

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**AIRBUS 320 VE BOEING 737 UÇAKLARINDA UYGULANAN KURU VE
ISLAK DIŞ YIKAMA KARŞILAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Aylin CİVİL

Savunma Teknolojileri Anabilim Dalı

Savunma Teknolojileri Programı

MART 2026

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

**AIRBUS 320 VE BOEING 737 UÇAKLARINDA UYGULANAN KURU VE
ISLAK DIŞ YIKAMA KARŞILAŞTIRMASI**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**Aylin CİVİL
(514151003)**

Savunma Teknolojileri Anabilim Dalı

Savunma Teknolojileri Programı

Tez Danışmanı: Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL

MART 2026

ISTANBUL TECHNICAL UNIVERSITY ★ GRADUATE SCHOOL

**COMPARISON OF DRY AND WET EXTERNAL WASHING APPLIED TO
AIRBUS 320 AND BOEING 737 AIRCRAFT**



M.Sc. THESIS

**Aylin CİVİL
(514151003)**

Department of Defense Technologies

Defense Technologies Programme

Thesis Advisor: Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL

MARCH 2026

İTÜ, Lisansüstü Eğitim Enstitüsü'nün 514151003 numaralı Yüksek Lisans Öğrencisi Aylin CİVİL, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “AIRBUS 320 VE BOEING 737 UÇAKLARINDA UYGULANAN KURU VE ISLAK DIŞ YIKAMA KARŞILAŞTIRMASI” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. Metin Orhan KAYA**
İstanbul Teknik Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Serhat YILMAZ
Milli Savunma Üniversitesi

Teslim Tarihi : 24 Şubat 2026
Savunma Tarihi : 11 Mart 2026





Aileme,



ÖNSÖZ

Tüm dünyada ve Türkiye’de gelişmekte olan sivil havacılık sektörünün gözdesi uçakların çalışma mekanizmalarını anlamamı ve bakım gerekliliklerini öğrenmemi sağlayan İTÜ Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesine, sayın hocam Prof. Dr. İbrahim ÖZKOL’a, uçaklara dokunabilmemi sağlamış olan bugüne kadar çalıştığım şirketlerime ve aileme desteklerinden dolayı teşekkür ederim...

Mart 2026

Aylin CİVİL
(Uçak Sistem Mühendisi)



İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖNSÖZ.....	ix
İÇİNDEKİLER	xi
KISALTMALAR	xiii
ÇİZELGE LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xvii
SUMMARY	xix
1. GİRİŞ	1
1.1 Tezin Amacı	1
1.2 Tezin Kapsamı	2
2. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA HAVACILIK	3
2.1 Havacılığın Küresel Tarihçesi Ve Gelişimi	3
2.2 Türkiye’de Havacılığın Tarihçesi Ve Gelişimi	3
3. THY FİLO	5
4. THY TEKNİK	7
5. UÇAKLARDA YIKAMA YÖNTEMLERİ	11
5.1 Üretici Prosedürleri	11
5.1.1 Islak yıkama prosedürleri	12
5.1.1.1 Airbus A320	13
5.1.1.2 Boeing B737	14
5.1.1.3 Islak yıkama karşılaştırması	15
5.1.2 Kuru yıkama prosedürleri	17
5.1.2.1 Airbus A320	18
5.1.2.2 Boeing B737	19
5.1.2.3 Kuru yıkama karşılaştırması	20
5.2 Kullanılan Kimyasallar	23
5.2.1 Islak yıkama kimyasalları	23
5.2.1.1 Airbus A320 ıslak yıkama kimyasalları	23
5.2.1.2 Boeing B737 ıslak yıkama kimyasalları	24
5.2.2 Kuru yıkama kimyasalları	25
5.2.2.1 Airbus A320 kuru yıkama kimyasalları	25
5.2.2.2 Boeing B737 kuru yıkama kimyasalları	25
5.2.3 Kullanılan kimyasalların karşılaştırılması	26
5.3 Kuru Yıkama İle Islak Yıkama Karşılaştırması	28
5.3.1 Adam – saat (MH).....	29
5.3.2 Tüketilen su miktarı	29
5.3.3 Maliyet	30
5.3.4 Yıkama sıklığı	30
5.3.5 Sürdürülebilirlik üzerine etkileri	31
6. SONUÇLAR VE SAVUNMA SANAYİSİ ÖNERİSİ	33
6.1 Savunma Sanayi İle İlişkilendirme Ve Öneri.....	33
KAYNAKLAR	37

ÖZGEÇMİŞ.....	39
---------------	----



KISALTMALAR

AB	: Avrupa Birliği
ABD	: Amerika Birleşik Devletleri
AMS	: Airbus Material Specification
AO	: Anonim Ortaklık
AOG	: Aircraft on Ground
APU	: Auxiliary Power Unit
BMS	: Boeing Material Specification
CAMO	: Continuing Airworthiness Management Organisation
CF6	: GE CF6 Motor Ailesi
CFM	: CFM International
CML	: Consumable Material List
CL	: Classic (Boeing 737 Classic)
DHMI	: Devlet Hava Meydanları İşletmesi
EASA	: European Aviation Safety Agency
FAA	: Federal Aviation Administration
HF	: High Frequency
GE	: General Electric
IATA	: International Air Transport Association
IAE	: International Aero Engines
ICAO	: International Civil Aviation Organization
IGA	: İstanbul Havalimanı İstasyonu
MH	: Man-Hour (Adam Saat)
MP	: Maintenance Programme
MRO	: Maintenance Repair Overhaul
NDT	: Non-Destructive Testing
NG	: New Generation (Boeing 737 NG Serisi)
PPE	: Personel Protective Equipment
P2F	: Passenger to Freighter
SATCOM	: Satellite communications
SAW	: Sabiha Gökçen Havalimanı İstasyonu

