



**Ulaşım Emniyeti
İnceleme Merkezi**

**T.C.
ULAŞTIRMA VE ALTYAPI BAKANLIĞI**

ULAŞIM EMNİYETİ İNCELEME MERKEZİ BAŞKANLIĞI

HAVA ARACI KAZASI ARAŞTIRMA VE İNCELEME NİHAİ RAPORU

SAHİBİ ve İŞLETMECİSİ : Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.
HAVA ARACININ TİP VE MODELİ : Eurocopter EC130 B4
TESCİL İŞARETİ : TC-HCB
KAZA YERİ : Çiğli / İzmir
KAZA TARİHİ : 30 Ağustos 2022
ÖLÜ VE YARALI DURUMU : 1 Hafif Yaralı
HAVA ARACI HASAR DURUMU : Ağır Hasar

Heyet Karar No:19 / H-13 / 2024

Tarih: 27 /11. / 2024

Bu araştırma ve incelemenin tek amacı, Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi mevzuatı çerçevesinde benzer kaza ve hadiseleri önlemeye yönelik tavsiyelerde bulunmaktır.

Bu rapor adli ve idari soruşturma niteliğinde olmayıp, suçu, suçluyu tespit etme ve sorumluluk paylaşımı ortaya koyma amacını taşımaz.

ÖNSÖZ

30.08.2022 tarihinde, sahibi ve işletmecisi Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş. olan, TC-HCB tescil işaretli, Eurocopter EC130 B4 tipi, 4412 seri numaralı hava aracının, pilotlar kontrolünde, Baknet İniş Şeridinden, tanımsız İZHAK iniş noktasına gerçekleştirmek istenen uçuş için kalkış yaptığı, kalkışı müteakip yaşanan güç kaybı nedeniyle kalkış noktasından yaklaşık 220 metre uzaklıkta bulunan toprak zemine acil iniş gerçekleştirdiği esnada yan yatması neticesinde hava aracı kazası meydana gelmiş, kaza sonucu hava aracında bulunan iki mürettebattan biri hafif şekilde yaralanmıştır.

TC-HCB tescil işaretli hava aracının ve motorunun tasarım ve üretici ülkesi olan Fransa'da yerleşik Kaza Araştırma ve İnceleme Bürosu'na (BEA) kaza bildiriminde bulunulmuş, BEA tarafından akredite temsilci görevlendirilmiştir.

Kaza ile ilgili araştırma ve inceleme 1 Sayılı Cumhurbaşkanlığı Kararnamesinin 489/A Maddesine, 11.05.2019 tarihli Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı Yönetmeliği'ne, 08.11.2022 tarihli Sivil Hava Aracı Kaza veya Ciddi Olaylarını Araştırma ve İnceleme Yönetmeliği HKY-13 ve ICAO Ek-13'e göre yürütülmüştür

Yukarıda bahsedilen mevzuat çerçevesinde, Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı'nın E-94665312-403.03-687520 sayılı ve 10.10.2022 tarihli yazısı ile Olur alınarak, Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubu aşağıda yer alan üyelerden oluşturulmuştur.

İşbu rapor Türkçe ve İngilizce olarak hazırlanmış olup, iki rapor arasında farklılık olması halinde Türkçe rapor geçerlidir.

KISALTMALAR

AD	Uçuş Elverişlilik Direktifleri
AFTD	Hava Aracı Uçuş Teknik Kayıt Defteri
AGL	Yer Seviyesinden Yükseklik
DECU	Digital Engine Control Unit
EBCAU	Motor Yedekleme Kontrolü Yardımcı Ünitesi (Engine Back-Up Control Auxiliary Unit)
GOV	Governor (Düzenleyici)
HMU	Hidro-Mekanik Birim (Hydro-Mechanical Unit)
HP	Yüksek Basınç (High Pressure)
ICAO	Uluslararası Sivil Havacılık Teşkilatı
IR	Aletli Uçuş Yetkisi
LTBJ	Adnan Menderes Havalimanı
METAR	Rutin Meteoroloji Raporu
MTOW	Azami Kalkış Ağırlığı
Mbar	Milibar (1 mbar = 1 hpa)
N	Kuzey
NG/N1	Gaz Jeneratörü Dönme Hızı
NM	Deniz Mili (1 NM = 1852 metre)
NOTAM	Havacılara Duyuru
NPT/N2	Güç Türbini Dönme Hızı
NR	Ana Rotor Dönme Hızı
P3	Yanma Odası Hava Basıncı
S/N	Seri No
SB	Servis Bülteni
SEM	Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope)

T45	Yüksek Basınç Türbin Çıkış Sıcaklığı (Temperature at High Pressure Turbine Outlet)
TAF	Spesifik bir periyot esnasında bir havaalanında beklenen meteorolojik şartların kısa ve öz ifadesi
TRQ	Tork
TSN	Üretim Sonrası Toplam Uçuş Saati
TSO	Yenileştirme Sonrası Uçuş Saati
UEİMB	Ulaşım Emniyeti İnceleme Merkezi Başkanlığı
UTC	Yerel Zaman - 3 saat
ZZZZ	ICAO tanımsız iniş/kalkış alanı
VEMD	Entegre Alet Görüntüleme Sistemi
VFR	Görerek Uçuş Kuralları
VNL	Yakın Gözlüğü Takma ve Yedek Gözlük Bulundurma

İÇİNDEKİLER

Sayfa

Önsöz	2
Kısaltmalar	3
1 KAZA İLE İLGİLİ GERÇEK BİLGİLER	6
1.1 Uçuşun Hikayesi	6
1.1.1 Genel	6
1.1.2 Uçuş Hazırlığı, Kazanın Oluşuna Kadar Uçuş Safhası	6
1.2 Ölü ve Yaralı Durumu	8
1.3 Hava aracındaki Hasar	8
1.4 Diğer Hasarlar	11
1.5 Personele Ait Bilgiler	11
1.5.1 Kaptan Pilot	11
1.5.2 İkinci Pilot.....	11
1.6 Hava aracına Ait Bilgiler.....	12
1.6.1 Hava aracı Genel Özellikleri.....	12
1.6.2 Hava aracı Bakım Durumu.....	13
1.6.3 Uçuşa Elverişlilik Sertifikası	13
1.6.4 Hava aracı Tescil Sertifikası.....	14
1.6.5 Ağırlık ve Denge Durumu	14
1.6.6 Yakıt	15
1.7 Meteoroloji Bilgileri	15
1.8 Seyrüsefer Yardımcıları ve Haberleşme.....	17
1.9 Havaalanı Hakkında Bilgiler.....	17
1.10 Uçuş Kayıt Cihazları	19
1.11 Yere Çarpma ve Enkaz Bilgileri.....	20
1.12 Tıbbi ve Patolojik Bilgiler	21
1.13 Yangın	22
1.14 Arama ve Kurtarma.....	22
1.15 Diğer Bilgiler	23
2 ANALİZ	23
2.1 Uçuş Kayıt Cihazları	23
2.2 Yakıt Sistemi İncelemesi.....	27
2.3 Motor İncelemesi.....	29
2.4 Motor Test ve Analizleri.....	29
2.5 Birikinti Laboratuvar Analizi.....	36
3 BULGULAR	43
4 MUHTEMEL NEDEN	44
5 TAVSİYELER	45
6 EKLER	46

1. KAZA İLE İLGİLİ GERÇEK BİLGİLER

1.1 Uçuşun Hikâyesi:

1.1.1 Genel:

Uçuşun Amacı	: Yolcu Taşımacılığı
İşletme Tipi	: Hava Taksi
Son Kalkış Yeri	: Baknet İniş Şeridi
Planlanan İniş Noktası	: İzhak İniş Noktası (38° 33' 11" N, 27° 24' 56" E)
Kaza Saati	: 11:37 UTC
Kaza Yeri	: Çiğli / İzmir (38° 28' 52" N, 27° 02' 18" E)

Lokal Saat = UTC + 3 Saat

1.1.2 Uçuş Hazırlığı, Kazanın Oluşuna Kadar Uçuş Safhası:

Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubuna sunulan uçuş planı üzerinde yapılan incelemelerde;

- Uçuş planının pilotlar tarafından hazırlanarak imzalandığı ve hava aracında bulunan kişi sayısının iki olarak belirtildiği,
- Uçuşun VFR olacağı,
- Kalkış saatinin 11:30 UTC, toplam uçuş süresinin 00:10 saat, yakıt miktarı süresinin 03:00 saat olduğu,
- NOTAM ve meteoroloji bilgilerinin alındığı,
- İniş meydanının ZZZZ, yedek meydanın LTBJ olduğu, ikinci yedek meydanın ise belirtilmemiş olduğu tespit edilmiştir.

Son kalkış gerçekleştirdiği noktada bulunan güvenlik kameraları incelendiğinde;

- 11:16:30 UTC'de helikopterin hangardan çıkarılarak park pozisyonuna getirildiği,
- 11:30:13 UTC'de pilotların hava aracındaki yerlerini aldığı,
- 11:32:46 UTC'de motorun çalıştırıldığı,
- 11:36:17 UTC'de kalkışın gerçekleştirildiği,
- 11:36:35 UTC'de sağa dönüşe başlandığı ve kamera görüşünden çıktığı,

- 11:36:48 UTC'de alçalarak tekrar kamera açısına girdiği,
- 11:36:59 UTC'de yere temas ederek sağ tarafına doğru devrildiği,
- 11:37:23 UTC'de kaptan pilotun hava aracından çıktığı,
- 11:37:58 UTC'de ikinci pilotun da kaptan pilot yardımıyla hava aracından çıktığı ve beraber enkazdan uzaklaştıkları tespit edilmiştir.

Not: Yukarıda yer alan zaman bilgileri, kamera kayıt sisteminden temin edilmiştir. Tesis içerisindeki kamera ile tesis dışında bulunan kamera arasında üç dakikalık zaman farkı olup, tesis dışındaki kameranın zamanı referans alınmıştır.

Pilotların ifadelerinden;

- Baknet İniş Şeridinden, İzhak iniş noktasına gerçekleştirilmek istenen uçuş için uçuş öncesi kontrollerin yapıldığı,
- Motor çalıştırma süresinin olağanın dışında biraz daha uzun sürdüğü, fakat limit içerisinde olduğu,
- Hava sıcaklığının 37.2 °C olduğu,
- Kalkışı müteakip AGL 100-150 ft irtifada düşük rpm ikazının alındığı ve amber GOV ikaz ışığının yandığı,
- Sağa dönüşle birlikte iniş planlandığı,
- Hava aracının tutunamadığı ve iniş şeridinin yanında bulunan toprak alana mecburi inişin gerçekleştirildiği,
- Toprak alanın engebeli olduğu ve iniş sırasında sağ ön skidin takılıp hava aracının sağa doğru yan yattığı,
- Motorun IDLE pozisyonuna alınıp kapatılmasından sonra, hava aracının terk edildiği anlaşılmıştır.



