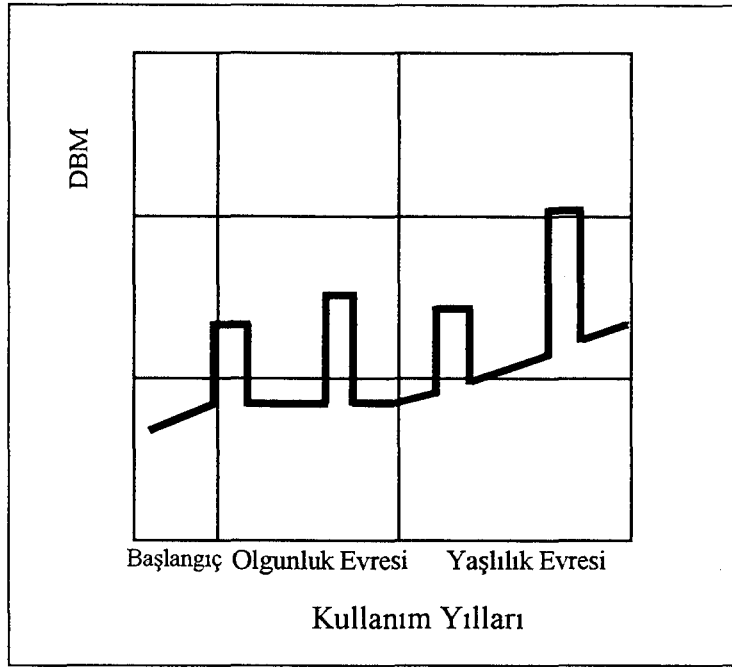
- İlk evre : Başlangıç Evresi (Introductory Period)
- İkinci evre : Olgunlaşma Evresi (Mature Period)
- Üçüncü evre : Yaşlılık Evresi (Aging Period)

¹⁷⁵ Ender Gerede, "Güvenirlik Programının Direkt İşletme Masliyetlerinin Düşürülmesindeki Önemi" Kayseri II. Havacılık Sempozyumu'nda sunulan bildiri, (Kayseri. 11-15 Mayıs 1998), s.3-4.

¹⁷⁶ Benjamin S. Blanchard ve Dinesh Verma, *Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management* (New York: John Willey & Sons, Inc., 1995), s.2.

¹⁷⁷ Repp, a.g.e., s.14.

¹⁷⁸ Maple, a.g.e., s.19.



Şekil-30. DBM'nin Uçağın Kullanım Evrelerine Göre Değişimi

Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.6'dan uyarlandı.

DBM'nin bu üç evrede nasıl değiştiği Şekil-30'da görülmektedir.

Başlangıç Evresi:

Bu evre, genellikle uçağın kullanıma girdiği 1. ve 5. yıllar arasındaki süreyi kapsamaktadır. Bu evrede uçak henüz yeni olmakla birlikte, DBM çeşitli azaltıcı ve artırıcı faktörlerin etkisi altında bulunmaktadır. Bu faktörler aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁷⁹;

- **Garanti etkisi:** Başlangıç evresinde DBM'nin büyük bir bölümü, uçak üreticisinin ve orijinal parça üreticilerinin (Original Equipment Manufacturers) verdiği garanti kapsamında bulunmaktadır. Bu faktörün DBM'yi azaltıcı yönde olan etkisi Şekil-31'de görülmektedir.
- **Öğrenme etkisi:** Teknik personel ve teknisyenlerin uçak gövdesini, sistemlerini, komponentlerini ve teknik dokümanlarını öğrenmek için belirli bir sürenin geçmesi gerekmektedir. Bu süre geçinceye kadar işgücü verimliliğinin düşük olduğu

¹⁷⁹ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.7.

söylenbilir. DBM'nin öğrenme süreci açısından uçağın kullanım süresine göre nasıl değiştiği Şekil-31'de görülmektedir.

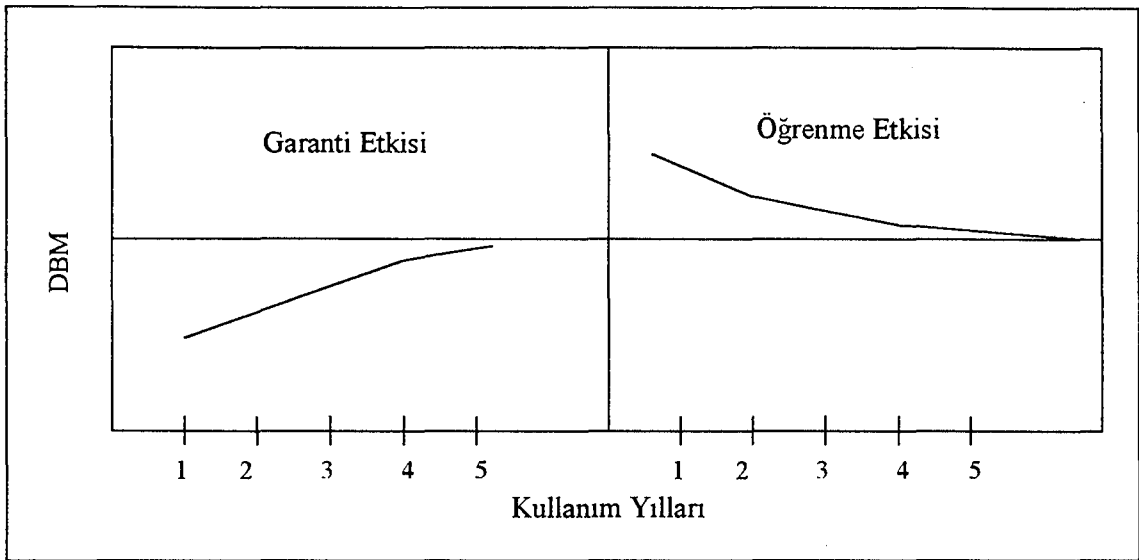
- Yeni motor performans etkisi: Motor bakım maliyetleri, DBM'nin yarısını oluşturduğu için toplamda oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, motor bakım maliyetlerinin zaman içindeki değişimi DBM'yi doğrudan etkilemektedir. Yapılan istatistiksel araştırmalara göre, yeni motorların güvenilirlikleri ve performansları oldukça iyi durumdadır. Bununla birlikte, başlangıç evresinde motorlar ve parçaları garanti kapsamında olduğu için motor bakım maliyetlerinin bu evrede düşük olduğu söylenebilir. Motor bakım maliyetlerinin bu evrede nasıl değiştiği Şekil-31'de görülmektedir.

Başlangıç evresinde motor güvenilirliği ve performansının iyi olması ile garanti etkisi DBM'yi azaltıcı yönde etkilerken, öğrenme etkisi DBM'yi artırıcı yönde bir etki yapmaktadır. Şekil-32'de bu 3 etkinin birleşimi görülmektedir. Sonuç olarak, başlangıç evresindeki DBM sonraki iki evreye göre daha düşük olmasına karşın, zaman ilerledikçe artmaktadır.

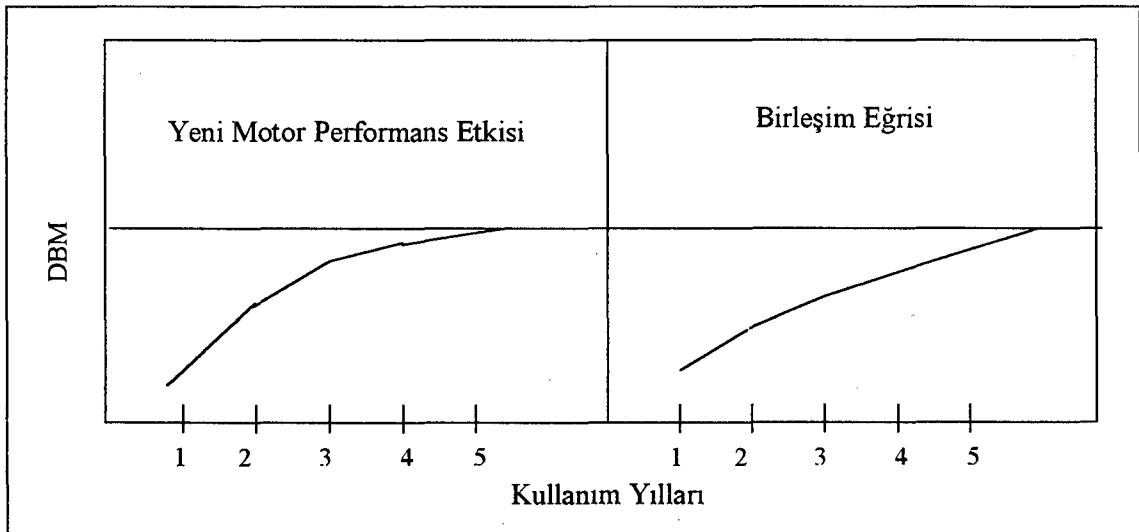
Olgunlaşma Evresi: Olgunlaşma evresi DBM'nin sabit bir hale geldiği an ile yaşlılık evresinin başlangıcı arasındaki süre olarak tanımlanmaktadır¹⁸⁰. Olgunlaşma evresinin başlangıcı, ilk bakım döneminin tamamlanması ya da başka bir deyişle, uçağın hizmete girmesinden itibaren, ilk büyük bakımın uygulanması (B747-400 uçağı için büyük bakım zamanı 25000 uçuş saatidir) olarak kabul edilmektedir¹⁸¹.

¹⁸⁰ Maple, a.g.e., s.31.

¹⁸¹ Maple, a.g.e., s.31; Zeki, Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods, a.g.e., s.8.



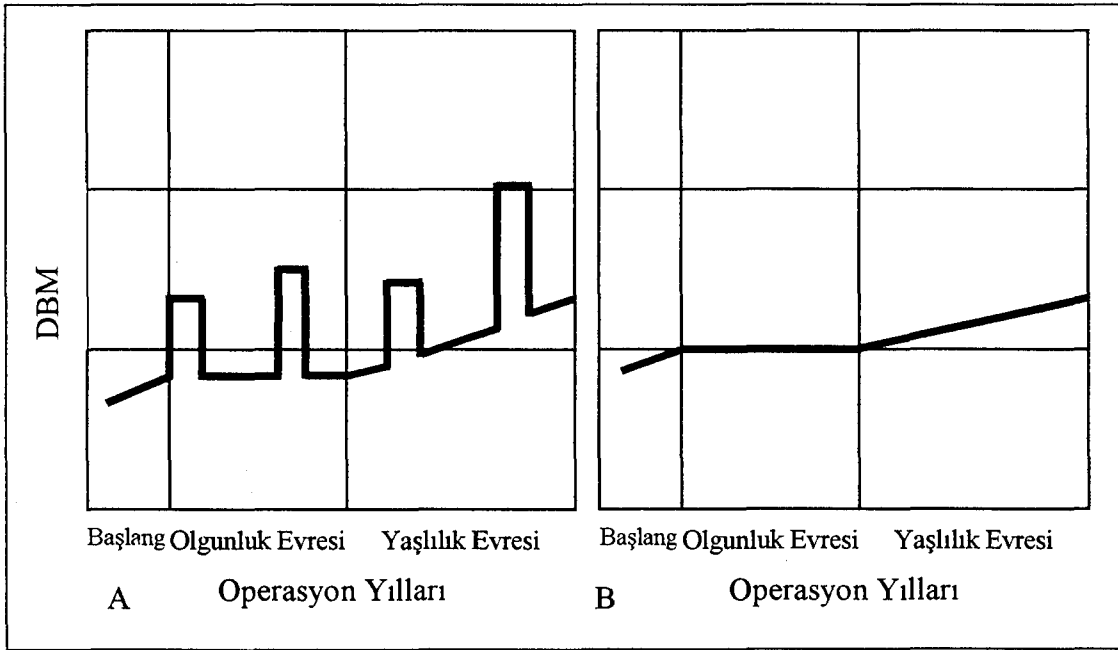
Şekil-31. DBM'nin Garanti ve Öğrenme Etkisi İle Değişimi
Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.7.



Şekil-32. DBM'nin Yeni Motor Performans Etkisi İle Değişimi ve Birleşim Eğrisi
Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.7.

Olgunlaşma evresinde DBM'nin sabit kaldığı düşünülmesine rağmen bu dönem içinde D bakımı gibi maliyeti yüksek büyük bakımların zaman içinde düzensiz bir biçimde ortaya çıkmaları, DBM'de ani yükselmelere neden olmaktadır. Havayolu işletmeleri, genellikle maliyeti yüksek olan bu bakımlara anlık büyük ödemeler yapmaktan kaçınmaktadırlar. Bu olumsuz durumun ortadan kaldırılması, bütçede bu bakımlar için önceden yeterince para ayrılmasıyla mümkün olmakta, böylece DBM olgunlaşma evresinde dengelenmektedir¹⁸².

Şekil-33A'da önceden provizyon yapılmadığında Şekil-33B'de ise, provizyon yapıldığında DBM'nin bu üç evrede nasıl değiştiği görülmektedir. Şekil-33B'de görüldüğü gibi, olgunlaşma evresinde DBM kullanım süresi ile değişmemekte ve sabit kalmaktadır.



DBM'nin olgunlaşma evresinde sabit kalması uçak bakım maliyetlerinin eşit şartlar altında karşılaştırılmasına olanak tanımaktadır. Bu nedenle, üreticiler ve

¹⁸² Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.8.

kullanıcılar tarafından yayımlanan DBM verileri, aksi belirtilmedikçe, olgunlaşma dönemine ait verilerdir¹⁸³.

Yaşlılık Evresi:

Bu evre, DBM'nin sürekli arttığı zaman dilimini kapsamaktadır. DBM'nin bu evrede sürekli bir artış içinde olma nedenlerini aşağıdaki biçimde sıralanmak mümkündür¹⁸⁴,

- Yapısal elemanların ek tamir faaliyetlerine neden olması,
- Zaman ömürlü parçaların değiştirilmesi,
- Uçağın tüm sistem ve parçalarının zamanla eskimesi.

1977 yılında meydana gelen Lusaka, ardından 1988 yılında Aloha Havayollarının uçak kazası, sektörde dikkatleri uçak yaşlılık problemleri üzerine çekmiş ve 1988 yılında bu konu ile ilgili araştırma yapmak üzere çalışma grupları oluşturulmuştur. Çalışma grupları uçak yaşlılığı ile ilgili tüm servis bültenlerini incelemiş, ABD Sivil Havacılık Otoritesi ise, (Federal Aviation Administration) bunlardan önemli olanlarının zorunlu olarak uygulanmaları amacıyla, uçuşa elverişlilik yönergeleri çıkarmıştır. Bununla birlikte, yapısal elemanlar üzerinde korozyon (Corrosion Prevention and Control Program) ve malzeme yorulmasının ortaya çıkarılması ve önlenmesi için ek bakım programları düzenlenmiştir¹⁸⁵.

ABD Sivil Havacılık Otoritesi FAA'nın, uçak yaşlılığı üzerindeki çalışmalarını ara vermeden sürdürdüğü, korozyon ve malzeme yorulmasının önlenmesi ve ortaya çıkarılmasına yönelik ek bakım programlarının ise, günümüzde tüm bakım programlarına eklendiği belirtilmektedir¹⁸⁶.

FAA'nın zorunlu hale getirdiği tadilat ve ek bakım programlarının, havacılık sektöründe önemli bir danışmanlık firması olan, Avitas tarafından saptanan uçak başına ortalama maliyetleri Tablo-10'da verilmiştir.

¹⁸³ Aynı, s.8.

¹⁸⁴ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.17.

¹⁸⁵ Friend, a.g.e., s.65-69.

¹⁸⁶ Maple, a.g.e., s.31.

Tablo-10. Ortalama Uçak Yaşlılık Maliyetleri

	FAA Tahminleri (Milyon ABD \$)	Sektörün tahminleri (Milyon ABD \$)
B 727	1.1	2.0
B 737	0.9	2.0
B 747	2.3	5.0
DC 8	0.2	0.3
DC 9	0.5	1.0
DC 10	0.1	0.2

Karl D. Forth, "Aging Airplanes: Where Will They Go?" *Aviation Equipment Maintenance*, (Mart 1991), s.33.

Uçakların yaşlanmalarıyla ilgili ek maliyetler, gürültü yönetmeliklerine uyulması amacıyla, motorlara susturucu (Hush-Kit) takılmasından ya da motorların yenilenmesinden de kaynaklanmaktadır¹⁸⁷.

Uçak yaşlanma etkisinin DBM'yi etkileyen en önemli faktörlerden birisi olması nedeniyle, uçakların DBM'lerinin uzun bir zaman dilimi içinde incelenmesinin daha doğru olacağı belirtilmektedir¹⁸⁸. Çünkü maliyeti yüksek olan büyük bakımlarla, ancak 5 yıldan sonra karşılaşılmakta ve uçak yaşlandıkça programsız bakım miktarı önemli ölçüde artmaktadır.

2.3.4. Teknik Dokümantasyonun Kalitesi

DBM'yi etkileyen üretici firma ile ilgili diğer faktörlerden birisi de teknik dokümantasyonun kalitesidir¹⁸⁹. Teknik dokümantasyon, uçak ve bakım faaliyetlerinin nasıl yapılacağı ile ilgili tüm bilgileri kapsamaktadır. Bu dokümantasyonun miktarı ve içeriğinin önemi göz önüne alındığında, DBM'yi mutlaka etkileyeceği düşünülmektedir. Örneğin A320 uçağının teknik dokümantasyonu 120000 sayfa ve 2000 adet mikro filmden oluşmakta, bunların ağırlığı ise 8 tonu bulmaktadır¹⁹⁰.

¹⁸⁷ *Aviation Equipment Maintenance*, a.g.e., s.33.

¹⁸⁸ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.9.

¹⁸⁹ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.13.

¹⁹⁰ Pierre Granier, "Technical Publications", *Commercial Aspects of Aircraft Maintenance*, MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.2.

Boeing firması tarafından yapılan araştırmalara göre, bir teknisyenin programsız bakım yaparken harcadığı zamanın %25'ini teknik dokümantasyonlara ulaşma ve gerekli bilgileri araştırma, %35'ini ise, ilgili teknik dokümantasyonu kullanarak arıza tespiti oluşturmaktadır¹⁹¹. Bu durumda teknisyen, zamanının %60 gibi büyük bir bölümünü teknik dokümantasyonu kullanmak amacıyla harcamaktadır. Teknik dokümantasyon kalitesinin söz konusu zamanı, dolayısıyla kullanılan işgücü zamanını ve DBM'yi etkilediği düşünülmektedir.

2.3.5. Uçağın Üretim Hattındaki Üretim Sırası

Uçağın üretim hattındaki sırası, üretici ile ilgili olarak ortaya çıkan ve DBM'yi etkileyen faktörlerden birisidir¹⁹².

Uçağın dizaynı ile ilgili olan çeşitli özelliklerinin olumlu ve olumsuz yönleri, uçak hizmete girdikten sonra ortaya çıkmakta ve üretici firmalar kullanıcılardan gelen istek ve tavsiyeleri sürekli değerlendirmektedirler. Bu değerlendirmeler kapsamında üreticiler; güvenilirliği, emniyeti ve bakım yapılabilirliği artırmak, kullanım kolaylıkları sağlamak ve DBM'yi azaltmak amacıyla, imal edilen uçaklar üzerinde çeşitli değişiklikler yapmaktadırlar. Bu durumda, imal edilen ilk uçaklarda sözü edilen değişikliklerin yapılmadığı ve DBM'nin olumsuz yönde etkilendiği düşünülebilmektedir.

2.4. Coğrafi Koşullara Bağlı Olarak Ortaya Çıkan Faktörler

Coğrafi koşullara bağlı olarak ortaya çıkan ve DBM'yi etkileyen faktörler aşağıdaki biçimde sırlanmaktadır¹⁹³:

- Meteorolojik şartlar: Hava sıcaklığı uçakların kalkmaları için gerekli motor gücüne etki etmektedir. Kalkış anında motorların hava sıcaklığına bağlı olarak zorlanması motor bakım maliyetlerini artırabilmektedir. Havadaki nem oranının korozyon oluşumuna etki etmesi nedeniyle, bu oranının yüksek olduğu bölgelerde DBM'nin

¹⁹¹ Micheal William Maple, "Digital Data and Maintenance Cost Reduction", IATA/PPM Annual General Meeting. Toplantısında sunulan bildiri (Buenos Aires, Argentina: 14-16 Ekim 1996), s.10.

¹⁹² Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.13.

¹⁹³ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.13.; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.22.

olumsuz yönde etkileneceği düşünülmektedir. Buzlanma ve dolu gibi meteorolojik olaylar uçak motorlarına, kumanda yüzeylerine ve yapısal elemanlara zarar vermekte ve programsız bakımların ortaya çıkmasına neden olmaktadır. Bu faktörler nedeniyle ortaya çıkan ek programsız bakım faaliyetleri de ek DBM oluşturacaktır.

- Çevresel faktörler: Çevredeki tuz ve toz miktarının çok olması motorları, kumanda yüzeylerini, mekanik ve elektronik sistemleri olumsuz yönde etkilemekte, hatta arızalanmalarına bile neden olabilmektedir. Sonuç olarak bu faktörler, DBM'yi olumsuz yönde etkilemektedir.
- Pistlerin ve park yerlerinin durumu: Pist ve park yerlerinin durumu lastiklere, iniş takımlarına ve motorlara (Yabancı madde hasarı) etki etmektedirler. Pist ve park yerlerinin kötü olmaları çeşitli hasarlara neden olarak programsız bakımlar meydana getirebilmektedirler. Bu faktörler nedeniyle programsız bakım sayısının artması, DBM'yi de artıracaktır.
- Üretici firmalara, orijinal parça üreticilerine ve yedek parça stoklarına olan uzaklık: Programsız bakım faaliyetleri kapsamında acil olarak ortaya çıkan komponent ve teknik destek ihtiyacının hangi sürede karşılandığı büyük önem taşımaktadır. Bununla birlikte, aradaki mesafelerin büyük olması ulaşım giderlerinin ve DBM'nin artmasına neden olmaktadır.

3. Direkt Bakım Maliyetlerinin Dağılımı

DBM'nin dağılımını 5 ayrı şekilde yapmak mümkündür. Bu bölümleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır¹⁹⁴;

- 1- ATA Bölümlerine göre,
- 2- Programlı ve programsız bakım faaliyetlerine göre,
- 3- Uçak üzerinde ve atölyede yapılan bakımlara göre,
- 4- İşçilik ve malzeme giderlerine göre,
- 5- Bakım programlarına göre.

Havayolu işletmeleri kendi yönetim politikaları doğrultusunda bu yöntemlerin bazılarını ya da hepsini kullanabilmekle birlikte, sektörde en çok kullanılan yöntem DBM'nin ATA bölümlerine göre dağıtılmasıdır¹⁹⁵. Bunun nedeni ise, diğer yöntemler kullanıldığında DBM'yi etkileyen bir çok faktör bulunması sebebiyle havayolu işletmeleri ve farklı uçak tipleri arasında DBM karşılaştırılmasının yanlış sonuçlar verecek olmasıdır. Çünkü DBM'yi etkileyen faktörlerden tamamının eşit olması beklenemeyeceği için havayolu işletmeleri ve uçaklar arasındaki maliyet karşılaştırmasını doğru bir temele dayandırabilmek de mümkün olamamaktadır. Hatta aynı havayolu işletmesi içinde bile, aynı tip uçakların aynı tip bakım faaliyetlerinden kaynaklanan bakım maliyetleri birbirinden farklı olabilmektedir¹⁹⁶.

ATA bölümlerine göre yapılan dağılımda, her komponentin ve ATA bölümünün maliyeti ATA bölümleri ile kodlanmaktadır. Bu durumda, farklı sistemlerin maliyetleri toplandığında uçağın toplam DBM'si elde edilebilmektedir. Böylece bu dağılım yöntemi, DBM'nin analiz ve kontrol edilmesini kolaylaştırmaktadır. Bakım programlarına göre yapılan dağılım (A ve C bakımı gibi), uçağın toplam DBM'sinin bulunmasına olanak tanımazken sistemlerin ve alt sistem maliyetlerinin % şeklinde hesaplanmaları çeşitli yanlışlıklara neden olabilmektedir¹⁹⁷.

¹⁹⁴ Maple, a.g.e., s.28.

¹⁹⁵ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.6.

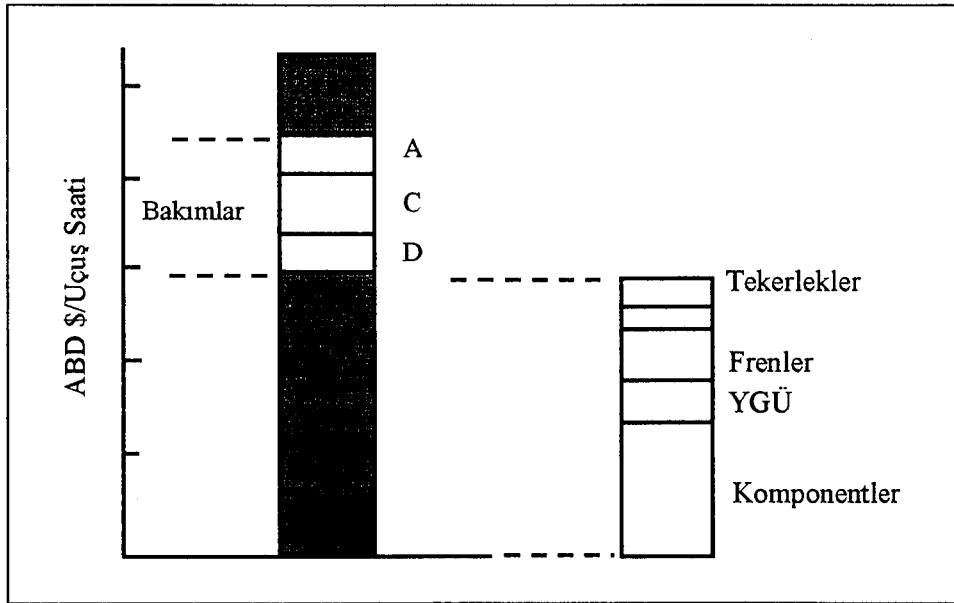
¹⁹⁶ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.1.

¹⁹⁷ Billy Copeland, a.g.e., s.12.

İşgücü ve malzeme giderlerinin miktarını etkileyen bir çok faktör olması nedeniyle, işgücü ve malzeme giderleri hakkında kesin rakamlar verebilmenin güç olduğu düşünülmektedir. Ancak sektörde verilen ortalama ve yaklaşık değerlere göre, DBM'nin %70'ini malzeme %30'unu ise, işgücü giderleri oluşturmaktadır¹⁹⁸. Başka bir veriye göre ise, işgücü ve malzeme giderlerinin oranı yaklaşık olarak birbirine eşit olmaktadır¹⁹⁹.

Şekil-34'de DBM'nin uçak üzerinde ve atölyede yapılan bakım programları arasında nasıl bir dağılıma gösterdiği görülmektedir.

Şekil-34 incelendiğinde, hat bakım maliyetlerinin diğer bakım programlarının maliyetlerine göre küçümsenemeyecek ölçüde büyük olduğu görülmektedir. Hat bakım programlarının uygulanması için gerekli adam-saat miktarının diğer bakım programlarına göre nispeten daha fazla olması nedeniyle, hat bakım maliyetleri DBM içinde önemli bir yere sahip olmaktadır²⁰⁰.



Şekil-34. DBM'nin Farklı Bakım Seviyelerine ve Programlarına Göre Dağılımı

Maple, a.g.e., s.25.

¹⁹⁸ Lianni, a.g.e., s.39.

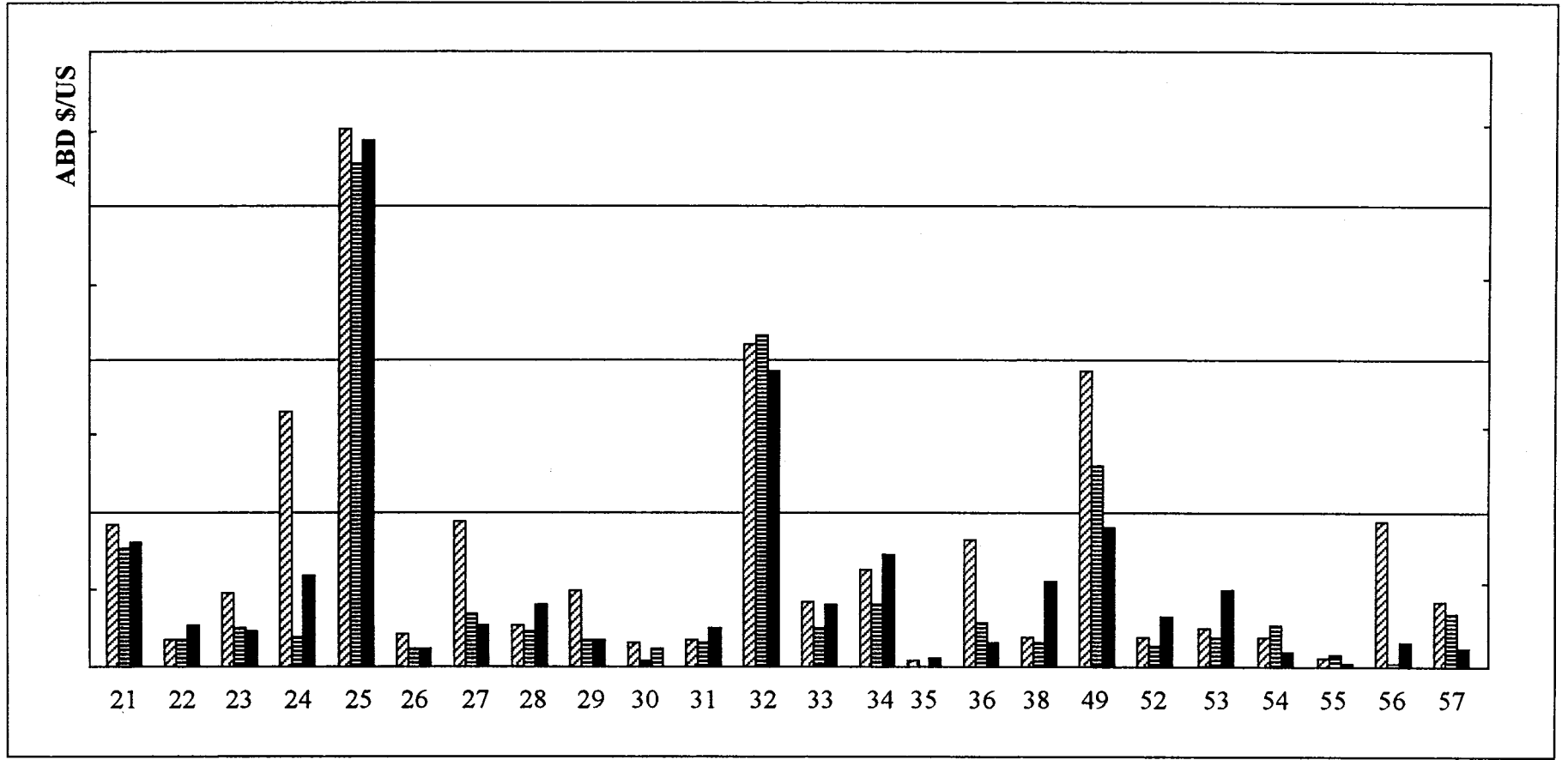
¹⁹⁹ Maple, a.g.e., s.28.

²⁰⁰ Frank Repp ile Bakım maliyetleri konusunda yapılan görüşme (Toulouse 4-11 Nisan 1997).

Şekil-35’de DBM’nin ATA bölümlerine göre dağılımı görülmektedir. Bu veriler Airbus Industrie’ye, bir havayolu işletmesi tarafından, 1991 yılı Ocak ayı ile 1992 yılı Mayıs ayı arasında bildirilen DBM’nin 4 saatlik uçuş uzunluğuna göre düzenlenmiş şeklidir. DBM’nin ATA bölümlerine göre dağılımı havayolu işletmeleri arasında farklılıklar göstereceği bilinmekle birlikte ATA bölümlerinin kendi aralarındaki maliyet dağılımının gerçek verilere göre değerlendirilebilmesi açısından bu örneğin yararlı olacağı düşünülmektedir.

Şekil-35’de uçak gövdesine ve komponentlere ait maliyet verilerine yer verilmiş, motor bakım maliyetleri ise hariç tutulmuştur. Şekil-35’deki verilere göre DBM en yüksek üç sistem kabin ve ekipmanları, iniş takımları ve yardımcı güç ünitesi olarak sıralanmaktadır.

ATA bölümleri dağılımında DBM farklı havayolu işletmeleri ve uçaklara göre değişmektedir. Bununla birlikte elde edilen deneyimler doğrultusunda sektörde oluşan ortak bir kaniya göre DBM yüksek olan ATA bölümleri Tablo-11’de verilmiştir.



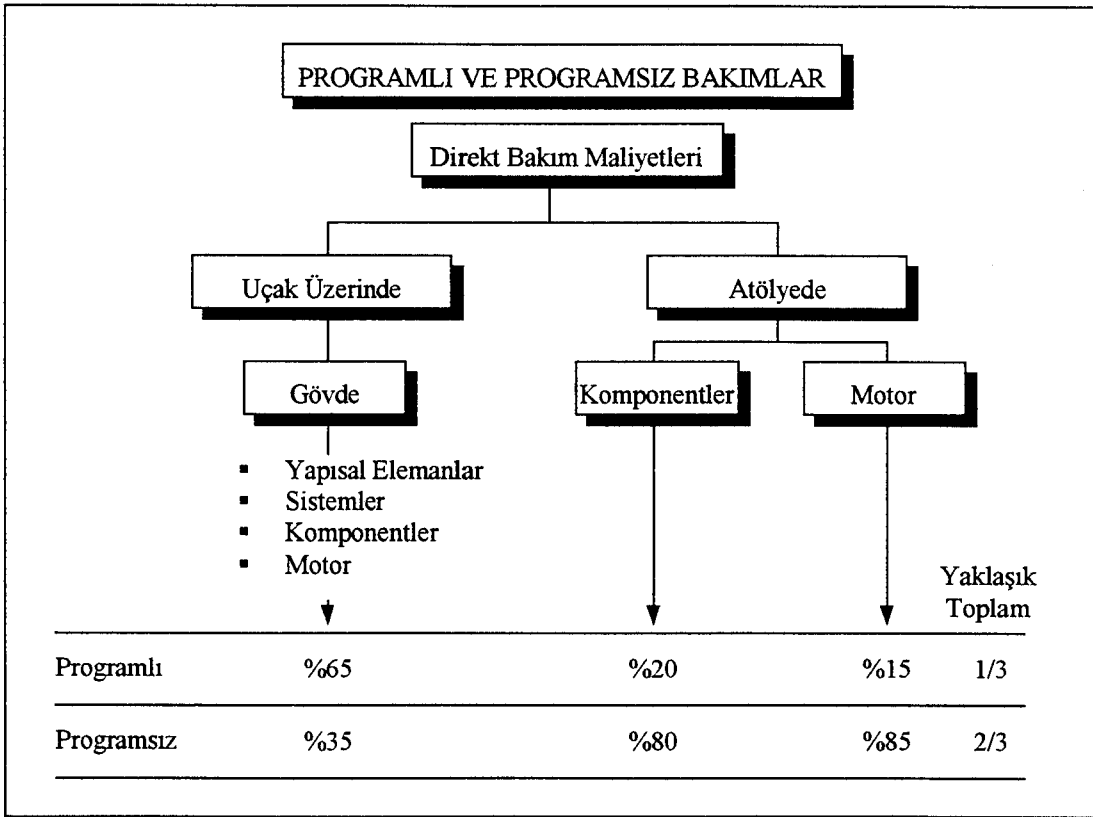
Şekil-35. Farklı 3 Uçak Tipi İçin DBM'nin ATA Bölümlerine Göre Dağılımı

Repp, a.g.e., s.24

Tablo-11. DBM Yüksek ATA Bölümleri

ATA Bölümleri	Sistemler
22+27	Atopilot ve Uçuş Kumandaları
25	Yolcu ve Uçuş Kabini
32	İniş Takımları
34	Seyrüsefer
49	Yardımcı Güç Ünitesi
57	Kanatlar
72	Motorlar
99	Hat bakımı

Repp, a.g.e., s.21.



Şekil-36. Programlı ve Programsız Bakım Faaliyetlerinin DBM Dağılımı

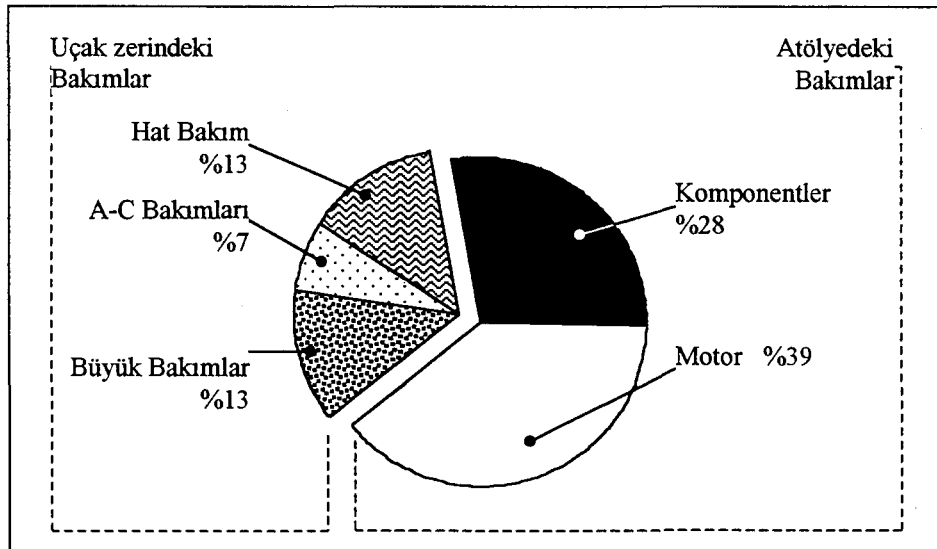
Bayır, a.g.e., s.114.

Şekil-36'da kısa mesafeli uçuşlar yapan geniş gövdeli çift motorlu bir uçak için, yaklaşık olarak DBM'nin dağılımı verilmektedir. Bu şekil, programlı ve programsız bakımların uçak üzerindeki ve atölyedeki DBM'nin uçak gövdesi, komponentler ve motorlar arasında nasıl bir dağılımı olduğunu göstermektedir. Şekil kesin olmayan

yaklaşık maliyet bilgileri vermekle birlikte aşağıda sıralanan çeşitli sonuçların çıkarılması açısından dikkat çekicidir. Bu sonuçları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür;

- Uçak üzerinde yapılan (on-aircraft) bakım faaliyetlerinden kaynaklanan maliyetlerin %65'lik bölümü programlı bakımlardan kaynaklanmaktadır (Hat bakım, A, C ve D bakımları gibi).
- Atölyede yapılan bakım faaliyetleri, motor ve komponentler olmak üzere ikiye ayrılmakta ve komponent bakım maliyetlerinin %80 gibi büyük bir bölümü programsız bakımlardan kaynaklanmaktadır.
- Atölyede yapılan motor bakım maliyetlerinin %85 gibi büyük bir bölümü programsız bakımlardan kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, DBM'nin yaklaşık yarısı gibi önemli bir bölümünü oluşturan motor bakım maliyetlerinin sadece %10'u hat bakım faaliyetlerinden kaynaklanmaktadır²⁰¹.
- DBM'nin 1/3'ünü programlı bakım maliyetleri, 2/3'ünü programsız bakım maliyetleri oluşturmaktadır.

Şekil-37'de ise, DBM'nin tipik bir A 320 uçağı için uçak üzerinde ve atölyede olmak üzere bakım programları, komponent ve motor bakımları arasında nasıl bir dağılıma sahip olduğu görülmektedir.

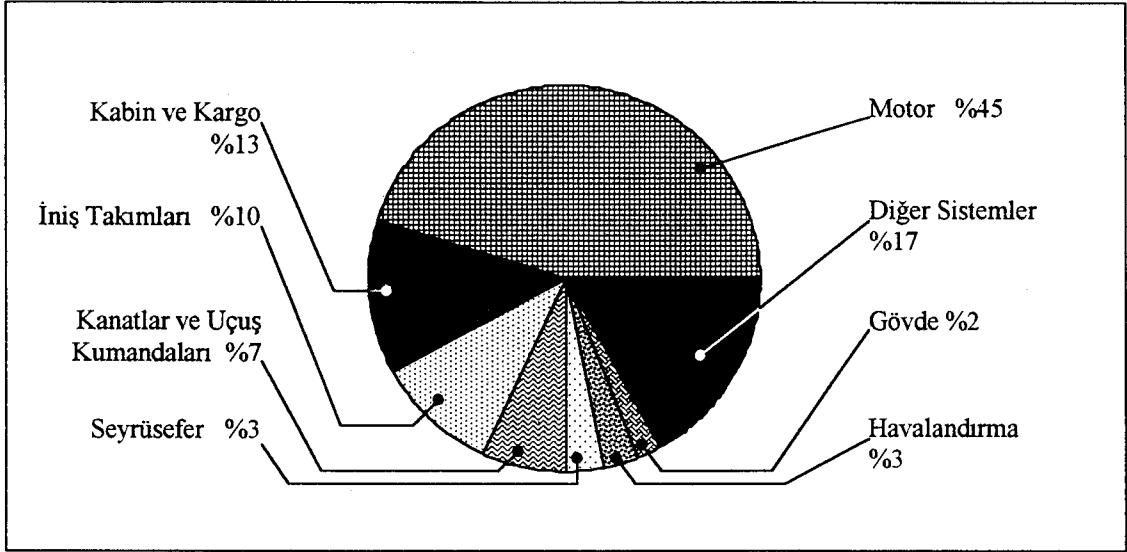


Şekil-37. A 320 Uçağı İçin DBM'nin Dağılımı

Repp, a.g.e., s.7.

²⁰¹ Cook, a.g.e., s.6.

Şekil-38’de Üretici firma Airbus Industrie tarafından verilen bilgilere göre, A330 ve A340 uçakları DBM’lerinin uçak sistemleri arasında nasıl dağıldığı görülmektedir.



Şekil-38. A330 ve A340 Uçaklarını DBM Dağılımı

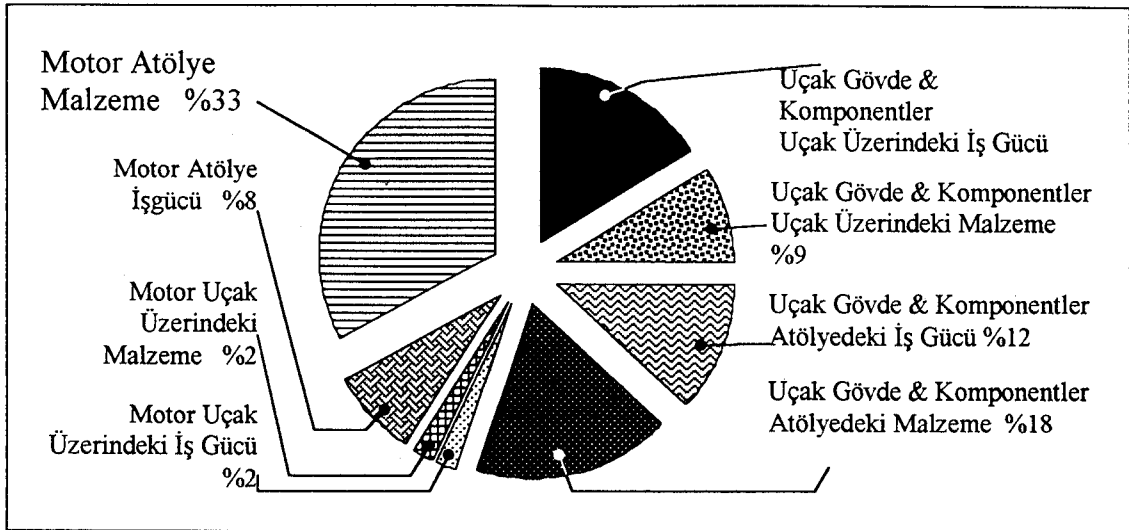
Repp, a.g.e., s.8.

DBM bir çok faktörün etkisi altında bulunmaktadır. Bu faktörler arasında; işgücü etkinliği, ortalama uçuş uzunluğu ve işgücü ücretleri en önemli olanlarıdır. Dolayısıyla bu faktörlerden herhangi birisi ya da birileri değiştiği zaman, DBM’nin dağılımı da değişecektir. Bu değişimin nasıl gerçekleştiğini göstermek için işgücü etkinliği, yıllık kullanım miktarı, ortalama uçuş uzunluğu ve işgücü ücretlerinin değiştirilerek verildiği, A300B4 tipi uçak için DBM’nin dağılımı, Şekil-39, 40 ve 41’de verilmiştir.