SHGM	: Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü
SHT	: Sivil Havacılık Talimatı
THY	: Türk Hava Yolları
THY Teknik	: Türk Hava Yolları Teknik A.Ş.
TL	: Türk Lirası
TRENT	: Rolls-Royce Trent Motor Ailesi
USD	: Amerikan Doları
VHF	: Very High Frequency
VOC	: Volatile Organic Compounds



ÇİZELGE LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Çizelge 3.1 : 2025 Şubat ayı THY Airbus filosu.....	5
Çizelge 3.2 : 2025 Şubat ayı THY Boeing filosu.	6
Çizelge 5.1 : Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarında kuru ve ıslak yıkama kimyasal karşılaştırması.....	27
Çizelge 5.2 : THY Airbus A320 ve Boeing B737 yıkama taskları ve uygulama aralığı.	30
Çizelge 5.3 : Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarında kuru ve ıslak yıkama karşılaştırması.	31



AIRBUS 320 VE BOEING 737 UÇAKLARINDA UYGULANAN KURU VE ISLAK DIŞ YIKAMA KARŞILAŞTIRMASI

ÖZET

Bu tez çalışmasında, Türk Hava Yolları (THY) filosunda adet bazında en yaygın olarak kullanılan Airbus A320 ve Boeing B737 tipi uçaklarda uygulanan dış gövde temizlik yöntemleri incelenmiş ve üretici firmalar tarafından tanımlanan kuru ve ıslak yıkama prosedürleri karşılaştırmalı olarak değerlendirilmiştir. Çalışmanın temel amacı, uçak dış yıkama yöntemlerinin bakım süreçleri üzerindeki operasyonel etkilerini ortaya koymak ve bu yöntemlerin su tüketimi, adam-saat (man-hour), maliyet ve yıkama sıklığı açısından farklarını analiz etmektir.

Tez kapsamında öncelikle sivil havacılık sektörünün genel yapısı, Türkiye’de ve dünyada havacılığın gelişimi, Türk Hava Yolları filosu ve THY Teknik A.Ş.’nin bakım kabiliyetleri ele alınmıştır. Ardından Airbus ve Boeing üretici dokümantasyonları (Aircraft Maintenance Manual – AMM) referans alınarak, Airbus A320 ve Boeing B737 uçakları için tanımlanmış kuru ve ıslak dış yıkama taskları detaylı biçimde incelenmiştir. Her iki üreticiye ait yıkama prosedürleri; işlem hazırlıkları, uygulama adımları, kullanılan ekipmanlar ve işlem sonrası kontroller başlıkları altında karşılaştırılmıştır.

Çalışmada kuru ve ıslak yıkama yöntemleri; harcanan adam-saat miktarı, kullanılan su miktarı, operasyonel maliyet ve uygulama sıklığı kriterleri üzerinden değerlendirilmiştir. Islak yıkama yönteminin yoğun su kullanımı, daha uzun uygulama süresi ve yüksek operasyonel kaynak ihtiyacı gerektirdiği; buna karşılık kuru yıkama yönteminin su kullanımını ortadan kaldırarak daha kısa sürede ve daha düşük kaynak ihtiyacıyla uygulanabildiği tespit edilmiştir. Ayrıca kuru yıkama yönteminin apron sahalarında ve çevresel kısıtların bulunduğu operasyonel koşullarda daha esnek bir çözüm sunduğu görülmüştür.

Tezin sonuç bölümünde elde edilen bulgular, savunma sanayi perspektifiyle değerlendirilmiştir. Sivil havacılıkta uygulanan üretici onaylı dış yıkama prosedürlerinin, askeri ve savunma amaçlı kullanılan benzer uçak tipleri için de uyarlanabilir olduğu ortaya konmuştur. Özellikle su tüketiminin azaltılması, bakım süreçlerinin daha verimli planlanması ve kaynak kullanımının optimize edilmesi açısından kuru yıkama yöntemlerinin savunma sanayi bakım faaliyetleri için örnek teşkil edebileceği değerlendirilmiştir.

Sonuç olarak bu çalışma, uçak dış yıkama yöntemlerinin yalnızca bir temizlik faaliyeti değil, aynı zamanda bakım planlaması, operasyonel verimlilik ve sürdürülebilirlik açısından stratejik bir bakım girdisi olduğunu ortaya koymakta; elde edilen bulguların hem sivil havacılık hem de savunma sanayi uygulamaları için yol gösterici nitelik taşıdığını göstermektedir.



COMPARISON OF DRY AND WET EXTERNAL WASHING APPLIED TO AIRBUS 320 AND BOEING 737 AIRCRAFT

SUMMARY

In this study, aircraft exterior washing methods applied to Airbus A320 and Boeing B737 aircraft, which represent the largest portion of the Turkish Airlines (THY) fleet in terms of quantity, are examined and comparatively evaluated based on manufacturer maintenance documentation. Aircraft exterior cleaning is considered an essential maintenance activity not only for visual appearance but also for maintaining operational continuity, facilitating inspections, and optimizing maintenance planning. Within this context, dry and wet washing procedures defined by aircraft manufacturers are analyzed to identify their procedural differences and operational impacts.