Resim-1: İlk Temas Noktası

1.2 Ölü ve Yaralı Durumu:

Zayiat Durumu	Ekip	Yolcu	Diğerleri
Ölü	-	-	-
Ağır Yaralı	-	-	-
Hafif Yaralı / Sağlam	1/1	-/-	-/-

1.3 Hava Aracındaki Hasar:

TC-HCB tescil işaretli, Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracının Baknet İniş Şeridine yaklaşık 220 metre uzaklıkta acil iniş yapması aşamasında sağa yatması ile meydana gelen kaza sonucu hava aracı ağır hasara uğramıştır.

Enkaz üzerinde yapılan incelemelerde;

- Ana rotor pallerinin parçalandığı,
- Kuyruk rotor kaplamasının hasarlandığı,
- Sağ horizontal stabilizerin hasarlandığı,
- Sağ ön kokpit camının ve sağ kapı camının hasarlandığı,
- Hava aracı sağ tarafında çeşitli hasarların olduğu tespit edilmiştir.

Bu hasar derecesinin SHY-13 (Sivil Hava Aracı Kaza veya Ciddi Olaylarını Araştırma ve İnceleme Yönetmeliği) Madde-37 çerçevesinde ağır hasar seviyesinde olduğu değerlendirilmektedir.



Resim-2: Sağ Horizontal Stabilizer



Resim-3: Kuyruk Rotor Kaplaması



Resim-4: Sağ Kokpit Camı



Resim-5: Ana Rotor

1.4 Diğer Hasarlar:

Meydana gelen kazada üçüncü şahıslara ait herhangi bir hasar tespit edilmemiştir.

1.5 Personele Ait Bilgiler:

1.5.1 Kaptan Pilot:

Doğum Tarihi	1972
Milliyeti	T.C. / Erkek
Lisans Numarası	
Lisans Turu	CPL (H)
Veriliş Tarihi	14.03.2022
İlk Veriliş Tarihi	29.12.2009
Lisans Geçerlilik Tarihi	31.08.2022
Yetki Tipi	AS350 / EC130
Yetki Geçerlilik Tarihi	31.08.2022
İngilizce Seviyesi ve Geçerlilik Tarihi	Level 5 / 28.02.2028
Sağlık Sertifikası Sınıfı	Sınıf 1
Sağlık Sertifikası Veriliş Tarihi	11.11.2021
Muayene Tarihi	11.11.2021
Sağlık Sertifikası Geçerlilik Tarihi	11.11.2022
Sağlık Kısıtlaması	VNL
Toplam Uçuş Saati	3105:46

Kaptan pilota ait pilot lisansı ve sağlık sertifikası **UEİMB** arşivinde yer almaktadır

1.5.2 İkinci Pilot:

Doğum Tarihi	1960
Milliyeti	T.C. / Erkek
Lisans Numarası	
Lisans Turu	CPL (H)
Veriliş Tarihi	04.09.2020

İlk Veriliş Tarihi	18.01.2005
Lisans Geçerlilik Tarihi	31.08.2023
Yetki Tipi	AS350 / EC130
Yetki Geçerlilik Tarihi	31.08.2023
İngilizce Seviyesi ve Geçerlilik Tarihi	Level 6 / Lifetime
Sağlık Sertifikası Sınıfı	Sınıf 1
Sağlık Sertifikası Veriliş Tarihi	25.08.2022
Muayene Tarihi	25.08.2022
Sağlık Sertifikası Geçerlilik Tarihi	01.03.2023
Sağlık Kısıtlaması	VNL
Toplam Uçuş Saati	5812:48

İkinci pilota ait belgeler **UEİMB** arşivinde yer almaktadır

1.6 Hava Aracına Ait Bilgiler:

1.6.1 Hava Aracı Genel Özellikleri:

Sahibi ve İşleticisi	Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.
Tescil İşareti	TC-HCB
Modeli	Eurocopter EC130 B4
MSN	4412
İmal yılı	2008
MTOW	2427 kg
Toplam Uçuş Saati	2369:23

Motor Üreticisi	Safran Helicopter Engines
Motor Modeli	Turbomeca Arriel 2B1
Seri No	46023
Takılış Tarihi	31.08.2007
Toplam Uçuş Saati	2369:23

1.6.2 Hava Aracı Bakım Durumu:

Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.'nin, TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracı için düzenlenmiş, 03.02.2022 tarih ve Revizyon 02 Bakım Programının Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından onaylanmış olduğu görülmüştür.

Hava aracına ait bakım evrakları incelendiğinde;

- Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.'nin RO.145.054 onay numaralı SC DUNCA EXPEDITII SA isimli bakım kuruluşu ile Part-145 kapsamında hava aracı periyodik bakımı için, 01.02.2021 tarihli bakım anlaşmasının yapıldığı,
- Hava aracının 25, 30, 100, 150, 300 ve 600 saatlik, ayrıca 1-2 yıllık periyodik bakımlarının olduğu,
- AD ve SB'lerin uygulandığı ve açık bakım kaydının bulunmadığı,
- Son yapılan bakım paketinin, 24.03.2022 tarihinde, WO 2022-14 25 Work Order numarası ile talep edildiği, 29.03.2022-15.04.2022 tarihleri arasında gerçekleştirilen bakım sonrası DT-CRS-071 numaralı Bakım Çıkış Sertifikasının düzenlendiği,
- Şirket yetkili teknisyeni tarafından, 26.08.2022 tarihinde Engine Inspection (7 days / 15 hrs), Weekly External Protection of Engine (7 days-50 hrs), P Inspection-Daily Checks (10FH/7D) ve EASB 67A021'in uygulandığı, HCB CRS 2022-36 numaralı Bakım Çıkış Sertifikasının düzenlendiği tespit edilmiştir.

Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubu, bakımın söz konusu kazaya faktör olmadığını değerlendirmektedir.

1.6.3 Uçuşa Elverişlilik Sertifikası:

TC-HCB tescil işaretli ve 4412 seri numaralı, EUROCOPTER EC130 B4 tipi hava aracı için, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından 14.03.2014 tarihinde düzenlenmiş, 1988 numaralı Uçuşa Elverişlilik Sertifikası ve 03.03.2022 tarihinde düzenlenmiş, 03.03.2023 tarihine kadar geçerli, Uçuşa Elverişlilik Gözden Geçirme Sertifikası mevcuttur.

Uçuşa Elverişlilik ve Gözden Geçirme Sertifikaları **EK-A**'de yer almaktadır.

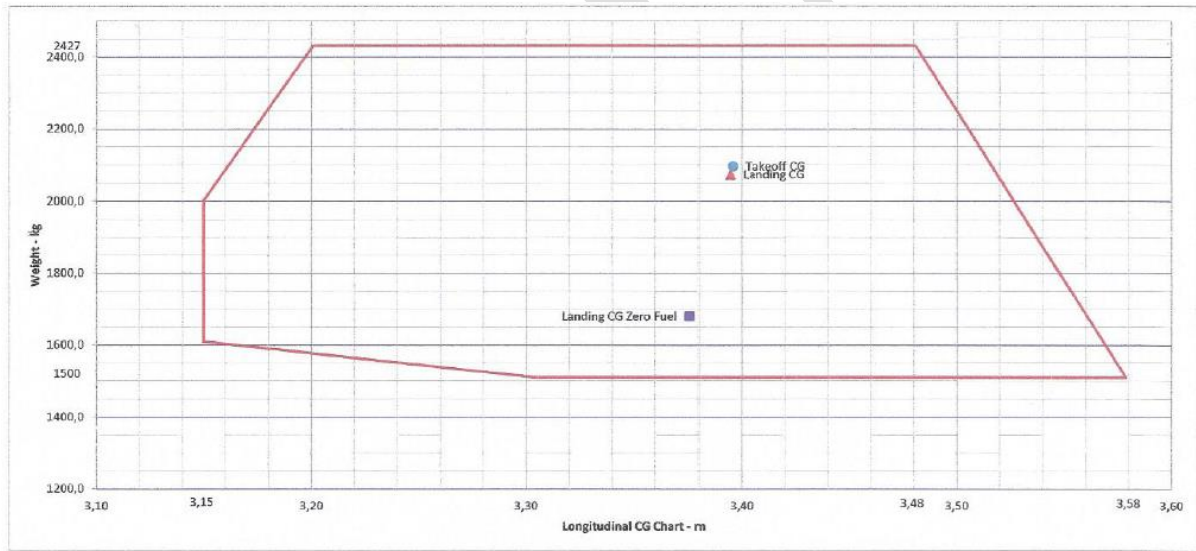
1.6.4 Hava Aracı Tescil Sertifikası:

TC-HCB tescil işaretli ve 4412 seri numaralı, Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracı için, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından, 16.04.2021 tarihinde düzenlenmiş, 1988 numaralı Tescil Sertifikası mevcuttur.

Tescil Sertifikası **EK-B**'de yer almaktadır.

1.6.5 Ağırlık ve Denge Durumu:

TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracı için hazırlanan 30.08.2022 tarihli Weight & Balance formuna göre, hava aracının boş ağırlığının 1516,5 kg, pilot ağırlıklarının 75 ve 70 kg, bagajın 20 kg ve alınan yakıt miktarının ise 416 kg olarak gösterildiği tespit edilmiştir. Forma göre toplam ağırlığın 2097,5 kg olduğu ve hava aracı kalkış limitleri (MTOW: 2427 kg) içerisinde olduğu anlaşılmıştır.



Grafik-1: W&B Formu

WEIGHT AND BALANCE COMPUTATION FORM

MODEL	S/N	REG.MARK	DATE	PLACE	COMPUTED BY
EC 130 B4	4412	TC-HCB	30.08.2022	İZMİR	
Longitudinal					
Ref.	ITEM	Weight (kg.)	CG Arm (m)	Moment (m.kg)	
1	Empty Weight	1.516,5	3,530	5.354,09	
2	Pilot	75	1,55	116	
3	Copilot / Passenger 1	70	1,55	109	
4	Passenger 2	0	1,55	0	
5	Passenger 3	0	2,415	0	
6	Passenger 4	0	2,415	0	
7	Passenger 5	0	2,415	0	
8	Passenger 6	0	2,415	0	
9	Baggage Left	0	3,20	0	
10	Baggage Right	0	3,20	0	
11	Baggage Rear	20	4,90	98	
12	Gross Weight (Zero Fuel)	1681,5	3,376	5.677	
13	Fuel (Take off)	416	3,475	1.446	
14	TAKE OFF GROSS WEIGHT	2097,5	3,396	7.122	
15	Gross Weight (Zero Fuel)	1681	3,376	5.677	
16	Fuel (landing)	393	3,475	1.366	
17	LANDING GROSS WEIGHT	2074,6	3,395	7.043	

BKT - F - 002 Rev. No: 0 Rev. Tar. 01.02.2021

Tablo-1: W&B Computation Formu

1.6.6 Yakıt:

TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracında, JET A1 yakıtı kullanılmakta olup, helikopterin yakıt kapasitesinin 1084 litre (286,4 US gal) olduğu, meydana gelen kaza uçuşundan önce hazırlanan uçuş planına göre hava aracında 03:00 saatlik yakıtın mevcut olduğu, 30.08.2022 tarihli AFTD bilgilerine göre, hava aracında 416 kg (517 lt) yakıtın bulunduğu ve W&B Sheet'e de bu şekilde girdi yapıldığı tespit edilmiştir.