Şekil-39’daki DBM’nin dağılımı standart kabuller altında yapılmıştır. Standart kabul parametreleri aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır²⁰²,

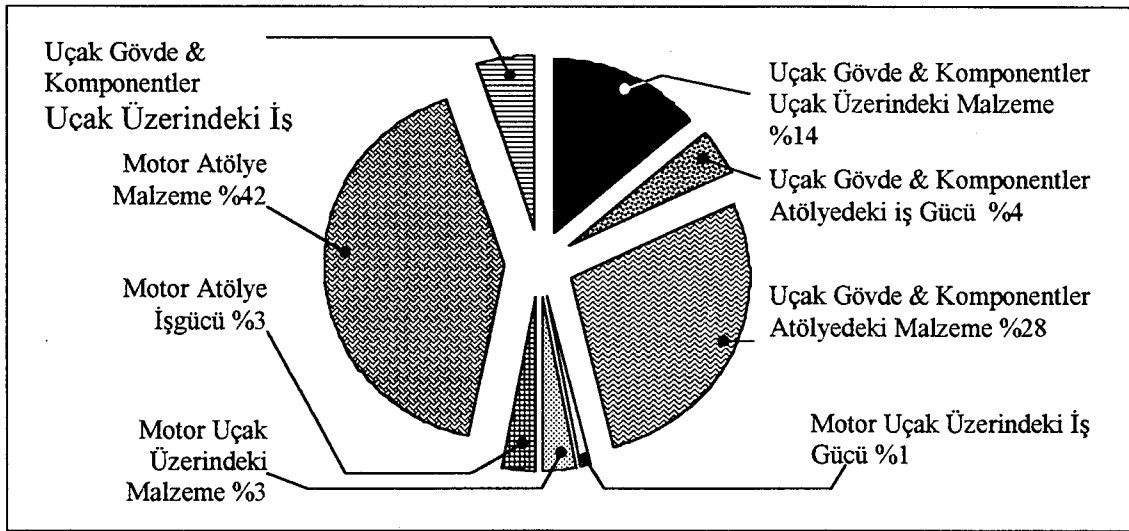
- Yıllık kullanım miktarı 3000 US
- İşgücü verimliliği %75
- 1988 yılı ekonomik koşulları
- Ortalama uçuş uzunluğu 1 US
- İşgücü ücretleri 25 ABD\$/adam-saat

²⁰² Airbus Industrie, Direct Maintenance Costs: Art or Science, a.g.e., s.6.



Şekil-39. DBM'nin Standart Kabullere Göre Dağılımı

Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.6.

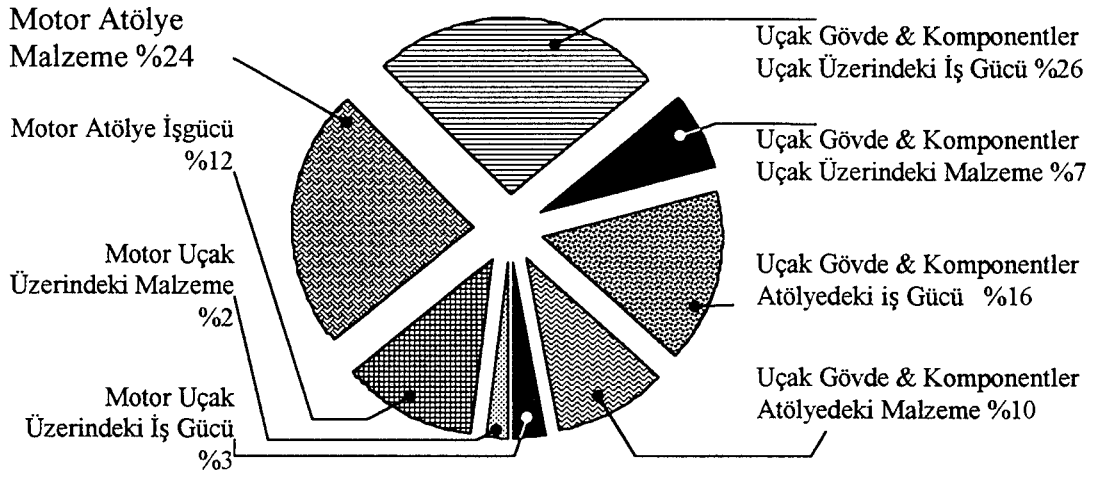


Şekil-40. DBM'nin Farklı Parametrelere Göre Dağılımı

Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.6.

Şekil-40'daki DBM'nin dağılımı için geçerli parametreler aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır;

- Yıllık kullanım miktarı 3300 US
- İşgücü verimliliği %33
- Ortalama uçuş uzunluğu 1 US
- İşgücü ücretleri 2 ABD\$/adam-saat



Şekil-41. DBM'nin Farklı Parametrelere Göre Dağılımı

Airbus Industrie, **Direct Maintenance Costs: Art or Science, a.g.e.**, s.6.

Şekil-41'deki DBM'nin dağılımı için geçerli parametreler aşağıdaki biçimde sıralanmaktadır;

- Yıllık kullanım miktarı 2500 US
- İşgücü verimliliği %75
- Ortalama uçuş uzunluğu 3 US
- İşgücü ücretleri 40 ABD\$/adam-saat

4. Direkt Bakım Maliyetlerinin Hesaplanması

4.1. Genel Açıklama

DBM'nin belirlenmesi için kullanılan bir çok yöntem bulunmaktadır. Bununla birlikte, DBM'ni etkileyen ve çok değişken bir yapı içinde olan bir çok faktörün etkili olması nedeniyle, sektörde herhangi bir uçak tipi için kullanılabilen ortak bir yöntem bulunmamaktadır²⁰³. Avrupa Uzay ve Havacılık Malzeme Üreticileri Birliği (AECMA) tarafından yapılan araştırmalara göre, bu yöntemler birbirinden oldukça farklı sonuçlar verebilmektedirler. Yine AECMA'ya göre uçağın proje aşamasında ve dizayn aşamasında kullanılan yöntemlerin doğruluk derecesi, kullanımda olduğu dönemdeki yöntemlerin doğruluk derecesine göre daha az olmaktadır²⁰⁴.

Tüm dünyada ortak olarak kullanılan tek bir hesaplama yöntemi bulunmadığı için havayolu işletmeleri DBM'ni hesaplarken genellikle kendi yöntemlerini kullanmaktadırlar²⁰⁵. Bununla birlikte ABD'de havayolu işletmeleri, Ulaştırma Bakanlığına (Departement of Transportation) bağlı Havacılık Enformasyon Bürosuna bakım maliyetlerini belirlenen kurallar dahilinde bildirmektedirler²⁰⁶. Sektörde kullanılan diğer bir yöntem ise, IATA tarafından 1959 yılında geliştirilen ve sadece bakım maliyetlerini diğer havayolu işletmeleri ile paylaşmak isteyen IATA üyesi işletmeler tarafından kullanılabilen yöntemdir²⁰⁷. Bunların yanı sıra, üreticilerin kendi uçakları için geliştirdikleri yöntemler de bulunmaktadır²⁰⁸. Ancak ABD Ulaştırma Bakanlığı ile IATA'nın kullandığı yöntemler arasında bile, maliyet verilerinin karşılaştırılamayacağı kadar önemli farklılıklar bulunduğu belirtilmektedir²⁰⁹.

Bu çalışmada; temel bir DBM hesaplama yöntemine, IATA'nın kullandığı yöntemdeki bakım maliyetlerinin ayarlanması tekniklerine, ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın kullandığı yöntem, IATA ve ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın kullandığı yöntemler arasındaki farklara ve uçak üreticisi olan Airbus Industrie'nin kullanıcılar

²⁰³ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.19.

²⁰⁴ AECMA, a.g.e., s.3-4.

²⁰⁵ Aynı, s.4.

²⁰⁶ Friend, a.g.e., s.33.

²⁰⁷ IATA, *Production Planning and Control Handbook*, a.g.e., s.12_1.

²⁰⁸ Airbus Industrie, *Direct Maintenance Costs: Art or Science*, a.g.e., s.19.

²⁰⁹ Maple, a.g.e., s.46.

tarafından kendisine bildirilen veriler ışığı altında DBM'yi nasıl hesapladıklarına yer verilecektir.

4.2. Temel Hesaplama Yöntemi

DBM, uçak üzerinde ve atölyede yapılan bakım faaliyetleri olmak üzere iki gruba ayrılması nedeniyle DBM'nin hesaplanması da iki aşamada yapılmaktadır. Bu aşamalar ise;

- 1- Uçak üzerinde yapılan bakım faaliyet giderlerinin hesaplanması ve
- 2- Atölyede yapılan bakım faaliyet giderlerinin hesaplanması.

4.2.1. Uçak Üzerindeki DBM'nin Hesaplanması

Uçak üzerindeki DBM'nin hesaplanması aşağıda verilen işlem sırasına göre yapılmaktadır²¹⁰;

- Adım 1: Programlı bakımların uygulanması için harcanan adam-saatler bulunur. Programlı bakımların uygulanması için teknisyenlerin bakım işlerini nasıl yapmaları gerektiğini gösteren bakım kartları kullanılmaktadır. Bu kartın arkasında bulunan ve ilgili bakım işinin tamamlanması için ne kadar süre harcadığını gösteren bölüm, iş tamamlandığında teknisyenler tarafından doldurulmaktadır. Söz konusu programlı bakım bittiğinde, bu kartlara işlenen süreler toplanarak harcanan toplam adam-saat miktarı bulunmuş olacaktır.
- Adım 2: Programsız bakımlardan kaynaklanan adam-saat miktarı bulunmaktadır. Programlı bakım faaliyetleri uygulanırken ortaya çıkan arıza ve hasarların giderilmesi için harcanan işgücü miktarıdır.
- Adım 3: Tadilatlara harcanan işgücü miktarı bulunmaktadır. Uçuşa elverişlilik yönergelerinin, servis bültenlerinin ve servis bilgilendirme mektuplarının uygulanması sırasında harcanan işgücü miktarının bulunmasıdır.

²¹⁰ Müjde Koçer, "Bakım ve Onarımda Maliyet, Bakım Giderleri Tahmini ve Organizasyonu", İTÜ, yayınlanmamış ders notları (1997), s.6-7.

- Adım 4: DBM'nin hesaplandığı dönem boyunca harcanan toplam işgücü miktarı bulunmaktadır. Programlı, programsız bakımlardan ve tadilat faaliyetlerinden kaynaklanan işgücü miktarının toplanması sonucunda elde edilmektedir.
- Adım 5: DBM'nin hesaplandığı döneme ait işgücü maliyeti bulunur. Bu dönemde harcanan toplam işgücü miktarı ile birim işgücü ücreti çarpılarak bulunmaktadır.
- Adım 6: Toplam malzeme maliyeti bulunur. DBM'nin hesaplandığı dönemde kullanılan malzemelerin toplam değeridir.
- Uçak üzerindeki DBM bulunur. Adım 5 ile adım 6'da elde edilen işçilik ve malzeme maliyetlerinin toplamı sonucu elde edilmektedir.

DBM'nin hesaplanması için kullanılan yöntem her uçak ve programlı bakım için ayrı ayrı kullanılabilir. Bu işlemlerin sonunda bir yıllık DBM elde edilmiş olacaktır.

DBM uçak bazında izlenmek isteniyorsa Tablo-12'ye benzer tablolar oluşturulabilmektedir.

Tablo-12. Uçak Tipi Bazında DBM Hesaplama Çizelgesi

Uçak Tipi: XXX

	Programlı Bakım A/S	Programsız Bakım A/S	Tadilat A/S	Toplam A/S	Malzeme	A/S Maliyeti	Malzeme Maliyeti	Toplam DBM
Hat Bakım								
A Bakımı								
C Bakımı								
D Bakımı								

Koçer, a.g.e., s.7.

4.2.2. Atölyede Yapılan Bakım Faaliyetlerinin Hesaplanması

Atölyede yapılan bakım faaliyet DBM'lerinin hesaplanması aşağıda verilen işlem sırasına göre yapılmaktadır²¹¹.

- Adım 1: Atölyede komponentler için harcanan programsız bakım faaliyetlerinden kaynaklanan adam-saat olarak işgücü miktarı bulunur.

²¹¹ Koçer, a.g.e., s.7-8.

- Adım 2: Atölyede komponentler için harcanan programlı bakım faaliyetlerinden kaynaklanan adam-saat olarak işgücü miktarı bulunur.
- Adım 3: Atölyede komponentler için harcanan toplam işgücü miktarı ve maliyeti bulunur.
- Adım 4: Komponent üzerindeki programlı ve programsız bakım faaliyetleri sırasında kullanılan malzeme maliyeti bulunur.
- Adım 5: Komponenti kullanımdan çekme maliyeti bulunur. DBM'nin hesaplandığı dönemde bazı komponentler tamir edilemeyecek duruma geldiğinde atılarak (scrap) yerine yenilerinin satın alınması gerekmektedir. Bu durumda oluşan maliyet kullanımdan çekilen komponentlerin toplam satın alım maliyetinden oluşmaktadır.
- Adım 6: Atölyede komponentler bazındaki toplam DBM bulunur.

Bu adımlar her komponent için ayrı ayrı tekrarlanarak atölyedeki bir yıllık toplam DBM elde edilmektedir. Bir yıllık süre içinde, tek bir komponentin bir uçuş saati başına DBM'nin nasıl hesaplanacağını daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla aşağıdaki örneğe yer verilmiştir.

Komponent:		Isı Karıştırıcısı (Heat Exchanger)	
Uçaktaki Adet:		2	
Birim Satış Fiyatı:		26,297 ABD \$	
Bir Yıllık Uçuş Saati:		35088 Saat	
Kal Sayısı:		1	
1 Saatlik İşçilik Ücreti :		25 ABD \$	
Söküm Sayısı	Söküm Sebebi	Harcanan Toplam A/S	Malzeme Gideri
16	Programlı Bakım (Revizyon)	248	1950,60
1	Programsız Bakım	2	0,00

$$\text{Uçuş Saat Maliyeti} = \frac{(248 + 2) \times 25 + 1950,60 + 26,297}{2 \times 35088} = 0,49 \text{ ABD\$/US}$$

Motor bakım maliyetleri aynı yöntem izlenerek uçak üzerinde ve atölyedeki DBM olarak hesaplanmaktadır. DBM'nin hesaplandığı dönemdeki toplam DBM; uçak üzerindeki DBM, atölyedeki toplam DBM ve motor DBM toplamından oluşmaktadır.

4.3. IATA Üretim Performans Ölçümü (IATA/PPM)

Bir havayolu işletmesinin teknik bölümü, işletmenin en karmaşık ve büyük bölümlerinden birisi durumundadır. Teknik bölüm faaliyetlerinin imalat endüstrisi ile bir çok konuda benzerlikler göstermesi performans ölçümünün aynı şekilde yapılabilmesine olanak tanımaktadır²¹².

IATA'nın 1958 yılında yaptığı bir araştırma sonucunda, havayolu işletmelerinin kullandığı üretim performans ölçüm tekniklerinin yetersiz olduğu, performansın ve maliyetlerin karşılaştırılmasında kullanılabilecek ortak bir yöntemin ise olmadığı saptanmıştır. Bu nedenle, bazı havayolu işletmelerinin üretim performanslarını başka işletmelerle karşılaştırmaları başarısızlıkla sonuçlanmıştır. IATA'ya ve sektörde oluşan ortak düşünceye göre, bakım kavramlarının, kullanılan tanımlamaların ve verilerin birbirinden son derece farklı olması bu durumun en önemli nedenidir²¹³.

IATA, sektördeki bu belirsizlikleri ortadan kaldırmak ve bakım maliyetlerinin eşit şartlar altında karşılaştırılabilmesini sağlamak amacıyla, ayrıntılı bir soru formu hazırlamıştır. Bu soru formu, performans göstergelerini ve bakım maliyetlerini diğer havayolu işletmeleri ile paylaşmak ve karşılaştırmak isteyen IATA üyesi işletmeler tarafından her yıl doldurularak IATA'ya gönderilmektedir²¹⁴. Söz konusu soru formu, havayolu işletmelerine teknik bölüm performanslarını ve bakım maliyetlerini analiz edebilme ve yönetebilme imkanı tanımaktadır²¹⁵.

Üretim performans analizinin amaçlarını aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür²¹⁶,

- Verimliliğin işletme içinde farklı zaman dilimlerinde karşılaştırılması,
- Verimliliğin işletme içinde aynı zaman dilimlerinde karşılaştırılması,
- Verimliliğin havayolu işletmeleri arasında farklı zaman dilimlerinde karşılaştırılması,
- Verimliliğin havayolu işletmeleri arasında aynı zaman dilimlerinde karşılaştırılması.

²¹² IATA, Production Planning and Control Handbook, a.g.e., s.12_1.

²¹³ Maple, a.g.e., s.4.

²¹⁴ IATA, Production Planning and Control Handbook, a.g.e., s.12_1-2.

²¹⁵ Maple, a.g.e., s.4.

²¹⁶ IATA, Production Planning and Control Handbook, a.g.e., s.12_2. ; Maple, a.g.e., s.6.

IATA'nın performans ölçüm çalışma grubu içinde uçak üretici firmalardan Airbus ve Boeing, motor üreticilerinden ise CFMI ve Pratt & Whitney de bulunmaktadır. Böylece, bakım maliyetleri kullanıcılar ve üreticiler ile birlikte incelenerek doğru sonuçların alınması amaçlanmaktadır²¹⁷. Bununla birlikte, DBM'yi etkileyen çok sayıda değişken faktör bulunması ve uluslar arası alanda bu faktörlerin daha değişken bir yapı içinde olması nedeniyle, %100 etkin bir karşılaştırma yöntemi geliştirilmesinin mümkün olamayacağı belirtilmektedir²¹⁸. Ancak, IATA Üretim Performans Ölçüm Çalışma Grubunun bakım maliyetleriyle ilgili veri tabanının dünyanın en büyük veri tabanı olduğu belirtilmektedir. Ayrıca havayolu işletmeleri ile uçak ve motor üreticilerini, uçak bakım maliyetlerine gerekli tüm standartları getirmek, bakım maliyet verilerinin kalitesini artırmak, analiz etmek ve verileri kullanmak amacıyla bir araya getiren başka bir kuruluş olmadığı tüm sektör tarafından kabul edilmektedir²¹⁹.

Bakım maliyetlerinin ve verimliliğin artırılabilmesi amacıyla kullanılan verilerin aynı şartlar altında elde edilmesi ya da aynı şartlara uyarlanması gerekmektedir. Aynı şartlara uyarlama yapılmadığında, bakım maliyet ve üretim performans değerlerinin analiz ve karşılaştırma sonuçlarının havayolu işletmelerini yanlış kararlar almaya yönelebileceği belirtilmektedir. Bu nedenle, Üretim Performans Ölçüm Çalışma Grubu elde ettiği verileri eşit şartlar altında değerlendirebilmek amacıyla çeşitli ayarlamalar yapmaktadır²²⁰. Bu ayarlamalar aşağıdaki biçimde sıralanabilir²²¹,

1- Uçak gövde bakım maliyetlerinin ayarlanması:

- ortak işgücü maliyetlerinin bulunması
- ortak malzeme maliyetlerinin bulunması

2- Motor bakım maliyetlerinin ayarlanması:

- ortak işgücü maliyetlerinin bulunması

3- Dışarıya yaptırılan bakım maliyetlerinin ayarlanması:

- ortak uçak gövde bakım maliyetlerinin bulunması

²¹⁷ Arnljot Corneliusen ve Braathens Safe, "Production Performance Measurement Overview" The IATA Aircraft Maintenance Seminar & Exhibition: Expanding The Horizons Seminerinde sunulan bildiri (London, England: 7-9 Haziran 1994), s.278.

²¹⁸ Maple, a.g.e., s.6.

²¹⁹ Arnljot Corneliusen ve Braathens Safe, a.g.e., s.279.

²²⁰ IATA, a.g.e., s.12_3.

²²¹ Maple, a.g.e., s.40-42.

- işgücü maliyetleri
- malzeme maliyetleri
- ortak motor bakım maliyetlerinin bulunması
- düşük by-pass basınç oranlı motor bakım maliyetleri
 - işgücü maliyetleri
 - malzeme maliyetleri
- yüksek by-pass basınç oranlı motor bakım maliyetleri
 - işgücü maliyetleri
 - malzeme maliyetleri
- yönetim giderlerinin ve eklenen kar paylarının bildirilen DBM'nden düşülmesi

4- Bakım maliyetlerinin olgunluk evresine göre ayarlanması.

Rapor edilen bakım maliyet bilgilerinin ayarlanmasındaki ilk adım, farklı uçak tipleri için üzerinde fikir birliğine ulaşılmış ortak uçuş uzunluklarının belirlenmesidir. Örneğin bu rakam B747 için 4,7 saat iken B737 için 1,3 saat olabilir²²². IATA'ya bildirilen bakım maliyetlerinin nasıl ayarlandığı aşağıda, basamaklar halinde açıklanmıştır²²³;

1- Uçak Gövde Bakım Maliyetlerinin Ayarlanması

Ortalama uçuş uzunluğu DBM'ni etkileyen önemli bir faktör olması nedeniyle, farklı uçuş uzunluklarında (saat olarak) ortaya çıkan maliyet verilerinin ortak işgücü ve malzeme giderlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Farklı uçuş zamanlarına göre elde edilmiş bakım maliyet giderleri, aşağıdaki formüller kullanılarak, ortak giderlere dönüştürülmektedir.

$$\text{Ortalama İşgücü Maliyetleri} = \text{Gerçek Maliyetler} \times \frac{0.54/O_{uu} + 0.46}{0.54/G_{uu} + 0.46}$$

$$\text{Ortalama Malzeme Maliyetleri} = \text{Gerçek Malzeme Maliyetleri} \times \frac{0.65/O_{uu} + 0.35}{0.65/G_{uu} + 0.35}$$

²²² Maple, a.g.e., s.39.

²²³ Maple, a.g.e., s.40-45 ; Airbus Industrie, a.g.e., s.23

Yukarıdaki formülde kullanılan 0,54 0,46 0,65 0,35 katsayıları yapılan araştırmalar sonucunda elde edilmişlerdir.

2- Motor Bakım Maliyetlerinin Ayarlanması

Farklı uçuş uzunluklarında (saat olarak) ortaya çıkan motor bakım maliyet verilerinin, ortak işgücü maliyetlerine dönüştürülmesi gerekmektedir. Bu dönüşüm işlemi aşağıda verilen formüle göre yapılmaktadır.

$$\text{Ortalama İşgücü Maliyetleri} = \text{Gerçek İşgücü Maliyetleri} \times \frac{0.42/O_{uu} + 0.78}{0.42/G_{uu} + 0.78}$$

Bu formül hem düşük by-pass oranlı (LBPR) hem de yüksek by-pass oranlı (HBPR) motorlar için geçerlidir.

3- Dışarıya yaptırılan bakım maliyetlerinin ayarlanması

Dışarıya yaptırılan bakım faaliyetlerinin maliyeti, havayolu işletmelerine, ortak uçuş uzunluğuna göre ayarlanmadan verilmektedir. Bu durumda, gerekli ayarlamaların yapılabilmesi amacıyla hem motor hem de gövde için X ve Y gibi ayarlama faktörleri kullanılmakta ve aşağıda verilen formüllere göre hesaplanmaktadır.

$$X = a_1 G_{ig} + a_2 G_m$$

$$Y = b_1 M_{ig} + b_2 M_m$$

$$G_{ig} = \text{Gövde İş Gücü} \quad G_m = \text{Gövde Malzeme}$$

$$M_{ig} = \text{Motor İş Gücü} \quad M_m = \text{Motor Malzeme}$$

$$\text{Ortak Gövde Bakım Maliyetleri} = \text{Bildirilen Gövde Bakım Maliyetleri} \times X$$

$$\text{Ortak Motor Bakım Maliyetleri} = \text{Bildirilen Motor Bakım Maliyetleri} \times Y$$

Formülde a₁, a₂ ve b₁, b₂ gibi iki katsayı kullanılmaktadır. Yukarıdaki formüller kullanılarak Ortalama Motor ve Gövde Bakım maliyetleri bulunduğundan sonra, ortak uçuş uzunluğu açısından yeni bir ayarlama yapılarak motor ve gövde bakım maliyetleri kullanılabilecek hale getirilmektedir.

Dış bakım kuruluşu tarafından yapılan bakımın maliyetlerine eklenen kar payının ve genel giderlerin, bildirilen maliyetlerin içinden çıkarılması gerekmektedir. Bakım kuruluşu tarafından bildirilen bakım maliyetleri, Tablo-13'de verilen oranlarda

azaltılmaktadır. Verilen azaltma oranları, 1980’li yıllarda ABD’nin büyük havayolu işletmeleri arasında yapılan araştırmalar sonucunda elde edilmiştir.

Tablo-13. Dışarıya Yaptırılan Bakımın Maliyetlerinin Düşürülme Oranları

	Azaltma Oranı (% Olarak)	Azaltılmış Bakım Maliyetleri İçinde İşgücünün Oranı (% Olarak)	Azaltılmış Bakım Maliyetleri İçinde Malzeme Oranı (% Olarak)
Uçak Gövde ve Komponentler	45	50	50
Yüksek By-Pass Basınç Oranlı Motorlar (HBPR)	35	25	75
Düşük By-Pass Basınç Oranlı Motorlar (LBPR)	40	35	65

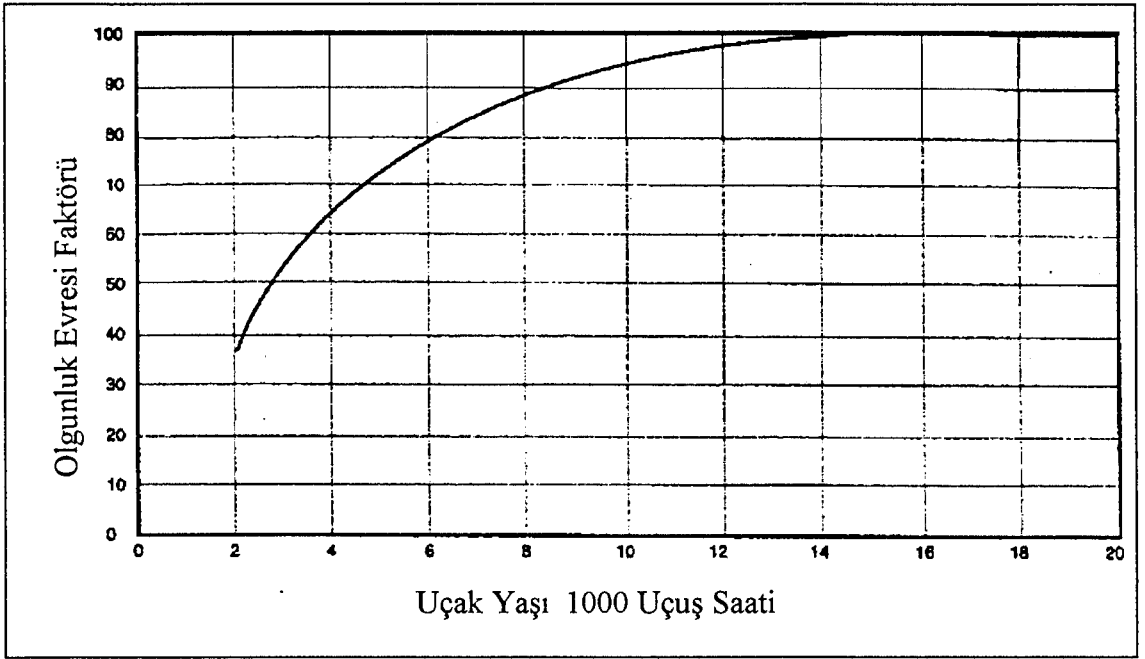
Maple, a.g.e., s.41-42.’den uyarlandı.

4- Bakım maliyetlerinin olgunluk evresine göre ayarlanması

Uçağın kullanıma girdikten sonra başlangıç ve yaşlılık evresinde DBM’nin değişken bir yapı içinde olması, bu dönemlere ait bakım maliyetlerinin analizini ve karşılaştırılmasını güçleştirmektedir. Bu nedenle, DBM’nin analizi ve karşılaştırılması maliyetlerin sabit olduğu evrede, yani olgunlaşma evresinde yapılmaktadır.

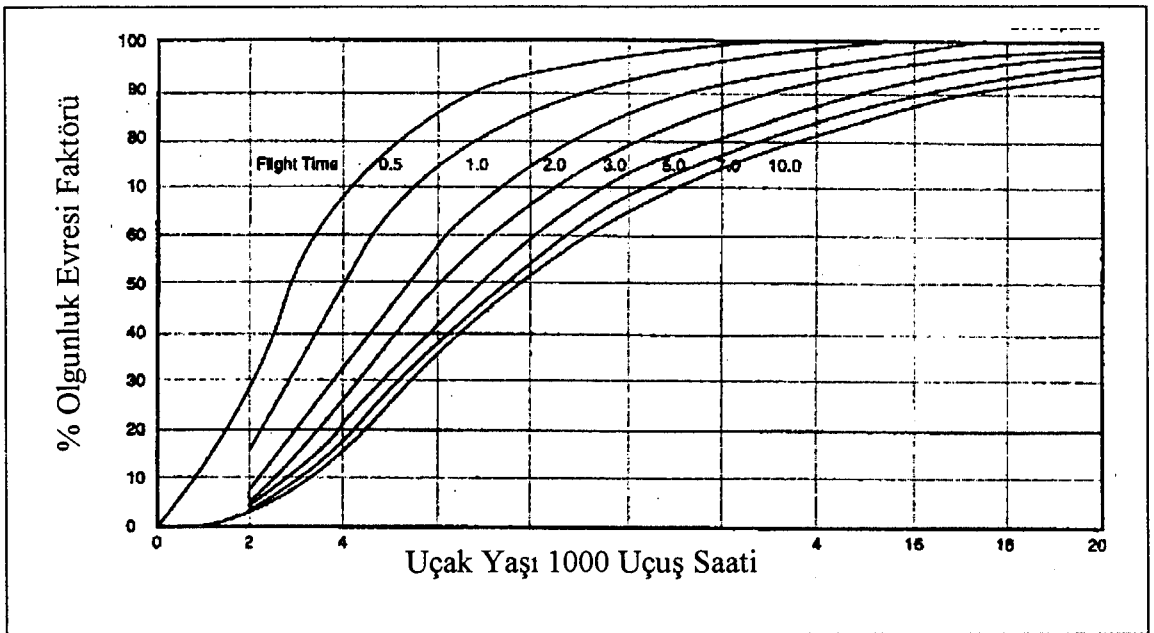
Ortak uçuş uzunluğunun ve dışarıya yaptırılan bakım maliyetinin ayarlanmasından sonraki adım, DBM’nin olgunluk evresine göre ayarlanmasıdır. IATA’ya bildirilen uçak gövde ve komponent bakım maliyetleri Şekil-42’de, motor bakım maliyetleri ise, Şekil-43 ve Şekil-44’den yararlanılarak bulunan faktörler sayesinde ayarlanmaktadır. Bu ayarlamaların işlem sırasını aşağıdaki biçimde vermek mümkündür;

- DBM’nin hesaplandığı andaki uçağın ya da motorun toplam uçuş saati bulunur.
- Uçuş saatine karşılık gelen değerden eğriye dik çıkılır. Eğriyi kestiği noktadan yatay eksene dik çıkılarak olgunlaşma faktörü bulunur.
- Bildirilen maliyetler olgunlaşma faktörüne bölünür.



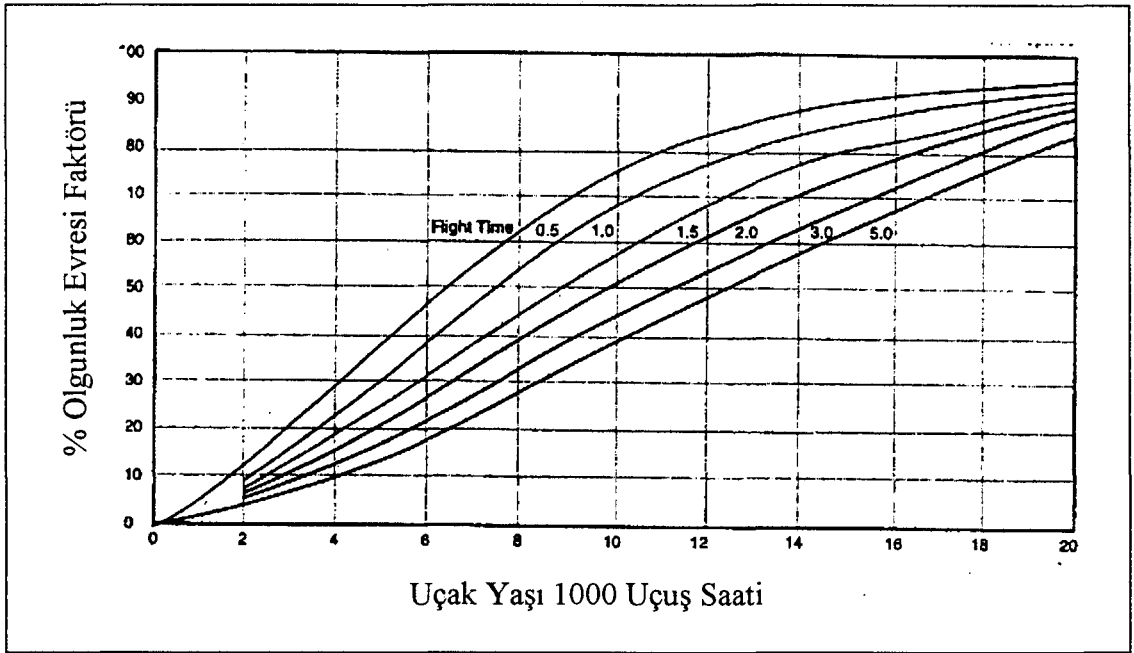
Şekil-42. Uçak Gövde ve Komponent Olgunlaşma Faktörü Eğrisi

Maple, a.g.e., s.43.



Şekil-43. Yüksek By-Pass Oranlı Motor Olgunlaşma Faktörü Eğrisi

Maple, a.g.e., s.44.



Şekil-44. Düşük By-Pass Oranlı Motor Olgunlaşma Faktörü Eğrisi

Maple, a.g.e., s.44.

Örneğin olgunlaşma faktörü %100 olduğunda, bildirilen DBM 1 sayısına bölünecek ve bildirilen DBM aynen alınmış olacaktır. Çünkü olgunlaşma faktörünün %100 olması, uçağın olgunlaşma evresine girecek kadar uçuş yapmış olduğunu göstermektedir. Eğer uçak olgunlaşma evresinin altında ise, örneğin faktör %50 ise, bildirilen DBM 0,5 sayısına bölüneceği için ayarlanmış DBM bildirilen DBM'nin iki katı kadar fazla olacaktır. Çünkü uçak henüz olgunlaşma evresine girmemiş ve bildirilen DBM olgunlaşma evresindeki bir uçağın DBM'sine göre düşük kalmıştır. Olgunlaşma faktörü uygulandıktan sonra, DBM ayarlanarak analize hazır hale getirilmiş olmaktadır.

Motor bakım maliyetlerinin ayarlanmasında dikkat edilmesi gereken önemli bir nokta bulunmaktadır. Motor bakım maliyetleri hem gerçekleşen uçuş sayısından hem de uçuş saatinden etkilendiği için, Şekil-43 ve Şekil-44'de görüldüğü gibi, farklı ortalama uçuş uzunlukları için farklı eğriler verilmiştir. Bu durumda olgunlaşma faktörü, aynı zamanda hem farklı ortalama uçuş uzunluklarına hem de farklı uçuş saatine göre değişik bir değer alacaktır.

4.4. ABD Ulaştırma Bakanlığı'nın DBM Hesaplama Yöntemi (DOT Form41)

Bu yöntem alt sistemlerin ve komponentlerin bakım maliyetlerini içermemekte ve sadece ABD'deki havayolu işletmeleri tarafından kullanılmaktadır. Havayolu işletmeleri, bakım maliyetlerini üç aylık dönemlerde Form 41 adlı formu doldurarak Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı Havacılık Enformasyon Bürosu'na bildirmektedirler²²⁴.

Bu yöntemde, DBM'nin hesaplanması için kullanılan veriler aşağıda sıralanmıştır²²⁵;

- Havayolu işletmesinin kodu,
- Uçak ve motor tipi,
- Filodaki toplam uçak sayısı,
- Ticari amaçlarla yapılan toplam uçuş saati ve sayısı,
- Uçak gövde işgücü giderleri,
- Uçak gövde malzeme giderleri,
- Dışarıya yaptırılan uçak gövde bakımının giderleri,
- Motor işgücü giderleri,
- Motor malzeme giderleri,
- Dışarıya yaptırılan uçak motor bakımının giderleri.

DOT, IATA Üretim Performans Ölçüm Çalışma Grubunun yaptığı gibi, DBM'nin havayolu işletmeleri ve farklı uçak tipleri arasında karşılaştırılabilmesi amacıyla, kendisine bildirilen DBM verilerine aşağıda sıralanan ayarlama işlemlerini uygulamaktadır²²⁶;

- Dışarıya yaptırılan bakımın maliyetinin ayarlanması,
- Olgunluk evresi faktörünün uygulanması,
- Ortak uçuş uzunluğu ayarlamasının yapılması,

²²⁴ Friends, a.g.e., s.33. ; Copeland, a.g.e., s.15.

²²⁵ Copeland, a.g.e., s.16.

²²⁶ Aynı, s.19.

- Genel giderlerin düşülmesi,
- Enflasyon etkisinin ortadan kaldırılması,
- Uçak ve motor tipine göre DBM'nin özelleştirilmesi.

DBM'nin belirlenmesinde en doğru sonuçları verecek yöntemlerin, uçakların hizmette oldukları süre içinde elde edilen verileri kullanan yöntemler olduğu belirtilmektedir. IATA ve DOT yöntemleri, uçakların kullanılmaları sonucunda elde edilen verilerden yararlanarak uçuş saati başına düşen DBM'ni hesaplamaktadırlar. Bu iki yöntemin, sektörde kullanım alanlarının daha geniş olduğu da dikkate alındığında, özelliklerinin ve aralarındaki farkların daha iyi ortaya konabilmesi açısından karşılaştırılmalarının yararlı olacağı düşünülmektedir. Tablo-14 her iki yöntemin özelliklerini ve aralarındaki farkları özetlemektedir.

Tablo-14. IATA ve DOT DBM Hesaplama Yöntemlerinin Özellikleri ve Aralarındaki Farklar

IATA ÜPÖ Yöntemi (IATA/PPM Methode)	DOT Form 41 Yöntemi
-Hat bakım maliyetleri hesaplamaaya dahil edilmiyor. -Tadilat maliyetleri ayrı ayrı hesaplanıyor ancak bunlara ayarlama işlemi uygulanmıyor. -Komponent maliyetleri ayrı ayrı hesaplanıyor. -Farklı ülkelerden bir çok havayolu işletmesinin verileri toplanıyor. -İşgücü yönetimi ülkelerin kanunlarındaki ve kültürlerindeki farklılıklardan dolayı benzer değil. -Bakım maliyetleri tüm ayrıntılarıyla çok açık bir şekilde hazırlanmış soru formu ile alınıyor. -Kur farklarında meydana gelen değişiklikler yöntemin doğru sonuçlar vermesini engelleyebiliyor.	-Hat bakım maliyetleri hesaplamaaya dahil ediliyor. -Tadilat maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıyor ancak toplamaları DBM'ne dahil ediliyor. -Komponent maliyetleri ayrı ayrı hesaplanmıyor ancak uçak gövde bakım maliyetlerine dahil ediliyor. -ABD'deki tüm havayolu işletmelerinden veri toplanıyor. -İşgücü yönetiminde farklılık bulunmuyor. -Bakım maliyetlerinin bildirilme şekli yoruma açık bir şekilde hazırlanmış. -Kur farklarının DBM'nin hesaplanmasında herhangi bir etkisi yok.

Maple, a.g.e., s.46.

Sonuç olarak, kullanılan yöntemler arasındaki farklılıklar nedeniyle, söz konusu iki yöntemle elde edilen DBM verilerinin karşılaştırılmasının mümkün olmayacağı düşünülmektedir.

4.5. Diğer Yöntemler

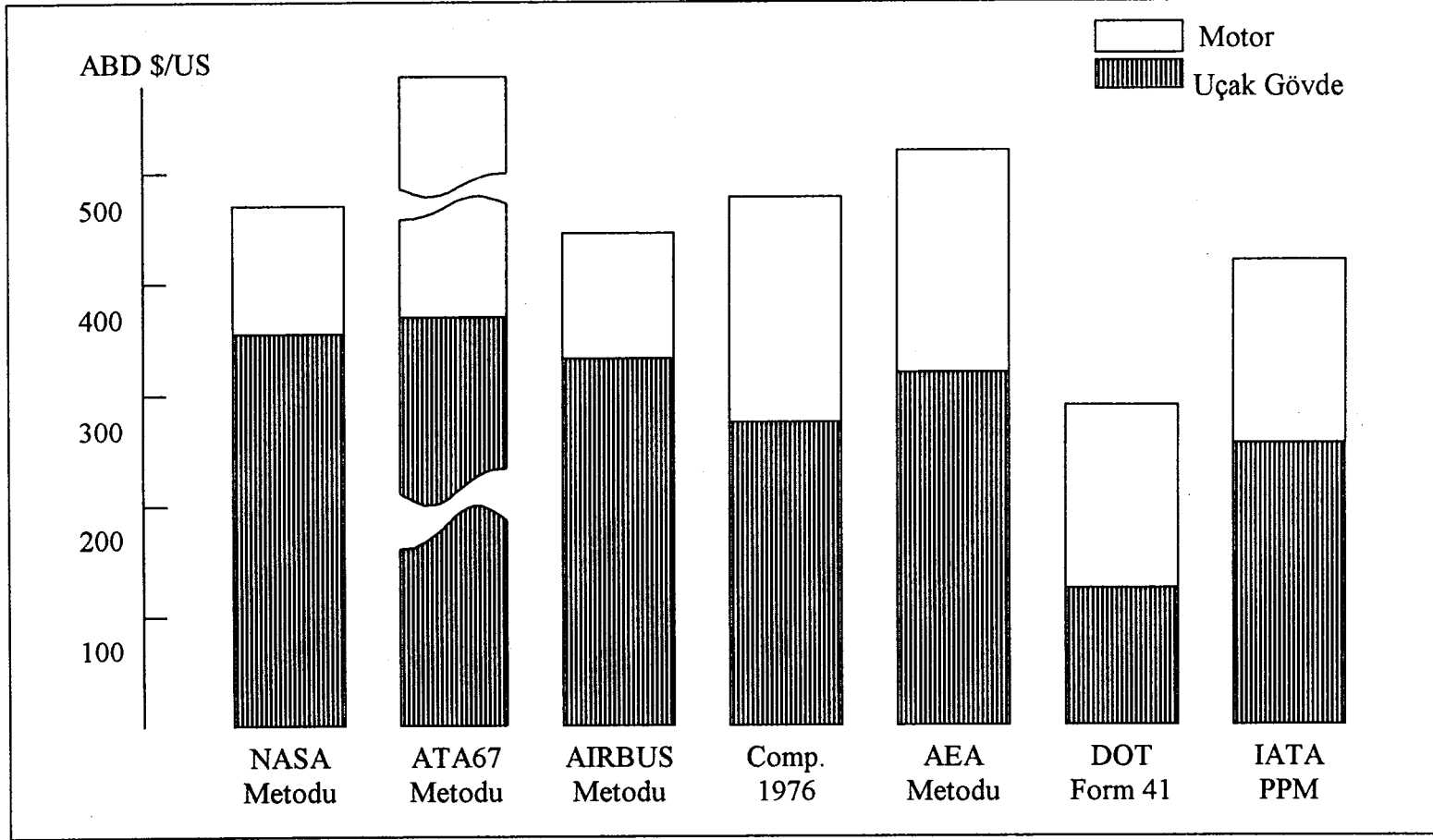
Sivil havacılık tarihinde ilk DBM belirleme yöntemi, 1944 yılında Havayolu İşletmeleri Birliği (Air Transportation Association- ATA) tarafından geliştirilmiştir. 1944 ve 1967 yılları arasında 4 kez değişikliğe uğrayan bu yöntemde, DBM'nin belirlenmesi için motor gücü ve uçak gövde ağırlığı temel alınmaktadır. Bununla birlikte söz konusu yöntem, DBM'nin uçuş saatinden ve uçuş sayısından etkilenmesini dikkate almamaktadır. B747 uçağını üretinceye kadar bu yöntemi kullanan Boeing firması, bu uçağın büyüklüğü ve bakım maliyetlerinin yüksek olması nedeniyle, söz konusu yöntemin DBM'nin belirlenmesinde kullanılamayacağına karar vermiştir. B747 uçağının DBM'sinin belirlenmesinde ise, B707 uçağının kullanımı sırasında oluşan bakım maliyetleri temel alınmıştır. 1978 yılında ise, Boeing firması ve American Airlines NASA'nın bu konuda yaptığı bir çalışmayı desteklemiş ve teknolojik faktörleri temel alan diğer bir yöntem geliştirilmiştir²²⁷.