Aircraft surfaces are continuously exposed to various environmental contaminants during normal flight operations. Dust, oil residues, hydraulic fluids, insects, exhaust gases, and other atmospheric pollutants accumulate over time on the fuselage, wings, and other external components of the aircraft. If these contaminants are not removed regularly, they may negatively affect the aircraft's aerodynamic performance and increase fuel consumption. In addition, the accumulation of contaminants can make visual inspections more difficult and may accelerate corrosion processes on aircraft surfaces. Therefore, periodic exterior cleaning is considered an important preventive maintenance activity that contributes to the protection of the aircraft structure and the efficiency of maintenance operations.

Aircraft manufacturers provide detailed procedures and instructions regarding exterior cleaning operations in the Aircraft Maintenance Manuals (AMM). These documents define the approved cleaning materials, safety precautions, preparation procedures, application techniques, and inspection steps required after washing operations. Compliance with manufacturer documentation ensures that maintenance activities are carried out safely and effectively without causing damage to aircraft surfaces, paint coatings, or sensitive components. Maintenance organizations have to comply AMM procedures when performing aircraft exterior washing operations.

The scope of the study primarily focuses on civil aviation operations; however, the findings are also evaluated in terms of their applicability to the defense industry. Manufacturer Aircraft Maintenance Manuals (AMM) for Airbus A320 and Boeing B737 aircraft are used as the main reference sources to examine exterior washing tasks, preparation steps, application procedures, required equipment, and post-wash inspection activities. Based on these documents, dry and wet washing methods are compared systematically.

In addition to procedural analysis, the study also considers the operational context in which these maintenance activities are performed. Airlines and maintenance organizations operate under strict time constraints and must carefully plan maintenance activities in order to minimize aircraft downtime and ensure operational continuity. Aircraft exterior washing, although not directly related to mechanical

maintenance, plays an important role in facilitating inspection activities and maintaining aircraft condition. Clean aircraft surfaces allow maintenance personnel to detect structural damage, fluid leaks, or surface defects more easily during routine inspections. Consequently, exterior cleaning contributes indirectly to flight safety and operational reliability.

The comparison is conducted using key operational parameters, including manpower requirements (man-hours), water consumption, operational cost, and washing frequency. The analysis indicates that wet washing methods generally require significant amounts of water, longer application times, and higher operational effort. In addition, wet washing operations necessitate extensive ground support equipment and suitable infrastructure, which can limit their applicability under certain operational conditions. These operations often require water supply systems, drainage arrangements, washing platforms, and specialized cleaning equipment in order to ensure proper implementation of the procedure.

Wet washing procedures typically involve multiple stages such as surface preparation, application of cleaning agents, manual or mechanical scrubbing, rinsing with water, and final inspection of the aircraft surface. Each of these stages requires coordination between maintenance personnel and the use of appropriate equipment. As a result, wet washing operations may require a higher number of maintenance personnel and longer operational durations compared to alternative cleaning methods. Furthermore, the large amount of water used during wet washing operations creates additional requirements for wastewater management and environmental compliance.

In contrast, dry washing methods eliminate or significantly reduce water usage and can be applied in shorter timeframes with lower manpower requirements. These methods utilize specially formulated cleaning fluids that are applied directly to the aircraft surface and removed using microfiber cloths or similar cleaning materials. The cleaning solution dissolves contaminants and allows maintenance personnel to wipe them away without the need for rinsing with water. These characteristics make dry washing more flexible and easier to implement, particularly in environments where water availability and infrastructure are limited.

Another advantage of dry washing methods is their operational flexibility. Since the procedure does not require large water supply systems or complex infrastructure, it can be performed directly on aircraft parking positions or apron areas. This flexibility allows maintenance teams to perform cleaning operations more efficiently and reduces the need to move aircraft to specialized washing areas. As a result, dry washing procedures may contribute to improved operational efficiency and better utilization of maintenance resources within airline and maintenance organizations.

From a sustainability perspective, reducing water consumption and optimizing resource usage are increasingly important considerations for aircraft maintenance operations. The aviation industry is increasingly focused on implementing environmentally responsible practices that reduce operational impact on natural resources. Wet washing methods, due to their high water consumption and wastewater generation, may create environmental challenges in certain operational environments. In contrast, dry washing methods provide a more environmentally sustainable alternative by minimizing water consumption and reducing the need for wastewater management systems.

Although the study is conducted within the framework of civil aviation, the conclusions are considered relevant to the defense industry as well. Military aviation

operations often involve constraints related to water supply, infrastructure, and operational flexibility. Aircraft operating in remote bases or field environments may not have access to extensive washing facilities or water resources. Therefore, maintenance practices that require minimal infrastructure and resources may provide important operational advantages.

In this context, the adoption of dry washing methods, based on manufacturer-approved procedures, may provide significant benefits in terms of maintenance efficiency and resource management for defense industry aircraft. The ability to perform cleaning operations quickly and with minimal infrastructure may improve maintenance flexibility and support operational readiness in military aviation environments. At the same time, ensuring compliance with manufacturer maintenance documentation remains essential in order to maintain aircraft safety and structural integrity.

Overall, this thesis demonstrates that aircraft exterior washing methods should be evaluated as a strategic maintenance activity rather than a routine cleaning process. Properly planned and implemented washing procedures contribute to efficient resource utilization, facilitate maintenance inspections, and support sustainable maintenance practices. By comparing dry and wet washing methods for Airbus A320 and Boeing B737 aircraft, this study highlights the operational advantages and limitations of each approach and provides insights that may assist maintenance organizations in optimizing their aircraft cleaning strategies. These findings contribute to a broader understanding of how maintenance procedures can support operational efficiency and environmental sustainability in both civil aviation and defense industry applications.