1.7 Meteoroloji Bilgileri:

Meteoroloji Genel Müdürlüğünün, 30.08.2022 tarihli Çiğli Meydanı, Adnan Menderes Havalimanı, Selçuk Efes Havaalanı ve Milas Meydanı için yayınlanan meteoroloji verileri aşağıdaki gibidir:

LTBL Çiğli Meydan**METAR**

LTBL 301050Z 26007KT 230V300 9999 FEW040 SCT100 33/19 Q1010 NOSIG RMK
RWY17 29007KT 250V320

LTBL 300950Z 22005KT 170V250 9999 FEW040 SCT100 32/21 Q1011 NOSIG RMK
RWY17 31006KT 280V010

LTBL 300850Z VRB02KT 9999 FEW040 SCT100 32/21 Q1011 NOSIG RMK RWY17
VRB05JKT

TAF

LTBL 300740Z 3009/3018 28009KT 9999 FEW040 SCT100

LTBJ Adnan Menderes Havalimanı**METAR**

LTBJ 301050Z 35009KT 310V030 9999 FEW035 34/18 Q1010 NOSIG RMK RWY16
01010KT

LTBJ 301020Z 35009KT 310V030 9999 FEW035 34/18 Q1010 NOSIG RMK RWY16
36010KT 330V030

LTBJ 300950Z 27004KT 9999 FEW035 33/20 Q1011 BECMG TL1100 35013KT RMK
RWY16 36004KT 300V110

LTFB Selçuk Efes Havaalanı**METAR**

LTFB 301050Z 26013KT 9999 FEW035 30/21 Q1011 RMK RWY09 25009KT 220V28

LTFB 300950Z 26012KT 9999 FEW035 30/22 Q1011 RMK RWY09 26010KT

LTFB 300850Z 28011KT 9999 FEW035 29/23 Q1011 RMK RWY09 27010KT

TAF

LTFB 300740Z 3009/3018 26014KT 9999 FEW030

LTFE Milas Meydan**METAR**

LTFE 301050Z 27013KT 9999 FEW035 33/16 Q1011 NOSIG RMK RWY10 26013KT

LTFE 301020Z 27013KT 9999 FEW035 34/16 Q1011 NOSIG RMK RWY10 27013KT

LTFE 300950Z 28012KT 9999 FEW035 34/16 Q1011 NOSIG RMK RWY10 27010KT

Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubu, meteorolojinin söz konusu kazaya faktör olmadığını değerlendirmektedir.

1.8 Seyrüsefer Yardımcıları ve Haberleşme:

TC-HCB tescil işaretli hava aracı seyrüsefer ve haberleşme için gerekli cihazlar ile teçhiz edilmiş olup, Kıyı Emniyeti Genel Müdürlüğü tarafından, 25.05.2021 tarihinde düzenlenmiş HV202100068 numaralı Hava Aracı İstasyonu Ruhsatnamesinde hava aracında bulunan cihazlar belirtilmiştir.

Hava Aracı İstasyonu Ruhsatnamesi **EK-C**'de verilmiştir.

1.9 Hava Alanı Hakkında Bilgiler:

30.08.2022 tarihinde, sahibi ve işleticisi Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş. olan, TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracının kalkışını gerçekleştirdiği Baknet İniş Şeridi, Polibak Plastik Film Sanayi ve Ticaret A.Ş. yerleşkesinde olup, içerisinde bir hangarı da barındıran yaklaşık 4.000 m² bir alana sahiptir.



Resim-6: Baknet İniş Şeridi



Resim-7: Baknet İniş Şeridi ve Çevresi (Yeşil Nokta: Kalkış Noktası, Kırmızı Nokta: Kaza Yeri)

Resim 7’de görüleceği üzere, kaza yerini de barındıran ve Baknet İniş Şeridi ile yan yana bulunan bir hafriyat alanı mevcuttur. Kaza alanı incelemesinden ve kaza ilgilileri ile yapılan görüşmelerden edinilen bilgilere göre, kırmızı ile çevrili alanda gerçekleştirilmesi planlanan bir inşaat projesinin olduğu, bu alanda da hafriyat dökümlerinin gerçekleştiği anlaşılmıştır.

İniş şeridinin, Polibak Plastik Film Sanayi ve Ticaret A.Ş. yerleşkesinde olduğu ve bu alanın endüstriyel sahada olmasından dolayı hava kirliliğine maruz kaldığı görülmüştür.

Resim 8 incelendiğinde ise, Baknet İniş Şeridinin denize mesafesinin 1 km olduğu görülmektedir. Bölgenin iklimi ve çevresel faktörleri değerlendirildiğinde, iniş şeridinin tozlu, nemli ve tuzlu bir havaya sahip konumda olduğu anlaşılmaktadır.



Resim-8: Baknet İniş Şeridinin Denize Göre Konumu

1.10 Uçuş Kayıt Cihazları:

TC-HCB tescil işaretli, Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracının, Vehicle and Engine Multifunction Display (VEMD) ve Digital Engine Control Unit (DECU) uçuş kayıt cihazları ile donatılmış olduğu tespit edilmiştir. İncelemenin ileri safhalarında kullanılmak üzere emniyete alınan kayıt cihazlarındaki veriler BEA’de indirilerek deşifresi yapılmıştır. Deşifre analizi, Analiz başlığı altında sunulmuştur.



Resim-9: Emniyete Alınmış VEMD ve DECUC

1.11 Yere Çarpma ve Enkaz Bilgileri:

30.08.2022 tarihinde TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi 4412 seri numaralı hava aracı, Baknet İniş Şeridinden uçuş için kalkış yapmış, kalkışı müteakip hava aracında yaşanan arıza nedeniyle kalkış noktasından yaklaşık 220 metre uzaklıkta bulunan toprak alana acil iniş gerçekleştirmiştir. Acil iniş esnasında hava aracının yan yatması ile ana rotor palleri toprak zemin ile temas etmiştir. Bunun neticesinde, pallerden kopan parçalar acil iniş gerçekleştirilen araziye yayılmıştır. Kopan parçalar çevreye dağılırken bir parça kuyruk pervane kaplamasına çarpmış, yan yatma neticesinde ise sağ horizontal stabilizer de hasar görmüştür.

Hava aracı bütünlüğünde bozulma olmamasına rağmen ana rotor pallerinin parçalandığı ve hava aracının yan yatması ile çeşitli hasarların mevcut olduğu tespit edilmiştir.



Resim-10: Hava Aracı Enkazı



Resim-11: Dağılan Pal Parçaları

1.12 Tıbbi ve Patolojik Bilgiler:

Meydana gelen kaza sonrasında, Çiğli Eğitim ve Araştırma Hastanesinden alınan Adli Olgu Bildirim Formuna göre, pilotların sağlık bulguları “Basit Tıbbi Müdahale” ile giderilmiştir.

30.08.2022 tarihinde 16:17 lokalde gerçekleştirilen 859965.101.31879892.2022 ve 859965.101.31879890.2022 numaralı Alkol Muayene Raporlarına göre, pilotların alkol değerlerinin < 0.1 promil olarak ölçüldüğü tespit edilmiştir.

1.13 Yangın:

TC-HCB tescil işaretli, Eurocopter EC130 B4 tipi hava aracının 30.08.2022 tarihinde, İzmir Çiğli’de toprak alana acil iniş yapmasını müteakip yan yatması sonucu meydana gelen hava aracı kazasında yapılan incelemelere göre yakıt sızıntısı olmasına karşın yangın emaresine rastlanmamıştır.



Resim-12: Yakıt Sızıntısı

1.14 Arama ve Kurtarma:

Kaza sonrasında pilotlar kendi imkânlarıyla hava aracını emniyete alarak terk etmişler ve ilgililere bilgi vermişlerdir. Kaza Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.ř. hangarına yakın mesafede gerçekleştiği için, enkaz inceleme çalışmalarının bitimini müteakip hava aracı vinç yardımı ile kaldırılarak işletmeye ait hangara kara yolu ile taşınmış ve güvenli bölgede detaylı incelemeler yapılmak üzere emniyete alınmıştır.



Resim-13: Hava Aracı Kurtarma

1.15 Diğer Bilgiler:

Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş. için Ulaştırma ve Altyapı Bakanlığı, Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü tarafından, düzenleme tarihi 16.04.2021 olan TR-GH-115 numaralı İşletme Ruhsatı mevcuttur.

Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.'ye ait İşletme Ruhsatı **EK-D**'de yer almaktadır.