Şekil-45'de A300 uçağının verileri temel alınarak farklı hesaplama yöntemleri ile elde edilmiş uçuş saati başına (ABD \$/US) düşen DBM görülmektedir. Bu örnek, aynı verilerin kullanılmasına rağmen, farklı yöntemlerin birbirinden farklı sonuçlar verebileceğini göstermesi açısından oldukça dikkat çekicidir.

DBM'nin farklı bakış açılarından yaklaşımlarla nasıl hesaplandığının daha iyi anlaşılması amacıyla, Airbus firmasının hazırladığı bir durum çalışmasına yer verilmesinin yararlı olabileceği düşünülmektedir.

Airbus firması, kendilerinden talep edilmesi durumunda havayolu işletmeleri için DBM hesabı yapmaktadır. Bu hesaplamanın yapılabilmesi için Şekil-46' ve Şekil-47'de verilen bir soru formu doldurulmakta ve ihtiyaç duyulan veriler havayolu işletmesi tarafından Airbus firmasına verilmektedir. Örnek-1 ve Örnek-2'de, soru formunda bulunan verileri kullanarak yapılan DBM hesabına yer verilmektedir.

²²⁷ Maple, a.g.e., s.8. ; AECMA, a.g.e., s.9.



Şekil-45. Farklı Yöntemlerle A300 Uçağının DBM

Repp, a.g.e., s.26.'dan uyarlandı.

**Direkt Bakım Maliyetleri
Örnek-1 İçin Soru Formu**

Havayolu İşletmesi: SUN AIRLINES		Uçak Tipi: A310-300	
Motor Tipi:	CF6-80C2A2	Yıl:	1996
Para Birimi:	ABD \$	Döviz Kuru: 1 : 1.00 ABD \$	
Uçuş Parametreleri			
Ortalama Uçuş Uzunluğu: 4 Uçuş Saati		Yıllık Kullanım Miktarı (Uçuş Saati): 3500	
İşgücü Ücretleri:			
Havayolu İşletmesinde: 25 ABD \$/saat		Havayolu İşletmesinde İşgücü Etkinlik Faktörü: %65 = 1,54	
Dış Bakım Kuruluşunda : ---		Dış Bakım Kuruluşunda İşgücü Etkinlik Faktörü: ---	
Malzeme:			
Havayolu İşletmesinde Ek Malzeme Gideri Faktörü: ---		Dış Bakım Kuruluşu: ---	
Havayolu İşletmesinde Kullanım Etkinliği: %95=1,05		Dış Bakım Kuruluşu: ---	
Havayolu İşletmesinde Yapılan İşlerin Oranı			
Hat Bakımı:	%100	A, C Bakımları:	%100
Büyük Bakımlar:	%100	Komponent Revizyonu:	%100
Motor:	%100		
Toplam Endirekt Bakım Maliyetleri Dahil mi? Hariç mi?			
Eğer dahilse oranı ne kadar? Gerekirse aşağıda verilen oranı değiştirin ve yalnızca birisini seçin.			
	- havayolu işletmesinde iş gücü giderlerinin: %200		
ya da	- havayolu işletmesinde bakım giderlerinin: %150		
ya da	- toplam DBM'nin: %50		
Tarih:.....			

Şekil-46. Örnek-1 İçin DBM Soru Formu

Repp, a.g.e., s.45'den uyarlandı.

Örnek-1: Soru formunda verilen bilgilere göre SUN AIRLINES tarafından kullanılan A310-300 uçağına ait 1 uçuş saati başına düşen DBM'nin hesaplanması.

Bir uçuş saati başına düşen işgücü miktarının bulunması:

$$\begin{aligned}
 & \frac{\text{Uçuş Sayısına Göre İşgücü}}{\text{Ortalama Uçuş Uzunluğu}} + \text{Uçuş Saatine Göre İşgücü} \\
 &= \frac{7.43}{4} + 6.58 \\
 &= 1.86 + 6.58 \\
 &= 8.44 \text{ adam-saat/US (\%65 İşgücü etkinliğinde)}
 \end{aligned}$$

- **İşgücü Gideri:** $8.44 \times 25 \text{ ABD \$} = \underline{211 \text{ ABD \$/US}}$

Bir uçuş saati başına düşen malzeme giderinin bulunması:

- **Malzeme Gideri:** $\frac{370.93}{4} + 250.46$

$$\begin{aligned}
 &= 92.73 + 250.46 \\
 &= \underline{343 \text{ ABD \$/US}}
 \end{aligned}$$

Toplam DBM $= \text{İşgücü Giderleri} + \text{Malzeme Giderleri}$

$$\begin{aligned}
 &= 211 + 343 \\
 &= \underline{554 \text{ ABD \$/US}}
 \end{aligned}$$

Direkt Bakım Maliyetleri Örnek-2 İçin Soru Formu	
Havayolu İşletmesi: DREAM AIR	Uçak Tipi: A320-200 (77T)
Motor Tipi: CFM56-5B4	Yıl: 1996
Para Birimi: ABD \$	Döviz Kuru: 1 : 1.00 ABD \$
Uçuş Parametreleri	
Ortalama Uçuş Uzunluğu: 1,5 Uçuş Saati	Yıllık Kullanım Miktarı (Uçuş Saati): 2500
İşgücü Ücretleri:	
Havayolu İşletmesinde: 30 ABD \$	Havayolu İşletmesinde İşgücü Etkinlik Faktörü: %75
Dış Bakım Kuruluşunda : 60 ABD \$	Dış Bakım Kuruluşunda İşgücü Etkinlik Faktörü: %75
Malzeme:	
Havayolu İşletmesinde Ek Malzeme Gideri Faktörü: ---	Dış Bakım Kuruluşu: %25
Havayolu İşletmesinde Kullanım Etkinliği: %95	Dış Bakım Kuruluşu: %95
Havayolu İşletmesinde Yapılan İşin Oranı	
Hat Bakımı: %100	A, C Bakımları: %100
Büyük Bakımlar: %100	Komponent Revizyonu: %100
Motor: %10	
Toplam Endirekt Bakım Maliyetleri Dahil mi? Hariç mi??	
Eğer dahilse oranı ne kadar? Gerekirse aşağıda verilen oranı değiştirin ve yalnızca birisini seçin.	
- havayolu işletmesinde iş gücü: %200	
ya da - havayolu işletmesinde bakım: %150	
ya da - toplam DBM: %50	
Tarih	

Şekil-47. Örnek-2 İçin DBM Soru Formu

Repp, a.g.e., s.47'den uyarlandı.

Örnek-2:

- a) Soru formunda verilen bilgilere göre, DREAM AIR tarafından kullanılan A320-200 uçağına ait 1 uçuş saati başına düşen DBM'nin hesaplanması.
- b) DREAM AIR'in motor revizyonunu dış bakım kuruluşuna yaptırmak için ödediği bakım giderinin hesaplanması. (Zaman ömürlü parçaların giderleri dahil edilmeyecek ve motor revizyon gideri motor bakım maliyetlerinin %90'lık bölümünü oluşturduğu düşünülecek)

Verilen bilgilere göre, uçak gövde (komponentler + gövde) ve motor DBM'sinin hesaplanabilmesi için ortalama bir değer olarak kullanılan işgücü ve malzeme miktarının da bilinmesi gerekmektedir. Bu değerler, uçak gövdesi (gövde + komponentler) için Tablo-16'da motor için ise, Tablo-17'de verilmektedir. Adam-saat olarak kullanılan işgücü miktarı, Şekil-46'daki soru formunda da görüldüğü gibi, %65 işgücü etkinliğinde ve 1996 yılı şartlarındaki ABD \$ baz alınarak elde edilmiştir. Verilen malzeme giderleri ise, %95 malzeme kullanım etkinliğinde elde edilmiş değerlerdir. Ek malzeme gideri faktörü, malzemelerin paketlenmesi ve ulaşımlarından kaynaklanan ek giderleri ifade etmektedir²²⁹. Bu oran Örnek-2 için, dış bakım kuruluşunda %25 olarak verilmektedir.

Tablo-16. Örnek-2'ye Ait Uçak Gövde Bilgiler

Adam-Saat Olarak İşgücü Miktarı		ABD \$ Olarak Malzeme Gideri	
Uçuş Saatine Göre (Hourly)	Uçuş Sayısına Göre (Cyclic)	Uçuş Saatine Göre (Hourly)	Uçuş Sayısına Göre (Cyclic)
3.8	4.5	60.23	70.67

Repp, a.g.e., s.46'dan uyarlandı.

²²⁹ Airbus Industrie, Direct Maintenance Costs: Art or Science, a.g.e., s.23.

Tablo-17. Örnek-2'ye Ait Motor Bilgiler

Adam-Saat Olarak İşgücü Miktarı		ABD \$ Olarak Malzeme Gideri	
Uçuş Saatine Göre (Hourly)	Uçuş Sayısına Göre (Cyclic)	Uçuş Saatine Göre (Hourly)	Uçuş Sayısına Göre (Cyclic)
1.23	0.94	97.56	63.97

Repp, a.g.e., s.46'dan uyarlandı.

Tablo-16 ve Tablo-17'de, uçuş saatine ve uçuş sayısına göre, verilen ortalama işgücü miktarları gerçek değerleri yansıtmamaktadır.

Örnek-2:

- a) Soru formunda verilen bilgilere göre DREAM AIR tarafından kullanılan A320-200 uçağına ait 1 uçuş saati başına düşen toplam DBM'nin hesaplanması.
- b) Bir motor uçuş saati başına düşen (Engine Flight Hour) dış bakım kuruluşuna ödenen motor DBM'sinin hesaplanması.

Çözüm-2:

a) 1 uçuş saati başına düşen toplam DBM'nin hesaplanması.

1- Bir uçuş saati başına düşen işgücü miktarının bulunması:

$$= \frac{4.5}{1.5} + 3.8 \quad (\text{Uçak gövde + komponentler, motorlar hariç})$$

$$= 3 + 3.8 = \underline{6.8 \text{ adam-saat/US}} \quad (\%65 \text{ İşgücü etkinliğinde})$$

%75 İşgücü etkinliğinde bir uçuş saati başına düşen işgücü miktarının bulunması:

$$= \frac{6.8}{1.54} \times 1.33 = \underline{5.87 \text{ adam-saat/US}}$$

Havayolu işletmesinde işgücü ücretleri 30 ABD \$ iken işgücü giderinin bulunması:

$$= 5.87 \times 30 = \underline{176 \text{ ABD \$ /US}} \quad (\text{Uçak gövde + komponent})$$

2- Bir uçuş saati başına düşen malzeme giderinin bulunması:

$$= \frac{70.67}{1.5} + 60.23$$

$$= 47.11 + 60.23$$

$$= \underline{107 \text{ ABD \$ /US}} \quad (\text{Uçak gövde + komponent})$$

3- Bir uçuş saati başına düşen toplam uçak gövde (gövde + komponent) DBM'sinin bulunması:

$$176 + 107 = \underline{283 \text{ ABD \$ /US}}$$

4- Havayolu işletmesinin kendi bünyesinde bir uçuş saati başına düşen motor işgücü giderinin bulunması:

%65 İşgücü etkinliğinde:

$$\frac{0.94}{1.5} + 1.23 = 0.63 + 1.23 = \underline{1.86 \text{ adam-saat/US}}$$

%75 İşgücü etkinliğinde:

$$\frac{1.86}{1.54} \times 1.33 = \underline{1.61 \text{ adam-saat/US}}$$

Havayolu işletmesinde toplam motor bakımın sadece %10'u yapılıyor:

$$\frac{1.61}{10} = \underline{0.161 \text{ adam-saat/US}}$$

Havayolu işletmesinde işgücü ücretleri 30 ABD \$ iken:

$$0.161 \times 30 = \underline{4.82 \text{ ABD \$ /US}}$$

5- Dış bakım kuruluşuna yaptırılan motor bakımının bir uçuş saati başına düşen işgücü giderinin bulunması:

Motor bakımın %90'ı dışarıya yaptırılıyor :

$$1.161 \times 9 = \underline{1.449 \text{ adam-saat/US}}$$

Dışarıya yaptırılan motor bakımın işgücü ücreti 60 ABD \$ iken:

$$1.449 \times 60 = \underline{86.94 \text{ ABD } \$ / \text{US}}$$

6. Bir uçuş saati başına düşen toplam motor bakım işgücü giderlerinin bulunması:

$$4.82 \text{ ABD } \$ + 86.94 \text{ ABD } \$ = \underline{91.76 \text{ ABD } \$ / \text{US}}$$

7. Havayolu işletmesinin kendi bünyesinde bir uçuş saati başına düşen motor malzeme giderinin bulunması:

$$\begin{aligned} & \frac{63.97}{1.5} \text{ ABD } \$ + 97.56 \text{ ABD } \$ \\ & = 42.65 \text{ ABD } \$ + 97.65 \text{ ABD } \$ = \underline{140.21 \text{ ABD } \$ / \text{US}} \end{aligned}$$

Motor bakımın sadece %10'u havayolu işletmesinde yapılıyor:

$$\frac{140.21}{10} \text{ ABD } \$ = \underline{14.02 \text{ ABD } \$ / \text{US}}$$

8- Dış bakım kuruluşuna yaptırılan motor bakımında bir uçuş saati başına düşen işgücü giderinin bulunması:

$$14.02 \text{ ABD } \$ \times 9 = \underline{126.19 \text{ ABD } \$ / \text{US}}$$

Ek Malzeme Gideri Faktörü %25 iken:

$$126.19 \text{ ABD } \$ \times 1.25 = \underline{157.73 \text{ ABD } \$ / \text{US}}$$

9. DREAM AIR'in Toplam DBM'nin Bulunması:

$$= 176 + 107 + 4.82 + 86.94 + 14.02 + 157.73$$

$$= \underline{546.50 \text{ ABD \$/US}}$$

b) Bir motor uçuş saati başına düşen (Engine Flight Hour) ve dış bakım kuruluşuna ödenen motor DBM'nin hesaplanması.

Bu değer, dış bakım kuruluşuna yaptırılan bakım faaliyetlerinden kaynaklanan işgücü ve malzeme giderlerinin toplamından oluşmaktadır;

$$\text{US \$ } 86.94 \quad + \quad \text{US \$ } 157.73$$

$$= \underline{245 \text{ ABD \$/MUS}}$$

5. DBM'nin Analizi

DBM analizi; 1 uçuş saati başına düşen toplam DBM'nin hesaplanması, bu toplamın kendisini oluşturan parçalara ayrılması ve elde edilen bu DBM'nin zaman içinde diğer havayolu işletmelerinin DBM'si ve söz konusu havayolu işletmesinin kendi DBM'si ile karşılaştırılması olarak tanımlanabilmektedir. Analizin amacı ise, teknik bölümün zaman içindeki verimliliğinin ölçülmesi ve bakım maliyetlerinin değişim trendinin izlenebilmesidir²³⁰.

Toplam DBM; ATA bölümleri, alt sistemler, komponentler ve farklı bakım programları bazında hesaplanarak işçilik ve malzeme giderleri olarak iki bölüme ayrılmaktadır. DBM analizi, havayolu işletmesinin farklı zaman dilimlerindeki performansında meydana gelen değişikliklerin ortaya çıkarılabilmesini sağlamaktadır²³¹. DBM'nin karşılaştırılması, farklılıkların ortaya konması, böylece mevcut problemlerin tanımlanarak çözümlenmeye çalışılmasının, DBM'nin azaltılmasında etkili olacağı düşünülmektedir. DBM analizinin getireceği faydalar ise, aşağıdaki gibi sıralanabilir²³²;

- Farklı bakım programları için kullanılan işgücü ve malzeme miktarının belirlenmesi,
- Farklı ATA bölümleri için kullanılan işgücü ve malzeme miktarının belirlenmesi,
- Teknik bölüm içinde maliyet açısından problemlili bölümlerin belirlenmesi,
- Bakım faaliyetleri içinde bakım maliyetleri ile ilgili problemlerin belirlenmesi,
- Gelecek dönem bütçesinin oluşturulması,
- Teknik bölüm faaliyetlerinin etkinliğinin ölçülmesi,
- Uçak seçiminde DBM faktörünün değerlendirilebilmesi.

Havayolu işletmesinin, DBM'yi kendi içinde farklı zaman dilimlerinde karşılaştırabilmesi için ortalama bir değer (Baseline) oluşturması gerekmektedir. Ortalama değerler uçak gövdesi, ATA bölümleri, komponentler ve motor bazında oluşturulmaktadır. Ortalama değerlerin bulunması için gerekli veri kaynakları ise aşağıda sıralanmıştır²³³;

²³⁰ Maple, a.g.e., s.6.

²³¹ Maple, a.g.e., s.5.

²³² Billy Copeland, , "Maintenance Cost Analysis", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları (California: 10-14 Kasım 1997), s.29.

²³³ Copeland, a.g.e., s.4-13.

- Motor ortalama DBM'sinin oluşturulması:
 - motor üreticilerinin sağladığı DBM verileri,
 - kullanıcının elde ettiği DBM verileri,
 - motor performans verileri.
- Uçak gövdesi ortalama DBM'sinin oluşturulması:
 - programlı bakım faaliyetlerinden kaynaklanan DBM verileri,
 - uçağın yaşlanmasından kaynaklanan DBM verileri.
- ATA Bölümleri ve komponentlerin ortalama DBM'sinin oluşturulması:
 - programlı bakımlardan kaynaklanan DBM verileri,
 - gecikme ve uçuş iptal maliyet verileri,
 - güvenilirlik verileri,
 - bakım yapılabilirlik verileri,
 - malzeme ve işgücü gider verileri.

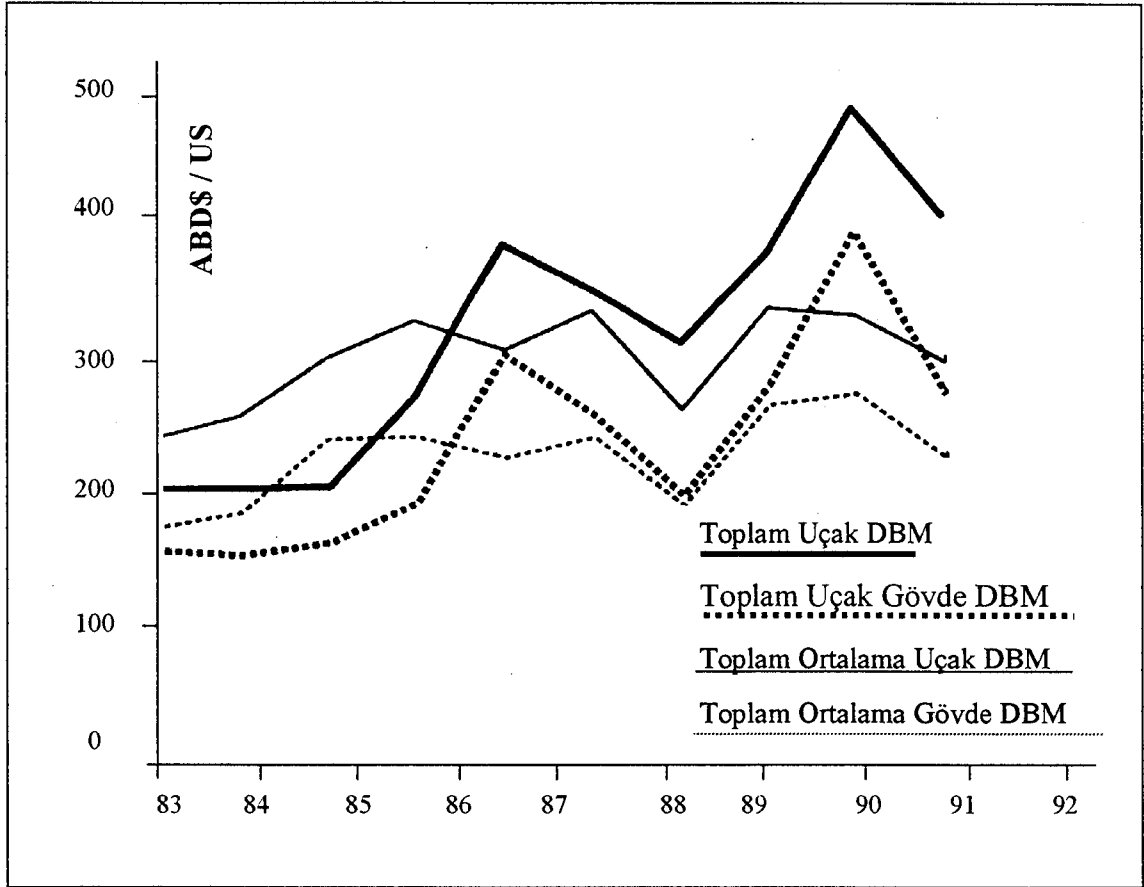
DBM analizi sırasında, havayolu işletmesinin kendi ürettiği verilerin yanı sıra DOT ve IATA'nın DBM verileri ve analizlerinden de faydalanılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Ancak IATA ÜPÖ Çalışma Grubunun ürettiği her türlü DBM bilgisi, bu çalışmaya katılan IATA üyesi havayolu işletmeleri tarafından kullanılabilmekte ve bu grubun dışındaki hiç bir kuruluşa verilmemektedir. DOT verileri ise, ABD'de bulunan bazı danışmanlık firmaları tarafından satılmaktadır²³⁴. IATA kendi çalışmaları sırasında, daha doğru DBM verileri elde edebilmek amacıyla, DOT verilerinin de kullanılmasını sağlamaktadır. IATA ÜPÖ Çalışma Grubu içindeki üretici firmalar, DOT DBM verilerini alarak IATA ÜPÖ verileri ile karşılaştırmakta ve elde ettiği sonuçları bir kitapçık halinde bu grup üyesi işletmelere vermektedir. Böylece havayolu işletmeleri, kendi DBM'lerini farklı yöntemlerin sonuçları ile, farklı uçak tipleri, uçak gövde, motor ve ATA bazında karşılaştırma imkanı bulmaktadırlar²³⁵.

Şekil-48'de IATA'nın yaptığı analiz sonuçlarına bir örnek verilmiştir. Bu analizde, bir havayolu işletmesinin toplam uçak DBM'si ile toplam uçak gövde (motor

²³⁴ Maple, a.g.e., s.11.

²³⁵ Arnljot Corneliussen ve Braathens Safe, a.g.e., s.279.

hariç) DBM'sinin IATA'nın oluşturduğu ortalama değerlerden sapma miktarlarının, yıllara göre nasıl değiştiği görülmektedir.

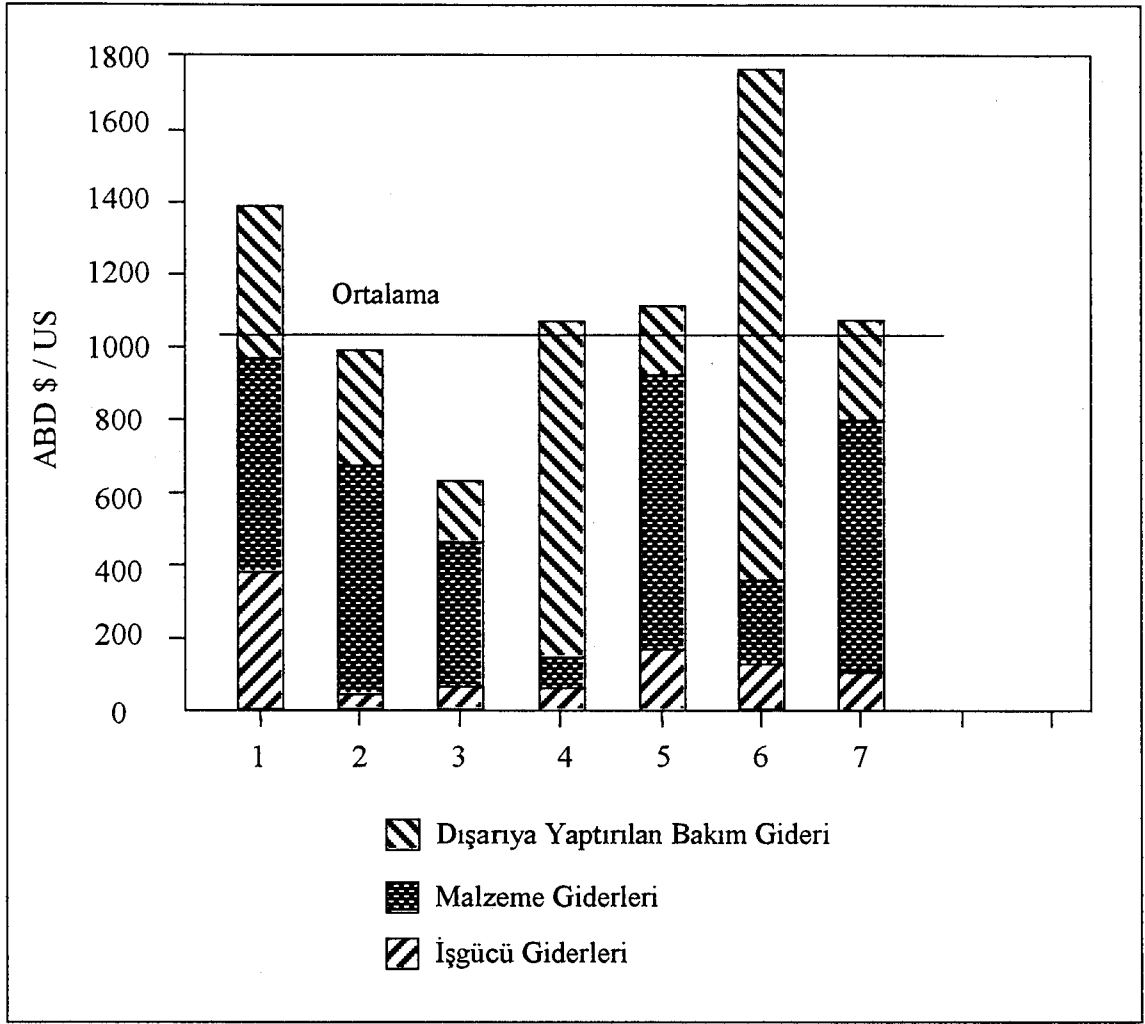


Şekil-48. IATA Tarafından Verilen X Uçağına Ait DBM'nin Yıllara Göre Değişimi

Amjlot Corneliussen ve Braathens SAFE, a.g.e., s.284.

Şekil-48 incelendiğinde, söz konusu havayolu işletmesine ait toplam uçak DBM'sinin ilk yıllarda ortalama değerlerden çok daha düşük olduğu ancak, 1986 yılından itibaren ortalama değerlerin üstüne çıktığı görülmektedir.

Şekil-49'da ise, IATA'nın yaptığı diğer bir analize yer verilmiştir. Bu analizde, 1992-1993 yılları arasında (bir yıllık zaman diliminde), gerekli ayarlama işlemlerine tabi tutulmuş olan farklı havayolu işletmelerinin bir uçuş saati başına düşen DBM'leri görülmektedir. Toplam DBM ise; malzeme, işgücü ve dışarıya yaptırılan bakım giderleri şeklinde üç gruba ayrılarak verilmiştir. Şekil-49 incelendiğinde, 1, 4, 5 ve 6. Nolu havayolu işletmeleri DBM'lerinin ortalama değerin üstünde kaldığı görülmektedir.

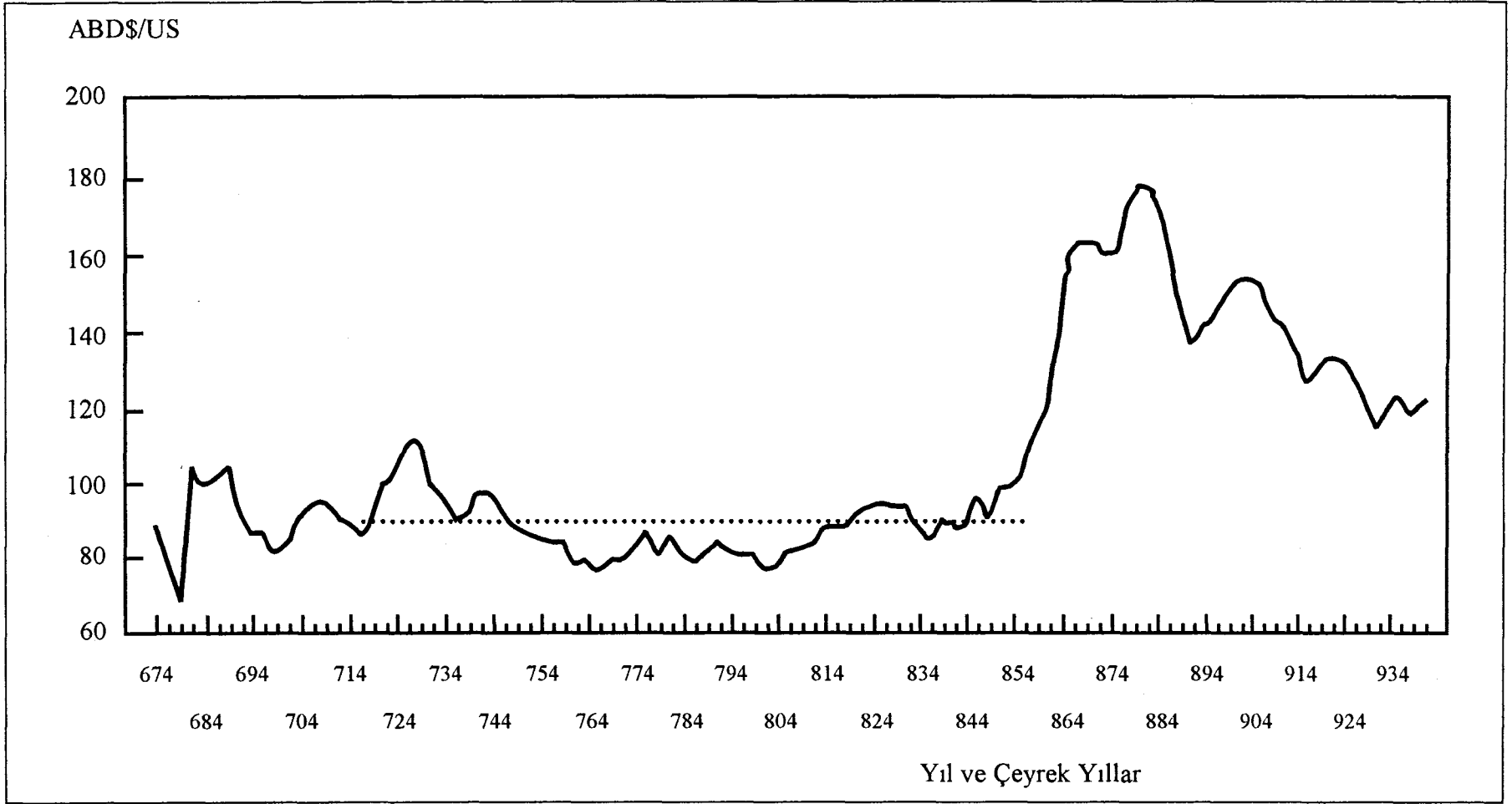


Şekil-49. IATA Üyesi Farklı Havayolu İşletmeleri İçin DBM

Arnjlot Corneliussen ve Braathens Safe, a.g.e., s.285.

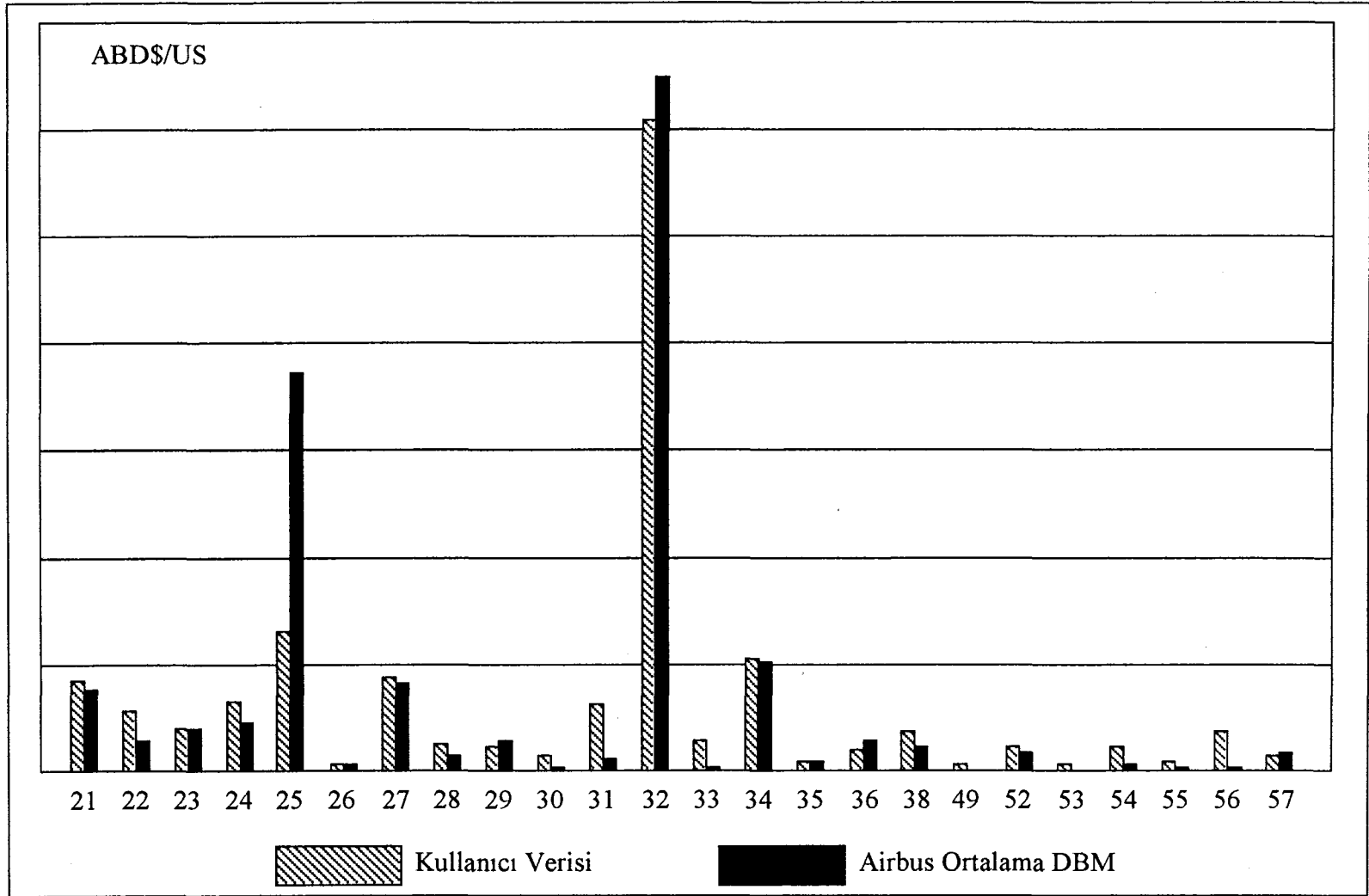
Şekil-50'de ABD'deki bir havayolu işletmesine ait olan motor DBM'sinin, DOT'un oluşturduğu ortalama DBM değerine göre, zaman içinde nasıl değiştiği görülmektedir. Bu sayede söz konusu havayolu işletmesi, ABD'deki diğer havayolu işletmelerinin motor DBM'leri ile kendi DBM'sini karşılaştırma imkanı bulmaktadır.

Şekil-51'de ise, Airbus firmasının A310 uçağı için oluşturduğu ortalama DBM değerleri ile bir havayolu işletmesinin aynı uçak için elde ettiği DBM değerlerinin farklı ATA bölümleri bazında nasıl değiştiği görülmektedir.



Şekil-50. Motor Ortalama DBM'nin Yıllara Göre Değişimi

Copeland, a.g.e., s.7.



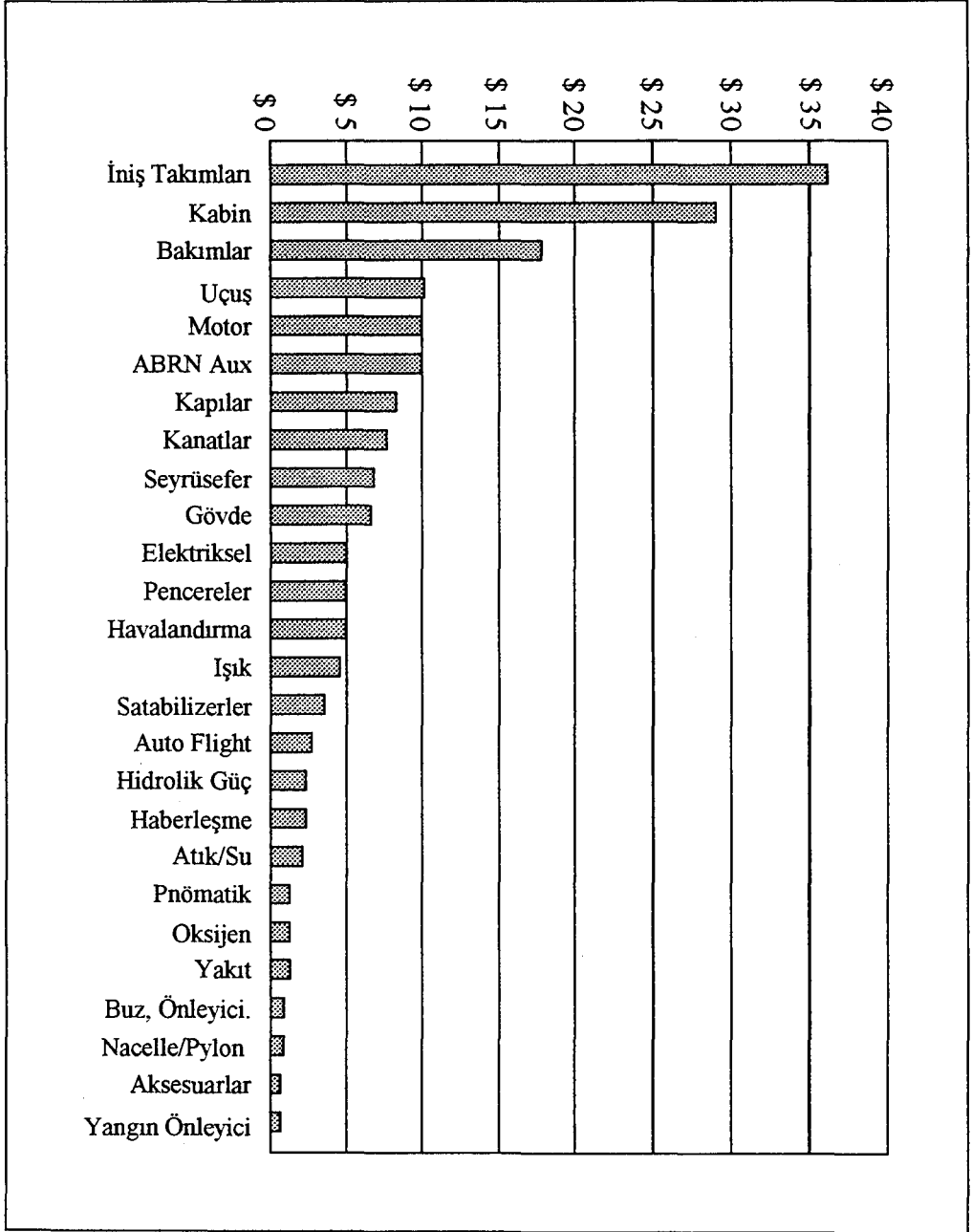
Şekil-51. ATA Bölümlerine Göre Airbus 310 Ortalama ve Kullanıcı DBM Verileri

Repp, a.g.e., s.23

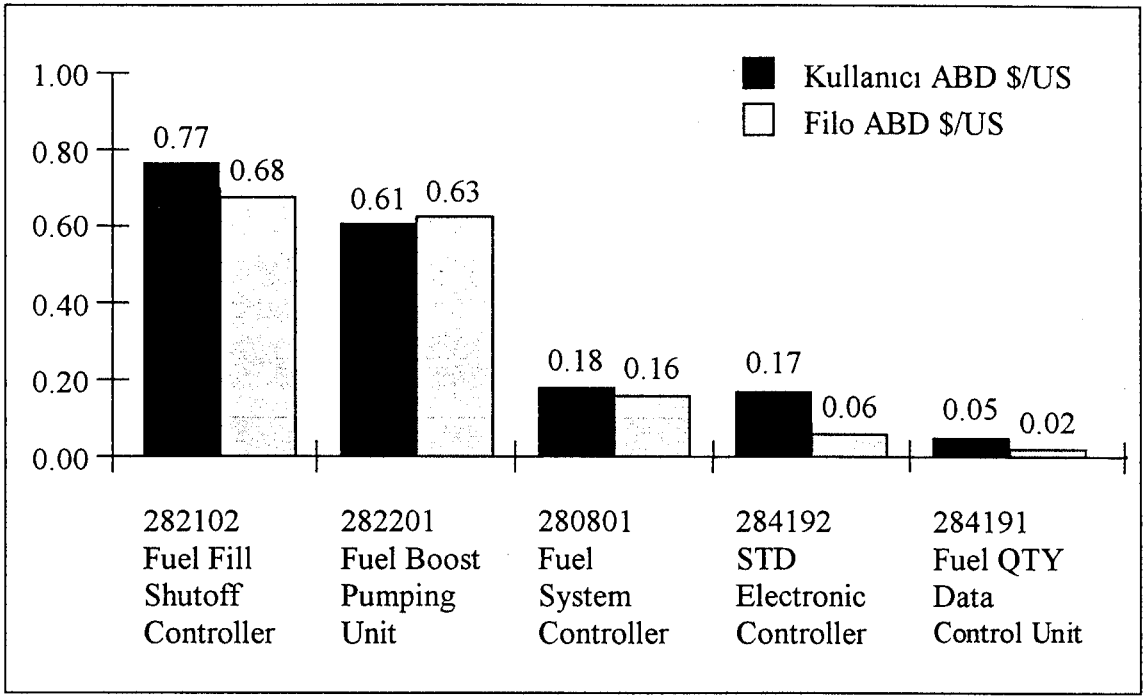
Bu analiz kapsamında söz konusu havayolu işletmesi, dünya çapındaki A310 filosuna ait DBM değerlerini kendi değerleri ile karşılaştırma imkanı bulmaktadır. Bu sayede işletme, bakım maliyeti açısından problemli ATA bölümlerini saptayabilecek ve DBM'nin azaltılabilmesi amacıyla problemleri çözmek için gerekli ortamı oluşturabilecektir.

Şekil-52'de IATA tarafından, dünyanın farklı bölgelerindeki farklı ülkelerin havayolu işletmelerine ait DBM verileri kullanılarak oluşturulan, ATA bölümleri bazında verilen ortalama DBM değerleri görülmektedir. Belirli bir uçak tipi ve belirli bir zaman dilimi için bu değerleri elde eden havayolu işletmesi, kendi DBM verilerini bu değerlerle karşılaştırma imkanı bulacak ve ortaya çıkan önemli farklılıkları saptayabilecektir.

Şekil-53'de ise, daha ayrıntılı bir karşılaştırma imkanı ortaya çıkmaktadır. Bu karşılaştırma kapsamında, DBM değerleri komponent bazına kadar indergenmiş bulunmaktadır. Havayolu işletmesi, 28 Nolu ATA Bölümünde (Yakıt sistemi) bulunan komponentlerden en yüksek DBM değerine sahip olan 5 tane komponenti, dünya çapındaki tüm filo ortalaması ile karşılaştırabilmektedir. Bu karşılaştırma sayesinde, ortaya çıkan önemli farklar gözlenebilecek ve havayolu işletmesi bakım maliyeti açısından problemli olan komponentini saptayabilecektir. Mevcut problemlerin ortadan kaldırılabilmesi durumunda ise, havayolu işletmesi önemli kazançlar elde edebilecektir.