1. GİRİŞ

Sektörel olarak ele alırsak; havacılık sektörü dünyada ve hatta dünya dışında hayati bir öneme sahip olup gelişmiş ve gelişmekte olan teknolojisi ile tüm insanlığın vizyonunu geliştiren, sorularına cevap aramak için gezegenler arası ulaşımı dahi sağlayan bir sektördür. Böyle benzersiz bir keşif alanı sunan havacılık sektöründe uçak ise; günümüz teknolojisinde en çok kullanılan ulaşım araçlarından biri olup, tüm insanlığı dünya üzerinde bir noktadan başka bir noktaya olabilecek en hızlı şekilde ulaştıran ulaşım aracı görevi görmektedir.

Küresel ulaşımında hayati bir öneme sahip olan uçakların operasyonel verimliliği ve güvenliği için katı kurallarla takip edilmesi gereken bakım ve operasyon prosedürleri bulunmaktadır.

Uçakların operasyonlarından sorumlu ve uçuşa elverişliliklerini sağlayan uçak operatörleri olduğu gibi, bu takibin çıktılarını oluşturan uçak bakım kuruluşları da güvenli bir uçuş operasyonu sağlanabilmesi için bu süreçten sorumludur.

Uçakların operasyonlarına devam edebilmesi için uluslar arası ve ülke saha sınırları içerisinde uyulması gereken kuralları belirleyen ülke kuruluşları bulunmaktadır. Amerika tarafından oluşturulan ve ilgili kıtada uçuşlar için tabi olunan otorite “Federal Aviation Administration (FAA)” olup, Avrupa otoritesi ise “European Aviation Safety Agency (EASA)” dır. Türkiye’de sivil havacılık kurallarını oluşturan ve hava sahamızda bulunan uçakların da uyması gereken talimatları veren otorite ise Sivil Havacılık Genel Müdürlüğü (SHGM)’dür.

1.1 Tezin Amacı

Uçakların operasyonel verimliliğini ve güvenliğini artırmak için bakım ve temizlik süreçleri kritik önem taşır. Uçak yüzeylerinin düzenli temizliği, yalnızca estetik ve hijyenik nedenlerle değil, aynı zamanda aerodinamik performans, yakıt tüketimi, bakım sırasındaki kontrollerin düzgün yapılabilmesi ve çevresel sürdürülebilirlik açısından da önemlidir.

Bu çalışmada Türkiye'nin bayrak taşıyıcı havayolu firması olan Türk Hava Yolları filosu ele alınarak filo içerisinde adet bazında en çok bulunan uçak tiplerine (Airbus A320 ve Boeing B737) göre üretici uçak yıkama yöntemleri ele alınacak olup, kuru ve ıslak yıkamanın karşılaştırması yapılacaktır. İlgili işlemlerinin üretici kitapçıklarındaki işlem adımları ve kuru ve ıslak yıkama yöntemlerinin farklılıkları, kullanılan kimyasal bilgileri, harcanan adam-saat, tüketilen su miktarı, maliyet ve yıkama sıklığı incelenerek yıkama ve uçak tipleri bazında farklılıklar ortaya çıkarılacaktır.

1.2 Tezin Kapsamı

Tez konusu Sivil Havacılık sektörü üzerinden incelenecek olup, Savunma Sanayi sektöründe yer alan Airbus A320 ve Boeing B737 tipi uçaklarda da geçerliliğini koruyacaktır. Tez sonucu uçaklarda uygulanacak dış yıkama yöntemlerinin karşılaştırılmasıyla, su tüketiminin ve yıkama sıklığının düşürülmesi, operatör üzerindeki pozitif etkisi ve bunun sürdürülebilirlik üzerine etkisi değerlendirilecektir. THY filosu bazlı ele alınan parametreler ile harcanan adam-saat (Man Hour) ve yıkama için maliyet belirlenerek, kuru ve ıslak yıkama prosedürü karşılaştırması Savunma Sanayi için örneklendirilecektir.

2. TÜRKİYEDE VE DÜNYADA HAVACILIK

2.1 Havacılığın Küresel Tarihçesi Ve Gelişimi

Havacılık tarihi, insanlığın gökyüzüne bakarak orada olmayı hayal edişiyile başlayıp, bu hayali gerçekleştirme çabaları ile devam etmiştir. Gökyüzüyle temaslı ilk denemeler, sıcak hava balonları ve planörlerle yapılmış olup, 17 Aralık 1903 yılında Wright Kardeşler'in gerçekleştirdiği ilk motorlu uçuş ile modern havacılığın temeli atılmıştır [1].

I. Dünya Savaşı sonrası havacılık alanındaki teknolojik gelişmeler hızlanıp, uçaklar askeri amaçlarla da kullanılmaya başlanmıştır. İlk sivil havayolu şirketlerinden olan 1919 yılında kurulan KLM ve 1926 yılında kurulan Lufthansa firmaları ise ticari havacılığın temelini oluşturmuşlardır. Günümüzde iki firma da aktif olarak uçuşlarına devam etmektedir.

II. Dünya Savaşı sonrasında ise jet motorlu uçakların kullanımı yaygınlaşmış, 1970'lerde Boeing 747 tarzı geniş gövde uçaklar kullanılarak uzun mesafeli uçuşlar ekonomik hale getirilmiş ve küreselleşmeyi hızlandırmıştır.

Günümüzde ise sürdürülebilirlik kavramının önemi ile birlikte, havacılık sektörü yeni teknolojilere yönelerek; elektrikli hava araçları, dronelar, hidrojen yakıtlı motorlar ve biyoyakıtlar ile havacılığı sürdürülebilir bir rolde tutma hedefinde devam etmektedir.