2.ANALİZ

2.1 Uçuş Kayıt Cihazları

VEMD

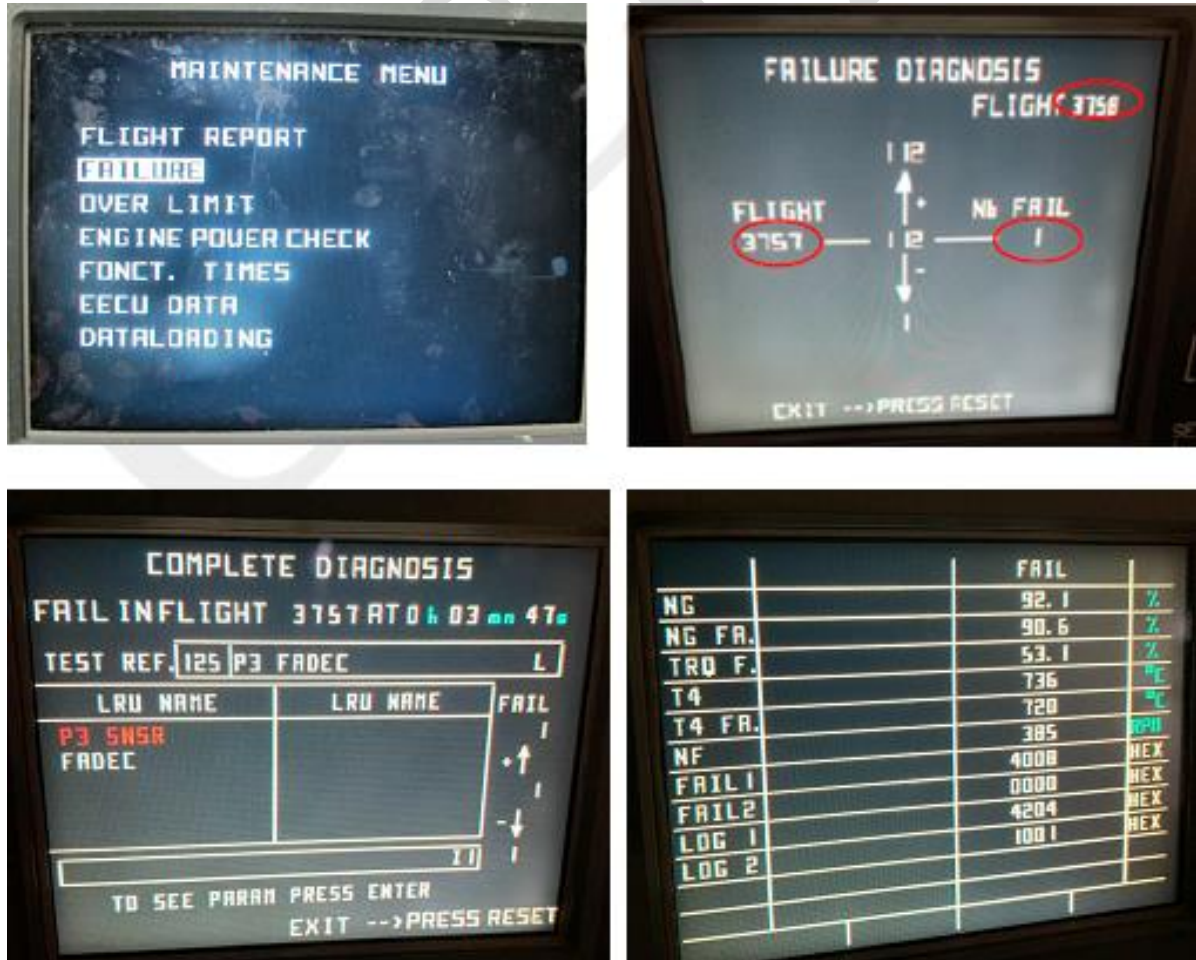
17.11.2022 tarihinde hava aracına ait kayıt cihazı VEMD Airbus tesislerinde deşifre edilmiş olup, sonuçlar 21/2022 numaralı raporda sunulmuştur. Yapılan incelemeye göre;

- Kayıt cihazının “Maintenance” modunda çalıştırıldığı,
- Kaydı yapılan son uçuşun, 3757 numaralı uçuş olduğu ve yaklaşık 5 dakika sürdüğü,

- 3757 numaralı uçuşta “Failure” ve “Over Limit” ikazlarının yer aldığı,
- Failure submode’da P3 FADEC hatasına ulaşıldığı,
- Over limit submode’da, NR değerinin 430 RPM’i aşarak, 438 RPM değerine ulaşır Over limit ikazını verdiği tespit edilmiştir.



Resim-14: 3757 Numaralı Uçuş Raporu, Failure ve Over Limit İkazları



Resim-15: Failure Submode, P3 FADEC ve Parametreler



Resim-16: Over Limit Submode ve Parametreler

Sonuç

Kaza uçuşu sonunda hava aracı normal koşullar içerisinde (%10>NG ve 70 rpm>NR) kapatılmıştır. Kazanın meydana geldiği uçuşun süresi beş dakika olmakla birlikte, uçuş esnasında bir arıza (TEST REF 125: P3 FADEC) ve bir limit aşımı (438 RPM'ye ulaşan NR overspeed) kaydedilmiştir.

VEMD'nin sol kanalı (L) tarafından kaydedilen bu hata bir kez meydana gelen aralıklı hata (I) olup 3. dakika 47. saniyede kaydedilmiştir.

Bu arıza, FADEC tarafından gerçekleştirilen testler aşağıdaki koşulları tespit ettiğinde tetiklenir:

- Birinci durum: (P3 Drift)
 - NG > %70
 - Hesaplanan yakıt akışı = Yakıt akışının maksimum ivmelenme sınırı
 - $dNG/dt < \%1/s$
- İkinci durum: (P3 Extinction)
 - NG ≤ %45
 - Selektör “Flight” konumunda

Bu arıza kaydedildiğinde, parametreler (NG, TRQ, T4 ve NR) hava aracı normal uçuştaymış gibi bazı normal uçuş parametreleriyle tutarlıdır. Kaydedilen parametrelere göre (NG>%70), bu arıza ilk durum, yani bir “P3 Drift Failure” olarak kabul edilebilir. Ayrıca VEMD “P3 Extinction” hatasını kaydedemez çünkü VEMD sadece uçuş modundaki ve NG'nin %50'nin üzerinde olduğu durumlarda arızayı kaydeder.

Bu tür bir hata, İkaz ve Uyarı Panelinde (CWP, Caution and Warning Panel) sarı renkli bir Governing ikazı “GOV” oluşturur. Kaydedilen aşırı limit (NR 438 RPM) büyük olasılıkla acil iniş prosedürü sırasında kolektif üzerindeki eylemin sonucudur. VEMD tarafından kaydedilen herhangi bir kırmızı “GOV” hatası/ikazı yoktur. VEMD analizinin DECU analizi ile birlikte doğrulanıp tamamlanması gerekmektedir.

DECU

02.12.2022 tarihinde hava aracına ait Digital Engine Control Unit (DECU) Safran HE tesislerinde deşifre edilmiş olup, RA 2022/234 numaralı raporda sunulmuştur. Yapılan incelemeye göre;

- DECU tarafından 32 Blok hata mesajı ve 8 Blok hata contextinin kaydedildiği,
- 5732'den 20421'e numaralı 32 Blok hata mesajının kazayla ilgili olmayıp kaza uçuşundan önce kaydedildiği,
- 8 blok hata contextinin içerisinden sadece 20567 numaralı Blok'un kazayla ilgili olduğu,
- Kayıt anındaki motor parametreleri (Resim-12), $N1 > \%70$ ve $dNg/dt = \% -3,62 /s$ dikkate alındığında, DECU'nun saptadığı hatanın P3 Drift ile ilgili olduğu,
- Ayrıca, daha önce ulaşılan maksimum gas generator hızının $\%97,08 N1$ olduğundan, bu olaya kadar motorun belirli bir sınırlamasının olmadığı,
- Kazadan sonra pilot tarafından IDLE'a geçmek için twist grip'in ve motoru durdurmak için ON/OFF selektörünün kullanılarak motorun kapatıldığı,
- Hata kaydedildiğinde NG ve NR'da yaşanan azalmanın pilotun ifadesinde belirttiği motor devir sayısı ve güç azalması ile tutarlı olduğu tespit edilmiştir.

N°	Désignation	Unit	Value	Remarks
076	Number of power-on		20567	Context record information
306	Power-on Time counter	hh:mm:ss	2967:00:00	Context record information
074	Power OnTime	hh:mm:ss	00:05:42	Context record information
212	P0 engine	mbar	1006,9	External condition
261	T0 engine	Deg °C	34,08	External condition
346	N1	%	90,72	Engine parameters
260	T4 conforme	Deg °C	717,1	Engine parameters
053	Torque	%	53,57	Engine parameters
344	N2 filtered	%	99,91	Engine parameters
264	P3	Bar	7,858	Engine parameters
332	XR	Deg	59,03	Engine parameters
237	Actuator position offset	Deg	0,22	Engine parameters
007	Flow demand	l/h	250,9	Engine parameters
054	Corrected N1 demand	%	93,13	Engine parameters
327	N1 max since power-on	%	97,08	Engine parameters
066	dN1/dt	%	-3,62	Engine parameters
203	dN2/dt	%	-5,69	Engine parameters
336	Rudder bar antidipation	%	60,91	Aircraft Input
056	Collective pitch (XPC)	%	56,07	Aircraft Input
232	Torque conformation slope		1,02	Engine Constant value
235	Torque conformation offset	%	3,77	Engine Constant value
233	T4 conformation slope		0,93	Engine Constant value
234	T4 conformation offset	Deg °C	24,1	Engine Constant value

Tablo-2: Kaydedilen Parametreler

Sonuç

Elde edilen veriler ile muhtemel kabul edilebilecek iki durum değerlendirilmiştir;

- P3 Drift
- Yakıt akışı kısıtlaması veya sınırlaması

Olası durumlardan ilki P3 Drift'in, pilot ifadelerindeki kazanın meydana geliş hikayesi ile tutarsız olduğu değerlendirilmektedir. Durumlardan ikincisi yakıt akışı kısıtlaması veya sınırlaması daha muhtemel olarak düşünüldüğünden, hava aracı yakıt devresini, yakıt analizini, motor yakıt devresini, yakıt borularını ve yakıt aksesuarlarını kapsayan bir saha incelemesinin yapılması gerektiğine, ayrıca bunu müteakip hava aracı motorunun sökülerek Safran HE Onarım Merkezine götürülüp, test bench'te incelenmesine karar verilmiştir.

