



**T.C. İSTANBUL TİCARET  
ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**UÇAK FİLOSUNUN PERİYODİK BAKIM MALİYETLERİNİN  
ANALİZİ**

**Mehmet Fatih NUMANOĞLU**

**Danışman  
Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ**


**YÜKSEK LİSANS TEZİ  
ENDÜSTRİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI  
İSTANBUL-2020**

## KABUL VE ONAY SAYFASI

**Mehmet Fatih NUMANOĞLU** tarafından hazırlanan "**Uçak Filosunun Periyodik Bakım Maliyetlerinin Analizi**" adlı tez çalışması **31/01/2020** tarihinde aşağıdaki jüri üyeleri önünde başarı ile savunularak, İstanbul Ticaret Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Endüstri Mühendisliği **Anabilim Dalı**'nda **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

<b>Danışman</b>	<b>Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ</b> İstanbul Ticaret Üniversitesi	
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Prof. Dr. Oğuz BORAT</b> İstanbul Ticaret Üniversitesi	
<b>Jüri Üyesi</b>	<b>Prof. Dr. Hüseyin BAŞLIGİL</b> İstanbul Esenyurt Üniversitesi	

**Onay Tarihi : 19.02.2020**

  
**Prof. Dr. Necip ŞİMŞEK**  
Enstitü Müdürü

## AKADEMİK VE ETİK KURALLARA UYGUNLUK BEYANI

İstanbul Ticaret Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, tez yazım kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında,

- tez içindeki bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu,
- atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- kullanılan verilerde herhangi bir tahrifat yapmadığımı,
- ve bu tezin herhangi bir bölümünü bu üniversitede veya başka bir üniversitede başka bir tez çalışması olarak sunmadığımı beyan ederim.

**Mehmet Fatih NUMANOĞLU**



**19.02.2020**

# İÇİNDEKİLER

	<b>Sayfa</b>
İÇİNDEKİLER .....	i
ÖZET.....	ii
ABSTRACT.....	iii
TEŞEKKÜR.....	iv
ÇİZELGELER.....	v
1.GİRİŞ .....	1
2.LİTERATÜR ÖZETİ.....	2
3. HAVACILIK SEKTÖRÜ VE GELİŞİMİ .....	3
3.1. Küresel Ölçekte Uçak Üretimi .....	4
3.1.1. Airbus.....	4
3.1.2. Boeing .....	6
4. ÜLKEMİZDE UÇAK BAKIMI VE MRO .....	10
4.1. Havacılık sektöründe düzenleyici otoriteler:.....	11
4.2. Uçak bakımının temel amaçları:.....	12
4.3. MyTechnic.....	13
4.4. Onur Air Teknik .....	14
4.5. THY Teknik A.Ş .....	14
4.5.1. Üs bakım hizmetleri .....	15
4.5.2. Kabiliyetinde bulunan uçak tipleri .....	15
4.5.3. Kabiliyetinde bulunan motor tipleri: .....	16
4.5.4. Modifikasyonlar .....	16
4.5.5. Yapısal ve kompozit bakımları.....	16
4.5.6. Business jet bakımları .....	17
4.5.6.1 Hizmetleri: .....	17
4.5.6.2. Sertifikaları: .....	18
5. SİVİL YOLCU TAŞIMACILIĞINDA KULLANILAN UÇAK TİPLERİ.....	19
5.1. Uçak Bakım Optimizasyonu .....	19
5.2. Çeşitli İnterval Kullanım ve İnterval Arttırma Yöntemleri;.....	20
5.3. Uçak Bakım Tipi ve İnterval Aralıkları .....	21
5.4. Uçak Bakım Tipi ve Maliyetleri.....	23
5.4.1. Uçak ailelerinin yıllık ortalama bakım sayıları.....	24
6. OPERASYON GİDERLERİNİN HESAPLANMASI.....	25
7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ.....	34
KAYNAKLAR .....	36
ÖZGEÇMİŞ .....	37

# ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

## UÇAK FİLOSUNUN PERİYODİK BAKIM MALİYETLERİNİN İNCELENMESİ

Mehmet Fatih NUMANOĞLU

İstanbul Ticaret Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. İsmail EKMEKÇİ

2020, 37 sayfa

Havayolu işletmesinde rekabet küresel olarak artmaktadır. Artan bu rekabette uçak akımı önemli bir yere sahiptir. Havayolu işletmesi, uçağı sürekli havada tutmak ister ve bu da uçak bakımında periyodik bakımın önemine işaret eder. Uçak bakımı, periyodik olarak belirli zaman aralıklarında mutlaka yapılması gereken maliyetli bir iştir. Bu maliyetler, havayolu işletmesi tarafından hesaplanabilir şeffaflıkta olmalı ve havayolu işletmesi, satınalmak istediğı uçak filosuna, bakım maliyetleri açısından karar verebilmelidir. Bu çalışmada, havayolu işletmesinin, işlettiğı uçak ailesinin 10 yıllık periyotta (2008-2018) bir uçuş saati boyunca (FH) sağladığı geliri ve havayolu işletmesine bir uçuş saati boyunca maliyetini görebilmektedir. Bununla beraber, bir uçak ailesinin sahip olduğu kapasite (koltuk sayısı) bağılı olarak elde ettiği gelire karşılık maliyetini/gelirini görebilmektedir. Havayolu işletmesine 2008-2018 yılları arasında bakım maliyetini bugünkü değer metoduyla göstermektedir.

**Anahtar Kelimeler:** Bakım maliyeti, operasyon maliyeti, uçak bakımı.

# **ABSTRACT**

**M.Sc. Thesis**

## **ANALYSIS OF THE PERIODIC MAINTENANCE COST OF AIRCRAFT FLEET**

**Mehmet Fatih NUMANOGLU**

**Istanbul Commerce University  
Graduate School of Applied and Natural Science  
Department of Industrial Engineering**

**Supervisor: Prof. Dr. Ismail EKMEKCI**

**2020, 37 pages**

Competition in airline management is strengthening and increasing globally. Aircraft maintenance costs have an important place in this sense. Aircraft maintenance has a direct effect on the airline's ability to keep airplanes constantly in the air. Aircraft maintenance is done in a timely and complete manner, the airline's profit-loss balance affects. The main purpose of aircraft maintenance is to produce safer and more secure maintenance service. This service turns into a sales and marketing service by the airline. The purpose of this study is to investigate the maintenance costs of commercial passenger aircraft over a period of 10 years. The goal of this study is to investigate the maintenance costs aircraft fleet-based profitability with maintenance costs and all other costs. In the intention of the study, it enables the airline company to make profit-loss analysis on the basis of aircraft type. In addition to this, it shows the cost per hour to the airline company on the basis of aircraft type and the cost per seat.

**Keywords:** Aircraft maintenance, maintenance cost, operational cost.

## TEŞEKKÜR

Bu araştırma için beni yönlendiren, karşılaştığım zorlukları bilgi ve tecrübesi ile aşmamda yardımcı olan değerli Danışman Hocam Prof. Dr., İsmail EKMEKÇİ'ye teőekkürlerimi sunarım.

Tezimin her aşamasında beni yalnız bırakmayan aileme sonsuz sevgi ve saygılarımı sunarım.

Mehmet Fatih NUMANOĞLU

İSTANBUL, 2020



## ÇİZELGELER

	<b>Sayfa</b>
Çizelge 4.1. Teknisyen kategorileri .....	10
Çizelge 4.2. Uçak kabiliyetleri .....	16
Çizelge 4.3. Motor kabiliyetleri .....	16
Çizelge 4.4. Business jet tipleri .....	17
Çizelge 5.1. Uçak filolarının teknik özellikleri .....	19
Çizelge 5.2. Uçak bakım intervalleri .....	21
Çizelge 5.3. Bakım maliyetleri .....	23
Çizelge 5.4. Yıllık ortalama bakım sayısı .....	24
Çizelge 6.1. Bakım maliyetleri ve operasyon giderleri .....	25
Çizelge 6.2. Döviz kurunun yıllara göre değişimi .....	27
Çizelge 6.3. Yıllık döviz faiz oranları .....	27
Çizelge 6.4. Bugünkü değer faktörü .....	28
Çizelge 6.5. Maliyetlerin bugünkü değeri .....	29
Çizelge 6.6. Uçak ailelerinin yıllara göre uçuş ve koltuk uçuş saatleri .....	31
Çizelge 6.7. 10 yıllık periyotta TC1 ve TC2 .....	31
Çizelge 6.8. 10 yıllık periyotta uçak saatlik geliri .....	32
Çizelge 6.9. 10 yıllık periyotta koltuk başına ve uçuş başına gelir .....	32
Çizelge 6.10. 10 yıllık periyotta koltuk başına başına gelir .....	33



# 1.GİRİŞ

Havayolu işletmeciliğinde rekabet küresel anlamda güçlenmekte ve artmaktadır. Havayolu işletmelerinin bu anlamda uçak bakım maliyetleri önemli bir yer tutmaktadır. Uçak bakımı, havayolunun uçakları sürekli havada tutmasına doğrudan etki etmektedir. Bakımları zamanında ve eksiksiz yapılan uçaklar, havayolunun kar-zarar dengesini de etkilemektedir. Uçak bakımının önemli amacı daha emniyetli ve güvenliği yüksek bakım hizmeti üretmektir. Bu hizmet, havayolu tarafından satış ve pazarlama hizmetine dönüşmektedir. Yine bu hizmet emniyetli ve güvenli bir şekilde sunulmazsa, uçuşların zamanında gerçekleşmesi azalırken uçağın yerde kalma süresi artmaktadır. Bu sebeple bakım, havayolu için önemli bir yer tutmaktadır. Uçak bakımının çeşitlenmesi ve sık yapılması uçuş emniyetini de maksimize eder. Bakım maliyetleri, işletme, yakıt ve personel maliyetlerinden sonra en fazla maliyet gerektiren kısımdır. Havayolu işletmeleri, uçak satın alırken bakım maliyetlerini en fazla gözönünde bulundurmaktadırlar. Bu çalışmanın amacı ülkemizde faaliyet gösteren havayolu işletmelerinin opere ettiği uçak tiplerine ait bakım maliyetlerini detaylı bir şekilde göstermektir. Bu sayede havayolu işletmeleri, geçmişte bakım için harcadıkları maliyetleri bugünkü değer metoduyla da görebileceklerdir.

Bu çalışma, ülkemizde bakım-onarım hizmeti verilen uçak tiplerinin 10 yıllık zaman aralıkları içerisindeki bakım maliyetlerini incelemeyi amaçlamıştır. Uçakların bakıma giriş zamanlarını, uçakların sahip oldukları özelliklerini, uçak üreticilerinden ilk uçuşun gerçekleştiği yıllara kadar incelemiştir. Günümüzde kullanılan uçakların gelişim süreçlerini ve kimler tarafından geliştirildiklerini anlamak açısından geçmiş-gelecek bağının kurulması ve incelenmesinde fayda görülmüştür.

## 2.LİTERATÜR ÖZETİ

Havayolu işletmelerinde uçak bakımı azımsanamayacak bir maliyettir. Personel ve yakıt maliyetinden sonra gelen en yüksek maliyet, bakım maliyetidir. Havayolu işletmeleri maliyet analizi yaparken yıllık maliyetler bazında değerlendirme yaparlar. Bu maliyetleri bugünkü değer metoduyla değerlendirmek bu çalışmanın amaçlarındandır. McAllister, yaptığı çalışmada bugünkü değeri metodunun yıllara göre değişimini göstermiştir.