2.2 Türkiye'de Havacılığın Tarihçesi Ve Gelişimi

Türkiye'de havacılık faaliyetlerinin başlangıcı Osmanlı Dönemi'ne kadar uzanmaktadır. 01 Haziran 1911 tarihinde bir ordu içerisinde tayyarecilik komisyonu kurulmuş ve yapılan sınavda en yüksek notu alan Süvari Yüzbaşı Fesa ile İstihkâm Teğmeni Yusuf Kenan Beyler, uçuş eğitimi için Temmuz 1911'de Fransa'da ki Bleriot Fabrikası'nın uçuş okuluna gönderilmiş ve 1909-1912 yılları arasında ABD, Fransa, İngiltere, Almanya, İtalya, Avusturya ve Rusya ile birlikte Türk Askeri Havacılık Teşkilatı da kurularak havacılık gelişmeleri takip edilmiştir. 3 Temmuz 1912'de ise Yeşilköy'de (İstanbul) Hava Okulunun (uçuş okulu) açılmasıyla Türk Ordusu ilk

pilotlarına ve uçağına kavuşmuştur [2]. Cumhuriyetin ilanından sonra, havacılığın gelişimi hızlanmış ve 20 Mayıs 1933 yılında Türkiye'nin ilk havayolu şirketi olan Türk Hava Yolları (THY) kurulmuştur [3].

1950 yıllarında Türk Havacılığı gelişerek ilk sivil havaalanları açılmıştır. 1980'li yıllarda özel hava yolu şirketleri açılarak sektör ivmelenmiş ve kıtalar arası bağlantı noktası olan İstanbul, 2000'li yıllar itibariyle Atatürk Havalimanı, Sabiha Gökçen Havalimanı ve İstanbul Havalimanı olmak üzere 3 havalimanı ile havacılıkta önemli bir transit merkezi haline gelmiştir.

2020 senesinde yaşanan global çapta havacılık sektörünü krize sokan Covid-19 pandemisi sonrası sektör yaralarını hızlı sarıp toparlanmış ve düşük maliyetli hava yolları ve ultra uzun mesafeli uçuşlar artış göstermiştir.

2025 yılı itibariyle Türkiye'de Sivil Havacılık Genel Müdürlüğündeki bilgilere göre totalde 60 havaalanı bulunmaktadır [4]. Aynı şekilde SHGM bilgilerine göre; Türk Hava Yolları A.O, Güneş Ekspres Havacılık A.Ş., Pegasus Hava Taşımacılığı A.Ş., MNG Havayolları ve Taşımacılık A.Ş., Hürkuş Havayolu Taşımacılık ve Ticaret A.Ş., ULS Hava Yolları Kargo Taşımacılık A.Ş., Turistik Hava Taşımacılık A.Ş., ACT Hava Yolları A.Ş., Tailwind Havayolları A.Ş., Mavi Gök Havacılık A.Ş., Cortex Havacılık ve Turizm Ticaret A.Ş., Air Anka Hava Yolları A.Ş., BBN Hava Yolları Ve Taşımacılık A.Ş. ve AJET Hava Taşımacılığı A.Ş olmak üzere aktif 14 havayolu işletmesi listelenmektedir [5].

Genel olarak baktığımızda havacılık sektörü hem Türkiye'de hem de dünyada hızlı bir şekilde gelişmekte ve gelecekte daha sürdürülebilir, dijital ve yenilikçi çözümlerle büyümeye devam edecek gibi görünmektedir.

3. THY FİLO

Türk Hava Yolları, 20 Mayıs 1933 tarihinde “Devlet Hava Yolları” adıyla 5 uçak ve 24 çalışan ile havacılık hayatına giriş yapıp 1955 yılında adını Türk Hava Yolları A.O olarak değiştirerek 2025 Şubat ayı itibari ile filosundaki toplam uçak sayısını 477’ye çıkarmıştır. Türk Hava Yolları’nın misyonu, Türkiye Cumhuriyeti Devleti’nin Bayrak Taşıyıcısı kimliğiyle; uçuş emniyeti, güvenilirliği, ürün yelpazesi, hizmet kalitesi ve rekabetçi konumu ile tercih edilen, Avrupa’nın önde gelen ve küresel ölçekte faal bir havayolu olmaktır [6].

1933 yılında başlayan hayatında ilk uluslararası uçuşunu 1947 yılında Atina’ya gerçekleştirmiş ve 1955 yılında Uluslararası Hava Taşımacılığı Birliği IATA’ya üye olmuştur. 1973 yılında çalışan sayısını 4437 kişiye çıkarmıştır.

Avrupa’nın en genç ve modern filosuna sahip olma hedefiyle hızla ilerleyen Türk Hava Yolları, üst düzey konfor sunan, genç ve modern filosu ile Avrupa’nın en iyi havayollarından biridir.

Şubat 2025 yılı itibari ile filodaki 477 adet uçak ile İstanbul Havalimanı’ndan 130’un üzerinde ülkeye uçmaktadır [7].

Şubat 2025 tarihi itibariyle THY filusunda bulunan 477 adet uçak için üretici ve uçak tipi bazlı dağılım Çizelge 3.1 ve Çizelge 3.2 ile aşağıda gösterildiği gibidir;

Çizelge 3.1 : 2025 Şubat ayı THY Airbus filosu.