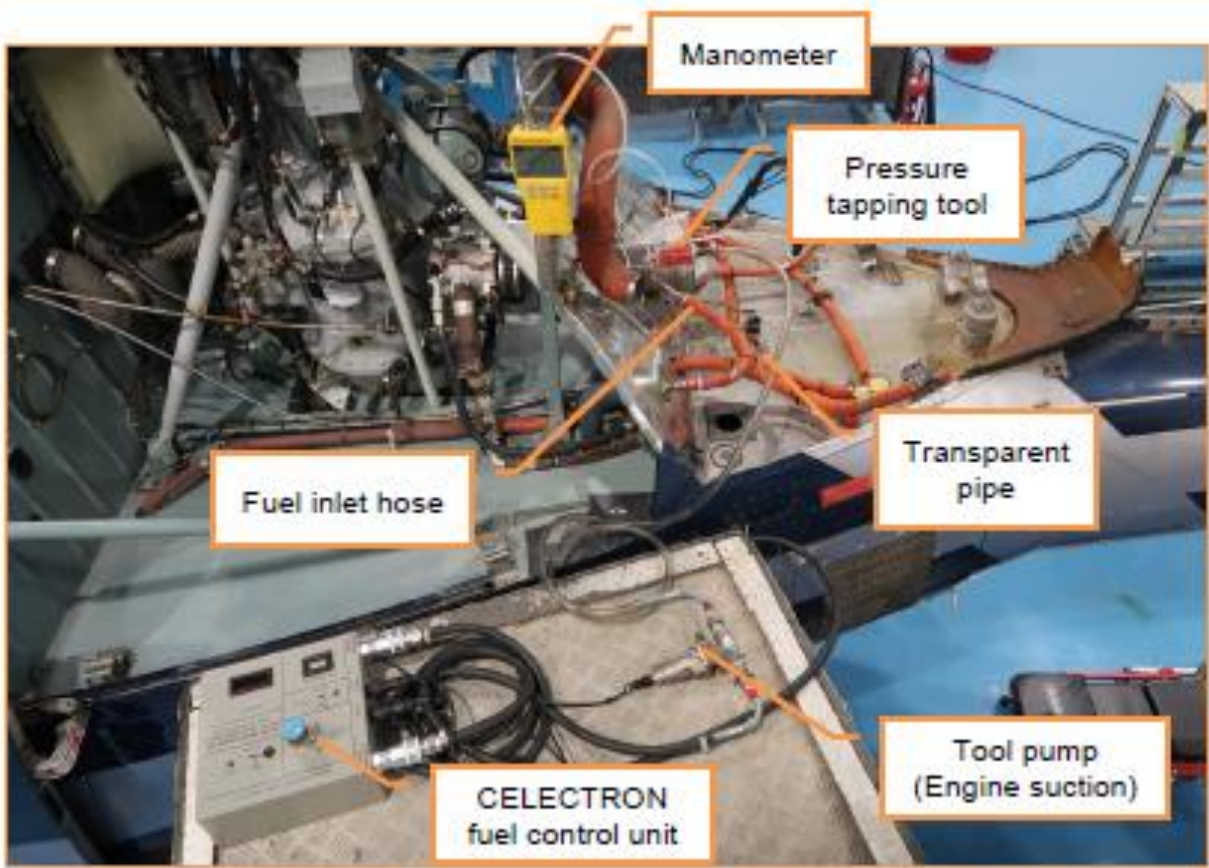
VEMD ve DECU Analiz Raporları **EK-E**'de yer almaktadır.

2.2 Yakıt Sistemi İncelemesi

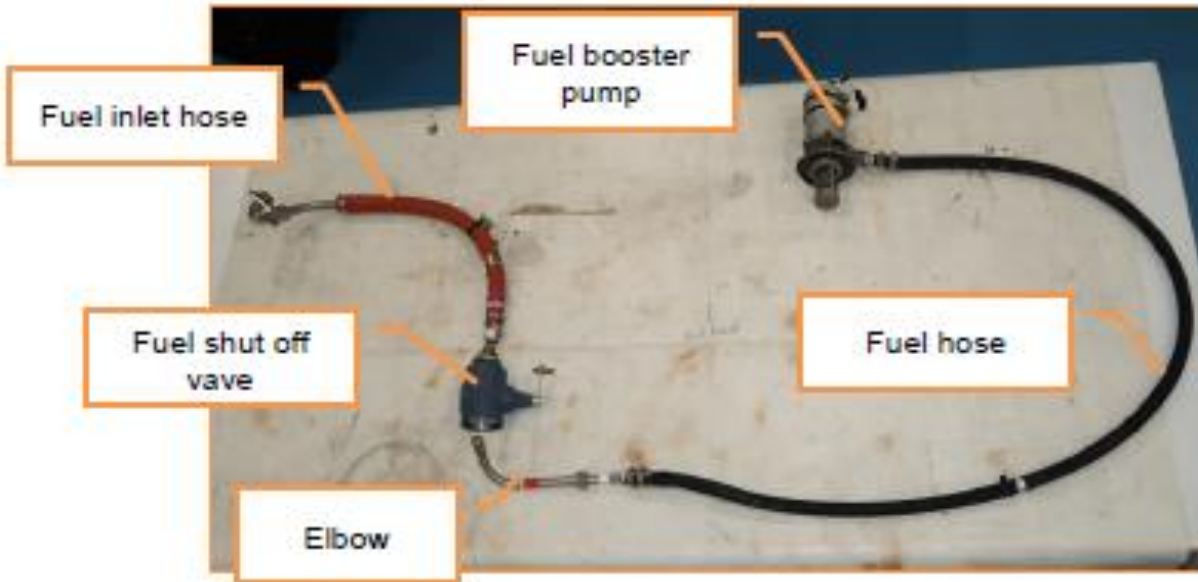
Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubu nezaretinde, BEA'dan akredite temsilci, hava aracı üreticisi Airbus Helicopter'den iki uzman ve motor üreticisi Safran HE firmasından bir uzmanın da katılımı ile hava aracı enkazı üzerinde incelemeler gerçekleştirilmiştir.

Hava aracı yakıt sistemi incelemesinden elde edilen veriler, 11/2023 numaralı Airbus Helicopter Raporu ile sunulmuştur. Yapılan incelemelere göre;

- Hava aracının yakıt devresinin tamamen kontrol edildiği,
- Yakıt devresi kontrollerinde sistemin normal çalışmasını engelleyecek herhangi bir anormalliğin tespit edilmediği,
- Yakıt sisteminde, aksesuarlarda ve borularda herhangi bir sızıntının olmadığı,
- Emme modundayken besleme hattı tarafından hava girişinin olmadığı,
- Anormal bir basınç kaybına rastlanılmadığı,
- HMU girişinde hesaplanan mutlak basıncın Arriel 2B1 kurulum manuelinde belirtilen gereksinimleri (877mbars > 353mbars) karşıladığı tespit edilmiştir.



Resim-17: Yakıt Sistemi Test Düzeneği



Resim-18: Yakıt Sistemi Devresi

2.3 Motor İncelemesi

Saha incelemesinde hava aracına ait 46023 seri numaralı, Arriel 2B1 tipi motorun incelemesi gerçekleştirilmiş olup, elde edilen veriler RA 2022/234 numaralı Safran HE Raporu ile sunulmuştur. Yapılan incelemelere göre;

- Yapılan gözle kontrole göre motorun doğru monte edilmiş ve iyi durumda olduğu,
- Hava aracı ile motor arasındaki bağlantıların (hava, yakıt ve yağ) doğru yapılmış ve iyi durumda olduğu,
- Transmisyon şaftının hasarsız ve iyi durumda olduğu,
- Manuel olarak test edilen Free Wheel'in olması gerektiği şekilde hareket ettiği,
- HMU, Starter Generator, Oil Pump ve Alternator aksesuarlarının doğru şekilde monte edildiği,
- Axial Compressor'un iyi durumda olduğu ve Gas Generator'un gerektiği gibi döndüğü (Modül 02),
- Power Turbine Blade'lerinin iyi durumda olduğu ve Transmission Line'nın gerektiği gibi döndüğü (Modül 04),
- Elektriki ve mekanik manyetik tapalarda partiküle rastlanmadığı tespit edilmiştir.

Motorun test bench'te test edilmesi amacıyla Safran HE Onarım Merkezine gönderilmesine karar verilmiştir.



Resim-19: Hava Aracına Bağlı ve Demonte Halde Motor

2.4 Motor Test ve Analizleri

Hava aracına ait 46023 seri numaralı motor hava aracı üzerinden sökülerek üretici Safran HE Tarnos tesislerine gönderilmiştir. 12 Eylül 2023 tarihinde hava aracı motoru UEİM Grubu nezaretinde BEA akredite temsilci, Airbus Helicopter'den bir uzman ve Safran HE'den bir

uzmanın katılımıyla test bench'te çalıştırılmıştır. Elde edilen veriler ve değerlendirmeler aşağıda verilmiştir.

Motor boroskopik incelemesi:

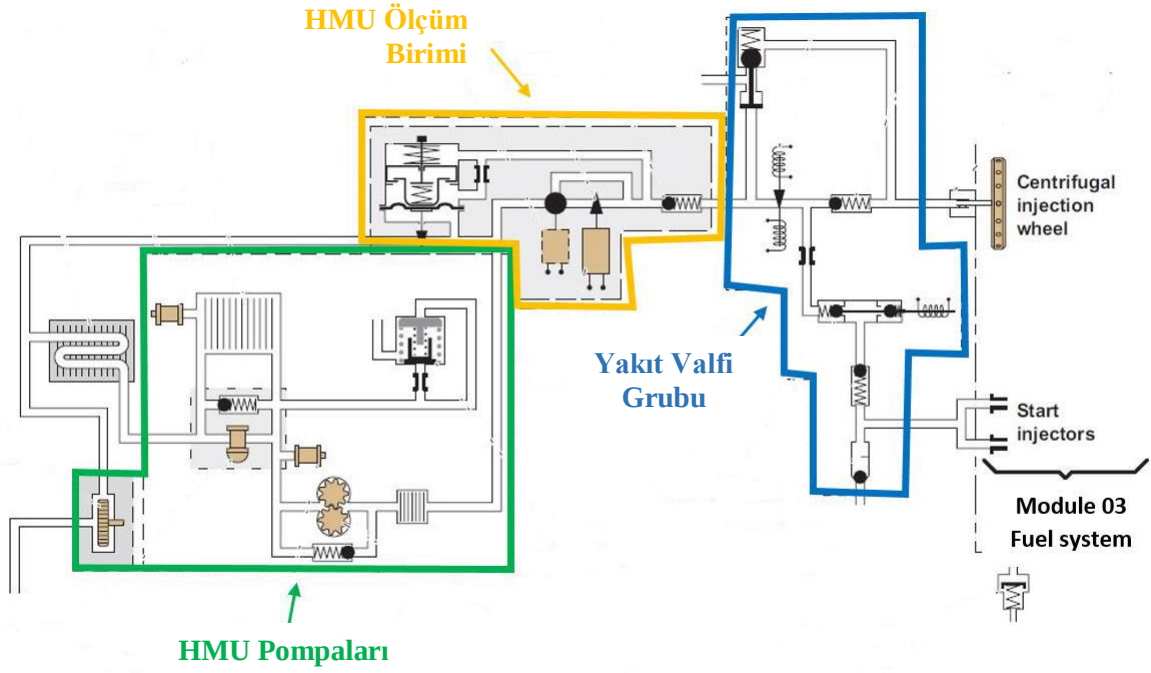
- Centrifugal kompresörün ve yanma odasının çoğu parçasında bir miktar tortu bulunmuştur. (Tuz, Kalsiyum, temizlik ürünü, mümkünse analizden sonra belirlenebilecek toz)
- Ayrıca, bazı blade'lerde yağ izleri bulunmuştur. (Muhtemelen kazadan sonraki motor pozisyonundan dolayı)

Yedekleme sisteminin konumu (EBCAU + HMU):

- EBCAU için: Yakıt akışını artırma konumunda ölçülmüştür. (Pin Continuity) Görsel kontrolden sonra nötr pozisyona çok yakın olduğu tespit edilmiştir.
- HMU için: Konnektörler üzerindeki süreklilik kontrolü HMU yedekleme sisteminin nötr konumda olduğunu doğruladı.