Bazargan ve Hartman (2012), yaptıkları çalışmada havayolu şirketlerinin filo alımlarını ve tasarruflarını planlamalarına yardımcı olacak model geliştirmişlerdir. Yaptıkları modelde işletme maliyetlerinin nasıl en aza indirgenebileceğini analiz etmişlerdir.

Boeing ve Airbs (2018) üreticileri, ürettikleri uçakların operatörler tarafından minimum bakım, maksimum emniyet olacak şekilde bakım programlarının en efektif bir biçimde optimize etmektedirler.

Uçak bakımının temel bileşenleri, bakımı yapan personellerin yetki seviyeleri, bakım prosedürleri, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) (2019) tarafından belirlenmiştir. MRO (maintenance repair organization) firmaları uçak bakımı yaparken SHGM tarafından belirlenen yetki alanlarına riayet ederek uçak bakımını gerçekleştirecek personelleri yetkilendirirler.

Uçak bakımı ülkemizde az sayıda bakım organizasyonu tarafından yapılmaktadır. Bakım sayıları, bakım tipleri ve bakım maliyetleri ülkemizde faaliyet gösteren özel bir havayolu işletmesinin datası kullanılarak elde edildi. Bu çalışma uçak filosunun 10 yıllık süreçte, uçak tiplerinin karşılaştırmalı uçuş saatleri elde edilerek bu uçuş sayılarının, uçak tiplerine göre kapasiteleriyle analiz edildi.

### 3. HAVACILIK SEKTÖRÜ VE GELİŞİMİ

Uçağın ilk mucitleri Orville ve Wright kardeşlerdir. Kardeşler, mükemmele ulaşana kadar bir çok deneme yapmışlardır. 1903 yılında geliştirdikleri uçak içinde Orville varken havada 120 metre mesafe almış, 12 saniye boyunca havada kalmış ve hasarsız iniş yapmayı başarmıştır. Motorlu uçağı Wright kardeşler icat etmiş olsalar da onlardan önce çok fazla çalışma yapılmış fakat başarılı olunamamıştır. Bu çalışmalar, uçurtmalar, sıcak hava balonları ve zeplinleri içerir. Uçurtmaların ilk ne zaman yapıldığı bilinmese de 3000 yıl önce Çin’de yapıldıkları düşünülmektedir. 1783’te yapımı tamamlanan uçmaya hazır ilk hava aracı; sıcak hava hidrojen balonudur. Eilmer isimindeki bir keşişe ait planör çizimleri 11. Yüzyıla ait olduklarını göstermektedir. Leonardo da Vinci’nin de uçan bir makine çalışması yaptığı ve 1487-1490 yıllarına ait olan kanat çizimleri bulunmaktadır. Yine Hezarfen Ahmet Çelebi rüzgarlı bir günde kanat takarak Galata Kulesi’nden atlayıp boğazı da geçerek Üsküdar’da Doğancılar’a indiği bilinmektedir. (17. yy) 18. yüzyılda da Francoise Pilatre de Rozier balon üzerinde uçma deneyi yapmıştır. 19. yy’da George Cayley planör çalışmaları gerçekleştirmiştir. Amerikalı John Montgomery 1883 yılında kontrollü bir planör yapmayı başarmıştır. Başarısız birkaç denemeden sonra 1852 senesinde ilk başarılı zeplin Fransız Henri Gifrad tarafından icat edilmiştir. Oldukça başarılı bir hava aracı olan zeplin 1930 yılına kadar kullanılmıştır fakat hava şartlarında çok kolay etkilenmesinden dolayı terk edilmiştir. Motorlu araç olmadan yapılan bu uçma deneyleri Wright kardeşlere çalışmalarını yaparken ilham kaynağı olmuştur. 1903 yılında Federation Internationale Aeronautique Wright kardeşlerin uçağını devamlı olarak uçabilen ilk uçak olarak kabul etmiştir. 1905 yılında ise Wright kardeşler kontrolü öncesine göre çok daha iyi olan Wright Flyer III ‘ü yapmışlardır. Birinci Dünya Savaşı’nda uçak, bir savaş makinesi olarak görülmüştür. Almanlar ve müttefikleri uçakları yoğun bir şekilde kullanmışlardır. Birinci Dünya Savaşı’ndan sonra uçaklarla ilgili gelişmeler daha da hızlanmıştır. 1919 yılında ilk kez Atlantik Okyanusu’nu geçen yolcu uçağı yapılmıştır. 1929 yılında uçaklarla ilgili yepyeni bir buluş olan jet motoru icat edilmiş, ikinci Dünya Savaşına kadar hızlı bir gelişim göstermiş ve savaşa etkisi büyük olmuştur. 1947’de Chuck Yeager X-1 adlı uçakla ses hızını (yaklaşık 1235.5 km/saat ) aşarak uçak tarihinde yepyeni bir dönem açmıştır. 1952’den sonra jet motorlar

yolcu taşımacılığında ve ticari uçaklarda kullanılmaya başlamıştır. Jet motorlu uçaklar 1960 yılından dünyada daha yaygın hale gelmiştir.

Günümüzde uçak; yolcu taşımacılığı, savunma sanayi, ticari taşımacılık gibi birçok alanın vazgeçilmez unsurudur. Tarihten bu yana uçak insanoğlunun yaşam tarzını değiştirmiştir. Günümüzde gelişmiş veya gelişmekte olan ülkelerde uçak ile seyahat etmek hayatın ayrılmaz bir parçası haline gelmiştir.

### **3.1. Küresel Ölçekte Uçak Üretimi**

Uçak, hava akımının kanatların alt ve üst taraflarında oluşturduğu basınç farkı sayesinde havada tutularak yükselen motorlu bir hava taşıtıdır.

İnsan ve kargo taşıyan yüksek hızlı hava taşıtları olan uçaklar, zamandan çok büyük tasarruf sağladıkları için sivil ve askeri operasyonlarda yoğun olarak kullanılırlar. Uçakları diğer ulaşım araçlarından ayırt eden en önemli farkı da bir insanı ya da bir kargoyu bir yerden başka bir yere çok kısa zamanda taşıyabilmeleridir. Dünyada iki büyük uçak üreticisi en çok tercih edilen sivil yolcu ve kargo uçaklarını üretmektedirler. Küresel ölçekte uçuş ağına sahip olan şirketler bu iki uçak üreticisinden uçak tedarik etmektedirler. Bu üreticiler, Boeing ve Airbus marka uçak üreticileridir. Boeing ve Airbus hem dar gövdeli hem de geniş gövdeli uçaklar üreterek, yolcu ve kargo taşımacılığı yapan şirketlere farklı tiplerde modeller sunarlar. Yine bu iki uçak üreticisi arasında bütün modellerde ciddi bir rekabet vardır. Yolcu kapasitesi, daha az yakıt harcama, daha az arıza çıkarma, daha uzun menzil gibi birçok konuda müşterilerine farklı uçak tipleri sunmaktadırlar. Her iki üretici de hava taşımacılığı yapan şirketler tarafından tercih edilirler.

Uçaklar büyüklüklerine göre geniş gövdeli ve dar gövdeli olarak adlandırılırlar. Geniş gövdeli uçaklar çift koridorlu, dar gövdeli uçaklar tek koridorludurlar. Geniş gövde uçaklar 4 motorlu da olabilirler. (Airbus A340, Boeing 747).

#### **3.1.1. Airbus**

Airbus Industrie, Avrupalı uçak-imalat konsorsiyumu, 1970 yılında kısa-orta menzilli, yüksek kapasiteli jet hatlar için bir pazar nişini doldurmak üzere kuruldu.

Şimdi, dünyanın en büyük iki ticari uçak üreticisinden biridir ve doğrudan Amerikan Boeing Şirketi ile rekabet etmektedir. Jetliner piyasasına siparişler, teslimatlar veya yıllık gelirlerde sıklıkla hakim olmaktadır. Tam üyeler arasında yüzde 80'lik bir payla Alman-Fransız-İspanyol sermayeli Avrupa Havacılık Savunma ve Uzay Şirketi (EADS) ve yüzde 20 ile İngiltere'nin BAE Sistemleri yer alıyor. Genel merkez Fransa'nın Toulouse kentinde bulunmaktadır.

Airbus Industrie 50.000'den fazla insan istihdam etmektedir. Çalışanlar, Fransa, Almanya, İspanya, Birleşik Krallık ve Çin'deki Airbus uçaklarında doğrudan çalışanlar ve diğerleri, dünya çapında mühendislik, satış, eğitim ve diğer mesleklerde istihdam edilirler. Konsorsiyum, 1.500'den fazla tedarikçiye sahip ve birçok ülkede çok sayıda şirket ile kooperatif anlaşmalarına sahiptir. Amerikan şirketleri Airbus bileşenlerinin yaklaşık üçte biri için sorumludur. Ortak şirketler, alt fabrikaların çoğunu kendi fabrikalarında gerçekleştirirler; Örneğin, tüm Airbus uçakları için kanatlar Birleşik Krallık'ta yapılır ve kuyruk alt grupları İspanya'da yapılır. Alt montajlar karayolu, demiryolu, mavnalı, gemi ve uçaklar (özel jet filosu, Airbus Süper Taşıyıcı Beluga) ile Fransa, Almanya ve Çin'deki son montaj hatlarına nakledilir. Airbus A320, A330 / A340, A380 ve A350 uçakları Toulouse yakınlarındaki bir komplekste tamamlanırken, A318, A319 ve A321 uçakları Hamburg'da bir araya getirilir.

Ayrıca, 2008'den beri Çin'in Tianjin kentinde A320 uçakları bir araya getiriliyor ve Airbus 2012'den itibaren A320'lerin Alabama'da bir araya getirileceğini duyurdu.

Airbus programı, 1965 yılında Fransa ve Almanya hükümetleri, Avrupa yüksek kapasiteli kısa mesafeli jet taşımacılığı yapmak için bir konsorsiyum oluşturma konulu tartışmalar başlattı. Ertesi yıl Fransız, Alman ve İngiliz yetkililer, Sud Aviation (Fransa), Arge Airbus (bir Alman havacılık şirketi gayri resmi grubu) ve Hawker Siddeley Aviation (İngiltere) için kısa bir süre için 300 kişilik bir yolcu uçağının gelişimini inceleyeceklerini açıkladı. Airbus gerekliliklerini karşılayan motorlar gerçekleştirmediği için, A300 olarak adlandırılan ilk tasarım 250 kişilik bir versiyona ölçeklendirildi.