	Uçak Tipi	Sayısı
AIRBUS	A321-200	71
	A321NEO	69
	A330-300	37
	A350-900	24
	A320-200	19
	A320NEO	14
	A330-200	12
	A330-200F	10
	A319-100	6
	A321-200 P2F	3
	A310-300F	3
Total:		268

Çizelge 3.2 : 2025 Şubat ayı THY Boeing filosu.

	Uçak Tipi	Sayısı
	B737-800	94
	B777-300 ER	34
	B737 MAX 8	30
BOEING	B787-9 Dreamliner	23
	B737-900 ER	15
	B777F	8
	B737 MAX 9	5
	Total:	209

Türk Hava Yolları büyüdükçe ortaklıklar ve kendi bünyesinde iştirakler ile havacılığın çeşitli alanlarında da markalaşmaya başlamıştır.

Yolcu ve kargo taşımacılığı grubu içerisinde; Sunexpress, Air Albania, THY Uluslararası Yatırım ve Taşımacılık A.Ş., We World Express Ltd., THY Hava Kargo Taşımacılığı A.Ş. AJet Hava Taşımacılığı A.Ş.

Bakım-Onarım Grubu içerisinde; THY Teknik A.Ş., Pratt&Whitney THY Teknik Uçak Motoru Bakım Mrkz. Ltd. Şti., Goodrich & THY Teknik Servis Merkezi Ltd. Şti.,

Uçak İçi Üretim Grubu içerisinde; TCI Kabin içi Sistemleri San. ve Tic. A.Ş., TSI Seats Inc.,

Destek Hizmetler ve Diğer Grubu içerisinde ise; THY Opet Havacılık Yakıtları A.Ş., Kuzey – Güney Tankercilik A.Ş., THY Do&Co İkram Hizmetleri A.Ş., TGS Yer Hizmetleri A.Ş., THY Uçuş Eğitim ve Havalimanı İşletme A.Ş., TFS Akaryakıt Hizmetleri A.Ş., THY Teknoloji ve Bilişim A.Ş., Türk Hava Yolları Elektronik Para ve Ödeme Hizmetleri A.Ş., THY Destek Hizmetleri A.Ş., THY Özel Güvenlik ve Koruma Hizmetleri A.Ş., THY Ortak Sağlık ve Güvenlik Birimi Hizmetleri A.Ş., THY Spor A.Ş., THY Gayrimenkul Yatırım Hizmetleri A.Ş. ortaklıkları ile hizmet ve ürün üretimine devam etmektedir. [8]

Türk Hava Yolları, 1997 yılında küresel hava yolları birliği olarak kurulan “Star Alliance” üyesidir.

4. THY TEKNİK

1933 yılında kurulan Türk Hava Yolları, 1957 yılı itibariyle İstanbul, Yeşilköy'deki Atatürk Havalimanı tesislerinde uçak tamiri çalışmalarına başlayıp, 1963 yılında bakım atölyeleri; gövde, motor ve aksesuarların her türlü bakım, tamir, tadilat ve revizyonlarını uluslararası sivil havacılık düzenlemelerine uygun olarak yapabilecek kapasiteye ulaştı. 2006 yılında %100 THY hissesi ile Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. olarak kuruldu. 2015 yılında Sabiha Gökçen Tesisleri hayata geçirildi. 2019 yılında İstanbul Havalimanında hat bakım hizmeti, 2020 yılında ise üs bakım hizmeti vermeye başladı.[9] Bugün ise; havacılık teknik hizmetleri alanında inovatif çözümler ve global ölçekte bir bakım merkezi olma vizyonu ile hayatına devam etmektedir.

Türk Hava Yolları Teknik A.Ş. uçak bakım ve modifikasyon şirketi olarak aşağıdaki konular hakkında sertifikalı hizmet sağlayıcısıdır:

- Komponent Pool Hizmetleri:
- Kabiliyetinde bulunan 16.000'den fazla komponent ve 700 milyon USD değerindeki pool envanteri ile 4 kıtada 7/24 komponent tedarik ve takip hizmeti sağlamaktadır. Pool hizmeti kapsamında kabiliyette bulunan uçak tipleri ise; Airbus: A310, A320, A330, A340 ve Boeing B737 Clasic (CL), New Generation (NG), 777'dir.
- Komponent Bakım Hizmetleri
- SHGM, EASA, FAA ve 35'den fazla yerel havacılık otoritesinden alınan sertifikalar ile 16.000'den fazla uçak komponentine bakım ve sertifikalandırma hizmeti vermektedir.
- İniş Takımları Hizmetleri
- 1998 yılından beri iniş takımları alanında bakım hizmeti sağlamaktadır. Bu kapsamda kabiliyette bulunan uçak tipleri ise; Airbus: A319, A320, A321, A330, A340 ve Boeing B737 NG, 777 -300ER'dir.
- Malzeme Satış Hizmetleri