Şekil-52. IATA'nın Farklı ATA Bölümleri İçin Elde Ettiği Ortalama DBM, Coppeland, a.g.e., s.35



Şekil-53. 28 Nolu ATA Bölümünde DBM En Yüksek 5 Komponent

Coppeland, a.g.e., s.35

V. DBM'NİN AZALTILMASI İÇİN ÖNERİLER

1. Direkt Bakım Maliyetleri Azaltımının Havayolu İşletmeleri İçin Önemi

Maliyet azaltımı, ürünlerin kalitesini bozmaksızın işletmenin elindeki kaynakları en rasyonel biçimde kullanarak işletme maliyetini oluşturan kalemlerden, hangilerinin ne düzeye kadar azaltılabileceğinin araştırılması ve üretimin mümkün olduğu kadar düşük maliyetlerle gerçekleştirilmesi olarak tanımlanmaktadır²³⁶. Serbest piyasa ekonomisinde işletmelerin daha fazla kar elde edebilmeleri için, kendi kontrolleri altında olan maliyetlerin, sistemli bir biçimde azaltılmasının diğer yöntemler arasında en akılcı yol olduğu belirtilmektedir²³⁷.

Havayolu işletmeleri için maliyetler 1960'lı yılların başlarında jet motorlu yolcu uçaklarının hizmete girmesiyle önem kazanmaya başlamış, sektör günümüzde işletim maliyetlerinin yüksek, rekabetin yoğun, buna karşın kar marjlarının ise düşük olduğu bir duruma gelmiştir. Bu nedenle sektörde maliyetler, en küçük ayrıntısına kadar incelenmekte ve kontrol altında tutulmaya çalışılmaktadır²³⁸.

Havayolu ekonomisinin oligopolistik özelliklerinden dolayı²³⁹ sektördeki yoğun rekabet, bilet fiyatları alanında değil sunulan ürünün kalitesinde yaşanmaktadır. Bilet fiyatlarının rekabet unsuru olarak kullanılmaması hizmet kalitesinin havayolu işletmelerine daima rekabetçi üstünlük kazandıran önemli bir unsur olmasını sağlamaktadır²⁴⁰. Havayolu işletmelerinin ise, bu üstünlüğü elde etmek amacıyla havayolu ürünün kalitesini artırmak isteyecekleri ve bu istek doğrultusunda çeşitli direkt ve endirekt işletme maliyetlerin de artacağı düşünülmektedir. III. Bölümdeki Tablo-9'un incelenmesi sonucunda elde edilen bulgular da bu düşüncüyü desteklemektedir. Genel olarak endirekt işletme maliyetleri bunun yanı sıra yönetim giderleri ve genel giderler, biletleme satış ve promosyon giderleri de artış trendi içindedir.

²³⁶ Elmacı, a.g.e., s.28.

²³⁷ Aynı, s.28.

²³⁸ Oyman, a.g.e., s.419.

²³⁹ Wells, a.g.e., s.198-199.

²⁴⁰ Gerece, a.g.e., s.6.

İngiltere’de faaliyet gösteren charter işletmelerinin Akdeniz çevresindeki ülkelere yaptıkları uçuşlarda koltuk başına net karlarının 1,6 ABD \$ olduğu, bununla birlikte, ABD’de faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin her uçuşta bir uçuş için koltuk-mil başına 0,5 cent’den daha az kar yaptıkları belirtilmektedir²⁴¹. Bu rakamlar, sektördeki yatırım ve işletim maliyetlerine göre kar marjlarının ne kadar düşük olduğunun bir göstergesidir.

Bakım faaliyetleri teknik işgücü ve yatırım maliyetlerinin yüksek olduğu karmaşık bir yapı gerektirmesine rağmen bakım maliyetleri, havayolu işletmesinin kontrolü altında tutabildiği birkaç maliyet kaleminden birisini oluşturmaktadır²⁴². Bununla birlikte yakıt, havaalanı ve seyrüsefer gibi diğer giderler havayolu işletmesinin kontrolü altında değildir.

1975 yılında bakım faaliyetleri için harcanan toplam miktar 4,688,000,000 ABD \$ iken, 1995 yılında %440’lık bir artış ile 25,500,000,000 ABD \$ olarak gerçekleşmiş²⁴³ ve bu rakamın 2005 yılında 33 Milyar ABD \$’na ulaşacağı tahmin edilmektedir²⁴⁴. Buna karşın, aynı zaman diliminde sunulan ton-km olarak kapasite artışı %235 olarak gerçekleşmiştir²⁴⁵. Bakım maliyetlerindeki 20 yıllık süre içindeki bu artış, çok büyük olarak değerlendirilebilir. Bununla birlikte, enflasyonun da bu artışta etkili olabileceği dikkate alınmalıdır. Ancak, bakım maliyetleri artış oranının kapasite artışının üzerinde gerçekleşmesi nedeniyle, bakım maliyetlerinin azaltılması gerektiği düşünülmektedir.

Dar gövdeli, ortalama 150 koltuklu bir yolcu uçağında kullanım ömrü boyunca oluşacak toplam DBM’nin hesaplanması, DBM’nin önemini daha iyi ortaya koyacaktır. Söz konusu uçağın yılda ortalama 2700 saat uçuşu, kullanım ömrünün 25 yıl ve 1 uçuş-saati başına düşen toplam DBM’nin 750 ABD \$ olduğu varsayıldığında, 25 yıl sonunda oluşan toplam DBM 51 Milyon ABD \$’na ($25 \text{ yıl} \times 2700 \text{ US} \times 750 \text{ ABD \$} = 51 \text{ Milyon ABD \$}$) eşit olmaktadır. Bu maliyet miktarı ise, yaklaşık olarak bu uçağın satış fiyatını oluşturmaktadır²⁴⁶.

²⁴¹ Frank Repp, “General Presentation & Basic Data”, Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.9.

²⁴² Michael Lam, “Advertiser Sponsored Market Supplement: Three Challenges Facing MRO Today”, Aviation Week & Space Technology (7 Temmuz 1997), s.1.

²⁴³ ICAO, Outlook For Air Transport To The Year 2005, a.g.e., s.25.

²⁴⁴ Lam, a.g.e., s.1.

²⁴⁵ ICAO, Digest of Statistics: No.439, Series F-No.49 Financial Data (Montreal, Quebec:1997), s.A5. ; ICAO, Digest of Statistics: No.298, Series F-No.36 Financial Data (Montreal, Quebec:1983), s.A5.

²⁴⁶ Repp, General Presentation & Basic Data, a.g.e., s.9.

Sonuç olarak, sektör rekabetin yoğun olarak yaşandığı, maliyetlerin yüksek buna karşın kar marjlarının düşük olduğu bir yapıdadır. Bu durumda, havayolu işletmelerinin kar ederek faaliyetlerini sürdürebilmeleri amacıyla etkin bir şekilde maliyetlerini kontrol etmeleri ve azaltmaları gerekmektedir. İşletmenin maliyet yapısı incelendiğinde ise, kontrol altında tutulabilen birkaç maliyet kaleminden birisinin de DBM olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bir uçağın kullanım ömrü boyunca ortaya çıkan DBM'si, yeni bir uçağın satın alınabileceği miktarlara ulaşmaktadır. Tüm bu faktörler göz önüne alındığında, bir havayolu işletmesi için DBM'nin azaltılmasının büyük önem taşıdığı düşünülmektedir. Kar marjlarının yapılan yatırıma oranla çok düşük olduğu bu sektörde, bakım maliyetlerindeki %10'luk azalmanın elde edilen karı %40 oranında artırabileceğinin belirtilmesi²⁴⁷, bu düşünceyi desteklemektedir.

2. Güvenirlik Programının Uygulanması

2.1. Genel Açıklama

Güvenirlik, IV. Bölüm 2.3.2.'de tanımlandığı üzere, bir aletin belirli bir zaman diliminde ve karşılaştığı çalışma şartları içinde, dizaynı sırasında belirlenmiş işlevini arıza yapmaksızın yerine getirme olasılığıdır. Bu olasılığın yüksek olması durumunda, söz konusu aletin daha az bakım faaliyeti gerektireceği düşünülebilir.

Uçak elemanlarının güvenilirlikleri, dizayn sırasında dizaynın kalitesine bağlı olarak belirlenmektedir. Bununla birlikte, güvenilirlik çevresel faktörlerden ve söz konusu elemanın kullanım biçiminden de etkilenmektedir. Çeşitli uçak elemanlarının hasarlanma ve/veya arıza yapma olasılıkları, kullanıldıkları süre içinde zamanla eskimleri ve yıpranmaları nedeniyle, artmaktadır. Başka bir deyişle, güvenilirlikleri zamanla azalmaktadır. Bu tür elemanların güvenilirliklerini dizayn sırasında belirlenmiş seviyelerine getirmek amacıyla, programlı bakım kapsamında, Zaman Sınırlı Bakım Yöntemi ve Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi (Hard-Time ve On Condition) uygulanmaktadır²⁴⁸. Buna karşın, karmaşık bir yapıya sahip mekanik ve elektronik elemanların güvenilirlikleri zamanla azalmamakta ve arızalar zaman içinde

²⁴⁷ Roger Davies, "Electronic Documentation Plus", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri, (California: 1-3 Haziran 1998), s.3.

²⁴⁸ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.112.

tamamen tesadüflere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır²⁴⁹. II. Bölüm 5.2.'de de açıklandığı üzere, bu tür eleman güvenilirliklerinin Zaman Sınırlı Bakım Yöntemi ve Uygun Durum Kontrolüne Dayanan Bakım Yöntemi tarafından sağlanması mümkün olmadığı için Durumun Zaman İçinde İzlenmesine Dayanan Bakım Yöntemi (Condition Monitoring) adıyla yeni bir bakım yöntemi geliştirilmiştir. Bu yöntemin amacı, güvenilirlikleri zamanla azalmayan elemanların zaman içindeki arıza oranlarını bulmak ve çeşitli ortalama değerler hesaplayarak güvenilirliklerini belirlemeye çalışmaktır. Çünkü II. Bölüm 8.2.'de de açıklandığı üzere, programsız bakımları yönetmek programlı bakımları yönetmeye nazaran daha zordur. Tesadüfen ortaya çıkan arızalar uçağın uçuşa hazır durumda bulunma oranını olumsuz yönde etkilemekte, gecikme ve iptal maliyetlerinin oluşmasına neden olmaktadır. Söz konusu yöntem, zaman içindeki ortalama arıza oranlarını belirleyerek bu oranlarda herhangi bir olumsuz değişme meydana geldiğinde problemleri ortadan kaldırmayı amaçlamaktadır.

Bu kapsamda hesaplanan ortalama değerler aşağıdaki biçimde sıralanabilir²⁵⁰,

- Arızalar Arası Ortalama Süre (Mean Time Between Failures): Gerçekten meydana gelmiş arızalar arasındaki ortalama süreyi ifade etmektedir. Yanlış bir tanı nedeniyle arızalı olmadığı halde yapılan sökümmler dikkate alınmamaktadır.
- Programsız Sökümler Arası Ortalama Süre (Mean Time Between Unscheduled Removals): Meydana geldiği düşünülen herhangi bir arıza nedeniyle yapılan sökümmler arasındaki ortalama süreyi ifade etmektedir. Bazı durumlarda komponentler, arızalı oldukları gerekçesiyle, uçaktan sökölerek atölyeye test ve tamir edilmek üzere gönderilirler. Ancak söz konusu komponent arızalı olmadığı halde, yanlış bir tanı nedeniyle, gereksiz yere sökölümüş olabilir. MTBUR gerçekten arızalanan ve arızalı olmadığı halde gereksiz yere sökölün toplam komponent sökümmleri arasındaki ortalama süredir.
- Sökümmler Arası Ortalama Süre (Mean Time Between Removals): Programlı ve programsız tüm sökümmleri kapsamakta ve toplam sökümmler arasındaki ortalama süreyi ifade etmektedir. Programsız sökümmler, gerçekten meydana gelmiş arıza nedeniyle olsun ya da olmasın tüm sökümmleri kapsamaktadır.

²⁴⁹ IATA, **Handbook of Production Planning and Control**, a.g.e., s.4_3.

²⁵⁰ Dilek Tetik, "Cout Total De Maintenance Pour Un Helicoptere: Constitution d'un Modele de Calcul, Application a la Boite de Transmission Principale du Super Puma", (Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ecole Nationale Supérieure D'Ingenieurs De Constructions Aéronautiques, Toulouse-France: 1991), s.23-24. ; Peé, "Suivi d'un Avion en Exploitation", a.g.e., s.21.

Uçak eleman güvenilirliklerinin dizayn sırasında belirlenmiş olması nedeniyle, bu elemanların kullanımları sırasında, daha önceden belirlenmiş olan güvenilirlik seviyesinin üstüne çıkılabilmesi ise mümkün değildir. Başka bir deyişle, bakım faaliyetlerinin gereğinden fazla yapılması dizayn sırasında belirlenmiş güvenilirliği artıramayacak buna karşın bakım faaliyetlerinin gereğinden az yapılması ise, güvenilirliğin düşmesine neden olacaktır²⁵¹. Bu nedenle uçuş faaliyetleri sırasında uçak eleman güvenilirliklerini, mümkün olduğu kadar dizayn sırasında belirlenmiş olan seviyede tutmak gerekmektedir. Bu seviyeye ulaşabilmenin en iyi yolu, güvenilirliği zaman içinde izleyerek düşmesi durumunda gerekli önlemleri almaktır. Uçak eleman güvenilirliklerinin mümkün olan en üst seviyede tutulması, zaman içinde daha az hasar ve/veya arıza çıkma olasılığını artıracığından, DBM'nin de azalacağı düşünülmektedir.

2.2. Güvenirlik Programı

2.2.1. Güvenirlik Programının Tanımı Ve Amacı

Güvenirlik programı, havayolu işletmesinin bakım faaliyetlerinde etkinliği sürekli bir şekilde kontrol ederek emniyeti sağlamak ve maliyet etkin bakım programları oluşturmak için geliştirdiği, ilgili sivil havacılık otoritesi tarafından onaylanmış, bir takım kurallar ve uygulamalar olarak tanımlanmaktadır²⁵².

Güvenirlik programının iki temel amacı vardır. Bunlar aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir²⁵³;

- Yapılan bakım faaliyetlerinin etkinliğini gösteren uçak filosunun güvenilirliğini ortaya koymak.
- Güvenirlikle ilgili problemleri çözebilmek ve daha maliyet etkin bakım programları oluşturmak amacıyla bakım programlarında ya da bakım faaliyetlerinin nasıl yapılacağı konusunda yeni düzenlemeler getirmek amacıyla gerekli teknik bilgileri sağlamak.

Başka bir deyişle güvenilirlik programı, havayolu işletmesinin geliştirdiği çeşitli uygulama ve kuralları içermekte ve uygulanabilmesi için ilgili sivil havacılık otoritesi tarafından onaylanması gerekmektedir. Havayolu işletmelerinin güvenilirlik programı

²⁵¹ Gerede, a.g.e., s.2.

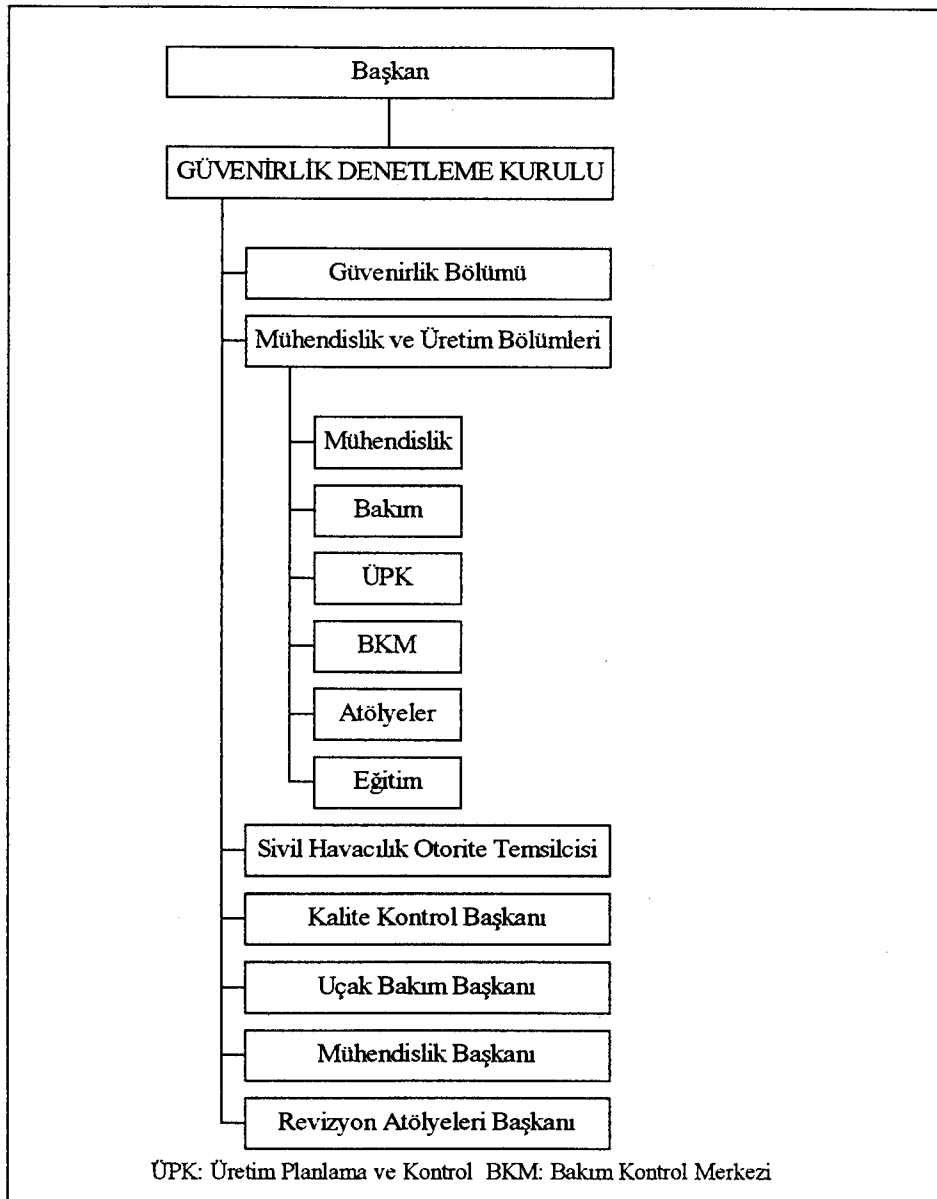
²⁵² Zeki, "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.6. ; Gerede, a.g.e., s.3.

²⁵³ Friend, a.g.e., s.57. ; Gerede, a.g.e., s.3.

uygulama amaçlarının ise, uçuş faaliyetlerinde emniyeti ve güvenilirliği mümkün olan en az maliyetle sağlamak olduğu söylenebilir.

2.2.2. Güvenirlik Programının Organizasyonu

Güvenirlik programının yürütülmesinden Güvenirlik Denetleme Kurulu, Güvenirlik, Mühendislik ve Üretim Bölümleri sorumludur. Şekil-54'de güvenirlik programının organizasyon yapısı görülmektedir.



Şekil-54. Güvenirlik Programının Organizasyon Yapısı

Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Reliability Program Organization", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.4. ; Zeki, "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.6.'dan uyarlandı.

GDK; Sivil Havacılık Otorite Temsilcisi, Kalite Kontrol Başkanı, Uçak Bakım Başkanı, Mühendislik Başkanı ve Revizyon Atölyeleri Başkanından oluşmaktadır.

GDK, güvenilirlik programının yönetiminden sorumludur. Her ay düzenlediği toplantılarla mevcut problemleri, mühendislik bölümünün araştırma ve çözüm önerilerini, elde edilen güvenilirlik raporlarını, mühendislik bölümlerinin çözüm önerilerini ve daha önce alınmış önlemlerin sonuçlarını inceleyerek gerekli kararları almakta ve uygulamaya geçilmesini sağlamaktadır. Güvenirlik Bölümü; gerekli verileri toplamakta, trendleri ve alarm değerlerini belirlemekte, aylık raporları hazırlayıp yayınlamakta ve kayıtları tutmaktadır. Mühendislik ve Üretim Bölümleri ise; verilerin toplanmasına yardımcı olmakta, verileri ve trendleri incelemekte, gerekli durumlarda problemlere çözüm önerileri geliştirmek amacıyla incelemeler yapmakta, öneri niteliğinde düzeltici işlemleri belirlemekte ve öneriler GDK tarafından onaylandıktan sonra düzeltici işlemleri uygulamaktan sorumludur²⁵⁴.

2.2.3. Güvenirlik Programının İşleyişi

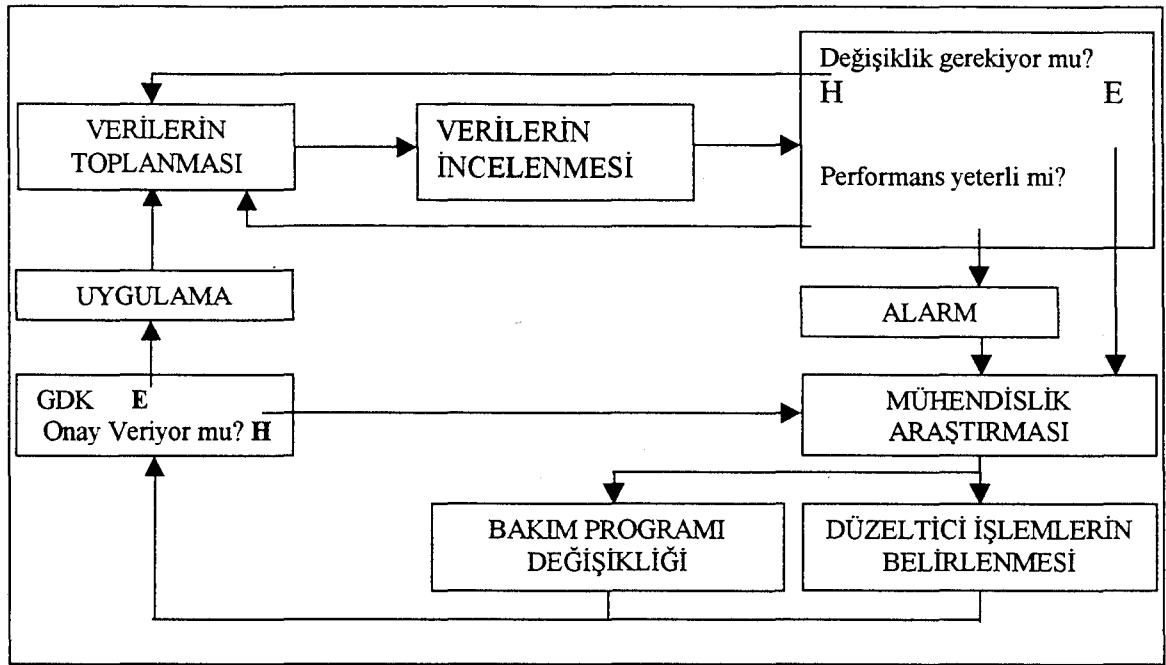
Güvenirlik programının işleyiş sürecinde ilk adımı standartların ve kuralların belirlenmesi oluşturmaktadır. Güvenirlik programı kapsamında, kapalı bir döngü içinde ilgili veriler toplanır, performans değerlendirilir, istatistiksel bir şekilde rapor edilerek eğilimler belirlenir, problemler araştırılır ve tanımlanır, düzeltici işlemler hazırlanır ve uygulanır, sonuç olarak elde edilen yeni veriler değerlendirilerek programa girdi olmak üzere geri gönderilir²⁵⁵. Şekil-55’de güvenilirlik programının işleyiş süreci görülmektedir.

Güvenirlik programı kapsamında alınacak her türlü kararın kaynağı olan verilerin toplanması, program sürecinin ikinci ve en önemli adımını oluşturmaktadır. Verilerin uygun kaynaklardan ve tüm bakım istasyonlarından doğru bir şekilde toplanması ve bunun için en uygun bilgi akış sisteminin kullanılması, analizlerin doğru sonuçlar vermesi bakımından son derece önemlidir²⁵⁶. Tablo-18’de, program kapsamında, hangi verilerin toplandığı görülmektedir.

²⁵⁴ Zeki, “Airplane Reliability Program”, a.g.e., s.13-23 ; Gerece, a.g.e., s.3.

²⁵⁵ Gerece, a.g.e., s.3.

²⁵⁶ Zeki, “Airplane Reliability Program”, a.g.e., s.29.



Şekil-55. Güvenirlilik Programının İşleyiş Süreci

Gerede, a.g.e., s.4.

Programın işleyiş sürecinde üçüncü adım ise, elde edilen verilerin incelenerek uçak, motor, ve sistem/komponent bazında performansın ölçülmesidir. Gövde ve yapısal elemanlar sistem/komponent programına dahil edilmektedir. Performans değerleri daha önceden belirlenmiş standartlarla karşılaştırılarak sistemin alarm değerlerine ulaşıp ulaşmadığı araştırılır. Eğer performans değerleri alarm seviyesinin altında gerçekleşmiş ise, herhangi bir araştırmaya gidilmemektedir. Buna karşın, alarm seviyesi aşıldığında, mühendislik araştırması başlatılmaktadır.

Tablo-18. Güvenirlilik Programı Kapsamında Toplanan Veriler

Toplanan Veriler
Uçuş Saati ve Uçuş Sayısı (Flight Hours and Flight Cycles)
Gecikme ve İptaller
Pilot Raporları (Pilot Reports)
Programsız Komponent Söküm Sayısı (Unscheduled Removals)
Gereksiz Komponent Söküm Sayısı (Unjustified Removals)
Atölyelerdeki Kontrol Bulguları
Uçak Üzerindeki Kontrol Bulguları
Gövde ve Yapısal Eleman Hasarları
Uçuşta Motor Kapatma Sayısı (In Flight Shut Down)
Programsız Motor Söküm Sayısı (Unscheduled Engine Removals)

Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Reliability Program Organization", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.10. ; Zeki. "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.31.; Gerede, a.g.e., s.4.'den uyarlandı.

Yapılan mühendislik araştırmasının sonuçlarına göre, aşağıda sıralanan değişiklikler önerilebilmektedir²⁵⁷;

- Bakım programı kapsamındaki değişiklikler:
 - bakım faaliyetlerinde kullanılan yöntemlerin değiştirilmesi,
 - bakım paketlerindeki bakım işlerinin değiştirilmesi,
 - programlı bakım aralıklarının uzatılması ya da kısaltılması.
- Düzeltici işlemler kapsamındaki öneriler:
 - çeşitli tadilatların geliştirilmesi,
 - arıza arama tekniklerinin değiştirilmesi,
 - eğitim faaliyetlerinin geliştirilmesi.

Mühendislik araştırması sonucunda geliştirilen bu öneriler, GDK'ya sunulmakta ve kurulda görüşülmektedir. GDK'nın bu önerilere olur vermesi durumunda, öneriler uygulanmaktadır. Ancak gerekli onayın verilmemesi durumunda, tekrar mühendislik araştırmasına gidilmektedir.

2.2.4. Güvenirlik Performansının Ölçümü

Uçak güvenirlik performansı, aşağıda sıralanan seviyelerde ölçülmekte ve değerlendirilmektedir²⁵⁸;

- Toplam uçak seviyesinde (Motorların da dahil edildiği dispeç güvenirliliği),
- Motor seviyesinde,
- Sistem seviyesinde (Gövde ve yapısal elemanlar da dahil),
- Komponent seviyesinde.

Güvenirliğin yukarıda sıralanan seviyelerde değerlendirilebilmesi amacıyla, güvenirliliği ölçmekte kullanılacak ve söz konusu seviyeyi temsil edebilecek nitelikte olan, çeşitli performans parametrelerine ihtiyaç duyulmaktadır. Bu parametreler Tablo-19'da verilmiştir.

²⁵⁷ Micheal Paone, "Reliability Overview", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.29. ; Zeki, "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.10.

²⁵⁸ Zeki, "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.44.

Tablo-19. Güvenirlik Performans Ölçümünde Kullanılan Parametreler

SEVİYE	KULLANILAN PERFORMANS PARAMETRESİ
Dispeç	- Her 100 uçuştaki pilot rapor oranı (pilot reports) - Her 100 uçuştaki teknik uçuş gecikme ve iptal oranı
Sistem	- Her 100 uçuştaki pilot rapor oranı (pilot reports) - Her 100 uçuştaki teknik uçuş gecikme ve iptal oranı - Gövde ve yapısal eleman kontrollerinden elde edilen bulgular
Komponent	- Her 1000 komponent uçuş saati için arızalar arasındaki ortalama süre (MTBF) - Her 1000 komponent uçuş saati için programsız söküm arasındaki ortalama süre (MTBUR)
Motor	- 1000 Motor uçuş saati için uçuşta motor kapatma oranı (in-flight shut down) - 1000 Motor uçuş saati için programsız motor söküm oranı

Zeki, "Airplane Reliability Program", a.g.e., s.47.

2.2.4.1. Dispeç Güvenirliği

Toplam uçak seviyesindeki güvenirlik, planlanan uçuşların zamanında yapılma olasılığını ifade etmekte ve dispeç güvenirliği olarak adlandırılmaktadır²⁵⁹. Dispeç güvenirliğini olumsuz yönde etkileyen unsurlar meteorolojik şartlar, havaalanı kapasite sorunları, yer hizmetlerinde meydana gelen aksaklıklar ve teknik nedenlerle ortaya çıkan problemler olarak sıralanabilir. Bu çalışmada sadece teknik nedenlerle ortaya çıkan problemlere bağlı olan dispeç güvenirliği ele alınmaktadır. Bununla birlikte, diğer unsurlar genellikle havayolu işletmesinin kontrolü altında tutulamazken teknik nedenlerle ortaya çıkan problemler havayolu işletmesinin kontrolü altındadır²⁶⁰. Bu durumda, havayolu işletmesinin teknik nedenlerle ortaya çıkan problemleri azaltması sonucunda dispeç güvenirliğinin de artacağı düşünülmektedir.

Dispeç güvenirliğinin hesaplanmasında; teknik nedenlerle oluşan ve 15 dakikadan fazla süren toplam gecikme (TGS), toplam uçuş iptal (TUİS) ve toplam ticari uçuş sayısı (TUS) verilerine ihtiyaç duyulmakta ve (DG) aşağıdaki formüle göre hesaplanmaktadır;

$$DG = 1 - \frac{TGS - TUİS}{TUS} \times 100$$

²⁵⁹ Friend, a.g.e., s.46.

²⁶⁰ Gerece, a.g.e., s.5.

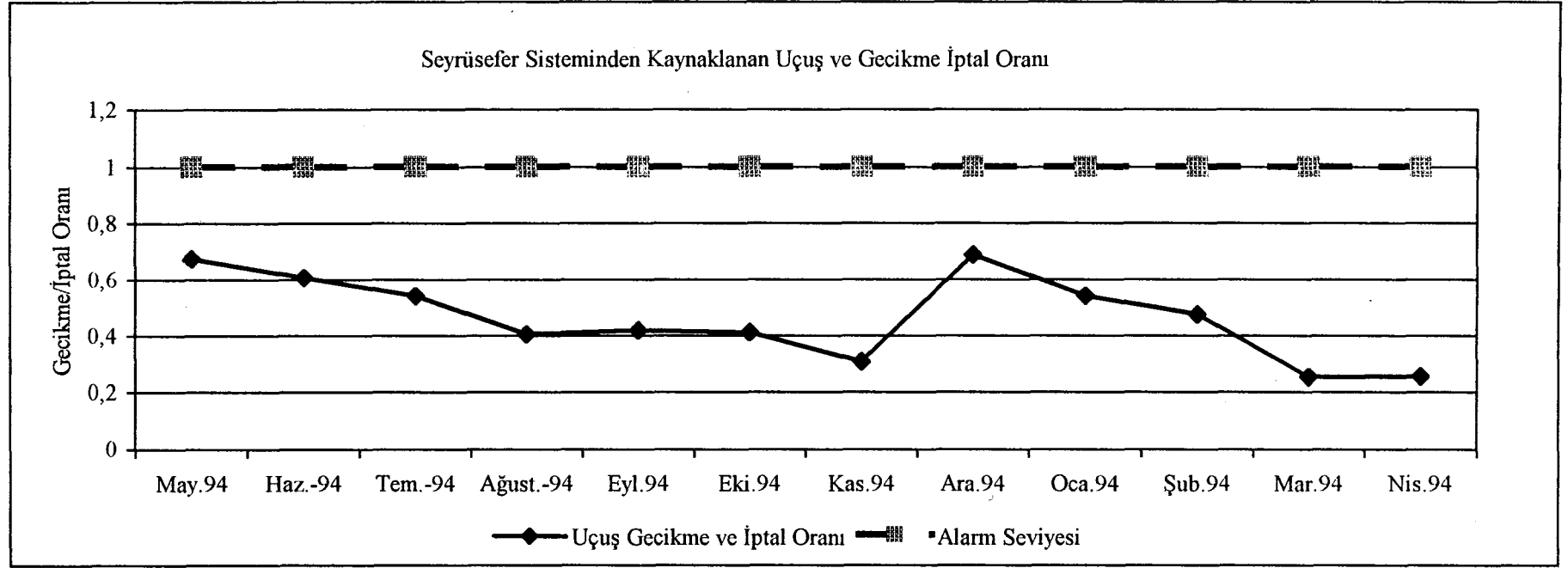
Güvenirlilik programı kapsamında, dispeç güvenirliğini ölçmek için kullanılan pilot rapor ve uçuş gecikme/iptal oranları, aylık zaman dilimleri halinde sürekli kaydedilmektedirler. Dispeç güvenirliği istasyon, uçak, sistem (ATA Bölümleri) ve hatta komponent bazında izlenebilmektedir²⁶¹. Böylece dispeç güvenirliğinin düşmesi durumunda, muhtemel problemlerin ortaya çıkarılması daha kolay olacaktır.

Şekil-56'da bir havayolu işletmesine ait tüm filo içinde seyrüsefer sisteminin (ATA 34 Bölümü) sebep olduğu gecikme ve iptal oranlarının zaman içinde nasıl değiştiği görülmektedir. Şekilde de görüldüğü gibi, ATA 34 sistem performansı Mayıs 1994 ile mart 1995 tarihleri arasında alarm seviyesinin altında gerçekleşmiş, başka bir deyişle, istenen seviyelerde kalmıştır.

Şekil-57'de ise, tüm filo içinde dispeç güvenirliğini en olumsuz biçimde etkileyen ilk 10 sistemin 1994 yılının 3. ve 4. Çeyreğindeki performansları karşılaştırılmaktadır.

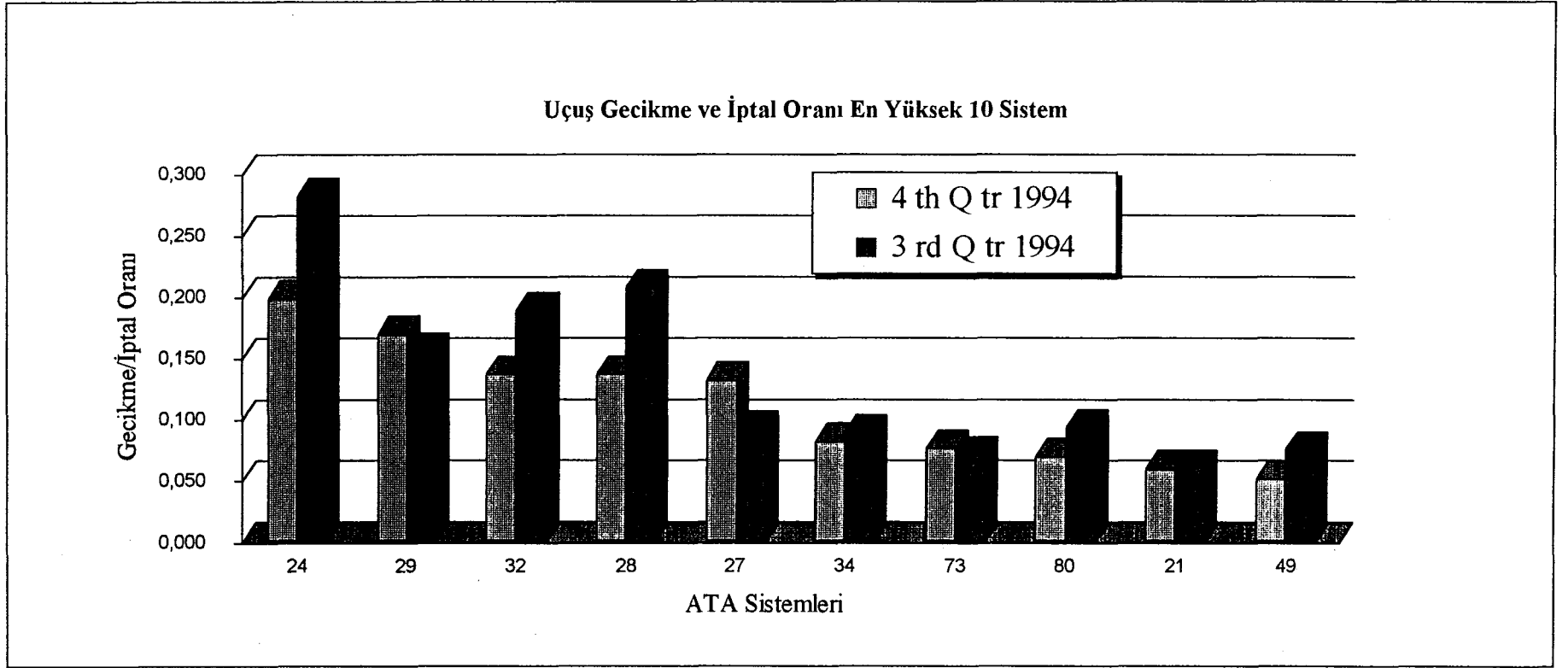
Şekil-57'deki veriler güvenirlik programı kapsamında değerlendirildiklerinde, ATA 29 ve ATA 27 Sistemlerinin performanslarında bir düşüş olduğu görülmektedir. Güvenirlilik programı sayesinde, bu eğilimin zaman içinde aynı yönde devam etmesi durumunda, söz konusu sistemlere ait çeşitli problemlerin oluştuğu ve nerelerden kaynaklandıkları ortaya çıkarılabilecek ve bu problemler ortadan kaldırılabilecektir.

²⁶¹ Coralee Hagopian "Dispatch Reliability Data Processes", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.6.



Şekil-56. ATA 34 Seyrüsefer Sisteminin 1 Yıllık Dispeç Güvenirlik Performansı

Coralee Hagopian "Dispatch Reliability Data Processes", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.26



Şekil-57. Dispeç Güvenirliğini Olumsuz Yönde Etkileyen İlk 10 Sistemin Performans Karşılaştırılması

Coralee Hagopian "Dispatch Reliability Data Processes", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.25.

Konunun daha iyi anlaşılabilmesi amacıyla, örnek bir duruma yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Örneğin X istasyonunda, ATA 34 Seyrüsefer sistemi, havayolu işletmesinin belirlediği oranlardan daha fazla arıza oranına sahipse ve bu arızalar işletmenin söz konusu bakım istasyonunda dispeç güvenilirliğini kabul edilemeyecek biçimde olumsuz yönde etkiliyorsa, bu konu ile ilgili mühendislik araştırması başlatılabilir. Muhtemel problemler bu bakım istasyonunda çalışan teknisyenlerin diğer ATA sistemlerinde bilgili olmalarına karşın ATA 34’de bilgisiz olmalarından kaynaklanabilir. Bu durumda, teknisyenlere konu ile ilgili kısa bir eğitim verilmesi bile dispeç güvenilirliğinin istenen seviyelere gelmesini sağlayabilecektir. Sonuç olarak, arızalara daha etkin bir şekilde müdahale edilebileceğinden, harcanan işgücü miktarı düşeceğinden ve gereksiz sökümlemler yapılmayacağı için malzeme giderleri de azalacağından dolayı DBM de azaltılabilecektir.

Bunların yanı sıra, dispeç güvenilirliği az olan havayolu işletmeleri planlanan uçuşların zamanında yapılamamasından kaynaklanan maliyetlere katlanmak zorundadırlar. Geniş gövdeli bir uçak için iki uçuş arasında yerde kalma maliyetinin 7000 ABD \$/saat olduğu belirtilmektedir. Dispeç güvenilirliği düşük olduğu için zamanında kalkış performansı (on-time performance) iyi olmayan havayolu işletmelerinin hizmet kalitesi, dolayısıyla da müşteri tatmini olumsuz yönde etkilenecektir²⁶².

2.2.4.2. Sistem Güvenirliği

Sistem güvenirlilik programı, ATA Bölümleri güvenirlilik performanslarının güvenirlilik programı kapsamında değerlendirilmesi olarak tanımlanmaktadır²⁶³. Sistem güvenirlilik performansının ölçümü için kullanılan pilot rapor ve uçuş gecikme/iptal oranları güvenirlilik programı kapsamında istasyon, tüm filo ve uçak bazında değerlendirilmektedir²⁶⁴. Zaman içinde bu oranların alarm seviyesinin üstüne çıkması durumunda, mühendislik araştırması başlatılmakta, problemler ortaya konmakta, çözüm önerileri geliştirilmekte ve eğer GDK onay verirse bu öneriler uygulanmaktadır. Uygulama sonuçları güvenirlilik programı kapsamında tekrar değerlendirilerek yeni bir araştırma yapıp yapılmayacağına karar verilmektedir.

²⁶² Gerede, a.g.e., s.5.

²⁶³ Zeki, “Airplane Reliability Program”, a.g.e., s.49.; Gerede, a.g.e., s.5.

²⁶⁴ Kupp Shridhar ve Tim Lloyd, “System Reliability”, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.36-45.

Problemlerin çözülmesi durumunda, ilgili sistemlerdeki arıza oranları zamanla azalacağı için programsız bakım faaliyetlerinden kaynaklanan DBM'de azalacaktır.

2.2.4.3. Komponent Güvenirliği

Güvenirlik Programı kapsamında komponent güvenirliliği, uçuş sayısı ya da uçuş saati baz alınarak, komponent güvenirlilik performansının ölçülmesidir. Komponent güvenirlilik programının amacı, performans standartlarının belirlenerek performansın değerlendirilmesi, performans eğilimlerinin ortaya konması, problemlerin ortadan kaldırılması ve gereksiz söküm (No Fault Found) oranının düşürülmesidir²⁶⁵.

Komponent güvenirlilik programı kapsamında, arızalar arasındaki ortalama süre (MTBF) ve programsız sökümler arasındaki ortalama süre (MTBUR) parametreleri kullanılmaktadır. Performans ölçümü farklı istasyonlar, tüm filo ve uçak bazında yapılabilmektedir²⁶⁶.

Arızalar arasındaki ortalama sürenin (MTBF) azalması, söz konusu komponent güvenirliliğinin azalması anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle, bu sürenin azalması sık sık arıza meydana geldiğinin bir göstergesidir. Bu parametre, söz konusu komponent için farklı istasyon, uçak ve tüm filo içinde izlenebilmekte, alarm seviyesinin üzerine çıktığında gerekli mühendislik araştırması başlatılarak problemler ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır.

Programsız sökümler arasındaki ortalama sürenin (MTBUR) azalması, gerçekten arızalı olsun ya da olmasın, söz konusu komponentin sık sık sökülmesi anlamına gelmektedir. Başka bir deyişle, komponent gereksiz yere sökülmektedir.

Gereksiz Söküm Oranı (No Fault Found Rate) ile ölçülen gereksiz söküm miktarı, aşağıdaki formüle göre hesaplanabilmektedir²⁶⁷,

$$GSO = 1 - \frac{PSAOS}{AAOS} \times 100$$

²⁶⁵ Alex Gratzner, "Component Reliability", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.3.

²⁶⁶ Aynı, s.45.

²⁶⁷ Philipe Brie, "Different Factors Influencing Avionics Maintenance Costs", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, (Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997), s.3.

Formülden de anlaşıldığı gibi, programsız sökümler arası ortalama süre arttığında gereksiz söküm oranı da azalacaktır.