A300, kısa ve orta menzilli, yüksek kapasiteli uçaklar için pazar nişini doldurmak üzere geliştirildi. Daha iyi çalışma ekonomisi için sadece iki motorla donatılmış ilk

geniş gövdeli jet uçağıydı. A300 prototipi ilk uçuşunu 1972'de yaptı ve uçak 1974'te Air France ile ticari hizmete girdi. Mükemmel performansına rağmen, A300, havayolu şirketlerinin yeni ve kanıtlanmamış imalatçıları ile ilgili endişeleri nedeniyle başlangıçta kötü bir şekilde satıldı. 1977'de ABD'li taşıyıcı Eastern Airlines'ın uçak için bir kiralama anlaşmasına girmesiyle bir çığır açıldı. Airbus için ikinci bir destek, daha küçük kapasiteli, orta menzilli bir uçak geliştirmek için bir program başlattığı 1978'de geldi. Bu uçak, A310, ilk olarak 1982'de uçtu ve üç yıl sonra hizmete girdi. A310'un ürün hattına eklenmesiyle, Airbus Industrie operatörlere bir uçak ailesinin avantajlarını ve tasarruflarını sunmayı başardı. 1984'te piyasaya sürülen Airbus A320, dar gövdeli, kısa ve orta menzilli bir uçak olarak tasarlandı. Bu uçaklar, en çok teknik yenilikler, fly-by-wire (elektrikle değil, elektrikle bağlantılı) A320, bilgisayar temelli uçuş kontrollü olmasıydı. 1988'de gelir hizmetine girdi. Bu büyük başarı nedeniyle, konsorsiyum, A321'i oluşturmak için gövdeyi uzatarak ve A319'u oluşturmak için bir kez daha kısaltarak ve A318'i oluşturmak için ikinci kez kısaltarak bir jetliner ailesini oluşturdu. 1987'de Airbus, ürün hattını uzun menzilli hava hattı segmentine genişletmek için aynı gövdeye ve kanada dayalı iki geniş gövdeli uçak başlattı. Dört motorlu A340, 1993 yılında hizmete girdi ve ikiz motorlu A330 bir yıl sonra hizmete başladı. 2007'de Airbus, dünyanın en büyük uçağı olan "ultralong-range" A380 ile uzun mesafe pazarında bir başka nişe hitap etti. Uçağın tüm uzunluğunu uzatan iki yolcu güverteleri ile inşa edilen bu proje, tüm ekonomi sınıfı bir konfigürasyonda standart 555 ve maksimum 853 kapasiteye sahipti. 2012 yılında, son derece ekonomik ve çevreye en az zarar veren uzun mesafe rotalarını uçurmayı amaçlayan bir uçak olan A350'nin ilk montajı başladı. İkiz motorlu A350, yakıt tasarrufu sağlayan yeni Rolls-Royce motorlara sahipti. Gövdesi de hafif, titanyum, alüminyum ve karbon fiber takviyeli plastikten yapılmış bir uçaktı.

1997 yılında, Boeing'in liderliğini takip eden Airbus, A319 uçağına dayanan Airbus Corporate Jetliner için bir program başlatarak iş jeti pazarına dönüştü. İki yıl sonra Airbus Askeri Şirketi, A400M adlı bir askeri nakliye geliştirmek için bir yan kuruluş olarak kuruldu.

### **3.1.2. Boeing**

Boeing Company, Amerikan havacılık Şirketi (dünyanın en büyük) ticari jet taşımalarının önde gelen üreticisidir. Aynı zamanda, 1996 yılında Rockwell International Corporation'ın havacılık ve savunma birimleri ve 1997'de McDonnell Douglas Corporation ile birleşmesiyle, askeri uçak, helikopter, uzay aracı ve füzelerin önde gelen bir üreticisidir. Merkezi, Chicago'dadır.

Şirket'in kurucu iş birimleri, ticari uçaklar, askeri uçaklar ve füzeler ile uzay ve iletişim olmak üzere üç ana ürün ve hizmet grubu etrafında organize edilmektedir. Boeing, Washington eyaletinde ve Kaliforniya'da bir tesis olmak üzere iki tesiste (Renton ve Everett) bir araya getirilen yedi ayrı ticari uçak ailesini üretmektedir. Renton fabrikası dar gövdeli Boeing 737'yi üretti ve daha önce de 757 uçağını yaptı. (2004'te üretildi) Geniş gövdeli Boeing 767 ve 777 uçakları ve sınırlı sayıda (büyük ölçüde üretilmeyen) 747'si Everett tesislerinde bir araya getirildi. 787 uçağı Everett fabrikasında ve North Carolina, Güney Carolina'da bir tesiste toplandı. Boeing ve General Electric'in ortak girişimi olan Boeing Business Jets, 747, 777 ve 787 uçaklarının VIP versiyonlarının yanı sıra 737-700 uçağına dayalı iş jetleri üretmekte ve pazarlamaktadır.

Boeing'in tarihi 1916'da, Amerikan kereste tüccarı William E. Boeing'in kısa bir süre sonra ABD'nin Donanma yetkilisi Conrad Westervelt'in tek motorlu, iki kişilik deniz uçağı, B&W'yi geliştirmesinden sonra Aero Products Company'yi kurmasıyla başladı. 1917 yılında Boaming Airplane Company olarak yeniden adlandırılan Şirket, I. Dünya Savaşı sırasında Deniz Kuvvetleri için "uçan tekneler" inşa etti ve 1920'lerde ve 30'larda eğitimlerini, takip uçaklarını, gözlem araçlarını, torpido uçaklarını ve devriye bombardımanlarını ABD'ye başarıyla sattı. 1920'lerin sonlarında Boeing Airplane havacılık hizmetlerine genişledi ve 1928'de William Boeing, Boeing Airplane & Transport Corporation'ı hem üretim hem de havayolu operasyonlarını kapsayacak şekilde oluşturdu. Gelecek yıl Şirket, United Aircraft and Transport Corporation olarak değıştirildi ve aralarında Chance Vought, Avion (Northrop Aircraft oldu), Stearman Aircraft, Sikorsky Aviation, motor üreticisi Pratt & Whitney ve uçak ve pervane üreticisi Hamilton Metalplane gibi birkaç uçak üreticisi satın aldı. . 1931'de, sahibi olduğı dört küçük havayolunu United Airlines'a birleştirdi. 1934'te ABD'nin yeni antitröst yasası (1934 tarihli Hava Posta Yasası) kapsamında uçak taşımacılığının hava taşımacılığından boşanması gerekiyordu ve

yeni kurulan bir Boeing Uçak Şirketi, United Aircraft'ın dağılmasından ortaya çıkan üç şirketten biri haline geldi ve diğer ikisi ise United Aircraft Corporation (şimdi United Technologies Corporation) ve United Airlines'tı.

II. Dünya Savaşı öncesinde ve sırasında, Boeing Airplane Company, Model 247 çift motorlu monoflan, Model 314 uçan bot (Pan American's Clipper sınıfı uçaklardan biri) ve Model 307 Stratoliner gibi birkaç ünlü ticari uçak inşa etti. (Basınçlı kabinli ilk yolcu uçağı.) Boeing'in efsanevi bombardıman uçakları, B-17 Uçan Kale (ilk önce 1935) ve B-29 Superfortress (1942), İkinci Dünya Savaşı'nda Müttefik savaş çabalarında önemli rol oynadı. Savaş sonrası yıllarda Boeing, altı motorlu B-47 Stratojet (1947) ve sekiz motorlu B-52 Stratofortress (1952) jet bombacıları ile askeri taahhütlerini sürdürdü.

Boeing, askeri uçakları başarılı bir şekilde satarken ticari ürünleri, rakip Douglas ve Lockheed'in gerisinde kalmıştır. II. Dünya Savaşı'ndan sonra sert ve genişleyen dünya pazarında rekabet etmek için şirket, Kuzey Atlantik'i geçmek için yeterli menzile sahip bir turbo jetiyle çalışan bir uçak geliştirmeye karar verdi. Havayolu şirketlerinden (çoğu, rakip firmalardan popüler ve daha az maliyetli pervaneli hava taşıtlarına) karar verdikten sonra, ancak bir hava tankeri (KC-135 Stratotanker) biçiminde ABD Hava Kuvvetlerine yapılan satışlarla ithalden sonra, 707 olarak belirlenen dört motorlu uçak, 1958'de Pan American transatlantik rotası üzerinde ticari hizmete girdi. Uçak, daha kısa uçuş süresi ve daha yumuşak sürüşüyle yolcuları hızlı bir şekilde kazandı ve daha sonra hava seyahatinde devrim yaratmaya yardımcı oldu. 707'yi sırasıyla 1964 ve 1968'de hizmete giren 727 trijet ve 737 twinjet takip etti. 737 modern bir uçak ailesi olarak geliştirildi ve 20. yüzyılın sonunda dünyanın en çok satan ticari uçağı haline geldi. Dünyanın ilk geniş gövdeli jet uçağı olan 747 "Jumbo Jet" in yüksek geliştirme maliyetleri, neredeyse Boeing'i iflase zorladı, ancak, 1970'te 400 kişilik uçak hizmete girdiğinde, havayolu şirketlerinin uygun fiyatlı uzun menzilli uçuş sunmalarını sağladı. Bu da insanlara seyahat için Boeing'e bu pazar segmentinde bir tekel pozisyonu verdi. 1981 yılında şirket, daha sonra çift motorlu, geniş gövdeli Boeing 767'yi, ardından da ertesi yıl çift motorlu, tek koridorlu 757'yi uçurdu. İki uçak için ortak bir uçuş güvertesine sahip olması, bir uçakta eğitim görmüş ve kalifiye olmuş pilotlar ötekini uçurabimesi maliyetleri düşürdü ve taşıyıcılar için verimliliği artırdı. Boeing, çift motorlu, geniş gövdeli 777 bir sonraki jet uçağı için, pazar ihtiyaçlarına ve müşteri tercihlerinin karşılandığından



emin olmak için geliştirme sürecinde birkaç önemli havayolunu içeriyordu. Bilgisayarlarda ve bilgisayar destekli tasarım ve imalat yazılımlarındaki gelişmeler, Boeing'in uçakta fiziksel bir model oluşturmaya gerek kalmadan bilgisayarları tamamen 777 geliştirmesine izin verdi. İlk uçuş 1994 yılında gerçekleşti.

2003 yılında Boeing, en hızlı geniş gövdeli uzun menzilli uçaklarla eşleştirilebilecek hıza sahip (Mach 0.85) 787 Dreamliner için sipariş almaya başladı. Yeni yüksek bypass turbofan motorları sayesinde yakıt verimliliğini arttırdı. Pratt & Whitney ve Rolls-Royce'un yardımıyla radikal olarak yenilikçi bir gövde tasarımı gerçekleştirdi. Gövde bölümü ve kanatlar dahil olmak üzere 787'nin ana yapısının yaklaşık yarısı, çoğu uçakta kullanılan alüminyum alaşımlardan daha hafif karbon fiber ve plastik kompozit malzemelerden yapılmıştır. Artan yakıt maliyetleriyle karşı karşıya kalan birçok havayolu, 787'yi filolarını takip eden on yıl içinde yükseltmek için çözüm olarak gördü ve yüzlerce yeni uçak sipariş etti. Başlangıçta 2008 yılında başlayan ticari hizmet için teslim edilmesi planlanan 787, stres testlerindeki önemli gövde bölümünün başarısızlığıyla beraber birçok üretim problemiyle doluydu. Sonuç olarak Boeing, 2011 yılına kadar ilk teslimatı gerçekleştiremedi. Ocak 2013'te, dünya çapındaki düzenleyiciler tarafından devralınan ABD Federal Havacılık İdaresi (FAA) tarafından yayınlanan bir uçuşa elverişlilik direktifinin ardından, küresel olarak faaliyette olan 787, potansiyel bir batarya yangının düzeltilmesi için uçuşa yasaklandı.

## 4. ÜLKEMİZDE UÇAK BAKIMI VE MRO

Sivil hava taşımacılığı yapan şirketler sahip oldukları uçak filolarının bakımını ya kendi bünyesinde kurdukları MRO'lar ile yaparlar ya da herhangi bir MRO ile anlaşarak yaparlar. Uçaklar çeşitli bakımlar ile uçuşa elverişli hale getirilirler. Bir MRO'nun bakım, onarım yetkisini alabilmesi hem ulusal hem de uluslararası yetkilendirme süreçlerine sahip olmasını gerektirir. Hat bakım ve base bakımları yapacak teknik personelin de yetkilendirilmiş olmaları gerekir. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nün (2019), belirlemiş olduğu kurallar çerçevesinde Çizelge 4.1'de teknisyenlerin hangi bakım kategorisinde yetkili oldukları gösterilmiştir.