- Uçak Bakım Hizmetleri
- İki kıtada bulunan toplam 650.000 m² kapalı alana sahip 15 hangar ile uçaklara bakım hizmeti sağlamaktadır. Bu kapsamda kabiliyette bulunan uçak tipleri ise; Airbus: A300, A310 A320 Ailesi, A330, A340, Boeing B737 NG, 767, 777, Cessna 172/F127, 510, Bombardier CL600, Gulfstream G-IV, GV-SP, Diamond Aircraft DA40, DA42'dir.
- Hat Bakım Hizmetleri
- Hat bakım hizmetleri için kabiliyette bulunan uçak tipleri; Airbus: A310, A320 Ailesi, A320neo Ailesi, A321neo, A330, A340, A350, A380, Boeing B737 NG, B737 MAX, 747, 757, 767, 777, 787, Cessna 172, 510, Bombardier CL600-2B19, Gulfstream G-IV, GV-SP, G-IV-X, Diamond Aircraft DA42'dir
- İş Jetleri Bakım Hizmetleri
- Motor&APU Hizmetleri
- Kabiliyette bulunan motor tipleri; CFM56-5C/7B, IAE V2500 GE90, CF6-80E1, TRENT 700. APU tipleri ise; GTCP131-9B, APS3200'dür.
- Part 21 J&G Hizmetleri
- Kabiliyetlerindeki uçak tipleri üzerinde yapısal ve tasarımsal değişiklik yapabilir.
- Mühendislik Hizmetleri
- Uçak bakım, filo yönetimi, sürekli uçuş yönetimi (CAMO), satın alma işlemleri konusunda hizmet verebilir.
- Kabin İçi Bakım Hizmetleri
- AOG Hizmetleri
- Yerde kalan uçaklar (AOG) için komponent, yedek parça, sarf malzeme satışı, kiralama ve takas ihtiyaçları için 7/24 hizmet verir.
- Eğitim Hizmetleri
- Part 145- 147 hizmetleri sağlar.
- Tahribatsız Muayene (NDT) Hizmetleri

- Kalibrasyon Hizmetleri
- Uçak Boya Hizmetleri
- Savunma Sanayi Projeleri
- Tear Down Hizmetleri
- Filodan çıkarılacak uçaklarda yer alan kullanılabilir & geri dönüştürülebilir komponentlerin ve malzemelerin sökölme işlemleri ve sökülün malzemelerin sınıflandırılıp tekrar kullanılabilir olacak malzemelerin envantere alınması konusunda hizmet vermektedir.

Yukarıda detaylarıyla verilen hizmetlerin sağlayıcı olan Türk Hava Yolları Teknik bünyesinde gerçekleştirilen uçak bakım hizmetleri sırasında uçakların bakım kontrollerinin düzgün bir şekilde yapılabilmesi ve müşterilere temiz teslimi için bakım öncesi yıkama işlemleri gerçekleştirilmektedir. Yıkama taskları üretici manuelleri içerisinde belirtilen işlemler ve kullanılacak kimyasallar ile perform edilmekte olup, tezin bundan sonrası aşamasında THY filosunda en çok bulunan uçak tipi olan Airbus A320 ailesi ve Boeing B737 ailesinin uçak yıkama taskları detayları ile incelenecektir.



5. UÇAKLARDA YIKAMA YÖNTEMLERİ

Uçaklarda dış yıkama işlemleri, uçağın gövde ve motorlarının düzenli olarak temizlenmesini sağlayan, operasyonel verimliliği arttırması ve uzun vadeli bakım maliyetlerini düşürmesi hedefiyle gerçekleştirilen bir bakım prosedürüdür. Yıkama işlemleri ile, hava aracının performansını ve yakıt verimliliğini direkt etkileyen, yağ, kir, böcek kalıntısı, kuş pislikleri ve çeşitli kimyasallar ile oluşan yüzey kirlenmesini ortadan kaldırarak aerodinamik yapının korunması ve yapısal korozyonun önlenmesi amaçlanır. Her ülkenin kendi havacılık otoriteleri olmakla birlikte Avrupa Hava Sahası ve Amerika Hava Sahası kullanımında olan operatörlerin uymaları gereken kuralları belirleyen otoriteler EASA (European Union Aviation Safety Agency) ve FAA (Federal Aviation Administration)'dır. Bu otoritelerden kısaca bahsetmemiz gerekir ise;

EASA (European Union Aviation Safety Agency) ve FAA (Federal Aviation Administration), küresel sivil havacılıkta emniyet, bakım ve operasyonel standartların belirlenmesinde en yetkili iki düzenleyici kurumdur. EASA, Avrupa Birliği ülkelerinde sivil havacılık faaliyetlerini düzenleyen merkezi otorite olup, uçak bakımından çevresel sürdürülebilirliğe kadar geniş bir çerçevede kurallar koyar. FAA ise Amerika Birleşik Devletleri'nde sivil havacılık güvenliğini sağlamakla görevli federal kurumdur ve özellikle teknik düzenlemeleri, bakım prosedürlerini ve hava trafik kontrol sistemlerini belirlemesiyle bilinir. Her iki kuruluş da, uçak temizlik ve bakım işlemlerinde üretici prosedürlerine (AMM – Aircraft Maintenance Manual) uyumu zorunlu kılar, ancak uygulama detaylarında farklı öncelik ve standartlar benimseyebilirler. Her iki otorite de temizlik işlemlerinin, hava aracının yapısal bütünlüğünü ve operasyonel güvenliğini etkilemeyecek şekilde gerçekleştirilmesini zorunlu kılar.

5.1 Üretici Prosedürleri

Havacılık sektörünün en büyük iki uçak üreticisi olan Airbus (Avrupa merkezli) ve Boeing (ABD merkezli), dünya sivil havacılığında filoların büyük bölümünü oluşturan

ticari uçakları üretmektedir. Her iki üretici, kendi uçak modelleri için teknik bakım ve temizlik işlemlerini kapsayan ayrıntılı dokümantasyonlar yayınlamaktadır. Bu dokümantasyonlar arasında en önemlisi olan AMM (Aircraft Maintenance Manual), uçağın tüm bakım, temizlik, kontrol ve onarım işlemlerinin nasıl yapılması gerektiğini adım adım tarif eder.