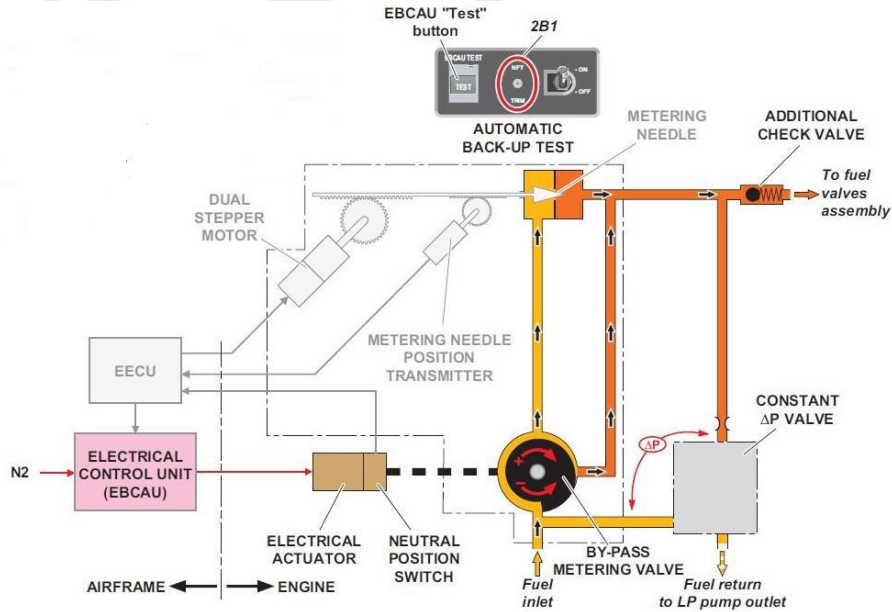
Test Bench:

- Motor tezgah üzerine monte edildi. İlk çalıştırmada motoru otomatik modda çalıştırmak mümkün olmadı.
- Motorun manuel mod kullanılarak çalıştırılmasına karar verildi (bu mod, yakıt akışını manuel olarak kontrol etmeyi sağlar).
- Motor yerde rölantide ve ardından uçuş pozisyonunda stabilize edildi (NG yaklaşık %77 ve NTL %100) ancak yakıt akışı sınırlaması (yaklaşık 118 L/H) nedeniyle daha ileri gitmek mümkün olamadı.
- Aşağıdaki parçalarda yakıt akışı sınırlamasını belirlemek için sorun giderme işlemi başlatıldı.
 - HMU pompaları (Düşük ve yüksek basınç)
 - HMU ölçüm ünitesi
 - Yakıt valfi
 - Modül 03 yakıt sistemi (Enjeksiyon manifoldu ve enjeksiyon çarkı)



Şekil-1: Parçaların Gösterimi

- Yakıt valfi grubu değiştirildi. Herhangi bir değişim yaşanmadı (yakıt akışı hala sınırlı).
- Ölçüm ünitesinde sorun gidermek için yedek sistem (by-pass) kullanıldı (amaç ölçüm iğnesini by-pass etmekti - Şekil-2) Yedek sistemin kullanılması hiçbir şeyi değiştirmede (yakıt akışı hala sınırlı).



Şekil-2: HMU Back-up Sistemi

- HMU değiştirildi: Herhangi bir değişim yaşanmadı (yakıt akışı hala sınırlı).

- Uygulanan parça değişimleri, yakıt akışı sınırlamasının modül 03 yakıt sistemindeki (Enjeksiyon manifoldu ve/veya Enjeksiyon çarkı) bir kısıtlamadan kaynaklandığı sonucuna varılmasını sağladı.
- Modül 03 yakıt sistemindeki yakıt akışı sınırlamasının kaynağını anlamak için tezgâh üzerindeki testin durdurulmasına ve motorun ve modül 03'ün sökülmesine karar verildi.
- Sınırlamanın sadece modül 03 yakıt devresinden kaynaklandığını doğrulamak için HMU pompalarının özelliklerini test etmeye de karar verildi.

Gerçekleştirilen motor çalıştırmaları ve ölçülen parametreler **EK-F**'de yer almaktadır.



Resim-20: Test Bench



Resim-21: Test Bench Kontrol Odası

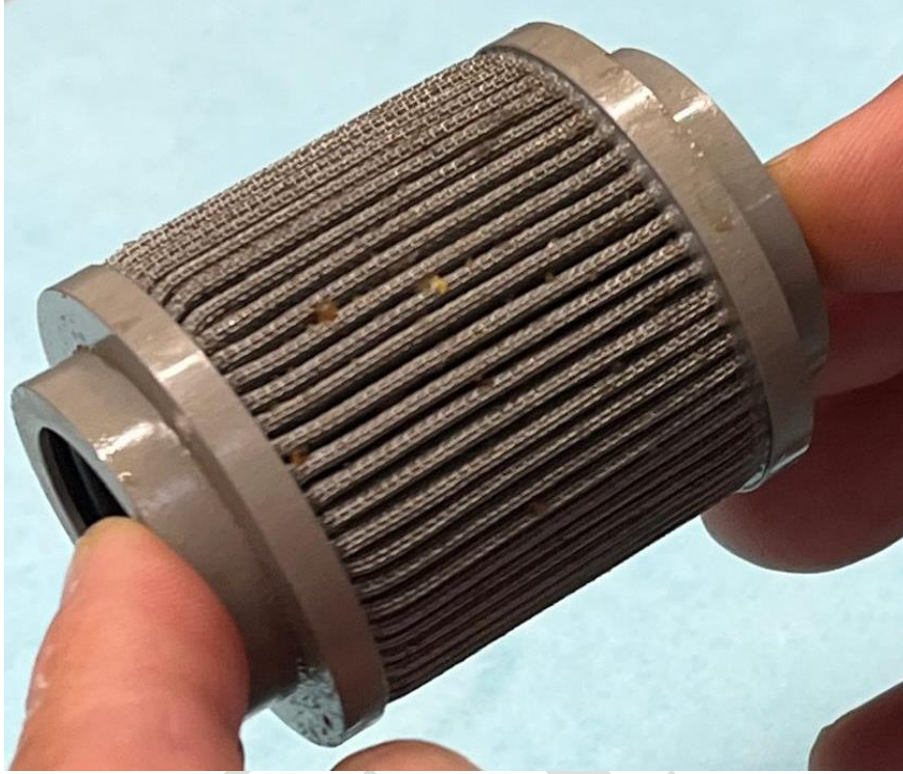
HMU incelemesi:

HMU, yakıt akış özelliklerini doğrulamak için teçhizat testine tabi tutulmuştur. Yakıt akışı, HMU ATP spesifikasyonuna uygundur.



Resim-22: HMU Testi

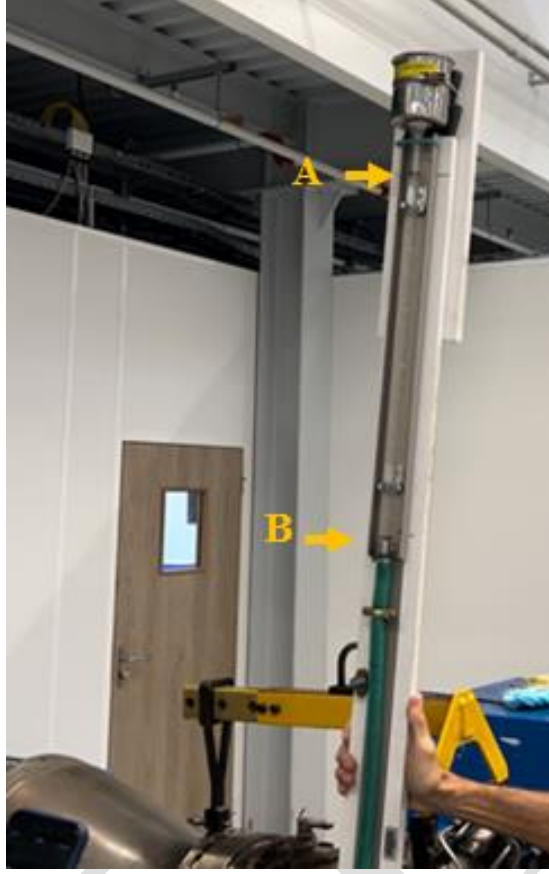
Yakıt Filtresi: Filtre incelendi ve bazı partiküller tespit edildi. Ancak filtrede tıkanma olmadığı tespit edildi. Bu durum tıkanma göstergesinin açılmadığını doğrulamaktadır.



Resim-23: Yakıt Filtresi

Motorun sökülmesi:

Motor manifoldu geçirgenlik kontrolü (Permeability test): Bu testin amacı manifolda bağlı bir su sütununun açık hava basıncı ile suyu boşaltma süresini ölçmektir. Normal şartlar altında test düzeneğindeki suyun boşaltım süresi sekiz saniyenin altında olmalıdır. Gerçekleştirilen test elli saniyeden fazla sürmüş olup su akışı/boşaltımı olmamıştır.



Resim-24: Permeability Testi (A: Suyun Başlangıç Noktası, B: Suyun 8 Saniyede Varması Gereken Nokta)

Motor demonte edildi ve Modül 03 açıldı.

Modül 03'ün açılmasından sonra enjeksiyon manifoldu ve enjeksiyon çarkının incelenmesiyle bu iki parçanın içinde yoğun kirlilik (birikinti) olduğu tespit edildi. Bu durum, test bench'te fark edilen yakıt akışı sınırlamasının ve pilot tarafından ifade edilen motor güçsüzlüğünün kaynağını açıklamaktadır.



Resim-25: Enjeksiyon Çarkı ve Enjeksiyon Manifoldu

Enjeksiyon arkı ve manifoldda tespit edilen kirlilik (birikinti) ve tıkanma değerlendirildikten sonra tıkanmaya neden olabilecek durumların tespiti için manifoldun laboratuvar analizine gönderilmesine karar verilmiştir. Laboratuvar analizinde tıkanmaya neden olan kirliliğin karakteristik olarak analizi gerçekleştirilerek muhtemel senaryo veya senaryolar değerlendirilecektir.