Çizelge 4.1. Teknisyen kategorileri

Kategori	Tanımı
A	Hat Bakım Mekanik Teknisyeni
B1	Hava Aracı Bakım Teknisyeni (Mekanik)
B2	Hava Aracı Bakım Teknisyeni (Aviyonik)
C	Hava Aracı Üs Bakım Mühendisi Veya Teknisyeni

- **Hat Bakım (Line Maintenance):** Uçağın onaylanmış şartlara uygun olarak hangar gerektirmeyen bakım, onarım, parça değiştirme ve hasar giderme işlemlerinin yapılmasıdır. Hat bakım, uçağın arızasının ve bakım-onarımının durumuna göre birkaç saatte yapılan bir operasyondur.
- **Base Bakım:** Uçağın hangar ve atölye ortamlarında onaylanmış standartlara göre yenileştirme, onarım, parça değiştirme veya hasar giderme işlemlerinin birlikte veya ayrı yapılmasıdır. C, ve S bakım A bakıma göre çok daha uzun süren bakımlardır. Uçaklar tiplerine göre A, C ve S bakımlarına alınırlar.

**-A Bakım:** A bakım esnasında tüm sistemler kontrol edilir, ömürlü komponentler değiştirilir, A bakım genelde 1 ile 2 gün sürer. Bu bakım tipi diğer bakım tiplerine göre en hafif olandır. Ayrıca bu bakımda hangar yeri olmasına genelde gerek olmadan gerçekleştirilebilir.

**-B Bakım:** B bakım esnasında A bakıma göre daha detaylı inspection kartları, değişim gerektiren büyük komponentler yer alır. Bu bakım genellikle hangarda yapılır ve geniş gövde uçaklara uygulanır.

**-C Bakım:** C bakım mutlaka hangarda yapılır ve 10 gün ile 30 gün arasında uygulanabilir. Tüm sistemler detaylı kontrol edilir. Mekanik ve aviyonik sistemlerde değişim gerekiyorsa mutlaka yapılır. Ciddi iş gücü ve ciddi bir bakım paketi uygulanması gerekir. Olası korozyon ve bulgu bulunması durumunda üretici ile irtibata geçilerek modifikasyon uygulanması gerekebilir.

**-S Bakım:** S bakım bütün bakım tipleri arasında gerçekleşen en ağır bakımdır. C bakıma ek kontrol edilen kritik bölgelerde yapılan komponent ve sistem değişimleri test uçuşu gerektirebilir. Uçak genelde 30-50 gün arasında yerde kalır.

- **Uçak Bakım Teknisyeni:** Hava aracı teknisyenleri; hafif, döner katlı veya büyük hava araçlarına bakım yapmak üzere Genel Müdürlüğümüz tarafından lisanslandırılan meslek grubudur. Hava aracı teknisyenleri hava aracı gövde yapılarının, motorların, elektronik ve aviyonik sistemlerin muayenesini (kontrolünü), bakımını ve onarımını gerçekleştirir.
- Hava aracı teknisyenlerinin, bir hava aracının bakımını yapıp uçuşa elverişlilik belgesini imzalayabilmesi için Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'nden SHY-66 hava aracı bakım teknisyeni lisansına sahip olması gereklidir. Lisans sahibi kişinin bakım çıkış sertifikasını imzalayacağı uçağın tip eğitimini almış olmalı ve yetkili olduğu uçak tipi lisansında yazılı olmalıdır.

#### **4.1. Havacılık sektöründe düzenleyici otoriteler:**

- **SHY-145:** Ticari hava taşımacılığında kullanılan her türlü sivil hava araçları ile ticari hava taşımacılığında kullanılmayan büyük hava

araçlarına ve/veya komponentlere bakım yapmak için kamu kurum ve kuruluşları ile gerçek ve tüzel kişilere ait işletmelerin bakım kuruluşu olarak yetkilendirilmesi için sahip olması gereken nitelikleri ve faaliyetlerine ilişkin usul ve esasları düzenleyen yönetmeliktir.

- **EASA:** Kısaltması İngilizce European Aviation Safety Agency kavramının akronimidir. Avrupa Havacılık Emniyeti Ajansı (EASA), Avrupa Birliği'nin sivil havacılık güvenliği çerçevesinde oluşturduğu ve 2010 itibarıyla JAA'nın (Joint Aviation Authorities – Müşterek Havacılık Otoriteleri) yerini alan girişimdir. EASA: 15 Temmuz 2002 tarihinde hizmete geçmiş ve Avrupa hava sahasıyla ilgili bir güvenlik kurumudur. Merkezi Almanya'nın Köln şehrinde ve tüm üye uluslardan yaklaşık 300 görevli çalıştırmaktadır. A.B.D'de bulunan FAA gibi görevi Avrupa hava sahası içinde, geniş anlamda hava ve havacılıkla ilgili her türlü uçak, uçuş, üretim, müdahale, etkinlik ve geçerli güvenlik mevzuatların takibi ve uygulanmasını kontrol edip, Avrupa'da havacılık güvenliğini sağlamaktır.
- **FAA:** 1958 yılında kurulmuş olan FAA, Amerika Birleşik Devletleri Federal Havacılık İdaresi veya kısaca FAA ( Federal Aviation Administration), ABD Ulaştırma Bakanlığı'na bağlı havacılık ile ilgili düzenlemeleri yapan devlet kurumudur.

#### **4.2. Uçak bakımının temel amaçları:**

- Ekipmanların güvenliğini ve güvenilirliğini korumak,
- Güvenlik ve güvenilirliğin bozulması durumunda ilk üretim durumuna geri dönebilmek,
- Uçağı her an hizmete hazır tutmak
- Tüm bunları minimum maliyetle sağlamak.

### 4.3. MyTechnic

Dünyanın sıfırdan yalın olarak inşa edilen ilk bakım merkezi myTECHNIC İstanbul'un Anadolu yakasında, Sabiha Gökçen Uluslararası Havalimanında (SAW) yer almaktadır. Avrupa ve Asya arasındaki avantajlı konumu myTECHNIC'i ülkesindeki havayollarının yanı sıra Avrupa, Rusya, Ortadoğu ve Afrika'daki havayolları için ideal bir partner haline getirmektedir. myTECHNIC 2008 yılında kurulmuş ve 2010 Kasım ayında Hainan Group Co. Limited (HNA) firmasının bir parçası olmuştur. HNA Grubu modern servis endüstrisindeki operasyonlarıyla Çin'in önde gelen firmalarından birisi olup, hava taşımacılığı, lojistik ve modern finans servisleri alanlarında büyük yatırımlara sahiptir. Çin'in Haikou kentinde merkezli olan HNA'nin 2010 yılı sonu itibariyle toplam aktifleri 30 Milyar Doları aşmaktadır.

Yalın yönetim prensiplerine göre tasarlanmış olan myTECHNIC, geniş ve dar gövdeli uçakların bakımından motor revizyonlarına ve uçak boyamasına kadar geniş çapta servisleri zamanında ve etkin olarak vermektedir. 2008 yılında kurulmasından itibaren Yalın Yönetim prensipleri ile üretkenliği ve emniyeti bünyesinde barındıran myTECHNIC; yer, hareket ve zaman kayıplarını elimine etmektedir. Çevre için kurumsal sorumluluk alanlarını genişletip, ortaklarının memnuniyetini artırıp, işlerin tamamlanma sürelerini azaltmak için çalışmaktadır. myTECHNIC hangarı 60.000 metrekare alan üzerinde, 15,400metrekare hangar alanlı 3 katlı modern mimariye sahip binası ile yer almaktadır. Tesis 24,800 metrekare atölye, ofis ve depo alanı içermektedir. Bunlara ek olarak 6.000 metrekare büyüklüğünde motor atölyesi bulunmaktadır.

myTECHNIC EASA (Part 145) yetkisini Ağustos 2008'de aldı. Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM) tarafından SHY/ JAR 145/EASA sertifikaları eş zamanlı olarak verilen ilk bakım merkezi oldu. Bu yetkilere ek olarak myTECHNIC ISO 9001, ISO 14001 ve OHSAS 18001 sertifikalarına sahiptir. Son olarak SHGM tarafından SHY/ JAR-147 bakım eğitim organizasyonu olarak yetkilendirilmiştir.

#### **4.4. Onur Air Teknik**

2011 yılından bu yana İstanbul Atatürk Havalimanı'nda kendine ait bir bakım hangarı bulunan Onur Air, bu teknik kapasiteye sahip olan tek özel havayolu şirkettir. Bir EASA ve Bermuda Part-145 kuruluşu olan Onur Air, İstanbul Atatürk Havalimanı'nda ve Antalya Uluslararası Havalimanı'nda mevcut olan benzersiz, sınırlı slotlarıyla ve rekabetçi fiyatlarla Üs ve Hat Bakım hizmetleri sırasında "Müşteri" uçaklarına yardımcı olmaktan memnuniyet duyacaktır. Onur Air, üs ve hat bakım hizmetlerinin yanı sıra, D1 yetkisi ve/veya EASA Onaylı Kompozit Onarımlar kapsamında tüm A320 Ailesi uçak parçaları için III Seviye Tahribatsız Muayene Hizmeti verme yetkisine de sahiptir.

Onur Havayolları Taşımacılık A.Ş., 14 Nisan 1992'de kurulmuş ve ilk uçuşunu 14 Mayıs 1992 tarihinde A-320 tipi uçakla Kuzey Kıbrıs Türk Cumhuriyeti Ercan Havalimanı'na gerçekleştirmiştir. Takip eden zaman içinde, Temmuz 1992'de ikinci uçağını, Aralık 1992'de üçüncü uçağını ve Nisan 1993'te dördüncü uçağını filosuna dahil etmiştir.

İstikrarlı bir şekilde büyümeye devam eden Onur Air, filosundaki uçak sayısını 2002 yılında 14'e, takip eden yıllarda ise sırasıyla; 20, 24 ve 28'e çıkartmıştır. 2006 yılında 31 adet uçakla 7.012 koltuk kapasitesine ulaşan Onur Air'in filosundaki uçak sayısı 2007 yılında 29, 2008 yılında ise 25 olmuştur. Onur Air günümüzde 26 uçaktan oluşan filosuyla hizmet vermektedir.

#### **4.5. THY Teknik A.Ş**

Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. olarak kurulduğu günden bugüne müşterilerine hızlı ve güvenilir bir uçak bakım hizmeti sağlamaktadır. İki kıtada bulunan, toplam 576.000 m<sup>2</sup> kapalı alana sahip 9 hangarı, modern tesisleri, sahip olduğu uluslararası bakım sertifikaları(EASA, FAA), son teknoloji ekipmanları ve sayısı 7.500'ü aşan, alanında uzman, yetkin çalışanı ile kabiliyetinde bulunan tüm uçakların A, B, C ve S bakımlarını in house olarak gerçekleştirmektedir. Müşterilerine verdiği uçak ana bakım hizmetlerinin yanında, kabin yenileme, uçak boya, hat bakım ve iş jeti bakımı gibi birçok çeşitli alanda kaliteli ve güvenilir hizmetler vermektedir. Alanında uzman

mühendisleri ve teknik elemanları tarafından titizlikle yürütülen bakım çalışmaları, müşterilerinin istek ve ihtiyaçlarını dikkate alınarak yürütmektedir.