Yapılan araştırmalara göre, dünya genelinde sektörün en önemli problemlerinden birisini oluşturan gereksiz sökümün her biri 1300 ABD \$'na mal olmakta²⁶⁸, 200 uçaklık filoya sahip bir havayolu işletmesinin gereksiz söküm maliyeti ise yıllık 20 Milyon ABD \$'nı bulmaktadır²⁶⁹. Gereksiz söküm problemi, genellikle mekanik sistemlerden çok avionik sistemlerde meydana gelmekte ve sökülen avionik komponentlerin %30 ile %40'ının gereksiz sökümlerden oluştuğu belirtilmektedir²⁷⁰. Gereksiz söküm maliyetini meydana getiren unsurları aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür²⁷¹;

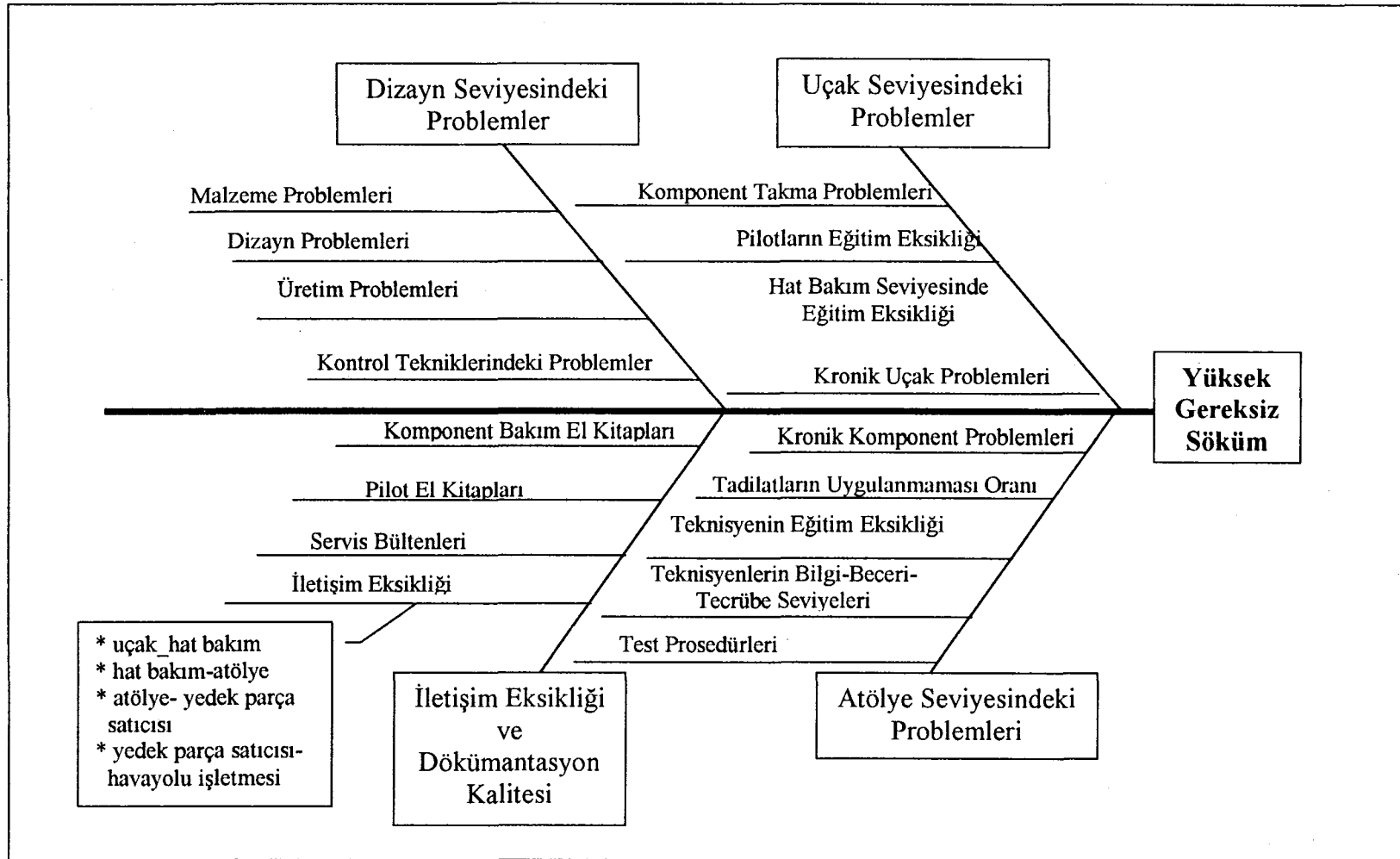
- Komponentin sökülmesi, yenisinin takılması, sökülen komponentin test edilmesi ve gerekli kayıtların tutulması için hat bakım seviyesinde harcanan işgücü miktarı,
- Komponentin atölye seviyesinde test edilmesi ve gerekli kayıtların tutulması için harcanan işgücü miktarı,
- Azalan stok miktarının yeniden tamamlanması,
- Komponentin ulaşım giderleri,
- Söküm işlemi nedeniyle ilgili kayıtların yenilenmesi,
- Gereksiz söküm işleminin kaydedilmesi ve incelenmesi,
- Gereksiz söküm işlemi nedeniyle ortaya çıkan uçuş gecikme ve iptal maliyetleri.

²⁶⁸ W. V. Kulingian, "No Fault Found Component Removals", The Changing Vision IATA's 1995 Aircraft Maintenance Seminar and Exhibition Seminerinde sunulan bildiri (Sydney. 14-16 Kasım 1995), s.240.

²⁶⁹ Erdoğan Delipınar, "Maintenance Support Considerations For Highly Integrated or Complex Aircraft Systems", (Institut de Maintenance Aéronautique Université de Bordeaux-1 Endüstriyel Sistem Mühendisliği Lisans Programı, Yayınlanmamış Bitirme Tezi, Eylül 1997), s.23.

²⁷⁰ W. V. Kulingian, a.g.e., s.240.

²⁷¹ Aynı, s.23.



Gereksiz söküm oranının düşürülmesi durumunda, yukarıda sıralanan giderler azalacağından DBM'nin de azalacağı düşünülmektedir. Güvenirlik programının gereksiz söküm sayısını nasıl azaltabileceği incelenmeden önce gereksiz söküme sebep olan unsurların belirlenmesi yararlı olacaktır. Şekil-58'de gereksiz söküme sebep olan unsurlar balık kılçığı diyagramında gösterilmiştir.

Güvenirlik programı kapsamında komponent güvenilirliği farklı istasyonlarda, tüm filo içinde ve farklı uçaklarda izlenebilmektedir. Zaman içinde daha önceki yıllara ya da aylara oranla bu komponente ait güvenilirlik performansının düştüğü gözlemlendiğinde, mühendislik araştırması başlatılarak uçağa ya da bakım istasyonuna özel kronik problemler, uygun olmayan arıza arama ve test teknikleri ve teknisyenlerin eğitim ihtiyaçları belirlenebilmektedir. Problemlerin doğru bir biçimde belirlenmesi ise, komponent güvenilirliğinin istenilen seviyelere getirilebilmesinde en önemli adımı oluşturmaktadır.

Sonuç olarak güvenilirlik programının uygulanması, komponent güvenilirliğinin istenen seviyelerde tutulmasını sağlamaktadır. Bu sayede, programsız bakım faaliyetlerinden ve gereksiz sökümlerden kaynaklanan bakım giderlerinin de azaltılabileceği düşünülmektedir.

2.2.4.4. Motor Güvenirliği

Motor güvenilirlik programı kapsamında, 1000 motor uçuş saati başına düşen uçuşta motor kapatma ve programsız motor söküm oranları zaman içinde izlenmektedir. Bu değer alarm seviyesinin üstüne çıkması durumunda ise, mühendislik araştırması başlatılarak motor güvenilirliğinin düşmesine neden olan problemler ortadan kaldırılmaya çalışılmaktadır²⁷².

Motor güvenilirlik programının amacı, motorların mümkün olduğunca uzun bir süre için uçakta kalmasını sağlamak, uçuşta motor kapatma oranını en minimuma düşürmek ve motordan kaynaklanan teknik problemler nedeniyle uçuşların gecikmesini ve/veya iptal edilmesini önlemektir²⁷³.

²⁷² Gerede, a.g.e., s.5.

²⁷³ Kupp Shridhar ve Brandon Smith, "Power Plant Reliability", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.4.

IV. Bölümde de incelendiği üzere, motor bakım faaliyetlerinden kaynaklanan maliyetler DBM içindeki en yüksek paya sahip maliyet grubunu oluşturmaktadır. Motor bakım maliyetlerinin sadece %10'luk bir bölümü hat bakım seviyesinde oluşurken %90'lık bölümü ise, atölye seviyesinde oluşmaktadır. IV. Bölümdeki Şekil-36 incelendiğinde, atölyedeki motor DBM'sinin %15'i programlı bakım faaliyetlerinden kaynaklanırken, %85'lik bölümünün programsız bakım faaliyetlerinden kaynaklandığı görülmektedir. Bu nedenle, motorun programsız söküm sayısı azaltıldığı ve motorun uçak üzerinde kalma süresi artırıldığı sürece DBM'nin de aynı oranda azalacağı düşünülebilir. Etkin bir güvenilirlik programının, bu amaçlara ulaşılmasında önemli bir rol alacağı düşünülmektedir.

Motor güvenilirlik programının etkin bir biçimde uygulanabilmesi amacıyla, motor DBM'sinin düşürülmesi için yaygın olarak kullanılan çeşitli yöntemlerden de yararlanılmaktadır. Bu yöntemler aşağıdaki biçimde sıralanabilir²⁷⁴;

- Yağ analizi (Spectrographic Oil Analysis Program – SOAP),
- Motordan kopan küçük parçaların analizi (Magnetic Chip Detector),
- Boroskop,
- Motor titreşim izleme programı.

Bu yöntemler, motor güvenilirlik programına veri desteği sağlayarak, motor güvenilirliği düştüğü zaman muhtemel problemlerin ortaya çıkarılabilmesinde yardımcı olmaktadır. Bu yöntemlerin güvenilirlik programı kapsamında kullanılmalarının daha olumlu sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Buna karşın, güvenilirlik programı uygulamayan bir çok havayolu işletmesi bu yöntemleri motor DBM'sinin azaltılması amacıyla kullanmaktadırlar. Bu nedenle bu çalışmada söz konusu yöntemler, motor bakım maliyetlerinin düşürülmesi konusunda daha ayrıntılı bir biçimde incelenecektir.

²⁷⁴ Kupp Shridhar ve Brandon Smith, "Power Plant Reliability", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.6.

2.3. Güvenirlik Programının DBM'ne Etkisi

2.3.1. Güvenirlik Programı İle Programsız Bakım Faaliyetlerinin Azaltılması

Etkin bir güvenirlik programı, uçağın toplam güvenirliliğini başka bir deyişle dispeç güvenirliliğini artıracaktır. Dispeç güvenirliliğinin artırılması ise; motor, sistem ve komponent güvenirliliklerinin tek tek artırılması ile mümkün olmaktadır. Çünkü dispeç güvenirliliği uçak motor, sistem ve komponent güvenirliliklerine bağlıdır. Eğer uçuşun yapılmasını engelleyecek derecede (MEL No-Go Item) önemli olan, tek bir komponent güvenirliliği bile istenilen seviyenin altında gerçekleşirse, dispeç güvenirliliği de düşecektir. Dispeç güvenirliliğinin düşük olması, programsız bakımlardan kaynaklanan DBM'nin ve uçuş gecikme/iptal maliyetlerinin artması anlamına gelmektedir.

II. Bölüm 8.2.'de de açıklandığı üzere, arızaların ne zaman meydana gelecekleri belirsiz olduğundan, programsız bakım yönetiminin programlı bakım yönetimine göre daha zor olduğu bilinmektedir. Bununla birlikte, programsız bakım yönetimi havayolu işletmeleri açısından büyük önem taşımaktadır. II. Bölümde de açıklandığı gibi, bakımın en önemli amaçlarından birisi de, uçağın uçuşa hazır durumda bulunma oranını en yüksek seviyede tutmaktır. Çünkü III. Bölümde Havayolu İşletmelerinde Maliyet Kavramı konusunda da açıklandığı üzere, havayolu işletmeleri birim maliyetleri düşürmek amacıyla, uçaklarının günlük kullanım miktarlarını mümkün olduğunca yüksek tutmaya gayret etmektedirler. Bununla birlikte, programsız bakımların iyi yönetilememeleri durumunda uçağın uçuşa hazır durumda bulunma oranı da düşecektir. Programsız bakımların en iyi biçimde yönetilebilmesi, ancak güvenirlik programının uygulanması ile mümkün olabilecektir. Çünkü programsız bakım faaliyetlerinin etkinliği, güvenirlik performanslarının güvenirlik programı kapsamında ölçülmesi ile belirlenebilmektedir. Etkin bir güvenirlik programı, ölçülen performansın düşük çıkması durumunda, problemleri bakım istasyonlarını, uçakları, uçak sistemlerini, komponentleri ve problemlerin kaynağını belirleme imkanı yaratmaktadır. Problemlerin doğru bir biçimde ortaya konulması ve sonrasında doğru çözümlerin geliştirilmesi, programlı bakımların daha iyi yönetilmesini sağlayacak ve sonuç olarak programsız bakım maliyetleri de azaltılacaktır.

Güvenirlilik programı kapsamında mevcut problemlerin çözülmesi amacıyla, teknisyenlerin eğitilmesine ve/veya bakım ve arıza arama-bulma yöntemlerinin değiştirilmesine karar verilebilmektedir. Mevcut problemlerin bu şekilde çözülmesi, işgücü etkinliğini ve verimliliğini artıracığından DBM'nin de azalacağı düşünülmektedir. Bununla birlikte, söz konusu değişikliklerin gereksiz söküm oranının düşürülmesinde doğrudan etkili olduğu söylenebilir. Şekil-58'de gereksiz sökümüne sebep olan unsurların incelenmesi bu düşüncüyü desteklemektedir. Gereksiz söküm oranının düşürülmesi ise, harcanan işgücü ve malzeme miktarını azaltacağından DBM de azalacaktır.

Güvenirlilik programı hakkında yapılan genel açıklamalarda da belirtildiği gibi, herhangi bir uçak elemanın güvenirliliği dizayn sırasında belirlenmektedir. Eğer havayolu işletmesi dizayn sırasında yapılan bir hata nedeniyle güvenirliliğin istenen seviyenin altında kaldığını ortaya çıkarırsa, çeşitli tadilatlar geliştirerek bu problemi çözebilir. İlgili sivil havacılık otoritesi ve GDK'nın onay vermesi durumunda, ilgili tadilat uygulanarak güvenirlilik istenen seviyeye getirilebilmektedir. Tadilatın uygulanması kısa vadede DBM'ni artırabilmesine karşın, yapılan değerlendirme sonucunda uzun vadede DBM'nin azalacağı belirlenirse, söz konusu tadilat DBM'nin azaltılmasını sağlayacaktır.

2.3.2. Güvenirlilik Programı İle Programlı Bakım Optimizasyonunun Sağlanması

Programlı bakımların amacı, II. Bölümde de açıklandığı üzere, ileride çıkması muhtemel arıza ve/veya hasarları önlemektir. Bununla birlikte, programlı bakımlar etkin bir biçimde geliştirilememiş ve/veya uygulanamıyorsa, amacına yeterince ulaşamayacağından dolayı ileride hasar ve/veya arıza oranlarının artacağı düşünülebilir. Başka bir deyişle, havayolu işletmesinin kendi şartlarına uygun olarak hazırlanmamış ve/veya etkin bir biçimde uygulanamayan bakım programları güvenirliliğin düşmesine neden olacaktır. Güvenirlilik programı sayesinde problemlerin programlı bakım faaliyetlerinden kaynaklandığının belirlenmesi durumunda, gerekli düzeltmeler yapılabilmektedir.

Programlı bakım maliyetlerini etkileyen en önemli unsurlardan birisi de, bakım işlerinin hangi sıklıkla yapıldığıdır. Programlı bakımların optimizasyonu kapsamında,

programlı bakım işlerinin aralıkları artırılabilmekte ya da azaltılabilmektedir. Aralık artırıldığında daha az sayıda bakım işi uygulanacağından, DBM de azalacaktır. Bununla birlikte IV. Bölümde DBM'yi etkileyen faktörler kapsamında da açıklandığı üzere, uçakların yaşlanması durumunda çeşitli uçak elemanlarının güvenilirlikleri zamanla düşmektedir. DBM'si yüksek olan bu elemanların kullanım süreleri arttıkça, daha sık bakıma ihtiyaç duyacaklarından, bakım işlerinin aralıkları kısaltılmalıdır. Söz konusu aralıkların uygun bir biçimde kısaltılmadıkları durumunda ise, DBM'nin de artacağı kaçınılmaz olmaktadır. Güvenirlik programının, bu ayarlamaların uygun bir biçimde yapılabileceği ortamı sağlayarak, DBM'yi azaltacağı düşünülmektedir.

3. Bakım Programının Optimizasyonu

3.1. Genel Açıklama

II. Bölümde Bakım Programı Geliştirme Organizasyonunda açıklandığı üzere, temel bakım programı; üretici firma, kullanıcılar ve sivil havacılık otoriteleri tarafından hazırlanmaktadır. Havayolu işletmeleri genellikle, temel bakım programını olduğu gibi kullanmak yerine kendi kullanım şartlarına, çevresel faktörlere ve yönetim anlayışlarına göre yeniden düzenlemektedirler. Uçağın kullanımı sırasında elde edilen tecrübe miktarı arttıkça bakım programına yeni bakım işleri dahil edilebilmekte, bazı bakım işleri programdan çıkartılabilmekte, uygulama aralıkları ise uzatılabilmekte ya da kısaltılabilmektedir. Bununla birlikte, bakım programının havayolu işletmelerine ve günün koşullarına göre ayarlanmasının genellikle planlı bir biçimde yapılmadığı, tesadüflere ve işletme içi bir takım kişisel çabalara bırakıldığı belirtilmektedir²⁷⁵. Ancak bu süreç, uçuş faaliyetlerinde emniyetin sağlanmasını, güvenliğin artırılmasını ve daha maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilebilmesini doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle bu sürecin, daha planlı, programlı ve bilinçli bir biçimde işleminin gerekli olduğu düşünülmektedir.

²⁷⁵ Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.40.

II. Bölümde de açıklandığı üzere, bakım programlarının geliştirilmesinde çeşitli yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan en yeni olanı Bakım Yönlendirme Kılavuzu-3 (MSG-3) 1980'li yıllardan itibaren dizayn edilen uçaklara uygulanmaktadır. Bununla birlikte, bir çok havayolu işletmesinin filosunda halen daha eski dizayn uçaklarda bulunmaktadır. Bakım programlarında optimizasyon öneminin vurgulanması amacıyla, MD-80 uçağının BYK-2 ve BYK-3'e göre hazırlanmış bakım programlarının karşılaştırılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. BYK-2'ye göre toplam bakım işi sayısı 996 iken bu rakam BYK-3'e göre 395'e inmiştir. Bu rakamlar, II. Bölümde de açıklandığı üzere, BYK-3'ün daha maliyet-etkin olduğunun da bir göstergesidir²⁷⁶.

3.2. Blok Veya Dengelenmiş Bakım Seçimi

IV. Bölümde DBM'yi etkileyen faktörler konusunda da açıklandığı üzere, programlı bakım işlerinin nasıl paketlenmeleri DBM'yi doğrudan etkilemektedir.

Havayolu işletmeleri arasında filo ve uçuş hat yapısı, çevresel faktörler, işgücü ücretleri ve kapasitesi gibi unsurların değişkenlik göstermesi nedeniyle, havayolu işletmesinin kendi şartlarına uygun paketleme sistemini seçmesinin, DBM'nin azaltılmasında önemli bir rol oynayacağı düşünülmektedir.

Uygun paketleme sisteminin belirlenmesinde havayolu işletmesinin dikkate alınması gereken faktörler aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir²⁷⁷;

- Uçuş faaliyetleri ile ilgili faktörler: Uçuş hat yapısı, uçuşların frekansı, ortalama uçuş uzunlukları, uçuş faaliyetleri ile ilgili eğitim gereksinimleri.
- Ticari faktörler: Taşınan yolcu trafiğinin günlere, aylara ve mevsimlere göre nasıl değiştiği.
- Teknik faktörler: Bakım programı hazırlanırken uyulması gereken kurallar, bakım faaliyetlerinin yerine getirilmesi için gerekli olan ekipmanların, malzemelerin ve eğitimli işgücünün bulunup bulunmama durumu ve işgücü ücretleri.

Dikkate alınması gereken unsurların havayolu işletmeleri arasında değişkenlik göstermesi nedeniyle, bu çalışmada sadece iki farklı paketleme programının avantaj ve dezavantajlarına yer verilecek ve her iki sistemin tavsiye edildiği durumlar

²⁷⁶ Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Maintenance Cost Optimization Concepts", Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, a.g.e., s.24-25.

²⁷⁷ Adel Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.89.

incelenecektir. Tablo-20’de blok ve dengelenmiş bakımın avantaj ve dezavantajları, Tablo-21’de ise her iki yöntemin tavsiye edildiği durumlar yer almaktadır.

Tablo-20 ve Tablo-21 incelendiğinde, her iki yöntemde kendine göre avantaj ve dezavantajlarının olduğu görülmektedir. Havayolu işletmelerine, bu avantaj ve dezavantajların kendi şartları kapsamında değerlendirilmesi ve bu değerlendirme sonucuna göre blok ya da dengeli bakımın seçilmesi önerilebilmektedir.

Tablo-20. Blok ve Dengelenmiş Paketleme Sisteminin Avantaj ve Dezavantajları

Blok Bakımın Avantajları	Dengelenmiş Bakımın Dezavantajları
Bakım planlaması daha kolaydır. Uçağın yerde kalma süresi uzun olduğu için planlama ile ilgili küçük hatalar ihmal edilebilir.	Bakımlar arası zaman ve bakım faaliyetlerinin toplam süresi çok daha az olduğu için bakım planlamasının çok dikkatli bir biçimde hazırlanması gerekmektedir.
Uzun süren bakım işleri daha etkin yapılabilmektedir. Panel ve kapakların açılması/kapanması, ayarlanması gibi uzun süren işler için harcanan toplam süre diğerine göre daha azdır.	Kısa süren bakım işleri etkin bir biçimde yapılamamaktadır. Uçağın hazırlanması (örneğin gerekli kapak ve panellerin açılması gibi) için harcanan zamanın bakım işinin toplam süresi içindeki oranı daha fazladır.
Uçağın hangarda kalma süresi uzun olduğu için tadilatlar, programsız bakımlar ve kabin düzenlemeleri, uçağın yerde kalma süresi uzatılmadan, yapılabilir.	Uçağın yerde kalma süresinin daha az olması nedeniyle, tadilat ve kabin düzenlemelerinin yapılabilmesi için yeterince zaman bulunmamaktadır.
Dış bakım istasyonlarında yapılan programlı bakım sayısının minimuma indirilmesi nedeniyle dış bakım istasyonlarındaki personel sayısı da minimuma indirilmektedir.	Uçak yerde kaldığı sürece, programsız bakımların yapılabilmesi için yeterince zaman olmaması nedeniyle, programsız bakımlar programlı uçuş faaliyetlerini aksatabilmektedir.
Dış bakım istasyonlarında bulundurulacak malzeme sayısı en aza indirilmektedir.	Uçaklar yaşlandıkça daha fazla programsız bakım faaliyeti ortaya çıkacağı için yaşlı bir uçak filosuna göre uygun değildir.
Programlı bakım faaliyetleri arasındaki sürenin uzaması nedeniyle, uçak hangara gelmeksizin uçuş faaliyetlerinde daha uzun süre kalabilmektedir.	
Blok Bakımın Dezavantajları	Dengelenmiş Bakımın Avantajları
Uçağın yerde kalma süresinin daha fazla olması nedeniyle, acil uçak ihtiyacı karşılanamamaktadır.	Uçağın yerde kalma süresi minimuma indirilmiştir.
Uçakların bakımları arka arkaya planlanamadıkları durumda işgücü ihtiyacı kapasiteyi aşabilmektedir.	Programlı bakımların yapılması daha az zaman aldığı için iş yükü daha iyi dengelenebilmektedir. Örneğin geceleri programlı uçuş faaliyetleri yoksa, programlı bakımlar gece boyunca yapılarak uçuş faaliyetlerinin aksaması engellenmektedir.
Bazı komponentlerin planlanan söküm zamanından daha önce sökülmesi ve/veya değiştirilmesi gerekebilmektedir.	Programlı bakımların sıklığı arttığı için komponentlerin söküm ve/veya değiştirilme zamanları daha iyi belirlenebilmektedir.
İşgücü ihtiyacı zaman içinde dalgalanmalar gösterebilmektedir.	İşgücü ihtiyacının zaman içinde dalgalanması engellenmektedir.

Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Maintenance Cost Optimization Concepts", a.g.e., s.4-7. ; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.91-93.'den uyarlandı.

Tablo-21. Blok ve Dengelenmiş Bakımın Tavsiye Edildiği Durumlar

Blok Bakımın Tavsiye Edildiği Durumlar (Daha az sayıda daha fazla iş yükü gerektiren bakım)	Dengelenmiş Bakımın Tavsiye Edildiği Durumlar (Daha çok sayıda daha az iş yükü gerektiren bakım)
Filo ve yedek parça stokunun büyük olması	Filo ve yedek parça stokunun küçük olması
Uçuş faaliyetlerinin uzun mesafeli olması	Uçuş faaliyetlerinin kısa mesafeli olması
Uçak kullanım miktarının büyük olması	Uçak kullanım miktarının küçük olması
Filonun olgunluk evresinde olması	Filonun başlangıç evresinde olması
Merkezi bir yerde büyük bakım tesisinin bulunması	Farklı yerlerde birkaç tane bakım tesisinin bulunması
Kullanım miktarının mevsimlere göre değişmesi	Kullanım miktarının sabit bir yapıda olması
Bakımın dışarıya yaptırılması	Bakımın, havayolu işletmesinin kendi tesislerinde yapılması
İşgücü kapasitesinin esnek olması	İşgücü kapasitesinin sabit olması
Programsız uçuş faaliyetlerinin yürütülmesi	Programlı uçuş faaliyetlerinin yürütülmesi

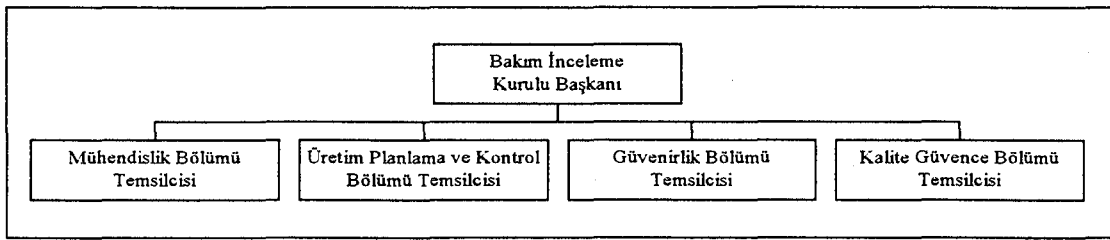
Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Maintenance Cost Optimization Concepts", a.g.e., s.3, 6. ; Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.90.'dan uyarlandı.

3.3. Bakım İnceleme Kurulunun Oluşturulması

Genel açıklama bölümünde de belirtildiği gibi, bakım programlarının havayolu işletmesinin kendi şartlarına göre düzenlenmesi belirli bir program kapsamında ve bilinçli bir biçimde yapıldığında daha maliyet-etkin bakım programlarının geliştirilebileceği düşünülmektedir.

Bakım programının her yönüyle havayolu işletmesinin kendi şartlarına göre yeniden düzenlenmesi ya da başka bir deyişle optimizasyonun sağlanması amacıyla, bir kurul oluşturulması önerilebilir. Şekil-59'da İçsel Bakım İnceleme Kurulu adıyla böyle bir kurulun organizasyon yapısına yer verilmiştir.

Bakım optimizasyonun, Şekil-59'da da görüldüğü gibi, teknik bölüm içindeki diğer işlevsel bölümlerin de katıldığı ortak bir çalışma sonucunda yapılması, programın amacına ulaşmasını kolaylaştıracaktır.



Şekil-59. İçsel Bakım İnceleme Kurulu Organizasyon Şeması

Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Maintenance Cost Optimization Concepts", a.g.e., s.27.

İBK; mühendislik, üretim planlama ve kontrol, güvenirlik ve kalite güvence bölüm temsilcilerinden oluşmaktadır. Bu kurulun amacı, havayolu işletmesinin kendi şartlarını ve bakım programlarını periyodik bir biçimde inceleyerek, kendileri için en uygun hale getirebilmek amacıyla bakım programları üzerinde gerekli değişiklikleri yapmaktır²⁷⁸. İBK'in çalışma süreci aşağıda sıralanan adımlardan oluşmaktadır²⁷⁹;

- Güvenirlikle ilgili verilerin toplanması,
- Elde edilen verilerin değerlendirilmesi,
- Bakım işlerinin; Bakım İnceleme Kurulu (MRB) gereklilikleri, havayolu işletmesinin kendi getirdiği gereklilikler ve tadilat isteklerinden kaynaklanan işler olarak sınıflandırılması,
- Kurul tarafından bakım programı içindeki bakım işlerinin; elde edilen veriler, tecrübeler ve işin yapılıp yapılmamasına yönelik gereklilikler açısından tek tek incelenmesi,
- İncelenen bakım işlerinin kaldırılması ya da yeni bakım işlerinin geliştirilerek bakım programına eklenmesi ve bakım iş aralıklarının uzatılması ya da kısaltılmasına karar verilmesi,
- Bakım programının yapılan değişikliklerden sonra yeniden düzenlenmesi,
- Yeni bakım programının ilgili sivil havacılık otoritesinin onayına sunulması,
- Onay alındığı takdirde, yeni bakım programının uygulamaya konulması ve gerekli verilerin toplanarak elde edilen sonuçların değerlendirilmesi.

²⁷⁸ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.40.

²⁷⁹ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.41-42.; Kupp Shridhar ve Ron Amimoto, "Maintenance Cost Optimization Concepts", a.g.e., s.28-29.

İBİK'in işlevi, II. Bölümdeki Bakım Programı Geliştirme Organizasyonu konusunda da açıklandığı gibi, Bakım İnceleme Kurulunun (MRB) işleviyle paralellik göstermektedir. Bu durumda, benzer bir çalışmanın benzer bir amaç ile havayolu işletmesinde yapıldığı düşünülebilir. İBİK'in yapacağı çalışmaların, BYK-3 referans alınarak geliştirilecek mantıksal akış diyagramları ile desteklenmesinin, yararlı olacağı düşünülmektedir. Böylece, bakım işlerinin uçuş emniyeti açısından önem derecesi, gereklilik kaynakları ve maliyet-etkin olup olmadıkları daha belirgin bir biçimde ortaya konabilecektir.

Sonuç olarak, İBİK tarafından zaman içinde düzenli bir biçimde yapılan bu çalışmalar, aşağıda sıralanan alanlarda DBM'yi olumlu yönde etkileyeceğinden dolayı daha maliyet-etkin bakım programları oluşturulabilecektir. Bu çalışmanın DBM'ye etkisi aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- Emniyeti ve güvenilirliği olumsuz yönde etkilemeyecek bakım işlerinin belirlenmesi ve bakım programından çıkartılarak işgücü ve malzeme giderlerinin azaltılması,
- Güvenirliği olumlu yönde etkileyecek bakım işlerinin maliyet-etkinlik açısından değerlendirilerek bakım programına eklenmesi ve böylece uzun vadede DBM'nin azaltılması,
- Emniyet ve güvenilirliği olumsuz yönde etkilememesi durumunda, çeşitli bakım iş aralıklarının uzatılması ve böylece işgücü ve malzeme giderlerinin düşürülerek DBM'nin azaltılması,
- Uçak yaşlılığına bağlı olarak emniyeti ve güvenilirliği olumsuz yönde etkileyen bakım iş aralıklarının kısaltılması ve böylece güvenirliliğin istenilen seviyelere getirilerek uzun vade de DBM'nin azaltılması,
- Bakım programlarının zaman içinde düzenli bir biçimde incelenerek programlı bakımlarda etkinliğin sağlanması ve korunması,
- Programlı bakımlarda etkinliğin sağlanması ve zaman içinde korunması sayesinde, programlı bakımın uygulama amaçlarına ulaşarak ileride çıkması muhtemel programsız bakım sayısının ve böylece DBM'nin de azaltılması.

Bu kurulun çalışmalarında dikkat çeken bir nokta ise, gerekli kararların alınmasında güvenirlilikle ilgili verilerin kullanılmasıdır. Güvenirlilik programının açıklanması sırasında da belirtildiği gibi, güvenirlilikle ilgili veriler programlı bakımların etkinliğini yansıtmaktadır. Bu nedenle, güvenirlilik programı ile birlikte uygulanacak

bakım optimizasyon çalışmalarının, DBM'nin azaltılmasında daha etkili olacağı düşünülmektedir.

4. Motor Bakım Maliyetlerinin Azaltılması

4.1. Genel Açıklama

IV. Bölümde Bakım Maliyetlerinin Dağılımı konusunda da belirtildiği gibi, motor bakım maliyetleri toplam DBM'nin yaklaşık yarısını oluşturmaktadır. Bu nedenle, DBM'nin azaltılması çalışmalarında motor DBM'sinin azaltılması da önemli bir yer tutmaktadır. Bununla birlikte, sektörde DBM'nin azaltılması amacıyla, motor bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılması yönünde genel bir eğilim olduğu²⁸⁰, ve bu talebin karşılanması doğrultusunda bakım kuruluşları arasındaki rekabetin de arttığı belirtilmektedir. Bu eğilimler sonucunda rekabetin artması, motor bakım kuruluşlarının hayatta kalabilmelerinde DBM'sinin azaltılmasını oldukça önemli bir duruma getirmiştir²⁸¹. Bu nedenlerle, motor DBM'sinin azaltılmasına yönelik yöntemlere yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmüştür.

4.2. Motor Durumunun Zaman İçinde İzlenmesi (Engine Condition Trend Monitoring)

Motor DBM'sinin azaltılmasında kullanılan yöntemler, motor performansının zaman içinde sürekli izlenerek değerlendirilmesine dayanmakta ve programsız söküm sayısını azaltmayı amaçlamaktadır. Tork, türbin sıcaklığı, kompresör hızı, yakıt akış ve titreşim miktarı gibi çeşitli motor performans değerleri zaman içinde kaydedilerek üretici firmanın verdiği değerler ve kullanıcıların geçmiş yıllara dayanan tecrübeleriyle karşılaştırılmakta ve beklenen değerlerden sapmalar görüldüğünde gerekli müdahalelerde bulunularak problemin büyümeden önlenmesi sağlanmaktadır²⁸².

Motor durumunun zaman içinde izlenmesi yönteminde kullanılan tekniklerden birisi de yağ analizidir (Spectographic Oil Analysis Programs). Motorda yağ

²⁸⁰ Edward H. Phillips, "Outsourcing Emerges As Key MRO Trend", *Aviation Week & Space Technology* (11 Mart 1996), s.43.

²⁸¹ Walter Heerdt, "Workscoping as a Substantial Contribution to Engine Cost Management", CFM International CFM 56-3 All Operators Meeting toplantısında sunulan bildiri (Cincinnati: Nisan 1995), s.4.

²⁸² Lianni, a.g.e., s.48.

kullanılmasının amacı, çeşitli mekanik elemanların sürtünmeden kaynaklanan yıpranma miktarlarının minimum seviyede tutulmasıdır. Yağ analiz programı, yağa karışan küçük metal parçacık miktarının belirlenmesi ve üreticinin verdiği değerlerle karşılaştırılması esasına dayanmaktadır. Beklenen değerlerden sapmaların oluşması, motorun mekanik elemanlarında sürtünmeden kaynaklanan beklenmedik bir yıpranma olduğu anlamına gelmektedir. Bu durum tespiti ise, muhtemel yıpranmanın daha büyük problemlere yol açmadan ortaya çıkarılmasına ve önlenmesine olanak tanımaktadır. Bununla birlikte, motor yağı belirli sürelerle örneklenerek, yağa karışan parçacıkların miktarı daha önceki zaman dilimlerine ait analiz sonuçları ile karşılaştırılarak da sonuca gidilebilmektedir. Yağ analizi kapsamındaki diğer bir yöntem ise, yağ dolaşım sisteminin çeşitli yerlerine yerleştirilen metal dedektörlerinin belirli aralıklarla sökülerek yağa karışan parçacıkların kontrol edilmesidir²⁸³.

Motor durumunun zaman içinde izlenmesinin faydaları aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir²⁸⁴,

- Teknisyenlerin problemleri önceden öğrenebilmeleri sayesinde arıza arama bulma zamanının azaltılması,
- Arıza giderme zamanının azaltılması,
- Motorda oluşması muhtemel problemlerin arıza meydana gelmeden önce farkına varılarak daha büyük problemler oluşmadan önlenmesi,
- Programsız sökümünün azaltılması,
- Dispeç güvenilirliğinin artırılması,

Yukarıda sıralanan faydalarının yanı sıra, bu yöntemin motor bakım programlarının daha etkin bir biçimde uygulanabilmesinde oldukça önemli bir yere sahip olduğu belirtilmektedir²⁸⁵. Bakım programlarında etkinliği sağlaması ve yukarıda sıralanan faydaları dikkate alındığında, bu yöntemin motor DBM'sinin azaltılmasında etkili olacağı düşünülmektedir.

²⁸³ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.3.

²⁸⁴ Lianni, a.g.e., s.47.

²⁸⁵ Paul Seidenman ve David Spanovich, "Trend Monitoring Goes Corporate", *Aviation Equipment & Maintenance* (Ocak 1996), s.26.

5. Elektronik Sistem DBM'sinin Azaltılması

Elektronik sistemlerin bakım maliyetleri kontrol edilmedikleri durumlarda beklenmedik seviyelere ulaşabilmektedir. Bu durum, güvenilirlik programı kapsamında da belirtildiği gibi, gereksiz söküm oranı maliyetinin yüksek olmasından ve gereksiz sökümlerin büyük bir bölümünü elektronik komponentlerin oluşturmasından kaynaklanmaktadır. Elektronik sistem DBM'sinin azaltılabilmesi amacıyla, havayolu işletmelerine gereksiz söküm oranlarını sürekli takip etmeleri ve bu oranın istenilen seviyelerde tutulabilmesi için gerekli önlemleri almaları tavsiye edilebilir.

Elektronik sistem DBM'sini etkileyen faktörler aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir²⁸⁶,

- Arıza arama tekniklerinin kalitesi,
- Teknisyenlerin bilgi ve tecrübe seviyesi,
- Bakım el kitaplarında yapılan değişikliklerin takip edilebilmesi,
- Teknik Dokümantasyonun kalitesi.

Elektronik sistemlerin DBM'sinin azaltılabilmesi amacıyla, yukarıda sıralanan önerilerin yanı sıra Otomatik Test Cihazı adı verilen aletin satın alınması ve tüm elektronik komponent testlerinin havayolu işletmesinin kendi bakım tesislerinde yapılması da önerilmektedir. Bu tür aletlerin modern uçaklar üzerinde bulunan tüm elektronik komponentlerin testini yapabilmesi nedeniyle, özellikle elektronik komponent testlerini dış bakım kuruluşlarına yaptıran ve gereksiz söküm oranı yüksek olan işletmelere tavsiye edilmektedir. Çünkü komponent testlerinin dış bakım kuruluşunda yaptırılması ortalama 45 günlük bir zaman alırken kendi tesislerinde ortalama 8 günlük bir sürenin yeterli olacağı belirtilmektedir. Bununla birlikte, testlerin dış bakım kuruluşlarına yaptırılması genellikle daha pahalıya mal olmaktadır. Gereksiz söküm oranının yüksek olması durumunda bu olumsuzlukların, dolayısıyla da DBM'nin artması kaçınılmazdır²⁸⁷.

OTC'nin satın alım maliyetinin 2-3 Milyon ABD\$ olması²⁸⁸ nedeniyle, bazı havayolu işletmeleri bu tür aletleri satın almazken bazıları ise, aynı işlevi gören aletleri

²⁸⁶ Philipe Brie, a.g.e., s.4.

²⁸⁷ Aynı, s.28-38.

²⁸⁸ Philipe Brie, a.g.e., s.18.

kendi imkanları ile dizayn etmeyi tercih etmektedirler²⁸⁹. Bununla birlikte, OTC'ye yapılan yatırımın, bu tür aletlerin yedek parça bulundurma ve stok giderlerini de düşürmeleri nedeniyle, kısa sürede geri döneceği belirtilmektedir²⁹⁰.

Sonuç olarak OTC'nin satın alınması, havayolu işletmesinin sahip olduğu filo büyüklüğü ve bakım politikası çerçevesinde değerlendirilmelidir. Bakım faaliyetlerini kendi tesislerinde yapmayı tercih eden ve/veya gereksiz söküm oranı yüksek olan işletmelerin OTC kullanmaları durumunda, DBM'nin de azaltılabileceği düşünülmektedir.

6. Servis Bültenlerinin Değerlendirilmesi

II. Bölümde bakım faaliyetlerinin açıklanmasında da belirtildiği üzere, uçak, motor ve orijinal parça üreticileri (Original Equipment Manufacturers) ile sivil havacılık otoriteleri uçak kullanıcılarından uçak ya da elemanları üzerinde çeşitli tadilatlar yapılmasını isteyebilmektedirler. Söz konusu tadilat faaliyetleri; uçuş emniyetini, uçak elemanlarının kullanım ömürlerini ve güvenilirliklerini artırmak ve bakım maliyetlerini azaltmak amacıyla, dizayn sırasındaki hataları ve/veya eksiklikleri gidermek için uygulanmaktadır. Uçak elemanlarına getirilen bu tadilatlar, genellikle havayolu işletmelerinin elde ettikleri tecrübeleri üreticilere iletmelerinden kaynaklanmaktadır. Bu nedenle isteğe bağlı servis bültenlerinin uygulanmasına karar verilmeden önce, ayrıntılı bir biçimde değerlendirilmesinin DBM'yi olumlu yönde etkileyeceği düşünülmektedir.

Şekil-60'da servis bültenlerinin değerlendirilmesinde kullanılabilecek örnek bir form görülmektedir. Servis bültenlerinin uygulanmadan önce bu tür bir formun doldurulması, değerlendirmenin daha iyi yapılmasını sağlayacaktır.

²⁸⁹ Jerome Greer Chandler, "The Best Bench Revisited", *Aviation Maintenance* (Ocak 1997) s.36-38.

²⁹⁰ Brie, a.g.e., s.28-37.

Şekil-60. Servis Bülteni Değerlendirme Formu

SERVİS BÜLTENİ DEĞERLENDİRME FORMU	
BAŞLIK:	
AÇIKLAMA:	REFERANSLAR:
Uygulanacağı Yerler: (Uçak, motor, komponent, seri ve parça numarası girilecek) Etkilenecek Motor / Komponent Sayısı:	
Uygulanacağı Yer: Havayolu İşletmesinin Kendi Tesislerinde ☐ Dış Bakım Kuruluşunda ☐	Uygulama Önceliği: Uçak üzerindeki programlı bakımda ☐ Atölyedeki programlı bakımda ☐ Büyük bakımda ☐
Kullanılacak Özel Araç-Gereçler: Mevcut ☐ Kiralanacak ☐ Satın Alınacak ☐	Yedek Parça Stokunda Değişiklik Olacak mı:
Ağırlık Merkezi ve Denge Değişikliği	
Bakım El Kitaplarında Değişiklik Gerekecek mi? Mevcut ☐ Satın Alınacak ☐	

Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.81.'den uyarlandı.

Şekil-61'de ise, servis bültenlerinin maliyet açısından değerlendirilmesinde kullanılabilecek örnek bir forma yer verilmiştir. Servis bülteni uygulanmadan önce bu formun doldurulması ve Şekil-60'da görülen formdaki bilgilerle birlikte değerlendirilmesi, bu tadilatın maliyet-etkinliğini ortaya koyacaktır. Bu nedenle, havayolu işletmelerinin öneri niteliğindeki servis bültenlerini planlı bir biçimde değerlendirmesinin, DBM'yi azaltacağı düşünülmektedir. Çünkü bu tür tadilatların uygulanma amacı emniyeti ve güvenilirliği artırmak, DBM'yi ise azaltmaktır. Çeşitli tadilatların uygulanması neticesinde güvenirliliğin artırılması ise, programsız bakım faaliyetlerini azaltılmasını sağlayacak ve böylece DBM de düşecektir.

Şekil-61. Servis Bülteni Maliyet Değerlendirilmesi

SERVİS BÜLTENİ MALİYET DEĞERLENDİRİLMESİ			
		Uçak/Motor/Komponent Maliyeti (ABD \$)	Toplam Filo Maliyeti (ABD \$)
İşgücü Maliyeti: adam-saat x ABD \$/saat			
Malzeme Maliyeti			
Bakım El Kitaplarının Yenilenmesi	Mevcut		
	Satın Alım Maliyeti		
Özel Aletlerin Satın Alım Maliyeti			
Tadilat Faaliyetinin Dış Bakım Kuruluşuna Yaptırılması			
Muhtelif Maliyetler			

Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", a.g.e., s.82.'den uyarlandı.

7. Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılması (Out-Sourcing)

Sektörün rekabet yoğun, maliyet yüksek, kar düşük bir yapıda olmasının havayolu işletmelerini sürekli daha yalın, dinamik ve maliyet-etkin örgüt yapısı arayışlarına sevk ettiği ve son yıllarda bu arayışların devam etmesi sonucunda geleneksel örgüt yapılarında çeşitli değişiklikler meydana geldiği belirtilmektedir. Geleneksel örgüt yapılarındaki bu değişiklik, havayolu işletmelerinin asıl faaliyet alanları olarak görmediği çeşitli faaliyetlerini diğer kuruluşlara yaptırtmasından kaynaklanmaktadır²⁹¹.