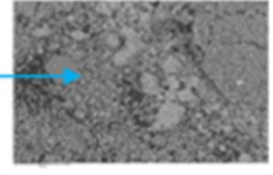
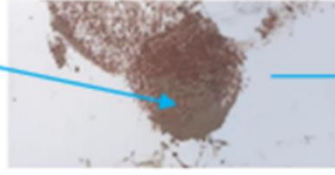
2.5 Birikinti Laboratuvar Analizi

Laboratuvar analizine gönderilen birikintiler motorun iki bölümünden alınmış olup, bunlar hava geçiş güzergahı ve yakıt devresidir. Analiz kapsamında hava geçişinin olduğu santrifüj difüzör, yanma odası, HP nozzle kılavuz kanadı ve HP türbin kanatçıkları parçalarından alınan numuneler ve yakıt geçişinin olduğu enjeksiyon manifold (dahili besleme borusu) ve enjeksiyon çarkı parçalarından alınan numuneler analiz edilmiştir. Yapılan analize göre;

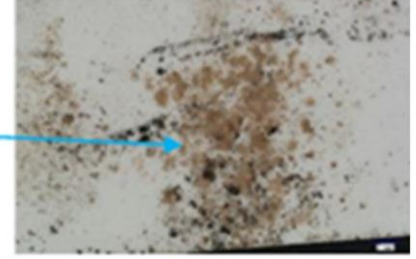
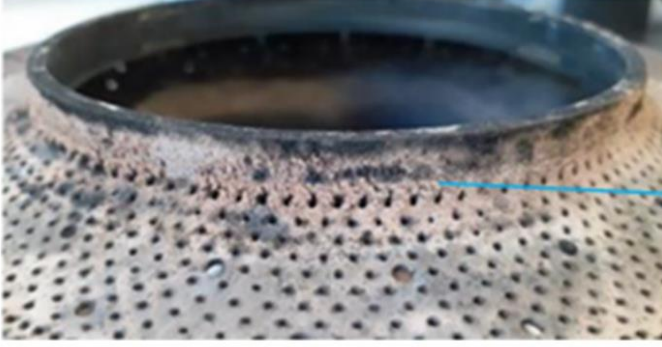
Hava geçiş güzergahından alınan birikintiler şunları içermektedir:

- Kalsiyum silikat (toprak ve kum gibi mineral bileşikler) ile ilişkili olabilecek bir bileşime sahip kahverengi tanecikli tortular,
- Kalsiyum/sodyum sülfatlarla ilişkili olabilecek bir bileşime sahip beyaz tanecikli tortular, (alçı tipi bileşikler)
- NaCl tuz. (Tuzlu ortamla ilişkili olabilir)

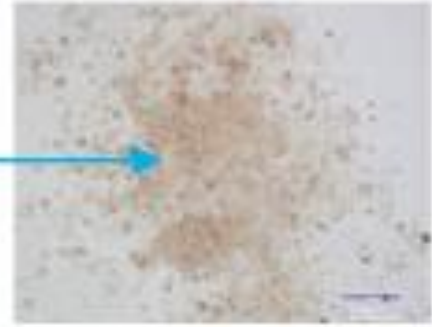
Bu birikintiler, helikopter yere temas ettiğinde ve motor çalışırken devrildiğinde havaya yükselen çeşitli parçacıkların motor tarafından çekilmesinin bir sonucu olabilir. Ayrıca hava aracının konuşlandığı ortamda (endüstriyel ve deniz) uçuş operasyonu sırasında meydana gelen birikimin sonucu da olabilir.



İç Şaft



Yanma Odası



Nozzle Guide Vane

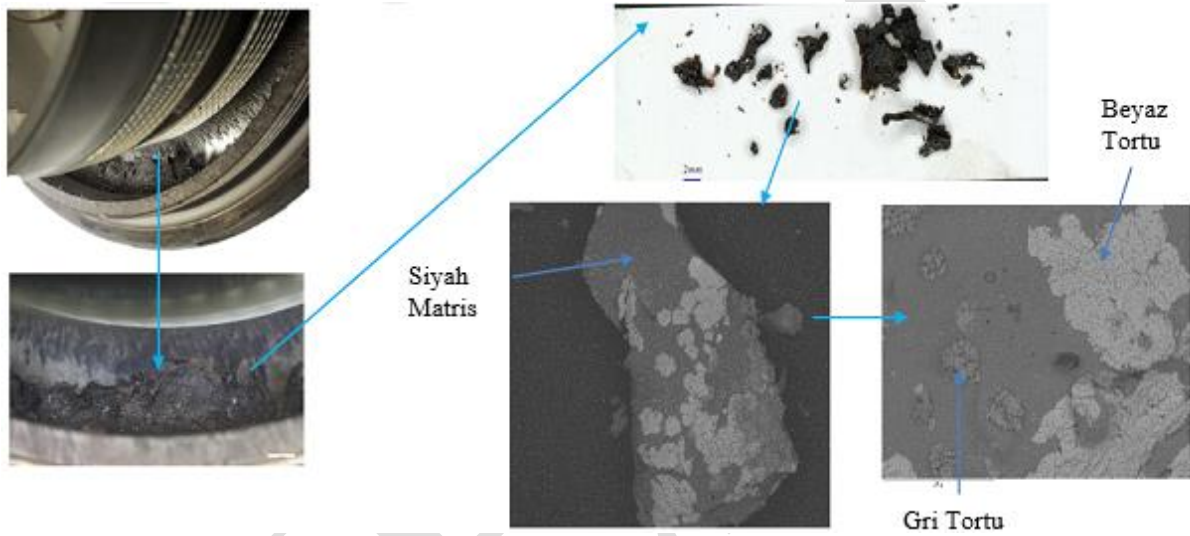
Resim-26: Hava Girişi Birikinti Örnekleri

Yakıt devresinden alınan birikintiler şunları içermektedir:

Enjeksiyon Çarkı

- Suda çözünabilen viskoz tortu. (Organik)

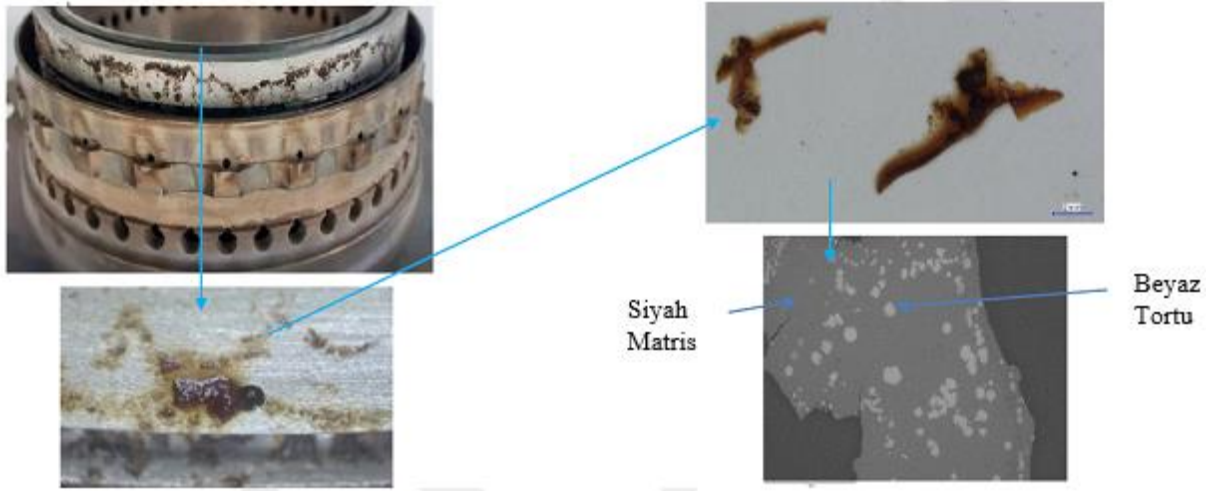
- Enjeksiyon manifoldu çevresinden alınan tortulara yakın görünüm ve kimyasal bileşimler:
 - SEM fotoğrafındaki siyah matris, esas olarak Karbon (C), Oksijen (O) ve Potasyum (K), ek olarak Sodyum (Na), Alüminyum (Al), Klor (Cl), Silisyum (Si) ve az miktarda Sülfür (S),
 - SEM fotoğrafında beyaz renkte gözlenen çökelti, esas olarak Potasyum (K) ve Klor (Cl), ek olarak Karbon (C) ve Oksijen (O)
 - Oksijen (O) bakımından zengin açık gri çökelti Potasyum (K) Sülfür (S) Kalsiyum (Ca) Karbon (C) içermektedir.



Resim-27: Enjeksiyon Çarkı Birikinti Örnekleri

Enjeksiyon Manifoldu

- Suda çözünebilen viskoz tortu. (Organik)
- Enjeksiyon çarkının yakıt kanalından geri kazanılan viskoz tortu ile aynı görünüm ve kimyasal elementler:
 - SEM fotoğrafındaki siyah matris, esas olarak Karbon (C), Oksijen (O) ve Potasyum (K), ek olarak Sodyum (Na), Alüminyum (Al) ve az miktarda Klor (Cl),
 - SEM fotoğrafında beyaz renkte gözlenen çökelti, esas olarak Potasyum (K) ve Klor (Cl), ek olarak Karbon (C) ve Oksijen (O) içermektedir.



Resim-28: Enjeksiyon Manifoldu Birikinti Örnekleri

Yapılan analizler çerçevesinde, hava geçiş güzergahı parçaları üzerinden alınan birikintiler ile yakıt devresi parçaları üzerinden alınan birikintilerin farklı olduğunu tespit edilmiştir. Hava geçiş güzergahı ile ilgili olarak, partiküller (mineral) kaza esnası ve helikopterin çalışma ortamı ile tutarlıdır.

Yakıt devresi ile ilgili olarak, partiküller (organik) için, bunların kaynağını (bakteriyolojik veya motorun dışındaki bir kaynak) tespit etmek zordur. Yapılan yakıt numunesi analizlerinde mikro bakteri kirliliği kontrol edilmemiştir.

HMU Parçalarının Analizi

HMU'nun açılması ile birlikte, HMU'nun harici bir bileşenden etkilendiği tespit edilmiştir. Yapılan analize göre;

- HMU içindeki su varlığının suya duyarlı kâğıt ile doğrulandığı,
- Bazı bileşenlerde korozyon belirtisinin olduğu, (suyun varlığını doğrular)
- Pompa ve ölçüm ünitesinin her yerinde kahverengi tortu izlerinin görülebildiği,
- Su kirliliğinin belirli boşluklarda (ana yakıt akışının dışında) bloke olduğu,
- Yakıt devresinin hala yakıtla dolu ve sızdırmaz olduğu göz önünde bulundurulduğunda, bu suyun kaza öncesinde ve esnasında zaten orada olduğu,
- Su, korozyon ve kahverengi yarı saydam tortunun varlığını dikkate alarak bu kirlenmenin biyolojik partiküller veya bakteriler olduğu değerlendirilmektedir.

Aşağıdaki resimlerde HMU parçalarında tespit edilen korozyonlar kırmızı, kahverengi yarı saydam tortular ise sarı ile gösterilmiştir.