Başta Türk Hava Yolları olmak üzere; 100'den fazla yerli ve yabancı havayolu şirketine bakım, onarım ve teknik destek sağlamaktadır. 23 Mayıs 2006 tarihinde %100 Türk Hava Yolları sermayesiyle kurulmuştur. THY Teknik A.Ş., 7.500'den fazla çalışanı ve iştirakleri ile bölgesinde hava taşımacılığı sektöründe önemli bir teknik bakım üssü haline gelmek; bu doğrultuda bakım, onarım ve havayolu sektörü ile ilgili her türlü teknik ve altyapı desteği sağlamak amacıyla faaliyetlerini sürdürmektedir.

#### **4.5.1. Üs bakım hizmetleri**

Mühendislik, üretim ve bakım planlama, komponent atölyeleri, lojistik ve kalite güvence birimleri tarafından desteklenen uçak bakım birimleri; kalitenin, iş/uçuş güvenliğinin ve müşteri memnuniyetinin önemini bilerek, uçak bakımı konusunda müşterilerine hızlı ve kusursuz bir hizmet sunmaktadır. Üs bakım hizmeti verdiği müşterilerinden bazıları; Turkish Airlines, Sun Express , Pegasus, Midex, Air Berlin, Atlas Jet, Onur Air, ULS, Royal Jet, Izair, Oren Air, Yemen Air, Sojitz, Neos, Balkan Air, Amsterdam Airlines, Afgan Ariana, Air Blue, Saudi Arabia Airlines, Shaheen Air'dir.

#### **4.5.2. Kabiliyetinde bulunan uçak tipleri**

THY Teknik A.Ş.'nin kabiliyetinde bulunan uçak tipleri ve modellerine ait bilgiler Çizelge 4.2'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.2. Uçak kabiliyetleri

<b>AIRBUS</b>	A300	A310	A320 Family	A330	A340
<b>BOEING</b>	727	737 CL- NG	757	767	777
<b>CESSNA</b>	172/F172	510			
<b>GULFSTREAM</b>	G-IV	GV- SP			
<b>BOMBARDIER</b>	CL600				
<b>DIAMOND</b>	DA40	DA42			

#### 4.5.3. Kabiliyetinde bulunan motor tipleri:

THY Teknik A.Ş.'nin kabiliyetinde bulunan motor tipleri ve modellerine ait bilgiler Çizelge 4.3'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.3.Motor kabiliyetleri

<b>CFMI</b>	<b>IAE</b>
CFM56- 5C/7B	V2500

#### 4.5.4. Modifikasyonlar

Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. uçak üzerinde majör ve minör modifikasyon yapabilme kabiliyetine sahiptir. Uçak içinde yaşanan her türlü arıza ve hasara müdahale edebilme yetkisi bulunan uzman ekipleri, müşterilerinin isteklerini göz önünde bulundurarak uçak üzerinde gerçekleştirdiği modifikasyon çalışmalarını titizlikle yürütmektedir. IFE, GCS, CDSS, ACARS, SatCom, EFB, ATC Mode S, TCAS, T2CAS, T3CAS, EGPWS, kokpit kapısı, RIB 5/6, SSIP, T/R vb. modifikasyon çalışmaları, kabiliyet listesinde bulunan modifikasyon tiplerindedir.

#### 4.5.5. Yapısal ve kompozit bakımları

Türk Hava Yolları Teknik A.Ş., müşteri uçaklarına ait tüm yapısal parçalar için imalatçılar tarafından yayınlanmış olan onaylı dokümanlara ve limit dışına çıkan



hasarlara yönelik özel olarak temin edilmiş prosedürlere göre; tamir, kontrol ve bakım hizmetleri vermektedir. Uçaklar üzerinde oluşabilecek tüm yapısal ve kompozit hasarların tamirleri; çağın gerekliliklerine uygun modern tesislerinde bulunan ve son teknoloji ekipmanlarla donatıldığı atölyelerinde, uzman ekipleriyle, in house olarak gerçekleştirilmektedir. Yapısal tamir atölyesi; uçak üzerindeki yapısal parçalara ait bakım, onarım, tamir, kontrol ve modifikasyon işlemlerini gerçekleştirmesinin yanı sıra gövde paneli değişimi gibi kapsamlı işlemleri de in house olarak yapabilme kabiliyetine sahiptir. Kompozit atölyesinde; thrust reverser, radom, rudder, elevator ve spoiler gibi kompozit malzemelerden imal edilmiş olan uçak parçalarının bakım, onarım, tamir, kontrol, test ve modifikasyon işlemleri gerçekleştirilmektedir. Ayrıca sahip olduğu fırınlar ve autoclave cihazları sayesinde, kalıp imalatı ve kapsamlı kompozit tamirler de kabiliyetleri arasında yer almaktadır.

#### 4.5.6. Business jet bakımları

Müşterilerinin beğenisi ve özel ihtiyaçlarına göre şekillendirdiği business jet bakım ve yenileme hizmetleri, alanında uzman ekipleri tarafından özenle gerçekleştirilmektedir. Türk Hava Yolları Teknik A.Ş., iş jetleri üzerindeki uzmanlığı ve müşteri memnuniyeti temelli hizmet anlayışı; müşterilerine sağladığı yüksek kalitedeki VIP kabin yenileme hizmetleri ile kanıtlamaktadır.

##### 4.5.6.1 Hizmetleri:

THY Teknik A.Ş.'nin bakım hizmetinde bulunduğu business jetlere ait bilgiler Çizelge 4.4'de gösterilmiştir.

Çizelge 4.4. Business jet tipleri

Gulfstream	Bombardier	
G-IV Serisi	Challenger CL 600 2B-19	Challenger G450 (GIV-X)
GV-SP		

#### **4.5.6.2. Sertifikaları:**

EASA Part 21 J - (EASA.21J.418)

EASA Part 21 G - (EASA.21G.0043)



## 5. SİVİL YOLCU TAŞIMACILIĞINDA KULLANILAN UÇAK TİPLERİ

Ülkemizde faaliyet gösteren sivil havayolu uçakları, Airbus ve Boeing üreticilerinin üretmiş olduğu uçaklardan oluşmaktadır. Bu uçaklara ait modeller ve yolcu kapasiteleri Türk Hava Yolları'nın filosunda belirlemiş olduğu aşağıdaki Çizelge 5.1'de gösterildiği gibidir.

Çizelge 5.1.Uçak filolarının teknik özellikleri

ÜRETİCİ	UÇAK TİPİ	YOLCU KAPASİTESİ	ADET	KANAT AÇIKLIĞI (metre)	GÖVDE UZUNLUĞU (metre)	YERDEN YÜKSEKLİĞİ (metre)
AIRBUS	A319	132	137	33,91	37,57	11,91
	A320	150-159				
	A321	170-180-194				
	A330	289-305	51	60,3	63,69	17,4
BOEING	B737	151-165-189	158	34,31	39,47	12,54
	B777	349-400	33	64,8	73,9	18,6

Bu modeller yine kendi içinde özelliklerine göre modellenmektedirler. Örneğin; Bir Boeing uçağının B737 modelinin, B737-700, B737-800, B737-900 alt sınıflarda modelleri vardır. Yine Airbus uçaklarının, A320-200, A330-300, A330-200 gibi. Bu model uçaklar ve onlara ait alt sınıftakiler ülkemizde sivil hava taşımacılığı yapan firmalar tarafından en çok tercih edilen modellerdir. Geniş gövde olarak Airbus'ta A330, Boeing'de B777'dir. Diğer modeller dar gövde modellerdir. Ülkemizde faaliyet gösteren uçak firmalarına ait uçak sayıları ve bu uçaklara ait teknik bilgiler Çizelge 5.1'de verilmiştir.

### 5.1. Uçak Bakım Optimizasyonu

Uçakların bakıma alınma intervalleri uçuş saati, uçuş cycle (bir uçağın bir limandan kalkıp başka bir limana inmesi 1 cycle olarak hesaplanır) ve date (gün, ay, yıl) değerleridir. Bakımlar; A, B, C ve S olarak sınıflandırılırlar ve bu bakımlara ait

bakım kartları MRO'nun kullandığı yazılım aracılığıyla kategorilendirilerek uçaklara atanır. Her bakımda uçağa uygulanacak bakım kartlarına A, B, C ve S bakımlarından hangisine ait olduğu üretici tarafından belirlenir ve MRO da bu kartları ilgili yazılımına yükleyerek hangi bakımda hangi kartın uygulanacağına karar vererek bakım optimizasyonu yapmış olur. Bakım optimizasyonu verim prensiplidir ve adam/saat, hangar, teçhizat gibi yüksek maliyetli işleri minimize etme odaklıdır. Sivil hava taşımacılığı yapan firmalar, uçağı maksimum havada tutmak, minimum yerde tutmak üzere çalışırlar. Bunun için de MRO'ların bakım optimizasyonu kar elde edebilmek için çeşitli optimizasyon modelleri geliştirerek kar maksimizasyonuna ciddi destek verirler. Bakım optimizasyonunun asıl amacı maksimum interval kullanımı yapmaktır. Komponent değişimlerinin maksimum interval oranı ile değiştirilmesi/yenilenmesi ve bakım kartlarının maksimum interval oranı ile uygulanması asıl amaçtır.

## **5.2. Çeşitli Interval Kullanım ve Interval Arttırma Yöntemleri;**

- a. Bakıma hazırlanacak uçağın uçuş değerlerinin saptanarak, bir sonraki bakımının denk düşeceği noktanın belirlenmesi ve sonraki bakımına yetiyecek kartların mevcut paketlerinden çıkarılarak interval kullanım yüzdesinin arttırılmasının hesaplanması.
- b. Bakım paketi hazırlanacak uçak için mevcut ve yakın gelecekteki durumların (ground, base bakım uzaması vb.) analiz edilmesi,
- c. Kartların slot etkisinin azaltılması. (Slot: Bir uçağın bakımda kalma süresi)
- d. Slot etkisi oluşturan, yüksek adam/saat gerektiren veya hangar yeri gerektiren kartların tespit edilerek planlayıcı birimlere bilgi verilmesi,
- e. A veya Base bakım paketlerinde bulunan kartların supersede ve called-on bağlantılarının takip edilerek uygun pakete düşmesinin sağlanması,
- f. Uygun bulunduğu uçağın yakın tarihli birden fazla bakımının birleştirilerek bakım masrafları minimize edilmeye çalışılması
- g. Uygulama kolaylığının sağlanması için aynı bölgedeki kartlar aynı bakımlara yüklenmesi için gerekli düzenlemelerin yapılması.

### 5.3. Uçak Bakım Tipi ve İnterval Aralıkları

Uçaklar, tiplerine göre üretici tarafından belirli periyotlarla bakım yapılmak üzere tasarlanmışlardır. Bu bakımlar, yolcu emniyeti bakımından emniyette tutacak ve oluşabilecek plansız bakımların önüne geçirerek maliyeti azaltacaklardır. Bakım tipleri, uçak tipi ve bakım aralıkları Çizelge 5.2’de verilmiştir.

Çizelge 5.2. Uçak bakım intervalleri

Uçak Tipi	A	B	C	S
A319/A320/A321	750 FH 120 DY*	-	7500 FH 24 MO*	6 YE
A330	800 FH	42 MO	10000 FH 24 MO*	6 YE
B737	1000 FH	-	7500 FH 730 DY*	-
B777	1500 FH 120 DY	730 DY	1125 DY	-

**FH:** Flight Hours (uçanın havada uçtuğu saat)

**DY:** Day

**MO:** Month

**YE:** Year

- **A319/A320/A321 A Bakım Intervali**

Interval değeri olan 750 uçuş saati ya da 120 gündür. Bu iki interval değerinden hangisi önce gelirse uçak bakıma o zaman girer. Şimdi A319/A320/A321 filosuna bir uçağın Yukarıdaki tabloda görüleceği üzere bir uçağın A bakım maliyeti adam saat, tool, hangar maliyetlerinin toplamı olarak verilmiştir. Bir uçağın A bakım slotu 24 ile 48 saat arasında değişmektedir. Yine bir A bakım slotunda yer alan A bakım paketinde 100-150 arasında bakım kartı yer alır.