Çeşitli faaliyetlerin başka kuruluşlara yaptırılması ya da başka bir deyişle bu hizmetlerin dışardan sağlanması (outsourcing), rekabetçi üstünlük sağlayan ya da aktif fayda getiren işletme faaliyetlerinin sürdürülmesi buna karşın, havayolu işletmelerinin asıl faaliyet alanı olarak görmediği faaliyetlerini ise, konusunda uzman ve etkin olan diğer kuruluşlara yaptırtması olarak tanımlanmaktadır²⁹².

Sektörde, çeşitli faaliyetlerin başka kuruluşlara yaptırılması bir çok faaliyet alanında görülmekle birlikte, en yaygın olanı bakım faaliyetlerinin dış bakım

²⁹¹ Wake Smith, "Shifting Spanners", *Airline Business* (Ekim 1996), s.47.

²⁹² The Canaan Group Limited Management Consultants, "Airline Outsourcing: Implications for Airline Suppliers", Danışmanlık firmasının yaptığı yayınlanmamış araştırma raporu, s.1.

kuruluşlarına yaptırılmasıdır. Havayolu işletmeleri tarafından asıl faaliyet alanı olarak görülmeyen bakım faaliyetlerinin, aktif fayda ve kar sağlamaktan çok asıl faaliyet alanından uzaklaşmalarına neden olduğu düşünülmektedir²⁹³. Bu nedenle bakım maliyetlerinin önemini anlayan havayolu işletmelerinin, bunları azaltmak amacıyla bakım faaliyetlerini dış bakım kuruluşlarına yaptırdıkları ve bu uygulamanın sektörde oldukça yaygın bir hale geldiği belirtilmektedir²⁹⁴. 1995 yılında yapılan bir araştırmaya göre, dünyadaki tüm havayolu işletmelerinin sadece %8'inin 30'dan daha fazla uçağı bulunduğu ve geriye kalan %92'lik bölümün bakım faaliyetlerini kendi tesislerinde yapmalarının ekonomik olmadığı belirtilmektedir²⁹⁵. Bununla birlikte, bu uygulamanın tavsiye edildiği durumlara yer verilmesinin yararlı olacağı düşünülmektedir. Bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının yararlı olacağını gösteren unsurlar aşağıdaki biçimde sıralanabilmektedir²⁹⁶;

- Filonun çok küçük olması,
- Bakım faaliyetlerinin yapılabilmesi için gerekli yatırım maliyetinin yüksek olması,
- Herhangi bir bakım istasyonunda uçuş faaliyetlerinin azalması,
- İşgücü kapasitesinin aşılması.

Bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının bakım maliyetlerini azaltılmasının yanı sıra yedek parça stok ve stoklama giderlerini de azalttığı belirtilmekte ve bakım faaliyetlerinin yürütülebilmesi için gerekli olan yedek parça stok değerinin yıllık 40-45 Milyar ABD \$ arasında olduğu tahmin edilmektedir²⁹⁷.

Danışmanlık firması The Canaan Group'a göre, 1997 yılında tüm dünya çapındaki bakım faaliyetlerinin %30'u havayolu işletmeleri tarafından dış bakım kuruluşlarına yaptırılmaktadır²⁹⁸. Tablo-22'de dış bakım kuruluşlarına yaptırılan bakım faaliyetlerinin dağılımı görülmektedir. Tablo incelendiğinde en çok payı %30 ile motor bakımının aldığı, %27 ile büyük bakımın (Heavy Maintenance) bunu izlediği görülmektedir. Bu bakım faaliyetlerinin diğerlerine göre daha yoğun bir biçimde dış

²⁹³ Smith, *a.g.e.*, s.47.

²⁹⁴ Rosenberg, *a.g.e.*, s.1.

²⁹⁵ Carole A. Shifrin, "Europeans Expand Capacity, Cut Costs In Tight Market", *Aviation Week & Space Technology* (Temmuz 1995), s.48.

²⁹⁶ Zeki, "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", *a.g.e.*, s.159.

²⁹⁷ Edward H. Phillips, "Cost Pressures Driving MRO-Airline Cooperation", *Aviation Week & Space Technology* (18 Mart 1996), s.35.

²⁹⁸ James T. McKenna ve William B. Scott, *a.g.e.*, s.44.

bakım kuruluşlarına yaptırılmasının nedeninin DBM'nin daha fazla olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Tablo-22. Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılan Bakım Faaliyetlerinin Dağılımı

Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılan Bakım Faaliyetleri	Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılan Toplam Bakım Faaliyetleri İçindeki Oranı %
Hat Bakım	22
Komponent Bakımı	21
Motor Bakımı	30
Büyük Bakım	27

George H. Ebbs, "Five Key Trends In Aviation Maintenance", *Airline Business* (Nisan 1997),

Bakım maliyetlerinin azaltılması amacıyla bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılması küçük havayolu işletmeleri arasında daha yoğun bir biçimde uygulanmakta ve yeni kurulan havayolu işletmelerinin çok büyük bir bölümü, bakım faaliyetlerinin tamamını dış bakım kuruluşlarına yaptırmayı tercih etmektedirler²⁹⁹.

Daha önceden bakım faaliyetlerini kendi bünyelerinde yapabilmek için önemli yatırımlar yapan büyük havayolu işletmeleri, bakım faaliyetlerinin tamamını dış bakım kuruluşlarına yaptırmak yerine, daha etkin ve rekabetçi olabilmek amacıyla bir bölümünü yaptırmayı ya da teknik bölümlerini kendi bünyelerinden ayırmayı tercih etmektedirler³⁰⁰. Örneğin dünyanın dışarıya en fazla bakım hizmeti veren havayolu işletmesi Lufthansa, bu amaçla teknik bölümünü kendi bünyesinden ayırarak bağımsız bir kuruluş olmasını sağlamıştır. Bununla birlikte, teknik bölümlerini aynı amaçla yeniden düzenleyerek yarı bağımsız kuruluşlar olmalarını sağlayan işletmeler arasında British Airways ve Air France gibi büyük havayolu işletmeleri de görülmektedir³⁰¹.

Bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının havayolu işletmelerine çok büyük miktarlarda para kazandırdığı belirtilmektedir. Örneğin ABD'de faaliyet gösteren 10 büyük havayolu işletmesinden birisi olan Continental Airlines, 1993 yılında bakım faaliyetlerinin sadece %10'luk bir bölümünü dış bakım kuruluşlarına yaptırırken bakım faaliyetleri için toplam 770 Milyon ABD \$ harcamıştır. Bunun üzerine, DBM'nin azaltılması amacıyla, bir araştırma başlatılmış ve bakım

²⁹⁹ George H. Ebbs, *a.g.e.*; Wake Smith, *a.g.e.*, s.52.

³⁰⁰ Edward H. Phillips, "Overcapacity Tightens MRO Competition", *Aviation Week & Space Technology* (17 Temmuz 1995), s.47.; Wake Smith, *a.g.e.*, s.49.

³⁰¹ Edward H. Phillips, "Overcapacity Tightens MRO Competition", *a.g.e.*, s.47.

faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasına karar verilmiştir. Bunun bir sonucu olarak Continental Airways, 1996 yılının başlarına gelindiğinde dış bakım kuruluşlarına yaptırılan bakım faaliyetleri oranını %65'e çıkarmış ve toplam bakım maliyetlerini yıllık 200 Milyon ABD \$ azaltmıştır³⁰².

Tablo-23'de, 1994 yılında ABD'deki büyük havayolu işletmelerinin filolarında bulunan yaşlılık evresindeki uçakların % olarak oranı, blok uçuş saati başına düşen DBM ve toplam bakım faaliyetleri içinde dış bakım kuruluşlarına yaptırılan faaliyetlerin oranı görülmektedir. Tablo-23'deki verilerin incelenmesi, bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının DBM'yi azalttığı düşüncesini desteklemektedir.

Tablo-23. DBM'nin Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılma Oranına Göre Değişimi

Havayolu İşletmesi	Yaşlılık Evresindeki Uçakların Oranı (%)	Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılan Bakım Faaliyetlerinin Oranı (%)	Blok Uçuş Saati Başına DBM (ABD \$)
<i>United</i>	41	10	728
TWA	70	10	630
Northwest	59	18	594
Continental	49	44	575
Delta	45	7	495
USAir	43	25	490
American	26	17	435
Southwest	25	73	332
America West	26	40	250

Teo Ozdener, "Maintenance Expenses", **Overhaul & Maintenance** (Eylül 1995), s.21'den uyarlandı.

Tablo-23'de, DBM'nin uçak yaşlılığı ve bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılma oranına göre değiştiği görülmektedir. Yapılacak incelemede uçak yaşlılık etkisini ortadan kaldırmak amacıyla, söz konusu oranları birbirine yakın olan havayolu işletmelerini iki ayrı gruba ayırmanın daha doğru sonuçlar vereceği düşünülmektedir. Çizelgede bu oranları % olarak sırası ile 26, 25 ve 26 olan, American, Southwest ve America West (çizelgede koyu olarak gösterilen) ilk grup, oranları 41 ve 43 olan (çizelgede italik olarak gösterilen) United ve USAir ikinci grubu oluşturmaktadır. Buna göre, ilk gruptaki havayolu işletmelerinin uçak yaşlılık oranları

³⁰² David A. Brown, "Continental Airlines: A Texas Turnaround", Advertiser Sponsored Market Supplement, **Aviation Week & Space Technology** (16 Aralık 1996) s.10. ; Ebbs, a.g.e., s

birbirine çok yakın olmasına rağmen DBM değişmektedir. Bu grup içinde DBM'si en düşük olan America West, bakım faaliyetlerinin %40'lık bölümünü dış bakım kuruluşlarına yaptırmakta, Southwest ise %73'lük bölümünü yaptırmaktadır. Bu grup içinde DBM'si en yüksek olan American Airlines sadece %17'sini dış bakım kuruluşlarına yaptırmaktadır. Başka bir deyişle, DBM ve kendi tesislerinde yaptığı bakım faaliyetlerinin oranı her ikisinden de daha yüksektir. İkinci grupta ise, USAir'in uçak yaşlılık oranı daha fazla olmasına karşın DBM'si daha düşüktür. Bununla birlikte dış bakım kuruluşlarına yaptırma oranının United'ın %10, USAir'in ise %25 olması dikkat çekicidir.

Bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının yanı sıra havayolu işletmeleri bakım maliyetlerinin azaltmak amacıyla, kendi aralarında bakım havuzları da oluşturmaktadırlar. Örneğin Ekim 1996 yılında Air Canada ve Air France bu amaçla bakım anlaşması yapmışlardır. Bu anlaşmaya göre, Air Canada'nın B747 uçaklarının büyük bakımları Air France tarafından, Air France'ın B767 uçaklarının büyük bakımları ise Air Canada tarafından yapılmaktadır³⁰³.

Bakım havuzlarına diğer bir örnek ise, yedek parçaların ortaklaşa kullanılmasıdır. Örneğin bakım maliyetlerinin azaltılması, verimliliğin artırılması ve yedek parçaların ortaklaşa kullanılması amacıyla, Japan Airlines, All Nippon Airways ve Japan Air System B777 uçakları için bakım havuzu oluşturarak maliyetlerini yıllık 5 Milyon ABD \$ azaltmayı planlamışlardır³⁰⁴.

8. Elektronik Dokümantasyon Sisteminin Kullanılması

Bilgisayar teknolojilerinin ve bilgi işlem sistemlerinin gelişmesi sonucu, geleneksel dokümantasyon sisteminde büyük değişiklikler meydana gelmiş ve CD-ROM'ların (Compact Disc-Read Only Memory) geleneksel hafıza birimlerinden kitap, mikro-film ve disketlerin yerini alması DBM'nin azaltılabilmesinde önemli bir etken olmuştur. CD-ROM'ların hafıza kapasitelerinin geleneksel hafıza birimlerine göre oldukça yüksek olduğu ve her CD-ROM'a 220000 sayfadan oluşan metin dokümanlarının yerleştirilebildiği belirtilmektedir³⁰⁵.

³⁰³ Pierre Sparaco, "Outsourcing Kindles Technical Debate", *Aviation Week & Space Technology* (Kasım 1996), s.89.

³⁰⁴ Phillips, "Outsourcing Emerges As Key MRO Trend", *a.g.e.*, s.42.

³⁰⁵ Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", *a.g.e.*, s.9.

Bilgisayar teknolojilerinin ve bilgi işlem sistemlerinin gelişimine paralel olarak havayolu işletmeleri geleneksel dokümantasyon sistemlerinin dezavantajlarını ortadan kaldırmak ve DBM'yi azaltmak amacıyla, bu sistemlerin yerini alacak elektronik dokümantasyon sistemlerini kullanmaya başlamışlardır³⁰⁶.

Geleneksel dokümantasyon sisteminin yerine elektronik dokümantasyon sisteminin kullanılmasının havayolu işletmelerine aşağıda sıralanan avantajları sağlayacağı belirtilmektedir³⁰⁷;

- Kütüphane maliyetlerinin azaltılması: Elektronik dokümantasyon sistemi dosyalama ve saklama işlemleri için daha az zaman gerektirmektedir.
- Kütüphane boyutlarının küçültülmesi: Elektronik dokümantasyon sisteminde kullanılan CD-ROM'lar çok daha az yer kaplamaktadırlar.
- Ulaşım giderlerinin azaltılması: CD-ROM'lar çok daha fazla bilgiyi çok daha küçük boyutlarda saklayabilmekte ve dolayısıyla ağırlıkları ve boyutları çok daha az olmaktadır.
- Kağıt kopya oluşturma giderlerinin ortadan kalkması: Mikrofilm okuyucuları için özel kimyevi maddelerden yapılmış kağıtların satın alım maliyetleri daha yüksektir.
- Verimliliğin artırılması: Bir teknisyenin toplam çalışma saatinin %25'lik bölümü teknik bilgi aramakla geçmektedir. Elektronik dokümantasyon kullanımı sayesinde, teknik bilgi arama zamanının %30 ile %50 arasında azaltılacağı beklenmektedir.
- Teknik bölümün diğer işlevlerinin de yerine getirilmesi: Elektronik dokümantasyon ve bilgi işlem sistemlerinin kullanılması üretim planlama ve kontrol, yedek parça stok, teknik kayıtlar ve mühendislik birimlerinin işlevlerini kolaylaştırmaktadır.

³⁰⁶ Mark S. Orgen, "Case Study: Southwest Airlines' Transition To A Paperless Environment", 2nd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Making The Transition To A Paperless Environment Sempozyumunda sunulan bildiri (Orlando Florida: 8-9 Nisan 1997), s.8.

³⁰⁷ Paul Seidenman ve David J. Spanovich, "CD-ROMs Tasked With Easing Technicians' Workloads", *Aviation Maintenance* (Ocak 1997), s.20-25. ; Bernard Bourgoin, "Air France Maintenance Data Management and Documentation System", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri (San Francisco, California: 1-3 Haziran 1998), s.25-27. ; George Zarikos, "Aircraft Technical Data Digitization Initiative", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri (San Francisco, California: 1-3 Haziran 1998), s.46-48. ; Davies, a.g.e., s.11-12. ; Orgen, a.g.e., s.10-16. ; Paul J. Breaux, "Implementing A Paperless Aircraft Maintenance Environment", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri (San Francisco, California: 1-3 Haziran 1998), s.1. ; Bill Wheat, "SGML Publishings At Delta - The Last Five Years", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri (San Francisco, California: 1-3 Haziran 1998), s.2-3.

- Teknik bilgileri güncelleme kolaylığının sağlanması: Teknik dokümantasyonun içerdiği teknik bilgiler sürekli yenilenmektedir. Havayolu işletmeleri bakım faaliyetlerini yerine getirirken yenilenmiş teknik bilgileri kullanmak zorundadırlar. Elektronik dokümantasyon sistemi yapılan değişikliklerin günü gününe takip edilmesini son derece kolaylaştırmakta ve tek bir yerden tüm bakım sistemine ait teknik bilgiler güncelleştirilebilmektedir.
- Bakım faaliyetlerinde etkinliğin artırılması: Bakım işlerinin gereksiz yere tekrar edilmesi önlenmektedir.
- Arıza ve teknik bilgi arama yöntemlerinin geliştirilmiş olması sayesinde güvenilirliğin artırılması: Doğru bilgiye daha kısa zamanda ulaşılabilmesi sayesinde, programsız bakımların kısa sürede tamamlanması sağlanmakta, arıza arama-bulma etkinliği artırılmakta ve bunun için gerekli olan zaman azaltılmaktadır. Bununla birlikte elektronik dokümantasyon sayesinde, sektörün en önemli problemlerinden birisi olan gereksiz söküm oranının azaltılmasının sağlanması bu sistemin en önemli yararlarından birisini oluşturmaktadır. Sonuç olarak, gerek dispeç gerekse sistem ve komponent güvenilirliği artırılmakta bu sayede, teknik gecikme ve iptal oranları azaltılarak uçuş gecikme ve iptal maliyetleri de azaltılmış olmaktadır. Böylece müşteri tatminin de artırıldığı belirtilmektedir. Bununla birlikte, sağlanan bilgi işlem sisteminin otomasyonu sayesinde, güvenlik programının uygulanabilmesi için gerekli verilerin toplanması daha kolay hale gelmektedir.
- Elektronik dokümantasyon sisteminin otomasyonu artırması sayesinde, yanlış ve gereksiz yedek parça siparişi önlenmektedir.

Elektronik dokümantasyon sisteminin yukarıda sıralanan yararları incelendiğinde, DBM'nin azaltılabileceği düşünülmektedir. Bu sistemin DBM'nin azaltılmasında etikili olan yararları aşağıdaki biçimde sıralanabilir;

- İşgücü verimliliğinin ve etkinliğinin artırılması: Doğru bilgilere ulaşma zamanının azaltılması ilgili bakım faaliyetinin doğru bir biçimde ve daha kısa sürede yapılmasını sağlayacağından dolayı, işgücü ve malzeme giderleri azaltılacaktır.
- Arıza arama-bulma etkinliğinin artırılması: Arıza arama-bulma etkinliğinin artırılması ilgili bakım işinin daha kısa sürede yapılmasını sağlayarak işgücü ücretlerini azaltacaktır. Arıza arama-bulma zamanının azaltılması, başka bir deyişle, programsız bakımlarda etkinliğin sağlanması, dispeç güvenirliliğinin artırılmasını

sağlayacaktır. Bununla birlikte, sektörün en önemli problemlerinden birisi olan gereksiz söküm oranı düşürülerek gereksiz söküm maliyetleri de azaltılacaktır.

Sonuç olarak elektronik dokümantasyon sisteminin kullanılması, DBM'nin azaltılmasında önemli bir rol oynamaktadır. Bu sistemin kullanılması ise, sektörde oldukça yeni bir uygulamadır. Bu nedenle, havayolu işletmelerinin rakiplerinden önce bu sisteme geçmelerinin, kendilerine rekabetçi üstünlük kazandıracağı da düşünülmektedir.

9. İnsan Faktörü Programının Uygulanması

9.1. Genel Açıklama

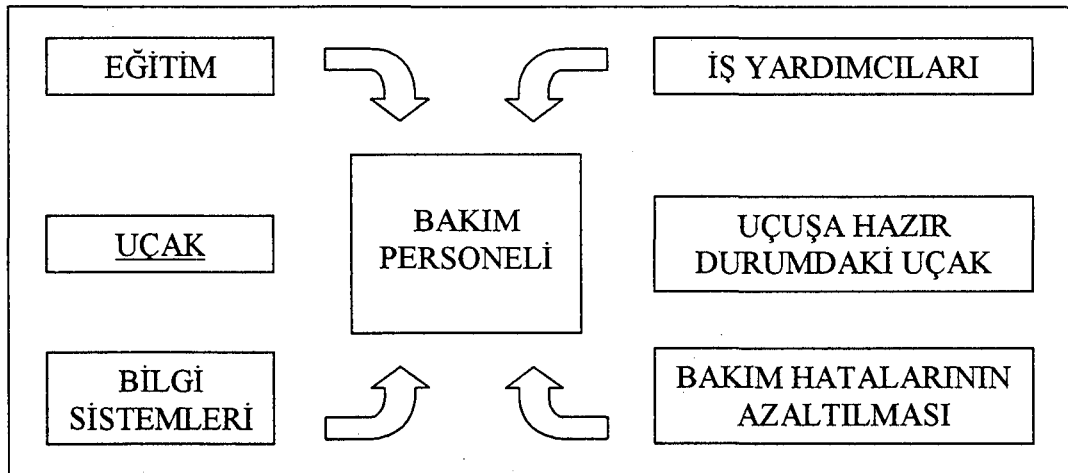
Sivil hava ulaştırma sektöründe kullanılan yolcu uçakları son 50 yıl içinde çok büyük değişiklikler göstermiştir. Yeni dizayn edilen uçaklarda kullanılan malzemeler, motorlar ve elektronik sistemler eski dizayn uçaklara göre oldukça farklı bir yapıda bulunmaktadır. Bununla birlikte, havayolu işletmelerinin uçak filolarında eski dizayn uçaklara halen yer verilmektedir. Uçakların değişimine paralel olarak, bakım faaliyetlerinde kullanılan aletler ve yöntemler daha da karmaşık bir hale gelmiş buna karşın, bakım faaliyetleri halen hatasız çalışmaları istenen teknisyenler tarafından yapılmaktadır. Bununla birlikte, teknisyenlerden değişik yapıdaki uçakların bakımlarını yapabilmeleri için yeterli seviyede bilgi, beceri ve tecrübe istenmektedir. Bakım faaliyetlerinin profesyonellik gerektirmesi, uçakların her an uçuşa elverişli durumda tutulma baskısı, günün her saatinde çalışma zorunluluğu, uçuş emniyetini olumsuz yönde etkileyen uçak yaşlılık problemleri gibi unsurlar, teknisyenlerin performansını olumsuz yönde etkilemekte ve uçak bakım teknisyenliğini oldukça stresli bir meslek haline getirmektedir³⁰⁸. Buna karşın 1980'li yılların başlarında, ABD'de yaşanan serbestleşme hareketinden 1990'lı yılların ortalarına kadar geçen süre içinde taşınan km-yolcu miktarı ile bakım maliyetleri ve uçak sayısı artışı, teknisyen sayısı artışından daha fazla olarak gerçekleşmiştir. Bu nedenle, bakım teknisyenlerinin bu yükü karşılayabilmeleri amacıyla, teknisyenlerin bilgi ve beceri seviyeleri ile işgücü etkinliğinin mutlaka artırılması gerektiği belirtilmektedir. İnsan faktörü programlarının

³⁰⁸ Micheal E. Maddox, "Human Factors", **Human Factors Guide For Aviation Maintenance** (Galaxy Scientific Corporation, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998).

uygulanması sadece bakım teknisyenlerinin performanslarını artırmakla kalmayıp aynı zamanda uçuş emniyetini de sağlayan, son derece önemli bir uygulamadır³⁰⁹.

İnsanın, herhangi bir sistemin merkez durumundaki parçası olarak incelenmesi insan faktörü olarak tanımlanmaktadır. İnsan faktörü, insanların kabiliyet ve sınırlamalarını belirleyerek, sistemin diğer parçalarını ve/veya insanı karşılıklı olarak birbirlerine uyumlaştırmayı amaçlamaktadır. Bununla birlikte, çevresel şartların sistem üzerindeki etkileri de belirlenmektedir. İnsan faktörü bilimi; insan performansını zaman, yapılan iş miktarı, emniyet, hata ve davranış değişikliği ölçütleri ile belirleyebildiği için sistemin, optimum insan performansının elde edilmesi amacıyla dizayn edilmesi ya da değiştirilmesi mümkün olabilmektedir. Bu nedenle, insan faktörü uygulamaları sektörde emniyeti, işgücü verimliliği ve etkinliğini artırabilmekte böylece, maliyetlerin kontrol edilmesi ve uçuş emniyetinin sağlanması da mümkün olabilmektedir³¹⁰.

Şekil-62 İnsan merkezli havacılık bakım sistemi göstermektedir. Şeklin incelenmesi insan faktörü programının neden sistem yaklaşımı kullandığını ortaya koymaktadır.



Şekil-62. İnsan Merkezli Havacılık Bakım Sistemi

FAA, **Human Factors In Aviation Maintenance and Inspection: Strategic Program Plan**, a.g.e., s.6.

³⁰⁹ FAA, **Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Strategic Program Plan** (US. Department of Transportation, FAA. Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998).

³¹⁰ Micheal E. Maddox, a.g.e.

Şekilde de görüldüğü gibi, sistemin girdisi bakım faaliyetlerinin yapılması için bekleyen bir uçaktır. Bakım teknisyenleri, bakım tesislerinde çeşitli alet ve yöntemleri kullanarak uçağın bakımını yapmak zorundadırlar. Şekil-62’de de görüldüğü gibi bakım teknisyenini dört ayrı insan faktörü etkilemektedir. Bunlar; eğitim, bilgi sistemleri, hata azaltma uygulamaları ve iş yardımcılarıdır. Bu kapsamda, sistem en optimum biçimde işleyecek duruma getirildiğinde uçak emniyetli bir biçimde ve en az bakım maliyeti ile uçuşa hazır hale gelmiş olacaktır.

9.2. İnsan Faktörü Programının Kapsamı

İnsan faktörü programı aşağıda sıralanan 5 ayrı alanda uygulanmaktadır;

1. Bakım hatalarının azaltılması,
2. Bakım işlerinin analizi,
3. İletişimin artırılması,
4. Bakım eğitimlerinin geliştirilmesi,
5. Bakım personel performansının artırılması amacıyla bakım iş yardımcılarının geliştirilmesi.

Havayolu işletmeleri, bakım insan faktörü programlarını yukarıda sıralanan alanların hepsinde ya da bazılarında uygulayabilmektedirler. Bununla birlikte, sektörde en yaygın bir biçimde uygulanan ise, bakım hatalarının azaltılmasıdır.

9.2.1. Bakım Hatalarının Azaltılması

Bakım hatası, bakım sisteminin herhangi bir işlemi yapılması gerekenden farklı bir biçimde yapmış olduğunun genel kabul görmesi olarak tanımlanmaktadır³¹¹.

³¹¹ David A. Marx, **Final Report Learning From Our Mistakes: A Review of Maintenance Error Investigation and Analysis Systems** (Galaxy Scientific Corporation, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998),s.6.

Uçuş emniyetini ve güvenilirliği artırırken aynı anda bakım maliyetlerini azaltmanın en etkili yollarından birisinin de, bakım hatalarının azaltılması olduğu belirtilmektedir. Boeing firmasının yaptığı bir araştırmaya göre, 1982 ile 1991 yılları arasında tüm dünyadaki uçak kazalarının %15'lik bir bölümü bakım hatalarından kaynaklanmıştır³¹². Bununla birlikte, bakım hatalarından kaynaklanan maliyetlerin belirlenmesi güç olmasına karşın, bu maliyetin ABD'de yıllık 1 Milyar ABD \$'nı geçtiği tahmin edilmektedir. Ayrıca, ABD'deki büyük bir havayolu işletmesi bakım hataları nedeniyle karşılaştıkları maliyetlerin yıllık 100 Milyon ABD \$ olduğunu tahmin etmektedir³¹³. Bakım hatalarının güvenilirlik üzerindeki etkisi incelendiğinde, motor üreticisi bir firmaya göre, ABD'deki uçuşta motor kapatılmasının %20 ile %30'luk ve motordan kaynaklanan uçuş gecikme ve iptallerin ise %50'lik bir bölümü bakım hatalarından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, uçuşta motor kapatma maliyetinin 500,000 ABD \$, 1 saatlik bir gecikmenin 10,000 ABD \$ ve ortalama bir uçuş iptalinin ise 50,000 ABD \$ olduğu tahmin edilmektedir³¹⁴.

Bakım hatalarının azaltılması programı, uçak bakım hatalarının en aza indirilmesi amacıyla çeşitli yöntemler ve teknikler geliştirilmesini sağlamaktadır. Programın kapsamında hatalar sınıflandırılmakta, hataların kaynakları araştırılmakta, nedenler ortaya konulmakta ve problemler çözülerek bakım hataları azaltılmaktadır³¹⁵.

Bakım hatalarının azaltılması sayesinde güvenirliliğin artırılması, kaçınılmaz bir sonuçtur. Güvenirliliğin artması ise, güvenilirlik programı konusunda da açıklandığı gibi, programlı ve programsız bakım DBM'sini azaltmakta, uçuş gecikme ve iptal oranlarını dolayısıyla bu problemlerden kaynaklanan maliyetleri azaltmakta buna karşın müşteri tatminini ise artırmaktadır. Bununla birlikte, hat bakım teknisyenlerinin en çok yaptığı hatalardan birisi, herhangi bir arızayı gidermek amacıyla, arızalı olmayan bir komponenti sökmesidir. Başka bir deyişle gereksiz söküm yapmasıdır. Bakım hatalarını

³¹² Jerry P. Allen, Jr. ve William L. Rankin, "Use of the Maintenance Error Decision Aid to Enhance Safety and Reliability and Reduce Costs in the Commercial Aviation Industry", Meeting 11: Maintenance Performance Enhancement and Technician Resource Management Toplantısında sunulan bildiri (Alexandria, Virginia: 17-18 Ocak 1996, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM).

³¹³ David A. Marx, a.g.e, s.6.

³¹⁴ William L. Rankin, Jerry P. Allen, Jr. ve Robert A. Sargent, "Maintenance Error Decision Aid: Progress Report", Meeting 11: Human Error In Aviation Maintenance Toplantısında sunulan bildiri (San Diego. 12-13 Mart 1997, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM).

³¹⁵ FAA, Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Strategic Program Plan, a.g.e., s.7.

azaltacak yöntem ve tekniklerin bu program kapsamında geliştirilebilmesi sayesinde gereksiz söküm maliyetlerinin de azaltılabileceği düşünülmektedir.

Bakım hatalarının azaltılması, işgücü etkinliğini de artıracaktır. Çünkü bu program kapsamında geliştirilen bakım yöntem ve tekniklerinin, bakım teknisyenlerinin ilgili bakım işlerini ilk defada doğru aletleri kullanarak doğru bir biçimde yapmalarını sağlayabileceği düşünülmektedir.

Sonuç olarak, insan faktörü programı kapsamında bakım hatalarının önlenmesinin DBM'nin azaltılmasında oldukça etkili olabileceği düşünülmektedir.

9.2.2. Bakım İşlerinin Analizi (Job Task Analysis)

İnsan faktörü programı kapsamında bakım işlerinin analizi, belirli bakım işlerinin yapılabilmesi için gerekli olan bilgi, beceri ve tecrübe seviyesinin belirlenmesini içermektedir. Bu analiz sonucunda elde edilen veriler, bakım eğitim programlarının hazırlanmasında gerekli temeli oluşturmaktadır³¹⁶. Başka bir deyişle, bakım teknisyenlerinin bakım sisteminin diğer unsurları ile uyumlaştırılabilmesi için gerekli eğitim standartlarının belirlenmesi, eğitim programlarının güncelleştirilmesi ve içeriklerinin günün koşullarına göre belirlenmesidir. Dolayısıyla hangi konularda eğitim programlarına ihtiyaç duyulduğunun doğru bir biçimde saptanması ve içeriğinin amaçlara en uygun bir biçimde belirlenmesi durumunda, eğitim programlarının etkinliği artırılmış olacaktır. Bakım personeline yönelik etkin eğitim programlarının düzenlenmesi ise, bakım hatalarını azaltarak, işgücü verimliliğini ve etkinliğini artıracaktır. Bunun bir sonucu olarak da DBM'nin azaltılabileceği düşünülmektedir.

9.2.3. İletişimin Artırılması

İnsan faktörü programı kapsamında yapılan araştırmalar, bakım kuruluşlarındaki iletişim eksikliğinin sektörde oldukça sık karşılaşılan bir problem olageldiğini göstermektedir. İletişim eksikliğinin ortaya çıktığı alanlar aşağıdaki biçimde sıralanabilir³¹⁷,

- Yönetim kademeleri ile daha alt seviyelerdeki bakım personeli arasında,
- Teknik kontrol personeli ile teknisyenleri arasında,

³¹⁶ Aynı, s.7.

³¹⁷ "Human Factors"?, *Aviation Equipment Maintenance* (Kasım 1991), s.26-27.

- Vardiyalar arasında değişen teknik kontrol personelinin kendi aralarında,
- Herhangi bir problem bulan teknik kontrol personeli ile bu problemin bildirilmesi gereken diğer teknisyenler arasında.

Bu program kapsamında, bakım sistemi içindeki iletişim yöntemleri, kullanılan dil, sözlü ve sözsüz iletişim, dinleme alışkanlıkları, ekip çalışması, insanlar arasında ortaya çıkan anlaşmazlıkların yönetimi, yapılan toplantıların etkinliğinin artırılması ve yazılı iletişim hakkında ayrıntılı araştırmalar yapılarak tüm bakım sistemi içindeki iletişim etkinliğinin artırılması ve yukarıda sıralanan alanlardaki eksikliklerin giderilmesi amaçlanmaktadır³¹⁸.

Bakım sistemi içinde iletişimin artırılması, bakım faaliyetlerinde etkinliği bunun bir sonucu olarak da, programlı ve programsız bakımların etkin bir biçimde yapılmasını sağlayacaktır. Bununla birlikte, işgücü verimliliğinin de artırılabilceği düşünülmektedir. Çünkü vardiyalar, teknik kontrol personeli ve bakım teknisyenleri arasındaki iletişimin artırılması sayesinde, arıza arama-bulma ve vardiyalar arasında eksik kalan programlı bakımların uygulama süresi kılalacak ve böylece yapılması gereken bakım işi için daha az işgücü zamanı kullanılacaktır. Bu sayede, bakım faaliyetlerinde etkinliğin ve işgücü verimliliğinin artırılmasının DBM'nin de azaltılmasını sağlayacağı düşünülmektedir.

9.2.4. Bakım Eğitim Programlarının Geliştirilmesi

Uçak bakımı her geçen gün daha karmaşık bir hale gelmektedir. Bunun en önemli nedeni ise, yeni dizayn edilen uçaklarda kompozit malzemelerin ve yoğun bir biçimde elektronik sistemlerin kullanılmasıdır. Bununla birlikte havayolu işletmelerinin eski dizayn uçakları halen kullanmaya devam etmeleri, bu karmaşıklığı daha da artırmaktadır. Çünkü uçaklar yaşlandıkça daha fazla ve özel bakım faaliyetleri gerektirmektedirler. Uçak bakımının kendine özgü bu özellikleri nedeniyle, daha iyi eğitim almış, daha verimli ve etkin bir biçimde çalışabilen uçak bakım teknisyenlerine duyulan ihtiyaç her geçen gün artmaktadır. Bu nedenle, uçak bakım teknisyenlerine yeterince eğitim verilmelidir. İnsan faktörü programının kullanılması ise, uçak bakım eğitimi kalitesini doğrudan etkileyecektir. Çünkü doğru eğitim programlarının seçilmesi

³¹⁸ Lawrence Rikkind, "Communication", **Human Factors Guide For Aviation Maintenance** (Galaxy Scientific Corporation, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998).

ve geliştirilmesinde sistem yaklaşımını kullanmak eğitim programlarının etkinliğini artırmaktadır³¹⁹.

Eğitim programlarının insan faktörü programı kapsamında geliştirilmesi; ders konularının ve içeriklerinin geliştirilmesini, derslerin verilme biçimlerinin ve yeni teknolojilerin eğitim programlarında nasıl kullanılabileceklerinin araştırılmasını içermektedir³²⁰.

Eğitim programlarının insan faktörü programı kapsamında geliştirilmesi sayesinde, bu eğitimlerin etkinlikleri artırılmış olacak dolayısıyla da eğitim programları amaçlarına ulaşmış olacaktır. Böylece, daha iyi eğitim almış bakım teknisyenlerinin daha verimli ve etkin bir biçimde çalışabilecekleri ve daha az bakım hatası yapacakları düşünülmektedir. Bunun bir sonucu olarak da, bakım faaliyetlerindeki etkinlik, işgücü verimliliği ve etkinliği artırılarak DBM de azaltılmış olacaktır.

9.2.5. Bakım İş Yardımcılarının Geliştirilmesi

Bu programın amacı, bakım teknisyenlerinin işlerini kolaylaştıracak aletlerin geliştirilmesidir. Bakım iş yardımcılarının geliştirilmesi kapsamında bakım personelinin yetenekleri, sınırlamaları ve personelden beklenen bilgi ve beceri seviyeleri araştırılmakta ve personelin bakım işlerini kolaylaştıracak yeni aletlerin geliştirilebileceği alanlar belirlenerek bu araştırmaların sonucunda prototip aletler geliştirilmekte ve bakım sisteminde denenmektedir³²¹.

İnsan faktörü programı kapsamında, bakım iş yardımcılarının geliştirilmesi, yeni teknolojilerin bakım sisteminde kullanılabilmesini sağlamaktadır. Bununla birlikte bakım iş yardımcıları belirli bir program dahilinde geliştirildikleri için bakım personelinin işlerini mutlaka kolaylaştırıcı yönde olmaktadır. Bunun bir sonucu olarak da bakım işlerinin etkinliği artırılmaktadır. Bakım faaliyetlerinde, personelin bakım işlerini kolaylaştırıcı aletlerin kullanılması ise işgücü verimliliğini ve etkinliğini artıracaktır. Artan işgücü verimliliği ve etkinliğinin de DBM'yi azaltabileceği düşünülmektedir.

³¹⁹ Terrel N. Chandler, "Training", **Human Factors Guide For Aviation Maintenance** (Galaxy Scientific Corporation, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998).

³²⁰ FAA, **Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Strategic Program Plan**, a.g.e., s.8.

³²¹ Aynı, s.8.

10. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi

Teknik eğitim, havayolu işletmelerinin en önemli işlevlerinden birisini oluşturmaktadır. Havayolu işletmelerinin bu işlevlerini yerine getirebilmeleri, uçuş emniyetinin sağlanması açısından son derece önemlidir. İnsan faktörü programı kapsamında da açıklandığı üzere, uçak bakımı son yıllarda oldukça karmaşık bir hale gelmiştir. Bununla birlikte sektörün rekabet yoğun, kar düşük ve maliyet yüksek bir yapıda olması nedeniyle, uçakların uçuşa hazır durumda bulunma oranlarının da mümkün olduğunca yüksek seviyelerde tutulması gerekmektedir. Bu nedenle, bakım personeli performansının mutlaka artırılması gerektiği belirtilmektedir. Bu kapsamda, bakım personeli eğitim durumunun istenilen seviyelerde olmasının, performansı artırmanın en iyi yollarından birisi olduğu belirtilmektedir³²².

Bakım personeli eğitim durumunun istenilen seviyelerde olması durumunda aşağıda sıralanan faydalar elde edilebilecektir;

- Arıza arama-bulma faaliyetlerinde etkinliğin artırılması: Böylece sektördeki en önemli problemlerden birisi olan gereksiz söküm sayısını azaltmak mümkün olabilecektir. Bununla birlikte, arıza arama-bulma etkinliğinin artırılması programsız bakım faaliyetlerinde etkinliği artırılması ve dolayısıyla dispeç güvenilirliğinin de artırılması anlamına gelmektedir.
- İşgücü etkinliğinin artırılması: Bakım personeli eğitim seviyesinin istenilen seviyelere getirilmesi durumunda yapılması gereken bakım faaliyetlerinin, doğru aletleri kullanarak, ilk defada doğru bir biçimde yapılabilmesi sağlanacaktır. Başka bir deyişle, bu durumda işgücü etkinliği artırılmış olacaktır.
- İşgücü verimliliğinin artırılması: Bakım personeli eğitim seviyesinin istenilen seviyelere getirilmesi durumunda işgücü verimliliği de artırılabilecektir. Başka bir deyişle eğitilmiş personel, kendisinden uygulaması istenen bakım faaliyetlerini daha az bir zaman kullanarak yapabilecektir.
- Bakım faaliyetlerinin uygulanmasında kullanılan aletlerden yeterince yararlanılabilmesi ve doğru bir biçimde kullanılabilmesi: Bakım faaliyetlerinin uygulanmasında kullanılan aletler genellikle personelin işlerini kolaylaştırmaktadır.

³²² Zeki, "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", a.g.e., s.18. ; Terrel N. Chandler, a.g.e.

Bu aletlerin tüm işlevlerinin bilinmesi ve doğru bir biçimde kullanılması ise iş gücü etkinliğini artıracaktır.

- Teknik dokümanların doğru ve etkin bir biçimde kullanılabilmesi: Bakım personeli yaptıkları tüm işleri teknik dokümanlarda açıklandığı şekilde yapmak zorundadır. Bu nedenle, bakım faaliyetlerinin uygulanmasında teknik dokümanlar oldukça yoğun bir biçimde kullanılmaktadır. Teknik dokümanların etkin bir biçimde kullanılması doğru bilgiye ulaşılması için gerekli zamanı azaltarak işgücü verimliliği ve etkinliğinin de artırılmasını sağlayacaktır.

Yukarıda sıralan faydalar incelendiğinde, gerekli eğitim faaliyetlerinin düzenlenerek bakım personelinin eğitim seviyeleri istenilen duruma getirilerek bakım faaliyetlerinde etkinliğin, işgücü verimliliği ve etkinliğinin sağlandığı görülmektedir. Programlı bakım faaliyetlerinde etkinliğin sağlanması, zaman içinde çıkması muhtemel programsız bakım miktarını azaltacak, programsız bakım faaliyetlerde etkinliğin sağlanması ise, gereksiz söküm oranını azaltırken dispeç güvenirliliğini de artıracaktır. Bu nedenlerle, eğitim faaliyetlerinin DBM'nin düşürülmesindeki öneminin çok büyük olduğu düşünülmektedir.

VI. DBM’NİN AZALTILMASI İÇİN GELİŞTİRİLEN ÖNERİLERİN TÜRK TESCİLLİ HAVAYOLU İŞLETMELERİNDE UYGULANIRLIĞININ ARAŞTIRILMASI

1. Araştırmanın Amacı, Önemi, Sınırlılıkları, Yöntemi

1.1. Araştırmanın Amacı

Bu araştırmanın amacı, Türk tescilli havayolu işletmeleri arasında DBM’ye verilen önemin araştırılarak DBM’nin azaltılabilmesi amacıyla V. Bölümde yer alan önerilerin uygulanırlığının saptanması ve değerlendirilmesidir. Bu amaç kapsamında araştırma boyunca aşağıdaki sorular cevaplandırılmaya çalışılmıştır.

- 1- Havayolu işletmeleri için bakım maliyetlerinin önemi nedir?
- 2- Havayolu işletmeleri arasında bakım maliyetlerinin azaltılması amacıyla uygulanan herhangi bir maliyet azaltım programı var mıdır?
- 3- Havayolu işletmelerinde DBM analizi yapılıyor mu?
- 4- Havayolu işletmelerinin DBM’nin azaltılabilmesini sağlayacak uygulamaları nelerdir?
- 5- Gerekli saptamalar yapıldıktan sonra, Türk tescilli havayolu işletmelerinde DBM’nin azaltabilmesi amacıyla neler önerilebilir?

1.2. Araştırmanın Önemi

Bakım maliyetlerinin azaltılması, tüm dünyada 1990’lı yılların başlarından itibaren oldukça önemli bir duruma gelmiştir. Bu çalışma, Türk tescilli havayolu işletmelerinin de bu noktaya dikkatlerinin çekilmesi ve DBM’nin neden ve nasıl azaltılması gerektiğinin vurgulanması açısından oldukça önem taşımaktadır. Ayrıca çalışma havayolu sektöründe faaliyet gösteren işletmelere, sektördeki çalışanlara, uçak bakımı eğitimi veren yüksek öğretim kurumlarına ve maliyet azaltımı konusu üzerinde çalışmalar yapan kişilere yardımcı olabilmesi açısından önem taşımaktadır.