- Kahverengi yarı saydam tortu
- Korozyon



Suya Duyarlı Kâğıt (Pozitif)



Düşük Yakıt Basıncı Anahtarı



Yakıt Filtresi Yuvası



Yakıt Filtresi Başlığı



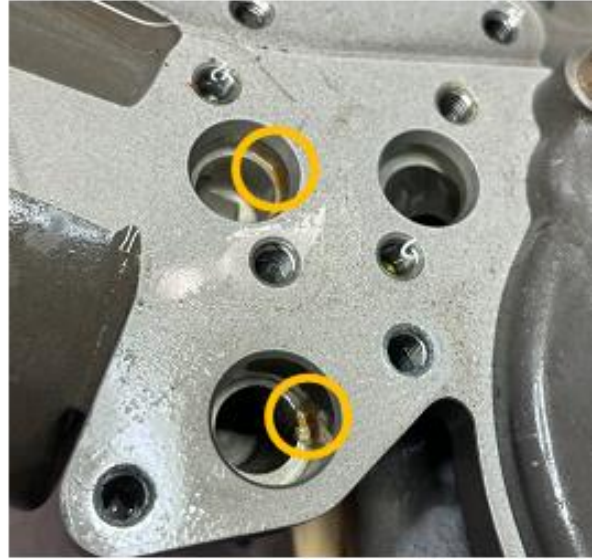
Ölçüm İğnesi



İç Filtre



Yüksek Basınç Pompası



Pompa Gövdesi



Delta P Diyaframı



Kademeli Motor-Çözücü



Ölçüm İğnesi

Resim-29: HMU Parçaları

Bu analizler doğrultusunda hava aracı işletmecisiyle yapılan görüşmelerden;

- Hava aracına biyosit işlem uygulanmadığı,
- Yakıt devresinin boşaltma temizleme işlemlerinin zamanında ve usulüne göre yapıldığı,
- Olaydan önce yakıt devresinde herhangi bir kirliliğe rastlanmadığı,
- Daha önce yakıt devresinde bulunana benzer bir tank veya HMU filtre kirliliğine rastlanılmadığı,
- Filtrenin en son 08 Nisan 2022'de bir önceki motor 600H incelemesinde değiştirildiği,
- Kazadan önceki son uçuşun üç gün önce gerçekleştirildiği,
- Daha önce herhangi bir sınırlama, ilk çalıştırma sorunu vb. yaşanmadığı tespit edilmiştir.

SONUÇ

Ulaşım Emniyeti İncelme grubu nezaretinde, BEA akredite temsilcisi, Airbus Helicopter uzmanı ve Safran HE uzmanının da katılımıyla meydana gelen kazanın muhtemel nedenine ulaşmak amacıyla sistemler üzerinde çeşitli incelemeler gerçekleştirilmiş, kaza alanı ve enkaz incelemesi yapıldıktan sonra daha fazla bilgiye sahip olmak amacıyla hava aracı üzerinde bulunan ve hata/parametre kayıt özelliğine sahip VEMD ve DECU cihazları deşifre ettirilmiş, deşifre sonucu muhtemel bir yakıt sınırlaması olabileceği düşüncesiyle enkaz üzerinde yakıt sistemi incelemesi ve gözle motor incelmesine karar verilmiş, yakıt sistemlerinde sorun tespit edilememesi sonrasında hava aracı motoru test bench'te test edilmek üzere üretici firma Safran HE Tarnos tesislerine gönderilmiş, tesislerde gerçekleştirilen testler sonucunda bir yakıt sınırlamasının mevcut olduğu, yakıt enjeksiyon manifoldunun tıkalı olduğu tespit edilmiş, bu tıkanmanın yakıt akışında sınırlamaya neden olduğu, kaza esnasında yaşanan motorda güç kaybına da yakıt akışındaki sınırlamanın sebep olduğu tespit edilmiştir.

3. BULGULAR:

- Pilotların belirlenmiş mevcut usullere uygun olarak lisanslandırılmış olduğu,
- Pilotların sağlık kontrollerinin zamanında yapıldığı, geçerli kurallara uygun olarak sağlık sertifikasına sahip olduğu,
- Pilotların uçuş süresi ve görev sürelerinin mevcut kurallara uygun olduğu,
- Bakım personelinin mevcut usullere uygun olarak lisanslandırılmış olduğu,
- Hava aracının belirlenmiş usullere uygun olarak geçerli Tescil Sertifikasının ve Uçuşa Elverişlilik Sertifikasının olduğu,
- Hava aracının periyodik bakımlarının zamanında yapıldığı, bakım kayıtlarına göre bu kazayı etkileyebilecek eksik bakım işleminin bulunmadığı, hava aracında yedek meydan için yeterli miktarda yakıt olduğu,
- Kaza sonrasında üçüncü şahıslara yönelik zararın meydana gelmediği,
- Meteorolojik koşulların kazaya faktör olmadığı,
- Motor çalıştırma ve uçuşa başlama esnasına kadar elektronik kayıt yapan sistemlerde herhangi bir arıza kaydının olmadığı,
- Digital Engine Control Unit (DECU) ve Vehicle and Engine Multifunction Display' in (VEMD) incelenmesinden kaza uçuşuna ait arıza kaydının olduğu,
- Motor boroskopik incelemesinde, Centrifugal kompresörün ve yanma odasının çoğu parçasında bir miktar tortu (Tuz, Kalsiyum, temizlik ürünü bulunduğu,
- Bazı kanatçıklarda yağ izlerinin bulunduğu, (muhtemelen kazadan sonraki motor pozisyonundan dolayı)
- Modül 03'ün açılmasından sonra enjeksiyon manifoldu ve enjeksiyon çarkının incelenmesiyle bu iki parçanın içinde yoğun kirlilik (birikinti) olduğu, hava geçiş güzergahından alınan birikintilerin analizinden,
 - Kalsiyum silikat (toprak ve kum gibi mineral bileşikler) ile ilişkili olabilecek bir bileşime sahip kahverengi tanecikli tortular, kalsiyum/sodyum sülfatlarla ilişkili olabilecek bir bileşime sahip beyaz tanecikli tortular (alçı tipi bileşikler) ve NaCl tuz (tuzlu ortamla ilişkili olabilir) bulunduğu,

- Bu birikintilerin, helikopter yere temas ettiğinde ve motor çalışırken devrildiğinde havaya yükselen çeşitli parçacıkların motor tarafından çekilmesinin bir sonucu olabileceği,
 - Ayrıca hava aracının konuşlandığı ortamda (endüstriyel ve deniz) uçuş operasyonu sırasında meydana gelen birikimin sonucu da olabileceği,
- Yakıt devresinde bulunan organik partiküllerin kaynağının (bakteriyolojik veya motorun dışındaki bir kaynak) tespit edilmesinin zor olduğu,
- Hava aracı motorunda bir yakıt sınırlamasının mevcut olduğu,
- Yakıt enjeksiyon manifoldunun tıkalı olduğu,
- Bu tıkanmanın yakıt akışında sınırlamaya neden olduğu,
- Kaza esnasında yaşanan motorda güç kaybına da yakıt akışındaki sınırlamanın sebep olduğu,
- Hava aracının konuşlandığı bölgede inşaat faaliyetlerinin olduğu ve denize yakın olduğu, bölgenin iklimi ve çevresel faktörleri değerlendirildiğinde, iniş şeridinin tozlu, nemli ve tuzlu bir havaya sahip konumda olduğu tespit edilmiştir.

4.MUHTEMEL NEDEN:

Ulaşım Emniyeti İnceleme Grubu, 30.08.2022 tarihinde, sahibi ve işletmecisi Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş. olan, TC-HCB tescil işaretli Eurocopter EC130 B4 tipi 4412 seri numaralı hava aracının, Baknet İniş Şeridinden, tanımsız İZHAK iniş noktasına gerçekleştirmek istenen uçuş için kalkış yaptığı, kalkışı müteakip hava aracında yaşanan arıza nedeniyle kalkış noktasından yaklaşık 220 m uzaklıkta bulunan toprak zemine acil iniş gerçekleştirdiği, esnada hava aracının yan yatması ile meydana gelen hava aracı kazasının muhtemel nedeni olarak;

Yapılan inceleme ve analizler sonucunda yakıt akışında tıkanıklık olduğu, bu tıkanmanın motorda güç kaybı yaşanması ile tutarlı olduğu, yapılan birikinti analizleri ile tıkanmanın kaynağı bilinmeyen biyolojik partikül veya bakteri oluşumundan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Yakıt içerisinde meydana gelen biyolojik partikül veya bakteri oluşumunun ne şekilde meydana geldiği tespit edilememekle birlikte, uçuş öncesi bu oluşumun tespiti de mümkün değildir.

5. TAVSİYELER:

Pilot ifadelerinin değerlendirilmesi, kamera kayıtlarının incelenmesi, hava aracı enkazı ve motorunun ilk incelemeleri, VEMD, DECU, yakıt sistemi incelemesi, motor incelemesi, motor test ve analizleri (Motor boroskopik incelemesi / Yedekleme sisteminin konumu EBCAU + HMU / Test Bench / HMU incelemesi), motorun sökülmesi ve Modül 03'ün açılması, buradan çıkan birikintilerin Birikinti Laboratuvar Analizi (Enjeksiyon Çarkı/ Enjeksiyon Manifoldu / HMU) gibi yapılan bir çok çalışma neticesinde takat kaybının nedeni yakıtta bulunan kaynağı bilinmeyen biyolojik partikül veya bakteri oluşumu olduğu tespit edilmiş, ancak bu partikül veya bakteri oluşumunun nasıl meydana geldiği tespit edilemediğinden herhangi bir tavsiye çıkarılamamıştır.

5.1 Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü'ne

Yakıt kirliliği ile ilgili olarak üretici Airbus Helicopter tarafından yayınlanan aşağıdaki yayınların işleticiler tarafından dikkate alınması iyi bir önleyici tedbir olarak düşünülmektedir. Bu durumun işleticiler ile paylaşılması uygun mütalaa edilmektedir:

- Maintenance Tasks (MTC Tasks 20-08-06-401 and 20-08-06-403): Tropikal ve Nemli atmosferlerde çalışırken organik nedenli yakıt kirliliği riskleri ile ilgili tüm ihtiyati tedbirleri ve kontrolleri açıklar.
- Information Notice IN 2145-I-28: Yakıt kalitesini ele alır.
- Information Notice IN 2376-I-28: Yakıt sisteminin kirlenmesini önleme, tespit etme, ortadan kaldırma ve bakım faaliyetlerini ele alır.

6. EKLER:

- A.** Uçuş Elverişlilik ve Uçuş Elverişlilik Gözden Geçirme Sertifikaları
- B.** Tescil Sertifikası
- C.** Hava Aracı İstasyon Ruhsatnamesi
- D.** Baknet Bilgi İşlem ve Taş. Tic. A.Ş.'ye ait İşletme Ruhsatı
- E.** VEMD ve DECU Analiz Raporları
- F.** Gerçekleştirilen Motor Çalıştırmaları ve Ölçülen Parametreler