- **A319/A320/A321 C Bakım Intervali**

C Bakım interval değeri 7500 uçuş saat (Flight Hour) ya da 24 ay (Month) (uçak bu iki interval değerinin hangisinin önce gelmesi durumunda ona göre bakıma alınır) olan A320 uçaklarının C bakım maliyetleri görülmektedir. C Bakım interval değeri 7500 uçuş saat (Flight Hour) ya da 24 ay (Month) (uçak bu iki interval değerinin hangisinin önce gelmesi durumunda ona göre bakıma alınır.) Bir A320 uçağı ortalama iki yılda bir C bakıma alınır.

- **A330 A Bakım Intervali**

Bir A330 uçağı 800 uçuş saatinde bir A bakıma alınır.

- **A330 B Bakım Intervali**

A330 uçağı B bakıma 42 ayda bir girer.

- **A330 C Bakım Intervali**

A330 C bakıma 10000 uçuş saati ya da 24 ayda bir girer. Bu iki interval değerinden hangisi önce gelirse uçak o zaman bakıma alınır.

- **A330 S Bakım Intervali**

A330 uçakları 6 yılda bir S bakımına girerler.

- **B737 A Bakım Intervali**

B737 uçaklarının A bakım intervalleri 1000 uçuş saatidir.

- **B737 C Bakım Intervali**

B737 uçağı 7500 uçuş saatine göre ya da 730 günde bir, bir C bakımına girer. Burada uçağın ilk önce hangi intervali önce doldurduğuna bakılır. Ortalama olarak bir C bakımına 730 günde bir girer ve 5 yılda da 2,5 defa C bakım uygulanır.

- **B777 A Bakım Intervali**

B777 bir A bakımına 1500 uçuş saati ya da 120 günde girer. Bu iki intervalden hangisi önce dolarsa ona göre uçak A bakımına alınır.

#### 5.4. Uçak Bakım Tipi ve Maliyetleri

Uçak bakımı planlı olarak yapılır. Bu bakım için B,C,S bakımları hangar yeri gerektirir. Bakım için uygulayıcı olarak yetkili teknisyenler, planlayıcı olarak mühendisler olmalıdır. Bakım aynı zamanda gerekli tool'ların da olmasını gerektirir. Bakımı meydana getiren, bakım paketleri planlayıcı mühendisler tarafından optimize edilerek, minimum zamanda bakımı en az insan gücüyle ve en az bakım kartıyla yapmaktır. Çizelge 5.3'de bakım tiplerine ve uçak tiplerine göre bakım maliyetleri gösterilmiştir.

Çizelge 5.3. Bakım Maliyetleri

Uçak Tipi	Bakım Tipi	Maliyet (\$)
A320	A	28000
A320	S	700000
A320	C	450000
A330	B	500000
A330	C	700000
A330	S	1,500000
A330	A	64000
B737	A	30000
B737	C	600000
B777	A	120000
B777	B	500000
B777	C	750000

#### 5.4.1. Uçak ailelerinin yıllık ortalama bakım sayıları

Aşağıdaki tabloda uçak modellerine 1 yılda ortalama uygulanan bakım sayıları verilmiştir. Hesaplama yapılırken uçağın uçağın bir yılda yaptığı toplam uçuş saati, bakı tipine ait interval değerine bölünerek bulunmuştur. (Örneğin A320 ailesine ait uçakların hesaplanması şu şekildedir: Total FH/ 750)

Çizelge 5.4. Yıllık ortalama bakım sayısı

	A	B	C	S
A320	11,68	-	1,1	0,16
B737	8,76	-	1,1	-
A330	10,95	0,28	0,87	0,16
B777	5,84	0,5	0,32	-



## 6. OPERASYON GİDERLERİNİN HESAPLANMASI

Uçak bakımında maliyet oluşturan faktörler çoktur ve bakım çeşitli maliyetlerden meydana gelir. Bakım maliyetlerini (2008-2018) yıllarını kapsayacak şekilde 10 yıllık periyotta inceleyeceğiz. Her yıl değişen maliyetler uçak bakım maliyetlerini de arttırmaktadır. Çizelge 6.1’de uçak tiplerine ait yıllar bazında gerçekleşen operasyon maliyetleri ve buna karşılık gerçekleşen bilet satış gelirleri görülmektedir. Uçak doluluk oranı operatör tarafından %85 olarak belirlenmiştir.

- Toplam uçuş saati verisi yine bir uçak filosunun 10 yıllık sürede bakım, arıza harici yerde tutulması hariç havada yaptığı toplam uçuşu göstermektedir.
- Yolcu uçuş saati uçağın yaptığı toplam uçuş saatiyle koltuk kapasitesinin çarpımıyla bulunmuştur. (Örneğin bir A320 uçağının 2018 yılında yapmış olduğu uçuş saati 28786711’dir ve uçağın koltuk kapasitesi 190’dır.)
- Uçuş katma değeri, bir uçak ailesindeki toplam yolcu uçuş saatinin koltuk uçuş saatinde bölünmesiyle elde ettiğimiz yüzdelerdir. Bu değer hangi uçak tipinin daha fazla uçtuğunu yüzdeler olarak göstermektedir. Uçuş katma değeri bizim bulduğumuz bir değerdir ve doluluk oranına göre sağladığı katma değeri göstermektedir.

Çizelge 6.1. Bakım maliyetleri ve operasyon giderleri

Uçak Tipi	Toplam Uçuş Saati	Koltuk Kapasitesi	Yolcu Uçuş Saati	Uçuş Katma Değeri	Operasyon Gelirleri
<b>A320</b>	4 229046253				Bilet satış geliri(\$) 29.649.724.934
2008	28 786 711	190	5 469 475 090	14%	677.438.457
2009	64 771 907	190	12 306 662 330	23%	1.068.609.000
2010	112 592 604	190	21 392 594 760	30%	1.697.210.616
2011	160 891 427	190	30 569 371 130	33%	2.315.310.776
2012	223 412 645	190	42 448 402 550	34%	2.783.586.415
2013	332 497 086	190	63 174 446 340	36%	3.590.374.921
2014	463 890 783	190	88 139 248 770	36%	4.022.031.807

2015	560 843 117	190	106 560 192 230	32%	3.334.791.338,
2016	661 040 602	190	125 597 714 380	31%	3.063.597.362
2017	753 126 080	190	143 093 955 200	31%	3.366.422.603
2018	867 193 291	190	164 766 725 290	29%	3.730.351.639
<b>A330</b>	2 003 243 706	-	-	-	19.608.424.973
2008	18 233 508	290	5 287 717 320	14%	654.926.297
2009	26 748 316	290	7757011 640	15%	673.554.878
2010	33 706 555	290	9 774 900 950	14%	775.505.068
2011	48 574 995	290	14 086 748 550	15%	1.066.924.163
2012	72 317 976	290	20 972 213 040	17%	1.375.268.886
2013	105 288 171	290	30 533 569 590	18%	1.735.305.473
2014	182 158 237	290	52 825 888 730	22%	2.410.587.878
2015	275 183 114	290	79803 103 060	24%	2.497.430.713
2016	343 336 365	290	99 567 545 850	25%	2.428.665.779
2017	374 849 966	290	108 706 490 140	23%	2.557.424.490
2018	522 846 503	290	151 625 485 870	26%	3.432.831.348
<b>Uçak Tipi</b>	<b>Toplam Uçuş Saati</b>	<b>Koltuk Kapasitesi</b>	<b>Yolcu Uçuş Saati</b>	<b>Uçuş Katma Değeri</b>	<b>Operasyon Gelirleri</b>
<b>B737</b>	576 8926 753				Bilet Satış Geliri \$ 36.434.070.883
2008	183 199 379	150	27 479 906 850	72%	3.403.607.369
2009	215 414 912	150	32 312 236 800	62%	2.805.727.998
2010	263 842 167	150	39 576 325 050	56%	3.139.841.604
2011	306 086 135	150	45 912 920 250	49%	3.477.424.464
2012	343 636 893	150	51 545 533 950	41%	3.380.137.755
2013	406 543 392	150	60 981 508 800	35%	3.465.744.340
2014	491 509 975	150	73 726 496 250	30%	3.364.339.010
2015	751 834 040	150	112 775 106 000	33%	3.529.286.489
2016	817 669 097	150	122 650 364 550	31%	2.991.705.185
2017	909 992 149	150	136 498 822 350	29%	3.211.265.775
2018	1079 198 614	150	161 879 792 100	28%	3.664.990.894
<b>B777</b>	876 490 394		-	-	16.133.738.043
2010	4 2964	370	15 896 680	0%	2.333.887
2011	768 7982	370	2 844 553 340	5%	384.251.313
2012	28 705 388	370	10 620 993 560	15%	1.236.139.812
2013	51 563 879	370	19 078 635 230	20%	2.016.999.480
2014	73 731 536	370	2728 066 8320	22%	2.398.565.799
2015	104 413 562	370	38 633 017 940	22%	2.350.092.744
2016	140 677 398	370	52 050 637 260	22%	2.098.094.805
2017	203 359 160	370	75 242 889 200	22%	2.429.288.801
2018	266 308 525	370	98 534 154 250	25%	3.217.971.402

Çizelge 6.2.'de Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası(2019), verilerine göre 10 yıllık süredeki dolar cinsinden döviz biriminin Türkiye'deki değişimini göstermektedir. Bu veri baz alınarak tl cinsinden ödemelerin yıllar bazında döviz değeri hesaplanmıştır.

Çizelge 6.2. Döviz kurunun yıllara göre değişimi

Years	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Döviz Kuru \$	1,29	1,55	1,5	1,67	1,79	1,9	2,19	2,72	3,02	3,65	4,81

Bugünkü değer metodu, gelecekte alınacak bir para miktarının şimdi ne kadar olduğunu gösterir ve gelecekte alınması gereken para miktarı için bugün ne kadar para yatırılması gerektiğini bulmamıza yardımcı olur. Bunun için gelecekte alınacak bir para miktarının bugünkü değerini bilmemiz gerekir. (Çizelge 6.2.)

Çizelge 6.3 Yıllık döviz faiz oranları

Yıl	Ortalama
2008	5,61
2009	5,28
2010	3,74
2011	4,58
2012	4,72
2013	3,73
2014	3,29
2015	3,36
2016	2,91
2017	4,26
2018	5,56

Yukarıdaki Çizelge 6.3 yıllar bazında gerçekleşen dolar cinsinden dövizin, aylık oranlarının, yıllık ortalaması Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası'nın verilerinden elde edilerek hesaplanmıştır. Ortalama sekmesinde örneğin 2008 yılındaki 12 aylık ortalama alınarak bulunmuştur. Bulunan ortalama faiz verisi daha sonra Çizelge 6.4'te bugünkü değer faktörünün bulunması için kullanılmıştır.