1.3. Araştırmanın Sınırlılıkları

Bu çalışmanın yürütülmesi sırasında bazı sınırlılıklar ortaya çıkmıştır. Çalışmanın incelenmesi sırasında bu sınırlılıkların göz önünde tutulmasının yapılacak değerlendirmeler açısından yararlı olacağı düşünülmektedir. Bu sınırlılıklar şunlardır;

- 1- Çalışma sırasında yapılan yoğun kaynak taramalarına rağmen uçak bakımı ve bakım maliyetleri konusunda çok sayıda kaynağa ulaşamamıştır.
- 2- Çalışmada ele alınan konuların geliştirilebilmesi amacıyla, dünyanın her yerinden konuyla ilgili bir çok kuruluş, örgüt ve büyük havayolu işletmesi ile kontak kurulmuştur. Ancak ticari bir takım kaygılar ve sektörde yaşanan yoğun rekabet nedeniyle, yürütülen DBM azaltım programlarıyla ve gerçekleşmiş DBM verileri ile ilgili bilgilerin verilmesi kabul edilmemiştir.
- 3- Çalışmada ele alınan DBM'nin azaltılması tüm havayolu işletmelerini ilgilendirmektedir. Ancak çalışmanın kapsamı ve zaman güçlüklerinden dolayı Türkiye'de tescilli 12 havayolu işletmesinden 6 tanesi örnekleme oluşturmuştur. Bununla birlikte, örnekleme oluşturan havayolu işletmelerinin koltuk sayısı Türkiye'deki toplam koltuk kapasitesinin %88'ni, uçak sayısı ise %87'sini oluşturmaktadır.
- 4- Çalışma sırasında çeşitli görüşmeler yapılan havayolu işletmelerinin tamamı bu çalışmayı desteklemişlerdir. Ancak bir takım kaygılar nedeniyle, kendilerine yöneltilen soruların gerektiği gibi cevaplandırılmamış olabileceği düşünülmektedir.

1.4. Araştırma Yöntemi

Konuya ilişkin yapılan çalışma sırasında, Türk tescilli havayolu işletmelerinin teknik bölüm üst düzey sorumluları ve Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nde Güvenirlik Bölümü ile çeşitli zamanlarda çeşitli görüşmeler yapılmıştır. Bu görüşmeler aşağıda sıralanmaktadır;

- 1- Türk Hava Yolları, İstanbul: Üretim Planlama ve Kontrol bölümünün başkanı ve müdürü ile yapılan görüşmeler, Bakım Mühendislik Müdürlüğü bölümünün müdürü ile yapılan görüşmeler, Avionik Mühendislik Müdürlüğü şef mühendisi ile yapılan görüşme, Motor Revizyon Atölyesi Müdürlüğü bölümünün müdürü ile yapılan

görüşme, Güç Sistemleri Mühendislik Müdürlüğü bölümünün müdürü ile yapılan görüşme.

- 2- Onur Air, İstanbul: Teknik Müdür Yardımcısı ile yapılan görüşme, Mühendislik bölümü müdürü ile yapılan görüşme, Mühendislik bölümünün şef mühendisi ile yapılan görüşmeler.
- 3- SunExpress, Antalya: Teknik Müdür ile yapılan görüşmeler, Kalite Müdürü ile yapılan görüşme.
- 4- İstanbul Hava Yolları, Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti – Lefkoşe ve İstanbul: Mühendislik bölümündeki mühendislerle yapılan görüşmeler, Hat Bakım Müdürü ve Müdür Yardımcısı ile yapılan görüşme.
- 5- Pegasus, İstanbul: Teknik Müdür ve Kalite Müdürü ile yapılan görüşme.
- 6- Air Alfa, İstanbul: Teknik Müdür ile yapılan görüşme.
- 7- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü Güvenirlik Bölümü sorumluları ile yapılan görüşme.

Çalışma konusuna ilişkin ana kütle (Türk tescilli havayolu işletmelerinin tamamı) 12 adet havayolu işletmesidir. Ancak çalışmadaki örnekleme yukarıda sıralanan 6 adet havayolu işletmesi oluşturmaktadır. Bununla birlikte, örneklemedeki havayolu işletmelerinin koltuk sayısı Türkiye'deki toplam koltuk sayısının %88'ni, uçak sayısı ise %87'sini oluşturmaktadır.

Çalışmanın uygulama aşaması için bu çalışmanın içeriğine paralel olarak bir soru formu oluşturulmuştur. EK-1'de yapılan araştırma sırasında kullanılan soru formu görülmektedir. Soru formu yapılan görüşmeler sırasında doldurulmuş ve yapılan görüşmeler teyp kasetlerine kaydedilmiştir. Soru formlarının incelenmesi sonucunda ve bu görüşmeler sırasında elde edilen bilgiler ışığı altında, Türk tescilli havayolu işletmelerinin DBM'nin azaltılması için geliştirilen önerileri ne derecede kullandıkları saptanmıştır.

2. Yapılan Araştırma Sonuçları ve Değerlendirilmesi

2.1. Türkiye'deki Havayolu İşletmelerinin Yapısı

Havayolu işletmelerinin yapısı DBM'nin azaltılması amacıyla geliştirilen önerilerin uygulanırılığını etkileyebileceği için bu işletmelerin filo yapıları ve personel durumlarının saptanmasının yararlı olacağı düşünülmüştür.

EK-2'de, araştırma kapsamındaki havayolu işletmelerinin filo içindeki uçak tipleri, her uçak tipi için koltuk sayıları ve toplam koltuk sayıları verilmektedir. EK-3'de ise, filo ortalama yaşları, havayolu işletmelerinde çalışan toplam personel sayısı, teknik bölümdeki toplam personel sayısı ve toplam personel içindeki oranları görülmektedir.

Türk tescilli havayolu işletmelerinin filolarında bulunan uçakların ortalama yaşı 14.49 dur. En genç filo 5.13 yaş ortalaması ile Pegasus havayolu işletmesine aittir. Bunu 6.33 ile THY, 6.80 ile SunExpress izlemektedir. Örneklem içindeki havayolu işletmelerinin ortalama filo yaşı ise, 7.94 olmaktadır. Tüm işletmeler içindeki ortalama yaşın yaklaşık olarak iki kat daha fazla olmasının nedeni, örneklem içine alınmayan kargo işletmelerinin ve Türk Tescilinde gözüken Kuzey Kıbrıs Türk Hava Yolları filolarının daha yaşlı uçaklardan oluşmasıdır.

Örneklem ve Türk tescilli tüm işletmeler içinde en çok teknik personel oranına THY sahiptir. Diğer havayolu işletmelerindeki oranların ise, yaklaşık olarak birbirine eşit olduğu görülmektedir.

2.2. İşletme İçi Maliyet Kontrol Programları

Havayolu taşımacılığı sektöründe maliyetlerin yüksek buna karşın kar marjlarının ise düşük olması, Türk tescilli havayolu işletmelerinin de çeşitli güçlüklerle karşılaşmalarına neden olmaktadır. Bununla birlikte yapılan araştırma sonuçları değerlendirildiğinde, hiç bir havayolu işletmesi örgüt yapısında maliyetlerle ilgilenen özel bir bölüm olmadığı saptanmıştır. Buna karşın, toplam işletme maliyetleri muhasebe kayıtlarının tutulması sırasında hesaplanmaktadır.

Yapılan görüşmelerden elde edilen sonuçlara göre, yine hiçbir havayolu işletmesi bünyesinde dinamik bir maliyet kontrol mekanizması bulunmamaktadır. Maliyet kontrol mekanizmaları bulunmamalarına karşın, maliyetlerin azaltılması

amacıyla yürütülen bir maliyet kontrol programı olabileceği düşünülmüştür. Ancak yine hiçbir havayolu işletmesinde belirli amaçları olan ve belirli bir program çerçevesinde yürütülen herhangi bir maliyet kontrol programının da olmadığı belirlenmiştir. Bununla birlikte, sadece iki küçük havayolu işletmesi bünyesinde genel müdürlük ve genel müdür teknik yardımcılığı seviyesinde kişisel bir takım çalışmalar yapıldığı gözlenmiştir. Ancak, kişisel bir takım çabaların maliyetlerin azaltılabilmesinde yeterince yararlı olamayacağı düşünülmektedir. Maliyet azaltım çalışmaları tüm işletme bazında, belirli bir program dahilinde yürütülmeli ve tüm personel bu bilince sahip olmalıdır.

Sonuç olarak yatırım ve işletim maliyetlerinin yüksek olduğu bu sektörde, tüm işletme kapsamında planlı ve programlı bir biçimde yürütülen maliyet azaltım çalışmalarının bulunmaması dikkat çekicidir.

2.3. Havayolu İşletmelerinin Kendi İmkanları İle Yapabildikleri Bakım Faaliyetleri

Havayolu işletmelerinin kendi imkanları ile yaptıkları (in-house) bakım faaliyet oranı, DBM'yi doğrudan etkilemektedir. Bu nedenle örneklem içindeki havayolu işletmelerinin, bakım faaliyetlerinin ne kadarını kendi imkanları ile yaptıkları ne kadarını dış bakım kuruluşlarına yaptırdıkları araştırılmıştır. Tablo-24'de örneklem içindeki havayolu işletmelerinin kendi imkanları ile yaptıkları bakım faaliyetleri görülmektedir.

Tablo-24: Örneklem İçindeki Havayolu İşletmelerinin Kendi İmkanları İle Yaptıkları Bakım Faaliyetleri

Havayolu İşletmesi	Hat Bakım	A Bakımı	C Bakımı	Büyük Bakım	Motor Revizyonu	Komponent Revizyonu
THY	✓	✓	✓	✓	✓	✓ (Büyük bir bölümü)
İstanbul Hava Yolları	✓	✓	✓	--	--	--
Onur Air	✓	✓	--	--	--	--
SunExpress	✓	✓	--	--	--	--
Pegasus	✓	✓	--	--	--	--
Air Alfa	✓	✓	--	--	--	--

Tablo-24 incelendiğinde, THY'nin bakım faaliyetlerinin tamamını kendi imkanları ile yapabilen tek havayolu işletmesi olduğu görülmektedir. Bununla birlikte, bazı komponent revizyonlarının kendi tesislerinde yapılmasının, bakım maliyetlerini artırması ve ekonomik olmayışı nedeniyle, yurt dışındaki bakım kuruluşlarına yaptırıldığı belirtilmektedir. İstanbul Hava Yolları ise, C bakımına kadar kendi imkanları ile yapabilmektedir. Bunların dışındaki havayolu işletmelerinin tamamı hat bakım ve A bakımını kendi imkanları ile yapabilmekte diğerlerini ise, yurt dışındaki bakım kuruluşlarına yaptırmaktadırlar.

2.4. Bakım Maliyetlerinin Hesaplanması ve Dağılımının Yapılması

Çalışma sırasında bakım maliyetlerine verilen önemin ortaya konulması amacıyla havayolu işletmelerinin bakım maliyetlerini nasıl hesapladıkları, direkt ve endirekt olarak sınıflandırmaları ve teknik bölüm içinde bu işlemlerden sorumlu bir bölüm olup olmadığı araştırılmıştır. Yapılan çalışma sonucunda, THY dışındaki hiç bir havayolu işletmesinin teknik bölümü içinde bakım maliyetlerinin hesaplanmasından sorumlu ayrı bir bölüm bulunmadığı saptanmıştır.

Yapılan görüşmeler sırasında, THY teknik bölüm örgüt yapısı içinde yer alan Üretin Planlama ve Kontrol bölümünün bakım maliyetlerinin hesaplanmasından da sorumlu olduğu ve sadece DBM'nin hesaplandığı belirtilmiştir.

Küçük havayolu işletmelerinin hiç birisinde bakım maliyetlerinin hesaplanmasından sorumlu bir bölüm bulunmamaktadır. Ancak, bakım maliyetlerinin teknik genel müdür yardımcılığı ve teknik müdürlük bazında hesaplandığı saptanmıştır. Çalışma sırasında yapılan görüşmeler sonucunda elde edilen bilgilere göre, bakım maliyetlerinin hesaplanmasında en temel amacın bir sonraki yıl için bakım bütçesinin oluşturulmasıdır. Buna karşın DBM'nin analizi amacıyla bir hesaplama söz konusu değildir. Bununla birlikte, küçük havayolu işletmeleri arasında bakım maliyetleri bilincinin yavaş yavaş yerleştiği gözlenmektedir. Bunun nedeni ise, küçük havayolu işletmelerinin yüksek maliyet baskısından daha olumsuz yönde etkilenmiş olabilecekleridir. Özellikle küçük havayolu işletmelerinin birisinde bakım maliyetlerinin detaylı bir biçimde hesaplanması yolunda önemli adımlar atıldığı saptanmıştır.

Havayolu işletmelerinin bakım maliyetlerini nasıl hesapladıkları ve nasıl bir dağılım yaptıkları konusunda (bunları işletme içi bilgiler olarak görülmeleri nedeniyle) yeterince bilgi elde edilememiştir. Bu durumda, konu ile ilgili yorum yapmak mümkün olmamaktadır. Ancak, bu tür çalışmalar sırasında gerekli bilgilerin sağlanmasının havayolu işletmeleri için de yararlı olacağı düşünülmektedir. Çünkü böylece mevcut uygulamaların karşılaştırılması ve yeni yöntemlerin önerilmesi mümkün olacaktır.

2.5. DBM Analizinin Yapılması

IV. ve V. Bölümlerde de belirtildiği gibi, DBM'nin azaltılmasında maliyet bilgilerinin analiz edilmeleri oldukça önemli bir yer tutmaktadır. Bu nedenle, örneklem içindeki havayolu işletmelerinin DBM'yi çeşitli zaman dilimlerine göre analiz edip etmedikleri de araştırılmıştır.

Yapılan araştırma sırasında, THY'nin DBM'yi işçilik ve malzeme giderleri olarak hesapladığı ve dağılımlarını farklı bakım tipleri bazında yaptığı saptanmıştır. Analiz kapsamında ise, DBM'nin farklı bakım tipleri bazında yıllara göre nasıl değiştiği değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, DBM analizinin farklı uçak tiplerine, farklı kuyruk isimli uçaklara, ATA bölümlerine (sistemlere) ve komponentlere göre yapılmadığı saptanmıştır. Ancak DBM analizinin, özellikle ATA bölümleri bazında, yapılmasının yararlı olacağı düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, komponent bazında yapılacak bir DBM analizi detaylı bir çalışma gibi görünmesine rağmen THY gibi büyük bir filo ya sahip dolayısıyla da diğerlerine göre oldukça fazla sayıda komponenti olan bir işletme için uzun vadede oldukça yararlı sonuçlar verebileceği düşünülmektedir. Çünkü böylece komponentler için ortalama DBM belirlenmesi mümkün olmakta ve çeşitli zaman dilimlerine göre karşılaştırma imkanı doğmaktadır.

Çalışma sırasında THY'de, DBM'nin farklı bakım tipleri bazında izlendiği ve kendileri için bu tür bir analizin yararlı olabileceği belirtilmiştir. Ancak IV. Bölümde de belirtildiği gibi, filo içinde farklı tipte uçaklar bulunabilmesi nedeniyle, bu tür bir analizin kesinlikle yararlı sonuçlar veremeyeceği düşünülmektedir. Çünkü aynı tipteki uçakların bile, DBM'yi etkileyen bir çok faktör bulunması nedeniyle, programlı bir bakım sırasında oluşan DBM birbirinden oldukça farklı değerlere ulaşabilmektedir. Örneğin yaşları birbirinden farklı olan aynı tip iki uçağın, aynı bakım programı

sırasında oluşan DBM'leri farklı olacaktır. Bu nedenle THY'deki DBM analizinin, mutlaka ATA bölümlerine göre de yapılması gerektiği düşünülmektedir. Bununla birlikte, ATA bölümlerine göre yapılacak bir analiz farklı üreticilerin uçaklarını da birbiriyle karşılaştırma imkanı verecektir. Örneğin THY filosunda bulunan RJ uçaklarının motorlarında büyük problemler yaşandığı belirtilmektedir. Bu uçağa ait motor DBM analizi yapılmış olsa, diğer uçaklara göre farklar oluştuğu tespit edilerek, bu sayede yapılacak bir fayda-maliyet analizi sonucunda, farklı bir uçak tipinin kullanılmasına karar verilebilir.

Bununla birlikte, THY'nin 3 yıldır IATA'nın ÜPK Çalışma Grubunda yer aldığı ve THY'nin bu çalışma grubunun amaçları doğrultusunda gruba katıldığı tespit edilmiştir. Kendilerine bu çalışma grubunun yararlı olup olmadığı sorulduğunda, 3 yıllık bir sürenin DBM'nin diğer üye işletmeler ile karşılaştırılarak gerekli sonuçların alınabilmesi açısından yeterli olamayacağı belirtilmiştir. Bununla birlikte, IV. Bölümde de belirtildiği gibi, bu çalışma grubu DBM analizini komponent bazına kadar indirgemmiştir. Bu durumda, THY'nin IATA/ÜPK Çalışma Grubunda elde ettiği ve/veya edeceği tecrübelerin ayrıntılı bir DBM analizi için gerekli ortamı hazırlayabileceği düşünülmektedir.

Yapılan araştırma sırasında, diğer havayolu işletmelerinin bakım maliyetlerini direkt ve indirekt olarak ayırdığı ancak, birisi dışında DBM analizinin yapılmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, işletmeler bunun bir eksiklikleri olduğunu da kabul etmektedirler. Çalışma sırasında yapılan saptamalara göre, sadece tek bir havayolu işletmesi, THY tarafından da yapılmayan, komponent bazına kadar inerek DBM hesaplamakta ve yıllara göre değişimini takip etmektedir. Ancak, DBM analizi sonucunda maliyet azaltımı için gerekli önlemlerin alınıp alınmadığı bilinmemektedir.

2.6. Güvenirlik Programının Uygulanması

V. Bölümde de açıklandığı gibi, DBM'nin azaltılmasında ve uçuş emniyetinin artırılmasında güvenirlik programının çok önemli bir rolü bulunmaktadır. Bu nedenle, havayolu işletmelerinin güvenirlik programına verdikleri önem ve uygulayıp uygulamadıkları araştırılmıştır.

Araştırma kapsamında yapılan görüşmeler sonucunda, Türkiye'deki hiçbir havayolu işletmesinin (Tüm ana kütle de dahil olmak üzere) GP uygulamadığı

saptanmıştır. Bu oldukça dikkat çekici bir noktadır. Bununla birlikte, yapılan araştırma sırasında havayolu işletmelerinin SHGM'ye bildirmek üzere güvenilirlik ile ilgili çeşitli verileri topladıkları belirlenmiştir. Ayrıca, havayolu işletmelerinde bu konu ile ilgili hazırlıkların yapılması umut verici olarak değerlendirilebilir.

Türkiye'deki en büyük havayolu işletmesi olan THY'nin GP uygulamaması ise, şaşırtıcı olarak değerlendirilmektedir. Çünkü THY'nin GP uygulayabilmek için gerekli şartlara ve imkanlara sahip olduğu söylenebilir. THY 1930'lu yıllardan bu yana sektörde faaliyet göstermektedir. Bu nedenle, uçakların işletilmesi ve bakım faaliyetlerinin uygulanması ile ilgili olarak, yeterince bilgili ve tecrübeli elemanlara sahip olduğu düşünülmektedir. Bu durumda, elde edilen bilgi ve tecrübelerin programlı bir biçimde hem sonraki yıllara hem de bakım programlarına aktarılması, DBM'nin azaltılmasında önemli bir rol oynayacaktır. GP'nin bu ortamı sağlayacak en iyi yöntemlerden birisi olduğu düşünülmektedir. Bunun yanı sıra, THY'nin Avrupa'da faaliyet gösteren diğer havayolu işletmeleri ile hizmet kalitesi boyutlarında rekabet etmeyi planlaması durumunda, zamanında kalkış performansının da iyi olması gerekmektedir. Yapılan görüşmeler sırasında, GP ile ilgili olarak, THY'nin V. Bölümde açıklanan anlamda çeşitli hazırlıklar içinde olduğu ancak, kesinleşmiş bir programın henüz oluşmadığı belirtilmiştir.

Diğer havayolu işletmeleri GP uygulamamalarını, filoların küçük olmasına ve bu nedenle de istatistiksel değerlendirmeler yapabilmek için yeterince uçakları ve komponentleri olmamasına bağlamaktadırlar. Bununla birlikte, zaman içinde güvenilirlik performansının değerlendirilebilmesi için 3–5 yıl arasında bir zamanın geçmesi gerektiği belirtilmektedir. Bu yüzden güvenilirlikle ilgili birkaç verinin toplandığı ancak GP'nin uygulanmadığı saptanmıştır. Bazı havayolu işletmeleri ise, söz konusu verilerin toplanmasını ve zaman ekseninde gösterilmesini GP'nin uygulanması olarak algılamaktadırlar. Ancak, GP kapsamında verilerin toplanması sürecin önemli bir adımını oluşturmalarına rağmen bu verilerin değerlendirilmesi ve buna göre gerekli araştırmaların yapılarak çeşitli değişikliklere gidilmesi, asıl faydaların elde edilebileceği bölümü oluşturmaktadır. Kısacası, Türkiye'deki havayolu işletmeleri güvenilirlikle ilgili bir takım verileri toplamakta ancak, problemleri ortaya çıkararak çözme yoluna gitmemektedirler. Bu nedenle GP kapsamında yürütülen bu faaliyetlerin, DBM'nin azaltılması yönünde herhangi bir fayda sağlayabileceği düşünülmemektedir.

Çalışma kapsamındaki havayolu işletmelerinin tamamı dispeç güvenilirliklerini ölçmektedirler. Bunun yanı sıra, uçuşta motor kapatma oranı ve bazı işletmelerde arızalar arasındaki ortalama süre ile programsız sökümle arasındaki ortalama süre parametreleri de hesaplanmaktadır. Havayolu işletmelerinin GP uygulamamalarına rağmen, güvenilirlikle ilgili ölçtükleri bazı performans değerlerini kullanarak, V. Bölümde GP kapsamında açıklanan, bir takım değişikliklere gidebilecekleri düşünülmüş ve bu konu da araştırılmıştır. Ancak, THY’de düzenli bir biçimde yapılmayan bir takım kişisel çabalar bulunduğu diğer işletmelerde ise, hiçbir değişiklik yapılmadığı öğrenilmiştir. Bununla birlikte yapılan araştırma sonuçlarına göre, güvenilirlikle ilgili performans parametrelerinin bakım faaliyetlerindeki etkinliği yansıttığı konusunda tüm havayolu işletmelerinin hemfikir oldukları anlaşılmaktadır.

2.7. Bakım Programının Optimizasyonu

Bakım programlarının havayolu işletmelerinin kendi şartlarına göre uyarlanması, V. Bölümde de açıklandığı üzere, DBM’nin azaltılması açısından oldukça önem taşımaktadır. Bu nedenle, çalışma kapsamında bakım programlarının optimizasyonu konusunda yapılan çalışmalar da araştırılmıştır.

Yapılan çalışma sırasında, V. Bölümde önerilen ve bakım programları optimizasyonunun planlı ve programlı bir biçimde yapılabilmesine yönelik oluşturulan, İçsel Bakım İnceleme Kurulu’na benzer bir yapıya hiçbir havayolu işletmesinde rastlanamamıştır. Bununla birlikte, bu tür bir yapının bakım optimizasyonu için mutlaka gerekli olduğu düşünülmektedir. Çünkü uçak işletiminden ve bakım faaliyetlerinden elde edilen deneyimlerin, ancak bu sayede bakım programlarına düzenli bir biçimde aktarılacakları düşünülmektedir. Bununla birlikte, havayolu işletmeleri bunun bir eksiklik olduğunu da kabul etmektedirler.

İBİK benzeri bir yapının bulunmamasına karşın, THY’de kişisel bir takım çabalarla bakım programlarında bazı değişikliklere gidilebildiği saptanmıştır. Bununla birlikte, THY gibi büyük bir filoya sahip havayolu işletmesinde, bakım optimizasyonunun bir takım kişisel çabalara ve tesadüflere bırakılmaksızın düzenli, planlı ve programlı bir biçimde yapılması gerektiği düşünülmektedir. Diğer havayolu işletmelerinde ise, bu tür bir çabanın varlığına rastlanamamış ve bakım programlarının

düzenlenmesi sırasında üretici firmanın tavsiye ettiği Bakım Planlama Dokümanının dışına çıkılmadığı saptanmıştır.

Örnekleme içindeki havayolu işletmelerinin blok ya da dengeli bakım seçimini bilinçli bir biçimde yaptıkları görülmektedir. Çalışma sonucunda, THY dışındaki işletmelerin blok bakımı tercih ettikleri saptanmıştır. Bunun en önemli nedeni ise, dengeli bakımın oldukça iyi bir planlama gerektirmesidir. Bunun yanı sıra, bu işletmeler C ve büyük bakımlarını dış bakım kuruluşlarına yaptırmaktadırlar. Dolayısıyla, dengeli bakımın tercih edilmesi durumunda, bakım faaliyetlerinin yapılması için uçakların çok sık bir biçimde yurt dışına gitmeleri gerekmektedir. Bu durum, hem DBM'yi artıracak hem de uçakların kullanım sürelerini azaltacaktır. THY ise, blok ve dengeli bakımın kendileri için en uygun bir biçimde uyarlandığını belirtmektedir. Kısacası, örnekleme içindeki havayolu işletmelerinin blok ve dengeli bakım seçimini bilinçli bir biçimde yaptıkları saptanmıştır.

İBİK benzeri yapıların bulunmamasına karşın, bakım programlarındaki bakım iş aralıklarının uzatılması ya da kısaltılması gibi, bir takım değişikliklerin yapılıp yapılmadığı da araştırılmış ancak, THY dışındaki işletmelerde söz konusu olmadığı anlaşılmıştır. THY'de ise, bu tür değişikliklerin sık sık yapılmadığı belirtilmektedir.

Bakım programlarının işletmenin kendi şartlarına göre uyarlanması oldukça önemli ve karmaşık bir süreçtir. Çünkü bazı bakım işlerinin içerikleri ve uygulama aralıkları değiştirilemezken bazıları değiştirilebilmekte ve bu tür değişikliklerin yapılabilmesi için ilgili sivil havacılık otoritesinin onayı gerekmektedir. Bu tür güçlüklerin ortaya çıkmasına karşın, optimize edilmiş bakım programının getirdiği faydalar, V. Bölümde de açıklandığı üzere, oldukça fazladır. Bu nedenle havayolu işletmelerinin, bir an önce bu yönde bir yapılanmaya gitmelerinin gerekli olduğu düşünülmektedir.

2.8. Motor DBM'sinin Azaltılması Amacıyla Yapılan Çalışmalar

Bu çalışma kapsamında, V. Bölümde yer alan ve motor DBM'nin azaltılmasına yönelik olan uygulamalar da araştırılmıştır. THY dışındaki havayolu işletmelerinin tamamı motor bakımlarını dış bakım kuruluşlarına yaptırmaktadırlar.

Araştırma sırasında, THY'nin Motor Durumunun Zaman İçinde İzlenmesi programını eksiksiz bir biçimde uyguladığı saptanmıştır. Bununla birlikte, bu programın

DBM'nin azaltılması ve motor güvenilirliğinin artırılmasında ne derece etkin olduğu konusunda şüpheler oluşmuştur. V. Bölümde de belirtildiği gibi, bu programın GP ile birlikte yürütülmesinin program etkinliğini artıracakı düşünülmektedir.

THY dışındaki havayolu işletmelerinin de, söz konusu programı uyguladıkları belirlenmiştir. Ancak, bu programın işletmelerin motor bakımlarını yapan dış bakım kuruluşları tarafından yürütüldüğü ve gerekli uyarılar ile alınacak önlemlerin kendilerine düzenli bir biçimde bildirildiği belirtilmektedir. Bununla birlikte, bu programın sağladığı somut faydalar hakkında gerekli bilgiler elde edilememiştir.

2.9. Elektronik Sistem DBM'sinin Azaltılması

Yapılan görüşmeler sırasında, elektronik sistem DBM'sinin azaltılması konusunda hangi çalışmaların yapıldığı da araştırılmıştır.

THY de dahil olmak üzere, hiçbir işletmenin gereksiz söküm konusunda bilinçli olmamasının saptanması, bu çalışmadaki en dikkat çekici noktalardan birisini oluşturmaktadır. THY'de bu bilincin yerleşmemiş olması şaşırtıcı olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, Türk tescilli havayolu işletmeleri arasında sadece THY'de (iki adet) OTC bulunduğu saptanmıştır. Ancak THY gibi büyük bir filoya sahip, dolayısıyla çok sayıda elektronik komponenti bulunan bir işletmenin gereksiz söküm oranını mutlaka ölçmesinin ve düşürülmesi amacıyla çeşitli önlemler almasının gerekli olduğu düşünülmektedir.

Diğer havayolu işletme filolarının daha küçük olması konunun önemini azaltmamakta, tam tersine artırmaktadır. Çünkü bu işletmeler komponent bakımlarını yurt dışındaki bakım kuruluşlarına yaptırmakta ve bunun maliyetinin oldukça yüksek olduğunu kendileri de belirtmektedirler. Buna karşın örneklem içindeki havayolu işletmelerinden hemen hemen tamamının, konunun farkına bu çalışma sırasında vardıkları gözlenmiştir. Bu durum, oldukça şaşırtıcı olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte araştırma sonucunda, tüm işletmelerin gereksiz söküm oranının düşürülmesi gerektiği ve OTC'nin DBM'yi azaltacağı konusunda hem fikir oldukları anlaşılmıştır.

2.10. Servis Bültenlerinin Değerlendirilmesi

Bu çalışma sonucunda DBM'nin azaltılmasına yönelik uygulamalar arasında en yaygın biçimde uygulanan yöntemin, servis bültenlerinin değerlendirilmesi olduğu saptanmıştır.

Çalışma sonucunda tüm işletmelerin, V. Bölümde kullanılması önerilen çeşitli form düzenleme uygulamalarını kullandıkları belirlenmiştir. THY dışındaki havayolu işletmelerinin filolarında bulunan uçakların büyük bölümü kiralanmış durumdadır. Bu nedenle, DBM'nin azaltılması amacıyla, tavsiye niteliğinde olan servis bültenlerinin uygulanmak istenmediği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, servis bültenlerinin maliyet-etkinlik açısından mutlaka değerlendirildikleri belirtilmektedir.

2.11. Bakım Faaliyetlerinin Dış Bakım Kuruluşlarına Yaptırılması

Çizelge-24'de de görüldüğü gibi, THY ve İHY dışındaki işletmelerin tamamı A bakımından daha büyük olan bakımlarını dış bakım kuruluşlarına yaptırmaktadırlar. İHY ise, sadece büyük bakımlarını dış bakım kuruluşlarına yaptırmakta buna karşın diğerlerini kendi imkanları ile yapabilmektedir. Bununla birlikte, THY bazı komponent bakımlarını dış bakım kuruluşlarına yaptırmaktadır. Bunun nedeni olarak, bu bakımların THY'de yapılmasının DBM'yi artırması ve ekonomik olmaması gösterilmektedir.

THY dışındaki havayolu işletmeleri, şu andaki şartlar altında, bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılmasının DBM'yi azalttığını düşünmektedirler. Bununla birlikte bu işletmeler, söz konusu bakımları yurt dışında bulunan işletmelere yaptırdıklarını, bunun maliyetinin aslında yüksek olduğunu ve C bakımlarının kendi imkanları ile yapılabilmesi durumunda DBM'nin azaltılabileceğini belirtmektedirler. Bunun nedeni olarak da, Türkiye'deki işçilik ücretlerinin yurt dışına göre daha düşük olması gösterilmektedir.

Çalışma sırasında, havayolu işletmelerinin bakım faaliyetlerini yurt dışındaki bakım kuruluşlarına yaptırırken karşılaştıkları çeşitli güçlükler de araştırılmış ve çalışma sonucunda oldukça faydalı sonuçlar verdiği anlaşılmıştır. Karşılaşılan bu güçlükler aşağıda sıralanmaktadır;

- Bakım kuruluşlarının yurt dışında olmaları nedeniyle, yapılan çalışma kalitesini belirlemenin oldukça güç olduğu belirtilmektedir. Bu kuruluşlara ödenen bakım

giderleri ile elde edilen fayda karşılaştırması ancak deneyerek yapılabilmektedir. Bu sürecin DBM'yi gereksiz yere artırdığı ve zaman kaybettirdiği belirtilmektedir.

- Yurt dışındaki bakım kuruluşlarının daha fazla para kazanabilmek amacıyla, gereksiz yere programsız bakım faaliyetleri yarattıkları belirtilmektedir. Bu düşüncenin DBM'yi artıracığı kaçınılmaz olmaktadır.
- Özellikle yaz aylarında uçakların bakım faaliyetleri nedeniyle, yerde kalma sürelerinin en aza indirilmesi gerekmektedir. Ancak dış bakım kuruluşlarının bazen verdikleri sözde durmadıkları ve işletmeleri zor durumda bıraktıkları belirtilmektedir.
- Havayolu işletmelerinin sıralanan güçlüklerle karşılaşmamak amacıyla, büyük ve tanınmış bakım kuruluşlarına yöneldikleri ve bu durumda DBM'nin oldukça arttığı belirtilmektedir.
- Bazı durumlarda, bu kuruluşların da hatalar yaptıkları, bu hataların düzeltilmesinin işletmeler için zaman kaybına neden olduğu ve DBM'yi artırdığı belirtilmektedir.
- Söz konusu bakım kuruluşlarının yurt dışında olmaları nedeniyle, aradaki uzaklığın ve ulaşım giderlerinin beklenmedik bir biçimde arttığına işaret edilmektedir.
- Aradaki mesafenin artması sonucunda, bakıma gönderilen komponentlerin geri dönüş süresinin (Turn Around Time) ve malzeme giderlerinin de arttığı belirtilmektedir.

Yukarıda sıralanan güçlükler incelendiğinde, bakım faaliyetlerinin dış bakım kuruluşlarına yaptırılması sonucunda DBM'nin artacağı gibi bir sonuç çıkarılabilir. Ancak bu güçlükler, dış bakım kuruluşlarının yurt dışında olmalarından kaynaklanmaktadır. Bununla birlikte, Türkiye'de işçilik ücretlerinin daha düşük olduğu unutulmamalıdır. Yapılan araştırma sırasında üst düzey bir yönetici, C bakımlarının Türkiye'de yapılmasının DBM'yi oldukça azaltacağını ve bunu yapabilmeleri için gerekli potansiyelin Türkiye'de bulunduğunu belirtmiştir. Bunun için en büyük engel olarak sadece THY'nin kapalı bir hangara sahip olması gösterilmektedir.

Yapılan araştırmada THY'nin, yabancı havayolu işletmeleri ile istasyonlarda meydana gelen malzeme ihtiyaçlarının karşılanması amacı ile ortak havuz anlaşmaları yaptığı saptanmıştır. Malzeme havuzunun, bakım maliyetlerini azalttığı belirtilmektedir. Diğer havayolu işletmeleri ise, kendileri adına motor yedeğinin tutulması için bir takım anlaşmalar yaptıklarını belirtmektedirler. Özellikle motor konusunda yapılan bu

anlaşmaların nedeni olarak, motor DBM'sinin yüksek olması ve dispeç güvenirliğini doğrudan etkilemesi gösterilmektedir. Bununla birlikte, DBM'nin azaltılması amacıyla, bakım faaliyetleri havuzuna rastlanmamıştır. Ancak THY dışındaki işletmeler, bakım havuzlarının Türkiye şartlarında DBM'yi azaltabileceğini bununla birlikte, konuyla ilgili karar verilmeden önce iyi bir araştırma yapılmasının gerekli olduğunu belirtmektedirler.

2.12. İnsan Faktörü Programının Uygulanması

Yapılan araştırma sonucunda, hiçbir havayolu işletmesinin insan faktörü programını uygulamadığı ortaya çıkmıştır. V. Bölümde de belirtildiği gibi, sistemli bir biçimde uygulanan insan faktörü programının DBM'nin azaltılmasında oldukça önemli bir rolü bulunmaktadır. Havayolu işletmelerinde bu bilincin bulunmaması dikkat çekici olarak değerlendirilmektedir. Bununla birlikte, söz konusu programın uygulanması diğer dünya ülkelerinde de yeni sayılabilir. Ancak havayolu işletmelerinin bir an önce bu bilince varıp bu programın uygulanması için gerekli çalışmaları başlatmasının, DBM'nin azaltılması ve uçuş emniyetinin sağlanması açısından büyük önem taşıdığı düşünülmektedir.

Yapılan araştırma kapsamında, (sadece iki havayolu işletmesinde olmak üzere) bakım personeline bakım hatalarının azaltılmasına ve iletişimin iyileştirilmesine yönelik eğitimler verildiği saptanmıştır. Ancak, bu eğitimlerin sadece bilgilendirme amacı taşıdığı ve sistem yaklaşımı dahilinde bir program olarak yürütülmediği belirlenmiştir. Bununla birlikte, bu iki çalışmanın söz konusu işletmeler için, konunun önemi açısından, umut verici olarak değerlendirilebilir.

İnsan faktörü programının, THY tarafından uygulanmaması hatta bu konudan uzak olunması ise, oldukça şaşırtıcı olarak değerlendirilmektedir. Çünkü yapılan bu çalışma da bile, THY'nin bu tür bir uygulamaya bir an önce ihtiyaı olduğu saptanmıştır. Örneğin yapılan görüşmeler sırasında, uzun yıllar boyunca THY hat bakım seviyesinde yöneticilik yapmış üst düzey bir yetkili vardiyalar arasındaki iletişim eksikliği ve çekişmelerin büyük boyutlara ulaştığını ve bu problemlerin bir an önce çözülmesi gerektiğini belirtmektedir. Bununla birlikte, yapılan görüşmeler sırasında bazı havayolu işletmelerinin bakım teknisyenlerini günde 12 saat kadar çalıştırdıkları

görülmüştür. Ayrıca bakım teknisyenleri çalışma koşullarının ve özellikle yaz aylarında yoğun çalışma temposunun kendilerini stresli bir ortama ittiğini belirtmektedirler. Böyle bir ortamda, iletişim ve motivasyon eksikliğinin, vardiyalar arasındaki çekişmelerin ve yoğun çalışma temposunun bakım teknisyenlerinin hata yapma risklerini artıracağı, buna karşın işgücü etkinliğini ise azaltacağı düşünülmektedir.

2.13. Elektronik Dokümantasyon Sisteminin Kullanılması

Yapılan araştırma sonucunda, şu anda hiçbir havayolu işletmesinin tam anlamıyla elektronik dokümantasyon sistemi kullanmadığı saptanmıştır. Bununla birlikte, bilgi-işlem sistemlerinin ve bilgisayar teknolojilerinin Türkiye'deki hızlı gelişiminin havayolu işletmelerine de yansıdığı görülmektedir.

Yapılan araştırma kapsamında, havayolu işletmelerinin tamamının üreticilerin gönderdiği CD-ROM'ları kullanmakta oldukları saptanmıştır. Bununla birlikte, elektronik dokümantasyon sistemi kullanımının şimdilik bununla sınırlı olduğu anlaşılmaktadır.

Araştırma sırasında, THY'nin yatırım maliyeti yüksek olmasına karşın, tüm birimlerini kapsayacak biçimde elektronik dokümantasyon sistemine geçmeyi planladığı öğrenilmiştir. THY'nin bu bilinçte olması, DBM'nin azaltılabilmesi açısından oldukça olumlu bir gelişme olarak değerlendirilmektedir.

THY dışındaki havayolu işletmelerinin bir bölümü, bakım faaliyetlerini yönetebilmek amacıyla kendilerine uygun bir biçimde planlanmış bilgisayar yazılımları hazırlattıkları diğer bir bölümünün ise, şu anda hazırlık aşamasında oldukları görülmüştür. Bakım faaliyetlerinin çok karmaşık bir yapıda olduğu düşünüldüğünde, söz konusu faaliyetlerin bilgi-işlem sistemleri ile yönetilmesinin ne denli yararlı olabileceği anlaşılmaktadır. Bununla birlikte bazı havayolu işletmeleri, bilgi-işlem sistemlerinin devreye girmesiyle birlikte DBM analizinin yapılabilmesi ve güvenilirlik programının uygulanabilmesi için gerekli ortamın oluşacağını düşünmektedirler.

2.14. Eğitim Programlarının Geliştirilmesi

Yapılan araştırma sonucunda tüm işletmelerin, kullandıkları uçaklar hakkında tip kursları verdikleri saptanmıştır. Ancak bu tür eğitimler, bakım teknisyenlerinin ilgili uçak tipi üzerinde çalışabilmeleri için zorunludur. V. Bölümde de belirtildiği gibi, bakım personeli bakım sisteminin merkezi durumundaki bir elemanı olarak görülmeli ve eğitim gereksinimleri bu sistem dahilinde belirlenmelidir. Bu nedenle çalışma kapsamında, eğitim programlarının sistem yaklaşımı kullanılarak hazırlanıp hazırlanmadığı da araştırılmıştır.

Yapılan görüşmeler sonucunda, hiçbir havayolu işletmesinin eğitim gereksinimlerini sistematik bir biçimde belirlemediği ortaya çıkmıştır. Türkiye'deki havayolu işletmeleri arasında en iyi eğitim imkanlarına THY'nin sahip olduğu görülmüş ancak THY'nin eğitim ihtiyacını ölçen bir sisteminin bulunmadığı saptanmıştır.

Yapılan çalışma sırasında, havayolu işletmelerinin şu ana kadar DBM'yi azaltmaya yönelik herhangi bir eğitim programı geliştirip geliştirilmediği de araştırılmış ancak, hiç bir havayolu işletmesinin bu amaca yönelik bir eğitim programı geliştirmedeği belirlenmiştir. Bununla birlikte havayolu işletmelerinin, bakım personeli eğitim seviyesinin DBM'nin azaltılmasında oldukça önemli bir unsur olduğu konusunda hem fikir oldukları görülmüştür.

Yapılan çalışma kapsamında son olarak, bakım sistemindeki tüm personel göz önüne alındığında, Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu mezunlarının eğitim seviyeleri hakkında ne düşünüldüğü araştırılmıştır. Bu konuda tüm havayolu işletmelerinin, mezunların eğitim seviyelerinin yeterli olduğu konusunda hemfikir oldukları saptanmıştır.

VII. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Sonuç

Ulaştırmanın insan hayatında vazgeçilemeyecek bir yeri bulunmaktadır. Ulaştırma sisteminin ayrılmaz bir parçası olan havayolu ulaştırması alt sisteminin önemi ise, her geçen gün artmaktadır. Ancak, günümüzde havayolu ulaştırma sektörü rekabetin yoğun buna karşın yatırım ve işletim maliyetlerinin yüksek, kar marjlarının ise düşük olduğu bir yapıdadır. Bununla birlikte havayolu işletmeleri, birer açık sistem olmaları nedeniyle, çevresel faktörlere karşı son derece duyarlıdırlar. Bu nedenlerle, havayolu işletmelerinin hayatta kalıp kuruluş amaçlarına ulaşabilmeleri amacıyla, maliyetlerini kontrol altında tutmaları gerekmektedir.

Toplam işletme maliyetleri içinde kontrol altında tutulabilen birkaç maliyet kaleminden birisi de bakım maliyetleridir. Diğer maliyet kalemleri havayolu işletmelerinin kontrolleri altında olmadığı gibi, çevresel faktörlere karşı da son derece duyarlıdırlar. 1990'lı yılların başlarından itibaren havayolu işletmeleri, artan rekabet ve maliyet baskıları sonucunda, teknik bölümlerini gider merkezi değil birer kar merkezi olarak görmeye başlamışlardır. Bu nedenlerle, bakım maliyetlerinin azaltılması oldukça önemli bir hale gelmiştir. Bununla birlikte, bakım maliyetleri kontrol altında tutulmadıkları durumlarda olması gerekenden çok daha fazla değerlere ulaşabilmektedir.

Son on yıl içinde, Türkiye'deki havayolu ulaştırma sektöründe büyük bir ilerleme görülmüştür. Ancak havayolu ulaştırması, Türkiye'de aynı yapının bulunması nedeniyle, oldukça riskli bir sektör olagelmış bu 10 yıl içinde bir çok havayolu işletmesi kurulmuş ve çok geçmeden sektörden çekilmek zorunda kalmışlardır. Sonuç olarak, Türk tescilli havayolu işletmeleri de aynı baskılar altında bulunmaktadır. Bununla birlikte, Avrupa'da yaşanan serbestleşme hareketi etkilerinin Türkiye'ye de ulaşacağı tahmin edilmektedir. Bu nedenlerle bakım maliyetlerinin azaltılmasının, Türk tescilli havayolu işletmeleri için de oldukça önemli olduğu düşünülmektedir.

Yapılan araştırmada DBM'nin azaltılması konusunda neler yapıldığı, bu bilincin işletmelerde oluşup oluşmadığı araştırılmıştır.