Çizelge 6.4 Bugünkü değer faktörü

IR	CIR											
0,0561	1											
0,0528	1,056	1										
0,0374	1,096	1,037	1									
0,0458	1,146	1,085	1,046	1								
0,0472	1,200	1,136	1,095	1,047	1							
0,0373	1,245	1,178	1,136	1,086	1,037	1						
0,0329	1,286	1,217	1,173	1,122	1,071	1,033	1					
0,0336	1,329	1,258	1,213	1,160	1,107	1,068	1,034	1				
0,0291	1,367	1,295	1,248	1,193	1,140	1,099	1,064	1,029	1			
0,0426	1,426	1,350	1,301	1,244	1,188	1,145	1,109	1,073	1,043	1		
0,0556	1,505	1,425	1,374	1,313	1,254	1,209	1,171	1,133	1,101	1,056	1	

Yukarıdaki Çizelge 6.4’de bugünkü değer faktörünü bulabilmemiz için 2008-2018 yılları arasındaki faiz verileri aylık olarak hesaplanmıştır. Daha sonra Çizelge 6.3’teki “ortalama” olarak bulunan enflasyon verisinin yüzdelik oranı Çizelge 6.4’te IR (interest rate) olarak belirlenmiştir. “CIR” sekmesinde bileşik faiz hesabı yapılmıştır. CIR hesaplanırken IR sekmesindeki değer 1 ile toplanıp CIR sekmesine karşılık gelen değerle çarpılarak bulunmuştur. (Örneğin CIR sekmesinin 3. sıradaki değeri için;  $(1+0,0374)*(1,0561)$  hesabıyla bulunmuştur.

Bir dönem için ödenen faiz  $i$  olarak belirlenirse,  $FV=PV(1+i)$  olarak yazılabilir. Dönem sayısı arttıkça, örneğin 2 dönem sonunda  $FV=PV(1+i)(1+i)$  olacaktır. PV bugünkü değer, her  $(1+i)$  faktörü ise dönemlerdeki paranın büyümesini ifade edecektir. Genel olarak ifade edersek, örneğin  $n$  dönem sonra,  $FV=PV(1+i)(1+i).....(1+i)$   $n$  kere  $(1+i)$  faktörünün çarpımı olacaktır. O da  $FV=PV(1+i)^n$  olacaktır. Çizelge 6.4’te bugünkü değer faktörü bu formül aracılığıyla bulunmuştur.

Çizelge 6.5’de bakımsız satış giderleri (personel, işletme, yakıt vs.) gösterilmektedir. Yine 10 yıllık periyotta bütün uçak filosunun maliyetlerinin toplamı hesaplanmıştır. Bakım dışı satış gideri ve bakım maliyetleri hesaplanarak, bakım maliyetleri daha önce hesapladığımız maliyetler olarak gösterilmiştir. Bakım maliyetleri hesaplanırken bir uçak ailesine 10 yıllık sürede uygulanan her bir bakımın maliyeti hesaplanarak eklenmiştir. Toplam maliyetler sekmesinde bakım dışı satış gideri ve

bakım maliyetlerinin toplamı alınarak, toplam harcanan maliyet gösterilmiştir. Net kar sekmesinde bilet satış geliri, toplam maliyetler sekmesinin farkıyla bulunmuştur. Bütün bu maliyetler bugünkü değer McAllister'in yapmış olduğu metodla 2008'den 2018'e kadar gerçekleşen dolar bazındaki birimin değişimi bulunarak hesaplanmıştır.

Çizelge 6.5. Maliyetlerin bugünkü değeri

<b>A320FAM</b>						
Yıl	Bilet Satış Geliri \$	Bakım Disi Satış Maliyetleri \$	Bakım Maliyetleri \$	Toplam Maliyetler \$	Net Kar \$	Bugünkü değer (2018) \$
2008	677.438.458	488.651.553	7.798.818	496.450.372	180.988.086	272.363.025
2009	1.068.609.000	722.059.120	17.716.985	739.776.105	328.832.895	468.552.323
2010	1.697.210.616	1.232.946.584	22.037.346	1.254.983.931	442.226.686	607.399.688
2011	2.315.310.776	1.842.488.807	24.993.220	1.867.482.028	447.828.748	588.184.688
2012	2.783.586.416	2.169.063.429	37.975.693	2.207.039.122	576.547.293	723.108.711
2013	3.590.374.921	3.265.551.576	63.804.121	3.329.355.697	261.019.224	315.615.051
2014	4.022.031.807	3.808.198.637	78.999.183	3.887.197.820	134.833.987	157.840.811
2015	3.334.791.339	2.919.334.237	73.059.635	2.992.393.873	342.397.466	387.781.837
2016	3.063.597.362	2.523.090.959	113.876.767	2.636.967.727	426.629.636	469.538.778
2017	3.366.422.603	2.933.041.921	158.594.030	3.091.635.952	274.786.652	290.071.659
2018	3.730.351.639	2.691.007.170	228.704.134	2.919.711.304	810.640.335	810.640.335

<b>A330</b>						
Yıl	Bilet Satış Geliri \$	Bakım Disi Satış Maliyetleri \$	Bakım Maliyetleri \$	Toplam Maliyetler \$	Net Kar \$	Bugünkü değer (2018) \$
2008	654.926.297	472.413.027	6.355.934	478.768.961	176.157.336	265.093.389
2009	673.554.879	455.121.044	7.011.297	462.132.341	211.422.538	301.254.901
2010	775.505.069	563.369.281	8.708.113	572.077.394	203.427.674	279.408.525
2011	1.066.924.163	849.041.887	20.527.640	869.569.527	197.354.637	259.208.405
2012	1.375.268.887	1.071.655.412	27.582.836	1.099.238.248	276.030.638	346.199.109
2013	1.735.305.473	1.578.311.360	26.466.218	1.604.777.578	130.527.895	157.829.633
2014	2.410.587.879	2.282.427.866	54.994.003	2.337.421.869	73.166.010	85.650.380
2015	2.497.430.713	2.186.294.208	101.195.483	2.287.489.690	209.941.023	237.768.452
2016	2.428.665.779	2.000.179.510	169.878.565	2.170.058.075	258.607.704	284.617.700
2017	2.557.424.491	2.228.191.207	235.494.517	2.463.685.723	93.738.768	98.952.986
2018	3.432.831.349	2.476.381.496	318.543.592	2.794.925.088	637.906.260	637.906.260

<b>B737</b>						
Yıl	Bilet Satis Geliri \$	Bakim Disi Satis Maliyetleri \$	Bakim Maliyetleri \$	Toplam Maliyetler \$	Net Kar \$	Bugünkü değer (2018)\$
2008	3.403.607.368	2.455.098.333	14.181.292	2.469.279.626	934.327.743	1.406.039.129
2009	2.805.727.998	1.895.830.458	19.164.056	1.914.994.514	890.733.484	1.269.201.619
2010	3.139.841.604	2.280.952.607	77.261.153	2.358.213.760	781.627.844	1.073.568.203
2011	3.477.424.464	2.767.281.058	100.786.516	2.868.067.575	609.356.889	800.338.060
2012	3.380.137.755	2.633.916.141	94.885.713	2.728.801.854	651.335.901	816.908.984
2013	3.465.744.340	3.152.196.398	22.480.233	3.174.676.631	291.067.709	351.948.598
2014	3.364.339.010	3.185.472.380	28.589.780	3.214.062.160	150.276.850	175.918.701
2015	3.529.286.489	3.089.598.669	36.093.669	3.125.692.338	403.594.151	457.090.069
2016	2.991.705.185	2.463.882.623	41.818.268	2.505.700.891	486.004.294	534.885.163
2017	3.211.265.775	2.797.859.404	54.822.335	2.852.681.739	358.584.036	378.530.273
2018	3.664.990.894	2.643.857.129	71.280.000	2.715.137.129	949.853.765	949.853.765

<b>B777</b>						
Yıl	Bilet Satis Geliri \$	Bakim Disi Satis Maliyetleri \$	Bakim Maliyetleri \$	Toplam Maliyetler \$	Net Kar \$	Bugünkü değer (2018)\$
2010	2.333.887	1.695.463	288.070	1.407.393	926.494	1.272.542
2011	384.251.313	305.781.302	5.985.280	299.796.022	84.455.291	110.924.788
2012	1.236.139.812	963.241.394	11.020.229	952.221.165	283.918.646	356.092.291
2013	2.016.999.480	1.834.520.343	18.321.012	1.816.199.331	200.800.149	242.800.313
2014	2.398.565.799	2.271.044.946	26.473.084	2.244.571.862	153.993.937	180.270.037
2015	2.350.092.744	2.057.311.991	18.147.948	2.039.164.043	310.928.701	352.141.925
2016	2.098.094.805	1.727.930.732	58.781.343	1.669.149.389	428.945.416	472.087.472
2017	2.429.288.801	2.116.551.227	93.205.637	2.023.345.591	405.943.210	428.523.801
2018	3.217.971.402	2.321.385.476	99.725.360	2.221.660.116	996.311.286	996.311.286

Çizelge 6.6.'te uçak ailelerinin sahip olduğu uçaklara ait koltuk kapasitesi ve yıllar bazında uçtukları uçuş saatlerinin (FH) toplamı verilmiştir. Örnek olarak; toplam uçuş saati sekmesinde, 2008 yılındaki A320, A330, B737, B777 uçaklarının yapmış olduğu uçuş saatlerinin toplamı yazılmıştır. Toplam koltuk uçuş saati de A320 uçağının 2008 yılında yapmış olduğu toplam uçuş saatinin koltuk kapasitesinin çarpımıyla elde edilmiştir. 2008 ve 2009 yıllarında B777 filosuna ait uçak olmadığından veri gösterilememiştir.

Çizelge 6.6. Uçak ailelerinin yıllara göre uçuş ve koltuk uçuş saatleri

Koltuk Kapasite	190	290	150	370		
Yıl	A320	A330	B737	B777	Toplam Uçuş Saati	Toplam Koltuk Uçuş Saati
2008	28786711	18233508	183199379	-	230219598	38237099260
2009	64771907	26748316	215414912	-	306935135	52375910770
2010	112592604	33706555	263842167	42964	410184290	70759717440
2011	160891427	48574995	306086135	7687982	523240539	93413593270
2012	223412645	72317976	343636893	28705388	668072902	125587143100
2013	332497086	105288171	406543392	51563879	895892528	173768159960
2014	463890783	182158237	491509975	73731536	1211290531	241972302070
2015	560843117	275183114	751834040	104413562	1692273833	337771419230
2016	661040602	343336365	817669097	140677398	1962723462	399866262040
2017	753126080	374849966	909992149	203359160	2241327355	463542156890
2018	867193291	522846503	1079198614	266308525	2735546933	576806157510

Çizelge 6.7’te uçak ailesine ait ilk satınalma maliyeti ve bakım maliyetleriyle beraber uçak ailesinin 10 yıllık periyotta yaptığı toplam uçuş saatini (Uçak toplam FH) ve uçak kapasitesinin (Koltuk toplam uçuş saati) yapmış toplam saatini içermektedir. Bu tablonun amacı, havayolu işletmesine 10 yıllık periyotta, uçak ailesi bazında meydana gelen maliyetleri uçuş saati başına ve koltuk başına göstermektir. Görüleceği üzere TC1 (Total Cost of AC) verisi bir uçak ailesinin 10 yıllık periyotta 1 uçuş saatince oluşturduğu maliyeti göstermektedir. Diğer taraftan da TC2 (Total Cost of Seat) verisi koltuk başına oluşan maliyeti göstermektedir.

- TC1 verisi, ilk satınalma maliyeti ve bakım maliyetlerinin toplanıp uçak ailesinin yapmış olduğu toplam uçuş saatine bölünmesiyle bulunmuştur.
- TC2 verisi ilk satınalma maliyeti ve bakım maliyetlerinin toplanıp uçak ailesine ait toplam koltuk uçuş saatine bölünmesiyle bulunmuştur.

Çizelge 6.7. 10 yıllık periyotta TC1 ve TC2

Uçak Tipi	Uçak İlk Satınalma Maliyeti	Bakım Maliyeti \$	Uçak Toplam FH	Koltuk Toplam Uçuş Saati	TC1 \$	TC2 \$
A320	\$101.000.000	921.536.181	4229046253	803518788070	0,303	0,00159
B737	\$106.000.000	682.875.193	5768926753	580940674740	0,187	0,00185
A330*	\$265.000.000	1.058.165.577	2003243706	865339012950	0,782	0,00181
B777*	\$375.000.000	387.443.664	876490394	324301445780	1,044	0,00282

\*A330 ve B777 uçakları geniş gövde uçaklardır.

Çizelge 6.8.'da bir uçak tipinin 10 yıllık periyotta sağladığı gelirin ve yapmış olduğu toplam uçuş saatinin, saat başına sağladığı gelir hesaplanmıştır. (operasyon geliri/toplam uçak uçuş saati)

Çizelge 6.8. 10 yıllık periyotta uçak saatlik geliri

Uçak Tipi	Operasyon Geliri \$	Toplam Uçuş Saati \$	Uçak Saatlik Gelir \$
A320	34.887.622.200	4229046253	8,25
B737	44.712.738.915	5768926 753	7,75
A330	22.690.749.345	2003243706	11,33
B777	19.496.977.156	876490394	22,24

Çizelge 6.9.'de bir uçak tipinin 10 yıllık periyotta sağladığı gelirin ve sahip olduğu kapasitenin, koltuk başına ve uçuş başına sağladığı gelir hesaplanmıştır. Operasyon geliri yıllık olarak ayrı ayrı toplanarak bugünkü değer faktörüyle çarpılıp hesaplanmıştır. (operasyon geliri/toplam yolcu uçuş saati)

Çizelge 6.9. 10 yıllık periyotta koltuk başına ve uçuş başına gelir

Uçak Tipi	Operasyon Geliri \$	Toplam Yolcu Uçuş Saati \$	Koltuk Başına ve Uçuş Başına Gelir \$
A320	34.887.622.200	803518788070	0,04
B737	44.712.738.915	865339012950	0,05
A330	22.690.749.345	580940674740	0,04
B777	19.496.977.156	324301445780	0,06

Çizelge 6.10.'da bir uçak tipinin 10 yıllık periyotta sağladığı gelirin ve sahip olduğu kapasitenin, koltuk başına sağladığı gelir hesaplanmıştır. Operasyon geliri hesaplanırken, bugünkü değer faktörüyle hesaplanmıştır. (Koltuk başına gelir: operasyon geliri/koltuk kapasitesi)



Çizelge 6.10. 10 yıllık periyotta koltuk başına başına gelir

Uçak Tipi	Operasyon Geliri \$	Koltuk Kapasitesi	Koltuk Başına Gelir \$
A320	34.887.622.200	190	183.619.064
B737	44.712.738.915	150	298.084.926
A330	22.690.749.345	290	78.243.963
B777	19.496.977.156	370	52.694.533

## 7. DEĞERLENDİRME VE SONUÇ

Küresel olarak gelişen sektörlerden olan havacılık sektörü içerisinde, ülke içinde ve global ölçekte ciddi rekabetler yaşanmaktadır. Bu rekabet, ülkemizin stratejik konumu dolayısıyla, ülkemizi bir geçiş noktası haline getirmektedir. Bunun sonucunda faaliyet gösteren havayolları, her gün artan yolcu kapasitesine hizmet verebilmek için filolarını büyütmektedirler. Her havayolu işletmelerinin MRO (maintenance repair organisation) hizmeti verebilecek hangar/yetkili personel gibi büyük maliyet doğuracak yatırımı bulunmamaktadır. Havayolu işletmeleri, uçak bakımlarını yurtiçinde/yurtdışında anlaştıkları bir MRO şirketine yaptırırlar. Uçaklara, periyodik olarak bakım yapılmazsa havacılık otoriteleri (EASA, SHGM) havayolu işletmesinin kapatılmasına kadar çeşitli yaptırımlarda bulunabilir. Bununla beraber periyodik olarak bakım yapılmayan bir uçak oluşabilecek bir kazada büyük insan ölümlerine sebep verecektir. Bunun için oluşabilecek daha büyük maliyetler, havayolu işletmesini daha büyük zararlara uğratacaktır. Bu çalışma havayolu işletmelerinin sahip olduğu uçak tiplerini, bakım tiplerini, bakım intervallerini, bakım maliyetlerini incelemektedir. Bu çalışma ayrıca, uçak işletmesinin, uçak satın alırken kârlılık esaslı bir seçim yapmasına yardım olacak veriler içermektedir.

Çizelge 6.8’de uçak ailelerine ait operasyonel gelirler, toplam uçuş saati verileri kullanılarak bir uçak ailesinin getirdiği uçak saatlik gelir hesaplanmıştır.

- Dar gövde uçaklar arasında (A320, B737) operasyon geliri ve toplam uçuş saatinin az olmasına rağmen A320 uçaklarının toplam saatlik geliri daha yüksektir.
- Geniş gövde uçaklar arasında (A330, B777) B777 uçaklarının sağladığı gelirin daha fazla olduğu görülmektedir.

Çizelge 6.10’da uçak ailelerinin koltuk başına sağladığı gelir hesaplanmıştır. Bu tabloda uçakların sahip olduğu kapasitenin farklılık göstermesi sebebiyle, koltuk başına gelir bir önceki tabloya göre değişkendir. Bunun başlıca sebebi geniş gövde uçakların uzun menzil uçuşması ve gün içinde yaptıkları cycle (uçanın bir pistten

kalkıp bir diğerk piste inmesi 1 cycle olarak hesaplanır) değerinin 2,5 civarında olmasıdır. Bu veri kapasiteye ve yapılan cycle, uçuş saatine (FH) göre değışkenlik göstermektedir. Bir sonraki veri (Çizelge 6.9) daha tutarlı bir sonuç gösterecektir.

Çizelge 6.8, uçak ailelerinin operasyonel gelirlerinin ve toplam yolcu uçuş saatinin, koltuk başına ve uçuş başına sağladığı geliri göstermektedir. Uçuş işletmesinin sahip olduğu uçak aileleri aynı sayıda olmadığından ve uçakların sahip olduğu kapasite(koltuk sayısı) farklı olduğundan sağladığı gelirler değışkendir. Bununla beraber Çizelge 6.8.'de koltuk başına ve uçuş başına sağlanan gelir önceki iki veri(Çizelge 6.6 ve Çizelge 6.7) gözönüne alındığında doğruya en yakın gelir olarak gösterilebilir. Çizelge 6.9'a göre;

- Dar gövde uçak ailesinde, B737 uçak ailesi sağladığı gelir bakımından A320 uçak ailesine göre daha etkilidir.
- Geniş gövde uçak ailesinde de B777 uçak ailesi sağladığı gelir bakımından A330 uçak ailesine göre daha etkilidir denilebilir.

Bu çalışma, uçak ailesinin bakım maliyetlerini “bugünkü değerk” metodolojisi kullanılarak sunulmaktadır. Model formülasyonu; uçak tipi, bakım intervali, bakım tipi, koltuk kapasitesi ve diğerk operasyonel kısıtlar kullanılarak hazırlanmıştır. Ayrıca, X havayolu işletmesinden filo bakım verilerini kullanarak önerilen metodolojiyi doğrulayarak gösterilmektedir. Bugünkü değerk temelli metodoloji, X havayolu işletmesinden A320, A330 ve B737, B777 uçak tiplerine ait vaka çalışmaları kullanılarak değerklendirilmiştir. Bu çalışmada 4 farklı uçak tipi için bakım maliyetleri, işletme giderleri, bilet satış gelirleri, operasyonel giderler hesaplanarak gösterilmiştir. Çalışma niyayetinde, havayolu işletmesine uçak tipi bazında kâr-zarar analizi yapmasını sağlamaktadır. Bununla beraber havayolu işletmesine, uçak tipi bazında saat başında oluşan maliyeti, koltuk başına gerçekleşen maliyeti de göstermektedir. Bu da havayolu işletmesine uçak tipi bazında, uçak satın alırken doğru karar vermesine yol gösterici mahiyette olacağından, bütün maliyetleri geçmiş ve gelecek (bugünkü değerk) değerkleriyle kıyaslama seçeneğini de ekleyerek analiz etmesini sağlayarak, işletmeye kârlılık getirecektir.

## KAYNAKLAR

- Airbus, 2018. A320 Bakım Planlama Dökümanı (özel doküman)
- Bazargan M, Hartman J., 2012. Journal of Air Transport Management, Elsevier.
- Boeing, 2012. Airplane Maintenance Program Development, Commercial Aviation Services, USA.
- Boeing, 2009. Airline Maintenance Program Development Seminar, USA.
- Boeing, 2018. Maintenance Planning Document (özel döküman)
- Gerdes M., Scholz D., Galar D., 2016. Effects of Condition-based Maintenance on Costs Caused by Unscheduled Maintenance of Aircraft
- Hu C-Ing, Li H. , Lui S. M., Chao C.C, 2010. Aircraft Replacement scheduling: A dynamic programming approach, Taiwan: Department of Transportation Technology and Management, National Chiao Tung University, Hsinchu 300.
- History of airbus industrie, 2018. Erişim Tarihi: 20.11.2019.  
<https://www.britannica.com/topic/Airbus-Industrie>
- History of boeing industrie, 2018. Erişim Tarihi: 20.11.2019.  
<https://www.britannica.com/topic/Boeing-Industrie>
- McAllister, E.W., 2015. Pipeline Rules and Thumb, Gulf Professional Publishing, 806p, USA.
- Mytechnic, 2019. Hakkımızda. Erişim Tarihi: 25.11.2019.  
<https://www.mytechnic.aero/hakkimizda>
- Onur Air Havayolları, 2019. Hakkımızda. Erişim Tarihi: 25.11.2019.  
<http://www.onurair.com/tr/kurumsal/detay/Hakkimizda/3/1/0>
- Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü, 2019. Havacılık Personeli.  
Erişim Tarihi: 16.11.2019 <http://web.shgm.gov.tr/tr/havacilik-personeli/2125-hava-araci-teknisyeni>.
- Türk Hava Yolları, 2018. Yatırımcı İlişkileri. Erişim Tarihi: 26.11.2019.  
<https://investor.turkishairlines.com/tr/maliveriler/filo>
- Türkiye Cumhuriyeti Merkez Bankası. 2018. Reel Efektif Döviz Kuru. Erişim Tarihi: 20.11.2019,  
<https://www.tcmb.gov.tr/wps/wcm/connect/TR/TCMB+TR/Main+Menu/Istatistikler/Doviz+Kurlari/Reel+Efektif+Doviz+Kuruu/>
- Zorbaci B., Baynal Kasim, 2019. Uçak Bakım Planlamada Meydana Gelen Problemler ve Çözüm Önerileri.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Mehmet Fatih NUMANOĞLU

Doğmu Yeri ve Yılı : ELAZIĞ, 23/06/1989

Medeni Hali : Evli

Yabancı Dili : İngilizce

E-posta : fatihbayankulu@gmail.com



### Eğitim Durumu

Lise : Mehmet Akif Ersoy Lisesi, 2006

Lisans : Beykent Üniversitesi, Mühendislik  
Fakültesi, Endüstri Mühendisliği  
Bölümü

Yüksek Lisans : İstanbul Ticaret Üniversitesi,  
Fen Bilimleri Enstitüsü, Endüstri Mühendisliği Anabilim Dalı

Mesleki Deneyim : THY Teknik A.Ş Mühendis 2017-...(devam ediyor)