Yapılan araştırma sonucunda ise, havayolu işletmelerinde bu bilincin henüz oluşmadığı saptanmıştır. Yapılan Araştırmanın Sonuçları ve Değerlendirilmesi Bölümünde de açıklandığı gibi, bu bilincin yerleşmediğini gösteren bulguları aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür;

- THY dışında, havayolu işletmeleri bünyesinde bakım maliyetlerinin hesaplanmasından sorumlu ayrı bir bölüm bulunmamaktadır.
- şu ana kadar hiçbir havayolu işletmesi, DBM'nin azaltılması amacıyla, maliyet kontrol programı yürütmemiştir.
- Havayolu işletmelerinin hiç birisi, V. Bölümde önerildiğı biçimde, DBM analizi yapmamaktadır.
- Havayolu işletmeleri güvenilirlikle ilgili çeşitli verileri toplamakta, ancak hiç birisi bu verilere dayanarak düzeltici önlemleri almamaktadır.
- Havayolu işletmelerinin hiç birisi, V. Bölümde önerildiğı biçimde, bakım optimizasyonu yapmamaktadır.
- Havayolu işletmeleri motor DBM'sinin azaltılmasında etkili olabilecek yöntemleri uygulamaktadırlar. Ancak, somut olarak elde ettikleri faydalar konusunda çeşitli şüpheler oluşmuştur.
- Havayolu işletmelerinin hiç birisinde, elektronik sistemler DBM'sinin azaltılması konusunda herhangi bir uygulama bulunmamaktadır.
- Havayolu işletmelerinden hiç birisi insan faktörü programı uygulamamaktadır.
- şu anda elektronik sistem kullanımı, oldukça kısıtlı bir durumdadır.
- Havayolu işletmeleri çeşitli eğitim programları düzenlemektedirler. Ancak, hangi eğitime neden, ne zaman, nerede ihtiyaç duyulduğunu ve bu eğitimi kimin, nasıl vereceğini ortaya koyan sistemli bir mekanizma bulunmamaktadır.

Yapılan çalışma sırasında elde edilen bulgular değerlendirildiğinde, DBM'nin azaltılması için yeterli bilincin henüz oluşmadığı sonucuna varılmıştır. Türk tescilli havayolu işletmelerinin, kişisel bir takım çabalardan vazgeçerek bir an önce bu konu üzerine sistemli ve programlı bir biçimde eğilmeleri durumunda karlarını arttırabilecekleri düşünölmektedir.

2. Öneriler

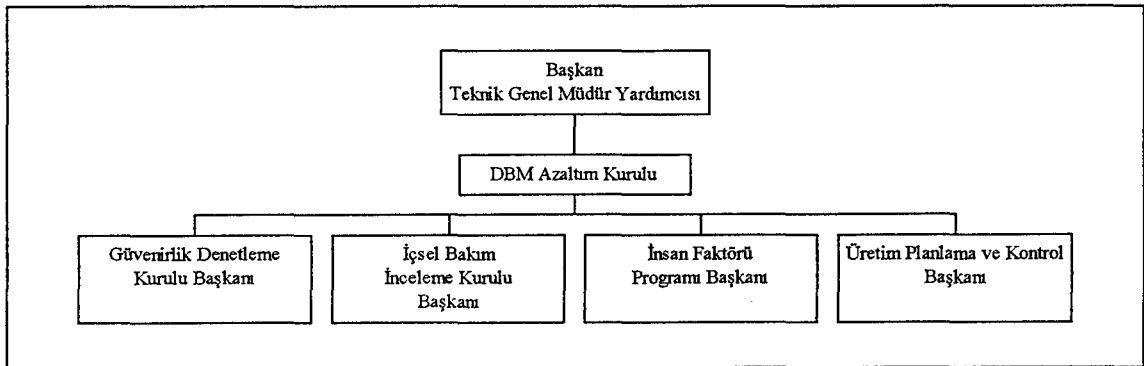
Türk tescilli havayolu işletmelerinin hayatta kalıp kuruluş amaçlarına ulaşabilmeleri amacıyla maliyetlerini kontrol etmeleri ve azaltmaları gerekmektedir. Çünkü elde edilen karların artırılabilmesini sağlayan en önemli yöntemlerden birisi de maliyetlerin azaltılmasıdır.

Bu tez çalışması ve uygulaması kapsamında, Türk tescilli havayolu işletmelerinin DBM'ni azaltabilmeleri amacıyla, çeşitli öneriler geliştirilmiştir. Geliştirilen bu önerileri aşağıdaki biçimde sıralamak mümkündür;

- Havayolu işletmeleri, uçuş emniyetinden ödün vermeden ve hizmet kalitesini düşürmeden, mutlaka kendilerine uygun DBM azaltım programları geliştirmelidirler.
- Havayolu işletmeleri bakım maliyetlerini hesaplamanın yanı sıra uçak tipleri, ATA sistemleri ve komponent bazında DBM analizi yapmalıdırlar.
- SHGM, güvenilirlik programının V. Bölümde açıklandığı biçimde uygulanması için, gerekli yasal düzenlemeleri bir an önce yapmalı ve bu konuda havayolu işletmelerine öncü ve yardımcı olmalıdır.
- Havayolu işletmeleri, güvenilirlik programının V. Bölümde açıklandığı biçimde uygulanması için gerekli hazırlılara bir an önce başlamalıdır.
- SHGM'nin, bakım programlarının optimizasyonunun yapılabilmesi için daha dinamik bir biçimde çalışması ve havayolu işletmelerine bu konuda öncü olması gerekmektedir.
- Havayolu işletmeleri, bakım programlarının optimizasyonu üzerine bir an önce eğilmeli ve bu çalışmaları bir takım kişisel çabalara bırakmaksızın planlı ve programlı bir biçimde yapmalıdır.
- Havayolu işletmelerinin bir an önce, kendi aralarında bakım havuzları oluşturma yollarını araştırmaları gerekmektedir. C bakımlarının Türkiye'de yapılması durumunda, DBM'nin azaltılabileceği şeklinde ortak bir görüş oluşması nedeniyle, tüm havayolu işletmelerinin kullanabileceği ortak bir hangar yapılması önerilebilir. Bunun için İstanbul Atatürk Havalimanında yeterince yer olmadığı düşünülürse söz konusu hangarın Antalya, İzmir Adnan Menderes ya da Dalaman Havaalanlarına yapılmasının uygun olabileceği düşünülmektedir.

- Havayolu işletmelerinin gereksiz söküm oranlarını mutlaka ölçmeleri gerekmektedir. Elektronik komponentlerin test edilebilmesi amacıyla oluşturulacak bir bakım havuzu için, ortaklaşa bir OTC satın alınması önerilebilir.
- Havayolu işletmeleri, bakım sisteminde bilgisayar kullanımını artırmalı ve bakım faaliyetlerinin etkin bir biçimde yönetilebilmesi amacıyla bu konuda geliştirilen bilgisayar yazılımları kullanmalıdırlar.
- Bilgisayar kullanımının artırılması ile birlikte, elektronik dokümantasyon sistemine de bir an önce geçilmelidir.
- Havayolu işletmeleri eğitim gereksinimlerini güvenilirlik programı ve/veya insan faktörü programlarını kullanarak sistemli bir biçimde belirlemelidir. Hangi eğitime, neden ve nerede ihtiyaç duyulduğu, bu eğitimi kimin, nasıl vereceği konuları bir takım kişisel çabalara ya da tesadüflere bırakılmamalıdır.
- Sektör Üniversite işbirliği, eğitim alanında mutlaka oluşturulmalıdır. Bunun için THY ve Anadolu Üniversitesi Sivil Havacılık Yüksekokulu ortaklaşa yapacakları araştırmalarla sektördeki eğitim ihtiyacı belirlenebilir ve ortak projelerle sektördeki bakım personelinin eğitim seviyesi artırılabilir. Bununla birlikte, sektörde yer alan tüm kuruluşların yüksek öğretim kurumlarını desteklemesi gerekmektedir.

Yukarıda sıralanan önerilerin dikkate alınması durumunda DBM'nin azaltılabileceği düşünülmektedir. Bununla birlikte, DBM azaltılırken uçuş emniyetinin artırılacağı bir model taslağı oluşturulmasının havayolu işletmeleri için yararlı olacağı düşünülmüş ve yukarıda sıralanan çeşitli önerileri de kapsayan bir yapı geliştirilmiştir. Şekil-63'de oluşturulan yapının örgüt şeması görülmektedir.

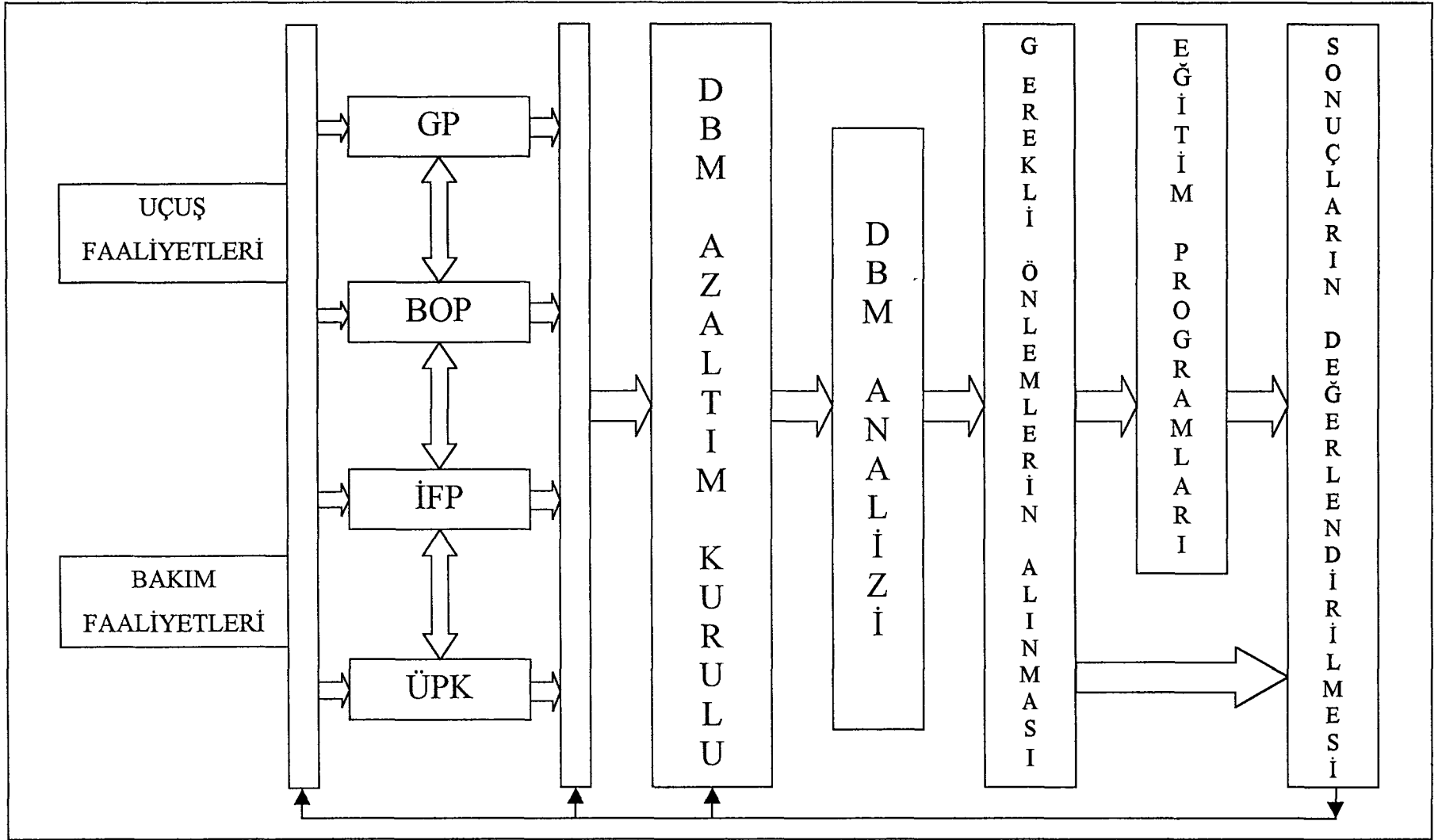


Şekil-63. DBM Azaltım Programı Örgüt Yapısı

DBM'nin azaltılması amacıyla oluşturulan bu yapı GDK, İBİK, İFP ve ÜPK başkanlarından oluşmakta ve teknik genel müdür yardımcısı bu kurula başkanlık etmektedir. Böyle bir kurulun oluşturulmasında, DBM'nin azaltılmasına yönelik programların birleştirilmesi ve aynı anda, aynı yerden yürütülmelerinin sağlanması amaçlanmıştır. Böylece tüm bakım sistemi kapsamında etkileşim içinde olan düzeltici nitelikteki bir takım işlemlerin, uçuş emniyetinin sağlanması ve DBM'nin azaltılması amacıyla, bir bütün halinde değerlendirilmesi mümkün olabilecektir. Bu programın işleyiş süreci ise, Şekil-64'de gösterildiği gibi planlanmıştır.

Uçuş ve bakım faaliyetlerinden elde edilen veri, deneyim ve tecrübeler aynı veri iletim hattı kullanılarak sisteme girilir. Bu bilgiler; güvenilirlik programı, bakım optimizasyon programı, insan faktörü programı ve üretim planlama ve kontrol bölümü tarafından kullanılmaktadır. Sistem içinde üretim planlama ve kontrol bölümünün işlevi, kendilerine ulaşan verileri kullanarak programın sonraki aşamalarında gerekli analizlerin yapılmasında kullanılacak, maliyet bilgileri ve üretim performans değerlerini üretmektir. Söz konusu 3 program, kendi programlarının yürütülmesi sırasında bilgi ve görüş alış verişinde bulunmaktadır. Üretim planlama ve kontrol bölümü ise, bu üç programa veri ve bilgi desteği sağlamaktadır.

Programın bir sonraki aşaması ise; DBM ile ilgili verilerin, bilgilerin, söz konusu üç programın sonucunda belirlenen problemlerin ve çözüm önerilerinin DBM Azaltım Kuruluna gönderilmesidir. Bu kurulun en önemli faydası; güvenilirlik, bakım optimizasyon ve insan faktörü program başkanlarının kendilerine ulaşan her türlü veri ve bilgiyi aynı anda ve birlikte tekrar değerlendirmeleridir. Böylece, bakım sistemi içinde DBM'nin azaltılmasına yönelik her türlü düzeltici işlem arasında koordinasyon sağlanmış olacaktır. Bu yaklaşımın söz konusu programların daha etkin bir biçimde işlemlerini sağlayacağı düşünülmektedir.



Şekil-64. Maliyet Kontrol Programının İşleyiş Süreci

Bu programın oluşturulmasında amaçlanan en önemli noktalardan birisi de, eğitim programlarının geliştirilmesinde etkinliğin artırılabilmesi olmuştur. Bu programın uygulanması sayesinde, eğitim programları ihtiyacı üç ayrı program bazında başka bir deyişle, tüm bakım sistemi kapsamında ölçülmektedir. Dolayısıyla, hangi eğitim programına ihtiyaç duyulduğu, bu programın nerede, nasıl ve kim tarafından verileceğinin belirlenmesi tesadüflere bırakılmaksızın oldukça sistemli bir biçimde belirlenmektedir. Bununla birlikte, bu programın uygulanması zaman içinde tekrarlanan bir süreç olduğu için eğitim ihtiyacı sürekli ve dinamik bir biçimde kontrol altında tutulmaktadır. Bu nedenle, programın uygulanmasının eğitim programlarının geliştirilmesinde etkinliği önemli ölçüde artıracığı düşünülmektedir.

Programın son aşaması ise, yapılan değişiklikler sonucunda elde edilen verilerin sisteme girdi olarak geri gönderilmesidir. Bu program kapalı bir döngü içinde işlediği için, DBM üzerinde sürekli bir denetim kurulmuştur. Bunun yanı sıra, II. Bölümde de açıklandığı gibi, bakımın en önemli amacı olan uçuş emniyeti de artırılmaktadır. Çünkü maliyet azaltım programı içinde yer alan diğer üç programın amacı aynı zamanda, uçuş emniyetinin de artırılmasıdır. Örneğin bakım hatalarının azaltılması, güvenilirliğin artırılması, bakım iş aralıklarının yaşlanan filo için kısaltılması gibi değişikliklerin hepsi emniyeti artırırken DBM'nin de azaltılmasını sağlamaktadır. Söz konusu üç program, yukarıda örnek olarak verilen değişikliklere gidilmesi sırasında, uyum içinde çalışmakta dolayısıyla bu programların ayrı ayrı uygulanmasından elde edilecek etkinlikten daha fazla bir etkinlik sağlanabilmektedir. Bu nedenlerle havayolu işletmelerine, bu model taslağını kullanmaları ya da kendileri için buna benzer bir yapı oluşturmaları önerilmektedir. Sonuç olarak, buna benzer bir programın kullanılmasının uçuş emniyetini artırırken DBM'yi de azalatabileceği düşünülmektedir.

EKLER

	<u>Sayfa</u>
EK-1. DBM'nin Azaltılması İçin Geliştirilen Önerilerin Türk Tescilli Havayolu İşletmelerindeki Uygulanırlığının Araştırılmasında Kullanılan Soru Formu.....	235
EK-2. Örneklem İçindeki Havayolu İşletmelerinin Filo Yapısı.....	240
EK-3 Örneklem İçindeki Havayolu İşletmelerinin Ortalama Filo Yaşı Ve Personel Yapısı.....	242

**EK-1. DBM’NİN AZALTILMASI İÇİN GELİŞTİRİLEN ÖNERİLERİN TÜRK
TESCİLLİ HAVAYOLU İŞLETMELERİNDEKİ UYGULANIRLIĞININ
ARAŞTIRILMASINDA KULLANILAN SORU FORMU**

Uçak Filosundaki Uçak Tipleri	Filo İçindeki Sayısı	Koltuk Sayısı
İşletme İçindeki Toplam Personel Sayısı		
Teknik Bölümdeki Toplam Personel Sayısı		

- 1- İşletmenizin örgüt yapısında maliyet kontrolü ile ilgili özel bir bölüm bulunuyor mu?
- 2- İşletmeniz kapsamında herhangi bir maliyet kontrol mekanizması bulunuyor mu?
- 3- İşletmeniz kapsamında şu anda yürütülen herhangi bir maliyet kontrol programınız bulunuyor mu?
- 4- Teknik bölümün örgüt yapısında bakım maliyetlerinin hesaplanmasından ve kontrol edilmesinden sorumlu bir bölüm bulunuyor mu? Eğer varsa Üretim Planlama ve Kontrol ya da Kalite Kontrol gibi bir bölüm mü yoksa ayrı bir bölüm mü?
- 5- Direkt ve Endirekt bakım maliyetleri hesaplanıyor mu?
Eğer hesaplıyorsa :
 - 5.1. DBM’nin dağılımı yapıyor mu?
 - 5.1.1. Yapılıyorsa nasıl yapıldığını belirtiniz?
6. DBM analizi yapılıyor mu?

- 6.1. Yıllara göre?
- 6.2. Farklı tipte uçaklara ve kuyruk isimlerine göre?
- 6.3. ATA bölümlerine göre?
- 6.4. Komponentlere göre?

7. IATA'nın Üretim Planlama Ölçüm Çalışma Grubuna (IATA/PPM) katılınması düşünülmüyor mu?

8. DBM'ni nasıl hesaplıyor?

9. Güvenirlik programı uygulanıyor mu?

Uygulamıyorsa :

- 9.1. Güvenirlikle ilgili hangi veriler toplanıyor?
- 9.2. Toplanan veriler kullanılarak bakım faaliyetlerinde etkinlik ölçülüyor mu?
- 9.3. Eğer bu etkinlik ölçülüyorsa bunları kullanarak bakım programlarında etkinliği ve güvenirliliği artırmak amacıyla çeşitli değişiklikler yapılıyor mu?
- 9.4. Dispeç güvenirliliği ölçülüyor mu? Eğer ölçülüyorsa daha önceki zaman dilimlerindeki verilerle karşılaştırılıyor mu?

10. Bakım programında optimizasyona gidiliyor mu?

- 10.1. Blok bakım ya da dengeli bakım seçimi planlı bir biçimde mi yapılıyor?
Kullanılan yöntem zaman içinde meydana gelen değişikliklere karşı inceleniyor mu?
- 10.2. Teknik bölüm içinde İçsel Bakım İnceleme Kurulu ya da aynı işlevi gören başka bir yapı bulunuyor mu?

10.3. Bakım programında, kendi şartlarınız göz önünde bulundurularak, çeşitli değişiklikler yapıyor mu?

10.3.1. Bakım işleri aralıklarının uzatılması

10.3.2. Bakım işleri aralıklarının kısaltılması

10.3.3. Bakım programlarına yeni bakım işlerinin eklenmesi

10.3.4. Bakım programlarından çeşitli bakım işlerinin çıkarılması

11. Motor Bakım Maliyetlerinin Düşürülmesi Uygulamaları

11.1. Motor bakım faaliyetlerinin ne kadarı kendi tesisleriniz de yapılıyor?

11.2. Motorun zaman içinde izlenmesi yöntemleri kullanılıyor mu?

11.2.1. Yağ analizi

11.2.2. Magnetic chip dedector

11.3. Zaman içinde motor performansının değerlendirilmesi yapılıyor mu?
(titreşim, EGT, N1, N2, yakıt akış miktarı vb..)

12. Elektronik Sistem DBM'nin Azaltılması Uygulamaları

12.1. Gereksiz söküm oranı ölçülüyor mu?

12.2. Eğer ölçülüyorsa gereksiz sökümlerin yıllık olarak ne kadara mal olduğu hesaplanıyor mu?

12.3. Gereksiz söküm oranını düşürmek için herhangi bir program ya da yöntem uygulanıyor mu?

12.4. OTC bulunuyor mu?

12.5. Eğer bulunuyorsa DBM'nin azaltılmasında faydalı olduğuna inanılıyor mu?

12.6. Eğer yoksa satın alınması düşünülüyor mu?

13. Servis Bültenlerini uygulamadan önce maliyet-etkinlikleri değerlendiriliyor mu?

14. Bakım faaliyetlerinin hangileri kendi imkanlarınız ile yapılıyor hangileri dış bakım kuruluşlarına yaptırılıyor?

14.1.	Kendi Tesislerinde	Dış bakım istasyonlarında
Hat Bakım	_____	_____
A Bakımı	_____	_____
C Bakımı	_____	_____
Büyük Bakım	_____	_____

14.2. Dış bakım kuruluşlarına yaptırılan bakım faaliyetleri hangi sistemlerde:

14.2.1. motor

14.2.2. komponent

14.2.3. diğerleri

14.3. Bakım faaliyetleri dış bakım kuruluşlarına yaptırılırken karşılaşılan önemli sorunlar size göre nelerdir?

14.4. Başka havayolu işletmelerine bakım hizmeti veriliyor mu?

14.5. Verilmiyorsa ileride verilmesi düşünülüyor mu?

14.6. Herhangi bir bakım havuzuna dahil misiniz?

14.6.1. Eğer dahilseniz :

14.6.1.1. Yedek parça havuzu mu?

14.6.1.2. Hangi bakım faaliyetlerinin havuza dahil olduğunu belirtiniz.

14.6.1.3. Havuz da bulunmanız DBM’ni olumlu yönde etkiliyor mu?

15. İnsan Faktörü Programı Uyguluyor musunuz?

16. Elektronik dokümantasyon sistemi kullanılıyor mu?

16.1. Elektronik dokümantasyon sisteminin kullanılmasının DBM’nin azaltılmasında etkili olacağı düşünülüyor mu?

17. Eğitim programlarınızı sıralayınız:

17.1. Eğitim ihtiyacını ölçen bir mekanizma bulunuyor mu?

17.2. Şu ana kadar DBM'ni azaltmak amacıyla uygulanan her hangi bir eğitim programı geliştirildi mi?

EK-2. ÖRNEKLEM İÇİNDEKİ HAVAYOLU İŞLETMELERİNİN FİLO YAPISI

İŞLETME	UÇAK TİPİ	ADET	KOLTUK SAYISI	TOPLAM KOLTUK SAYISI
AIR ALFA				
	AIRBUS A300B4	1	325	325
	AIRBUS A300B4-103	1	318	318
	AIRBUS A300B4-200	1	254	254
	AIRBUS A300B4-203	1	254	254
	AIRBUS A300B4-203	1	318	318
	AIRBUS A321-100	1	210	210
	AIRBUS A321-131	1	210	210
	TOPLAM UÇAK	7	TOPLAM YOLCU	1889
PEGASUS				
	BOEING B737-400	8	170	1360
	TOPLAM UÇAK	8	TOPLAM YOLCU	1360
ONUR AIR				
	AIRBUS A300B4-103	1	316	316
	AIRBUS A300B4-103	1	337	337
	AIRBUS A320-212	1	180	180
	AIRBUS A320-231	2	180	360
	AIRBUS A321	1	220	220
	AIRBUS A321-131	3	220	660
	Mc. DN. DOUG. MD-88	5	172	860
	TOPLAM UÇAK	14	TOPLAM YOLCU	2933
SUN EXPRESS				
	BOEING B737-300	3	148	444
	BOEING B737-400	1	170	170
	BOEING B737-430	1	167	167
	TOPLAM UÇAK	5	TOPLAM YOLCU	781
THY				
	AIRBUS A310-203	7	225	1575
	AIRBUS A310-304	3	176	528
	AIRBUS A310-304	4	210	840
	AIRBUS A340-300	4	271	1084
	AIRBUS A340-313	1	288	288
	AVRO 146 RJ-100	9	99	891
	AVRO 146 RJ-70	2	70	140
	AVRO 146 RJ-70	2	79	158
	BOEING B727-200F	3	0 (Kargo)	0 (Kargo)
	BOEING B737-400	20	150	3000
	BOEING B737-400	2	168	336
	BOEING B737-4Q8	1	150	150
	BOEING B737-4Y0	5	150	750
	BOEING B737-5Y0	2	117	234
	BOEING CO. MD.-90-30	1	166	166
	BOEING MD-90-30	1	166	166
	TOPLAM UÇAK	67	TOPLAM YOLCU	10306

İHY				
	BOEING B737-382	1	148	148
	BOEING B727-230	4	170	680
	BOEING B737-300	1	148	148
	BOEING B737-400	1	148	148
	BOEING B737-400	5	168	840
	BOEING B737-46Q	2	168	336
	BOEING B757-204	1	235	235
	BOEING B757-236	2	231	462
	TOPLAM UÇAK	17	TOPLAM YOLCU	2997
TÜM İŞLETMELER İÇİN TOPLAM UÇAK SAYISI	118	TÜM İŞLETMELER İÇİN TOPLAM KOLTUK SAYISI	20226	

Kaynak: SHGM'nin faks mesajı, (31 Temmuz 1998)

EK-3. ÖRNEKLEM İÇİNDEKİ HAVAYOLU İŞLETMELERİNİN ORTALAMA FİLO YAŞI VE PERSONEL YAPISI

Havayolu İşletmesi	Toplam Personel Sayısı	Teknik Bölümdeki Personel Sayısı	Teknik Bölümdeki Personel Sayısının Oranı %	Ortalama Filo Yaşı
THY	8958	2200	24,5	6,33
İHY	2500	256	10,2	9,71
ONUR AIR	1013	150	14,8	6,57
AIR ALFA	551	80	14,5	13,14
PEGASUS	404	52	12,8	5,13
SUNEXPRESS	290	39	13,4	6,80

Kaynak: Personel sayıları için yapılan görüşmede kullanılan soru formu, ortalama filo yaşı için SHGM'nin faks mesajı, (31 Temmuz 1998)

KAYNAKÇA

Kitaplar ve Basılı Yayınlar

Airbus Industrie. **Direct Maintenance Costs: Art or Science.** AI/SE 21003. Blagnac France: Product Support Directorate Maintenance Cost Group, Nisan 1989.

_____. **Getting To Grips With ETOPS: A Flight Operations View.** Blagnac France: AI/EV-O 472.0390/94 Airbus Industrie Press Departement, 1994.

_____. **Equipment-Electronics Maintainability:** ABD0048 Blagnac France: Engineering Directorate, 1990.

Bent, Ralph D. ve James L. McKinley. **Aircraft Powerplants.** 5th Edition. New York: McGraw-Hill Book Compony, 1985.

Blanchard, Benjamin S. ve Dinesh Verma. **Maintainability: A Key to Effective Serviceability and Maintenance Management.** New York: John Willey & Sons, Inc., 1995.

Calabro, S. R. **Reliability Principles and Practices.** New York: McGraw-Hill, Inc., 1962.

Carrison, Ray H. ve Eric W. Noreen. **Managerial Accounting: Concepts for Planning, Control, Decision Making.** 7th Edition. Burr Ridge, Illinois: Richard D.Irwin Inc., 1994.

Chandler, Terrel N. "Training", **Human Factors Guide For Aviation Maintenance.** Galaxy Scientific Corporation, Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998.

Doganis, Rigas. **Flying Off Course: The Economics of International Airlines.** 2nd Edition. New York: Routledge Inc., 1991.

Edosomwan, A. **Productivity and Quality Improvement.** New York: IFS Publications Ltd. UK., 1988),

Elmacı, Orhan. **İmalat Endüstrisi İşletmelerinde Maliyet Azaltımı ve Bir Uygulama.** Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Ya. No. 378, Kütahya İİBF Ya. No.5, 1990.

FAA, **Human Factors in Aviation Maintenance and Inspection: Strategic Program Plan**. US. Department of Transportation, FAA. Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998.

Friend, C.H. **Aircraft Maintenance Management**. Essex: Longman Group UK Ltd., 1992.

International Air Transport Association. **Handbook of Production Planning and Control**. Revizyon 22. Montreal:1995.

International Civil Aviation Organization. **Annual Report of The Council 1996**. DOC 9685. Montreal: Secretary General, 1997.

_____. **Digest of Statistics: No.439, Series F-No.49 Financial Data**. Montreal: 1997.

_____. **Digest of Statistics: No.298, Series F-No.36 Financial Data**. Montreal: 1983.

_____. **Civil Aviation Statistics of the World-1995**. 21th Annual Edition. Doc. 9180/21. ICAO, 1996.

_____. **Outlook For Air Transport To The Year 2005**. Circular 270-AT/11. Montreal: Secretary General, 1997.

Joint Aviation Administration. JAR-145, Çevirenler: Tğm. Sezgin Ata, Tğm. Ali Gökaşan, Atğm. İsmail Taşdelen. Eskişehir: 1nci HİBM K.LİĞİ, Kalite Güvence Başkanlığı, Şubat 1997.

Köroğlu, Kazım. **Verimlilik Yönetimine Japon Yaklaşımı ve Kazukiyo Kurosawa Modeli**. Ankara: Milli Prodüktivite Yayınları No:507, 1993.

Maddox, Micheal E. "Human Factors", **Human Factors Guide For Aviation Maintenance**. Galaxy Scientific Corporation. Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998.

Marx, David A. **Final Report Learning From Our Mistakes: A Review of Maintenance Error Investigation and Analysis Systems**. Galaxy Scientific Corporation. Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998.

O'Connor, William E. **An Introduction to Airline Economics**. 4th Edition. New York: Praeger Publishers, 1989.

Patton, Joseph D. **Maintainability and Maintenance Management**. 2nd Edition. North Carolina, N.C.: Instrument Society of America, 1988.

Priel, V.Z. **Systematic Maintenance Organisation**. London: Macdonald and Evans Limited, 1974.

Rifkind, Lawrence. "Communication". **Human Factors Guide For Aviation Maintenance**. Galaxy Scientific Corporation. Human Factors Issues In Aircraft Maintenance and Inspection 98, Aviation Medicine FAA, CD-ROM, Şubat 1998.

Sevgener, A. Sait ve Rüstem Hacırüstemoğlu. **Yönetim Muhasebesi**. 3. Basım., Ya. No. 458-691. İstanbul: Marmara Üniversitesi Nihat Sayar Eğitim Vakfı Yayınları, 1993.

Sürmeli, Fevzi, Hikmet Seçim ve Halim Sözbilir. **Sivil Havacılık Yönetimi**. Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Ya.No.538, Sivil Havacılık Meslek Yüksekokulu Ya.No.1, 1991.

Torum, Oya, "Sivil Havacılık Hizmetinde Uçak Bakımı", **IV. Ulusal Havacılık Sempozyumu**, Eskişehir: Anadolu Üniversitesi Yayınları No.774, Sivil Havacılık Yüksekokulu Yayınları No.5., 1994.

Wells, Alexander T. **Air Transportation-A Management Perspective**. 2nd Edition. Belmont, California: Wadsworth Publishing Company, 1989.

Dergiler

"Airline Operating Costs"?, **Aircraft Technologie Engineering & Maintenance**. Issue 26, Şubat-Mart 1997.

Brown, David A. "Continental Airlines: A Texas Turnaround", Advertiser Sponsored Market Supplement, **Aviation Week & Space Technology**, 16 Aralık 1996.

Chandler, Jerome Greer. "The Best Bench Revisited", **Aviation Maintenance**, Ocak 1997.

Ebbs, George H. "Five Key Trends In Aviation Maintenance", **Airline Business**, Nisan 1997.

Forth, Karl D. "Aging Airplanes: Where Will They Go?". **Aviation Equipment Maintenance**, Mart 1991.

"Facts & Figures", **Air Transport World**, Mart 1997.

"Facts & Figures", **Air Transport World**, Mayıs 1997.

"Facts & Figures", **Air Transport World**, Nisan 1996.

"Facts & Figures", **Air Transport World**, Kasım 1996.

“Facts & Figures”, **Air Transport World**, Mart 1997.

“Human Factors”?, **Aviation Equipment Maintenance**, Kasım 1991.

Lam, Michael. “Advertiser Sponsored Market Supplement: Three Challenges Facing MRO Today”, **Aviation Week & Space Technology**, 7 Temmuz 1997.

McKenna, James T. “Cost, Not Size, To Drive Success of Superjumbo”, **Aviation Week & Space Tecnology**, 21 Kasım 1994.

McKenna, James T. ve William B. Scott, “MRO’s Challenge: Quality Vs. Cost”, **Aviation Week & Space Technology**, 14 Nisan 1997.

Ott, James. “New Technology Key To Airline Cost Cuts”, **Aviation Week & Space Technology**, 23 Kasım 1992.

“Outlook/Specifications”, **Aviation Week & Space Technology**, Ocak 1998.

Ozdener, Teo. “Maintenance Expenses”, **Overhaul & Maintenance**, Eylül 1995.

Phillips, Edward H. “Cost Pressures Driving MRO-Airline Cooperation”, **Aviation Week & Space Technology**, 18 Mart 1996.

Phillips, Edward H. , “Outsourcing Emerges As Key MRO Trend”, **Aviation Week & Space Technology**, 11 Mart 1996.

_____. “Overcapacity Tightens MRO Competition”, **Aviation Week & Sapce Technology**, 17 Temmuz 1995.

Proctor, Paul , “Lower Costs Drive Next-Generation 737”, **Aviation Week & Space Technology**, 16 Aralık 1996.

Rigal, Frédérique. “Central Maintenance System Option Package: Simplifying Maintenance”, **Fast Airbus Technical Digest**, Number 21. Mayıs 1997.

Seidenman, Paul ve David J. Spanovich. “CD-ROMs Tasked With Easing Technicians’ Workloads”, **Aviation Maintenance** Ocak 1997.

_____. “Trend Monitoring Goes Corporate”, **Aviation Equipment & Maintenance**, Ocak 1996.

Shifrin, A. Carole. “Europeans Expand Capacity, Cut Costs In Tight Market”, **Aviation Week & Sapce Technology**, Temmuz 1995.

Smith, Wake. “Shifting Spanners”, **Airline Business**, Ekim 1996.

Sparaco, Pierre. “Strong Traffic Growth Foreseen for 1996-2000”, **Aviation Week & Space Technology**, 2 Aralık 1996.

_____. "Outsourcing Kindles Technical Debate", **Aviation Week & Space Technology**, Kasım 1996.

Bildiriler

Allen, Jerry P., Jr. ve William L. Rankin, "Use of the Maintenance Error Decision Aid to Enhance Safety and Reliability and Reduce Costs in the Commercial Aviation Industry", Meeting 11: Maintenance Performance Enhancement and Technician Resource Management Toplantısında sunulan bildiri. Alexandria, Virginia: 17-18 Ocak 1996.

Bayır, Ercihan. "Uçak Bakım Kavramları", Kayseri Birinci Havacılık Sempozyumu'na sunulan bildiri. Kayseri: 13-16 Nisan 1996.

Bourgoin, Bernard. "Air France Maintenance Data Management and Documentation System", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri. California: 1-3 Haziran 1998.

Breaux, Paul J. "Implementing A Paperless Aircraft Maintenance Environment", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri. California: 1-3 Haziran 1998.

Corneliussen, Arnljot ve Braathens Safe. "Production Performance Measurement Overview" The IATA Aircraft Maintenance Seminar & Exhibition: Expanding The Horizons Seminerinde sunulan bildiri. London, England: 7-9 Haziran 1994.

Couloux, J.F. "Integration of Maintenance Constraints In The Design of Aeronautical and Space Systems", Aeronautic Maintenance and Logistics Symposium, sempozyumuna sunulan bildiri (Bordeaux-Fransa. 13-17 Ocak 1992), s.9-10.

Davies, Roger, "Electronic Documentation Plus", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust Sempozyumunda sunulan bildiri. California: 1-3 Haziran 1998.

Gerede, Ender. "Güvenirlilik Programının Direkt İşletme Masliyetlerinin Düşürülmesindeki Önemi", Kayseri II. Havacılık Sempozyumu'nda sunulan bildiri. Kayseri: 11-15 Mayıs 1998.

Heerdt, Walter. "Workscoping as a Substantial Contribution to Engine Cost Management", CFM International CFM 56-3 All Operators Meeting toplantısında sunulan bildiri. Cincinnati: Nisan 1995.

Kulingian, W. V. "No Fault Found Component Removals", The Changing Vision IATA's 1995 Aircraft Maintenance Seminar and Exhibition Seminerinde sunulan bildiri. Sydney: 14-16 Kasım 1995.

- Lecomte, Roger. "Establishment of an Initial Maintenance Program", Aeronautic Maintenance and Logistics Symposium, sempozyumuna sunulan bildiri. Bordeaux-France: 13-17 Ocak 1992.
- Maple, Micheal William. "Digital Data and Maintenance Cost Reduction", IATA/PPM Annual General Meeting. Toplantısında sunulan bildiri. Buenos Aires, Argentina: 14-16 Ekim 1996.
- Orgen, Mark S. "Case Study: Southwest Airlines' Transition To A Paperless Environment", 2nd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Making The Transition To A Paperless Environment Sempozyumunda sunulan bildiri. Orlando - Florida: 8-9 Nisan 1997.
- Oyman, Korhan. "Havayolu Taşımacılığında Maliyet Faktörü ve Maliyet Kontrolü", Kayseri Birinci Havacılık Sempozyumu'na sunulan bildiri. Kayseri: 13-16 Nisan 1996.
- Rankin, William L., Jerry P. Allen, Jr. ve Robert A. Sargent, "Maintenance Error Decision Aid: Progress Report", Meeting 11: Human Error In Aviation Maintenance Toplantısında sunulan bildiri. San Diego: 12-13 Mart 1997.
- Zarikos, George. "Aircraft Technical Data Digitization Initiative", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri. California 1-3 Haziran 1998.
- Wheat, Bill. "SGML Publishings At Delta – The Last Five Years", 3rd Annual Electronic Document Symposium For The Air Transport Industry: Boom or Bust, Sempozyumunda sunulan bildiri. California: 1-3 Haziran 1998.

Tezler

- Delipınar, Erdoğan. "Maintenance Support Considerations For Highly Integrated or Complex Aircraft Systems". Yayınlanmamış Bitirme Tezi. Institut de Maintenance Aéronautique Université de Bordeaux-1 Endüstriyel Sistem Mühendisliği. Eylül 1997.
- Kaya, Ergün. "Havaalanlarında Fiyatlandırma Açısından Muhasebe Bilgi Sistemi". Yayınlanmamış Doktora Tezi. Anadolu Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, 1997.
- Maple, Micheal William. "Survey Of The Airplane Maintenance Cost Methodology Employed By The International Air Transportation Association Production Performance Measurement Group" Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Embry-Riddle Aeronautical University Havacılık Bilimleri. 1996.

Tetik, Dilek. "Cout Total De Maintenance Pour Un Helicoptere: Constitution d'un Modele de Calcul, Application a la Boite de Transmission Principale du Super Puma". Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Ecole Nationale Superieure D'Ingenieurs De Constructions Aéronautiques, 1991.

Yayınlanmamış Ders Notları, Raporlar ve Dokümanlar

Association Europeen Des Constructeurs De Materiel Aerospatial. "Prediction Of Maintenance Costs". yayınlanmamış araştırma raporu, Product Support Services Group, Mart 1989.

Boissin, Jean-Jacques. "Costs Structure", Airline Economics MAP 32/1. Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 29 Kasım-1 Aralık 1995.

Brie, Philipe. "Different Factors Influencing Avionics Maintenance Costs", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.

Canaan Group Limited Management Consultants, "Airline Outsourcing: Implications for Airline Suppliers", Danışmanlık firmasının yaptığı yayınlanmamış araştırma raporu, Aralık 1995.

Cook, David. "Aircraft Engine Maintenance Cossts", MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.

Copeland, Billy. "Maintenance Cost Analysis", Boeing Company. Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları, California: 10-14 Kasım 1997.

_____. "Maintenance Cost Overview", Boeing Company. Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları, California: 10-14 Kasım 1997.

Deutsche Aerospace Airbus. "Maintenance Engineering and MEDAS Presentation", Eğitim semineri notları Bremen: 8-12 Kasım 1993.

Federal Aviation Administration, "Damage-Tolerance and Fatigue Evaluation of Structure", Advisory Circular. Sayı no:25.571-1B, Mart 1988.

Granier, Pierre. "Technical Publications", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.

Gratzer, Alex. "Component Reliability", Boeing Company. Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları, California: 10-14 Kasım 1997.

- Hagopian, Coralee. "Dispatch Reliability Data Processes", Boeing Company. Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları, California: 10-14 Kasım 1997.
- Koçer, Müjde. "Bakım ve Onarımda Maliyet, Bakım Giderleri Tahmini ve Organizasyonu", İTÜ, yayınlanmamış ders notları, 1997.
- Lianni, Sergio, "Maintenance Organization of an Airline", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance MAP 27/5, Kurs notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.
- Paone, Micheal. "Reliability Overview", Boeing Company. Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, Kurs Notları, California: 10-14 Kasım 1997.
- Peé, Philippe. "Concepts de Maintenance" yayınlanmamış ders notları, Bordeaux: Université de Bordeaux-1, IUT-A, 1988.
- _____. "Suivi d'Un Avion En Exploitation", yayınlanmamış ders notları Bordeaux: Université de Bordeaux-1, IUT-A, 1988.
- _____. "Procedure d'Analyse MSG-3", Yayınlanmamış ders notları, Bordeaux: Université de Bordeaux-1, IUT-A, 1988.
- Piquet, Bruno , "Training", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance: MAP 27/5, Kurs Notları , Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.
- Postal, Marc. "Developement of a Maintenance Programme & Further Evolution", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.
- Repp, Frank. "General Presentation & Basic Data", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.
- _____. "Assessment of the Different Costs Linked to Maintenance", Commercial Aspects of Aircraft Maintenance, MAP 27/5, Kurs Notları, Euresas, Toulouse-France: 7-11 Nisan 1997.
- Shridhar, Kupp ve Tim Lloyd, "System Reliability", Boeing Company, Maintenance Reliability and Costs Analysis Program, eğitim semineri notları California: 10-14 Kasım 1997.
- SHGM, Türk tescilli havayolu işletmelerinin ortalama filo yaşını içeren faks mesajı, 31 Temmuz 1998.
- _____. Türk tescilli havayolu işletmelerinin filo yapılarını içeren faks mesajı, 31 Temmuz 1998

Zeki, Adel. "Reduce Maintenance Cost by Optimizing Maintenance Practices and Methods", Eğitim Semineri Notları, Boeing Company, Seattle.

_____. "Frequently Asked Questions About Maintenance Costs", Eğitim Semineri Notları, Boeing Company, Seattle.

_____. "Airplane Reliability Program", Eğitim Semineri Notları, Boeing Company, Seattle.

Sanal Kaynaklar

Boeing, "747-400 Family", sanal kaynak
www.boeing.com/commercial/747family/747.html, Nisan 1998.

Bureau Of Transportation Statistics, **Statistical Handbook of Aviation**, Table 6.13
sanal kaynak, www.bts.gov/NTL/data/tables/chap06/tab6-13/tab6-13.txt, Nisan 1998.

Kaynak Kişiler

Bayır, Ercihan. THY Bakım Mühendislik Müdürü, "Bakım Maliyetleri", konulu görüşme, İstanbul: Kasım 1997.

Fırtınoğlu, Erdoğan. THY Üretim Planlama ve Kontrol Başkanı, "Bakım Maliyetleri" konulu görüşme, İstanbul: Kasım 1997.

Repp, Frank ile "Bakım Maliyetleri" konusunda yapılan görüşme, Toulouse-France: 4-11 Nisan 1997.