Bu tez kapsamında, Airbus A320 ve Boeing B737 tipi dar gövdeli yolcu uçaklarının üretici tarafından belirlenmiş dış yıkama işlemleri incelenecektir. Her iki uçak tipi, dünya genelinde ve THY filosunda da en yaygın kullanılan kısa ve orta menzilli ticari uçaklar arasında yer almakta olup, farklı üretici prosedürlerine sahip olmalarına rağmen birçok bakım operasyonunda benzerlik göstermektedir. Yıkama işlemleri, hem uçağın yapısal bütünlüğünün korunması hem de operasyonel verimliliğin artırılması açısından kritik öneme sahiptir. Bu doğrultuda ilgili AMM bölümleri referans alınarak, ıslak ve kuru dış temizlik görevlerinin uygulama adımları ve içerikleri özet şeklinde karşılaştırılacaktır.

15 Eylül 2024 revizyon tarihli Airbus A320 ve 15 Ekim 2024 revizyon tarihli Boeing B737 üretici manuelllerinde THY filo etkinliğinde yıkama işlemleri aşağıdaki tasklar ile belirlenmiştir:

Boeing:

TASK 12-40-00-100-801 Clean (Wet Wash) the External Surfaces of the Airplane [12].

TASK 12-40-00-100-803 Clean (Waterless Wash) the External Surfaces of the Airplane [13].

Airbus:

TASK 12-21-11-615-002-A External Cleaning [10].

TASK 12-21-11-615-004-A - Dry Cleaning of the External Fuselage With the Aircraft in the Power-On Condition [11].

5.1.1 Islak yıkama prosedürleri

Islak yıkama yöntemi genellikle yoğun kirli olan uçak yüzeylerinde su ve temizlik kimyasalları kullanılarak perform edilen bir yöntemdir. Bu işlem basınçlı su, özel havacılık onaylı kimyasallar ve fırça veya bez ekipmanları ile gerçekleştirilir. Üretici

firmalar olan Airbus ve Boeing, kendi uçak modelleri için ıslak yıkama işlemini adım adım tanımlayan prosedürler yayımlamıştır. Yıkama sırasında uçuş kontrol yüzeyleri, pitot/statik portlar ve sensör bölgeleri gibi hassas noktaların korunması büyük önem taşır. Bu başlık altında, THY filosunda bulunan Airbus A320 ve Boeing B737 modellerine özel aşağıdaki ıslak yıkama prosedürleri karşılaştırmalı olarak incelenecektir.

Airbus: TASK 12-21-11-615-002-A External Cleaning

Boeing: TASK 12-40-00-100-801 Clean (Wet Wash) the External Surfaces of the Airplane

5.1.1.1 Airbus A320

Airbus: TASK 12-21-11-615-002-A External Cleaning

İşlem hazırlıkları

Airbus A320 uçaklarında ıslak yıkama işlemine başlamadan önce çeşitli güvenlik ve hazırlık adımları uygulanmaktadır. Hava sıcaklığı 3 santigrat derece (37.40 deg.F) ve altında ise açık havada yıkama yapmaya izin verilmemektedir. Yıkama sırasında; uçak yıkama alanına çekilmekte, tekerlek takozları yerleştirilmekte ve statik topraklama yapılmaktadır. Tüm yolcu ve kargo kapıları, servis panelleri ve iniş takımı kapakları kapalı konuma getirilir. Elektrik devreleri kontrollü biçimde enerjilendirilip sonrasında tekrar kesilmekte, uçuş kontrol yüzeyleri kapalı tutulmaktadır. Problar, sensörler (pitot, statik, AOA, buz algılama), motor ve APU girişleri, iniş takımı frenleri ve lastikler özel koruyucu kapaklar veya polietilen film ile kapatılmaktadır. Temizlik sırasında kullanılacak suyun pH değeri 5–8,5 aralığında olmalı ve klorür seviyesi 100 ppm'in altında olmalıdır. Ekipman olarak kauçuk eldiven, koruyucu gözlük ve su geçirmez tulum kullanılması zorunludur. Ayrıca AEROWASH (AW12) gibi otomatik yıkama araçları kullanılacaksa uygun sıcaklık ve rüzgâr koşulları sağlanmalıdır.

Prosedür

Temizlik işlemi bölgesel olarak gerçekleştirilir. Öncelikle yüzey su ile ıslatılarak hem sıcaklık dengelenir hem de kir yumuşatılır. Ardından su bazlı temizlik solüsyonu sprey, sünger veya yumuşak fırça ile yüzeye uygulanır ve solüsyon kısa süre bekletilir. Çözelti yüzeyde kurumadan durulama yapılır. Yüksek sıcaklıklarda küçük alanlar

halinde çalışılarak solüsyonun yüzeyde kuruması engellenir. Püskürtme işlemi, tabanca ucu 45° açıyla tutulacak şekilde ve belirlenen mesafeden yapılmalıdır; doğrudan 90° açıyla uygulanması yasaktır. Basınçlı yıkama yalnızca izin verilen bölgelerde kullanılabilir; sensörler, antenler, iniş takımı bölgeleri, sızdırmazlık elemanları ve elektrik bağlantılarında basınçlı su yasaktır. Bu hassas alanlar elle, düşük basınçta ve dikkatli şekilde temizlenir. Kanat, gövde ve kuyruk bölgelerinde temizlik önden arkaya yapılmalı ve durulama işlemi yukarıdan aşağıya doğru tamamlanmalıdır. Pencereler, iniş takımları, flap ve slatlar için özel talimatlar uygulanır (Airbus, iniş takımı temizliğinin ağır bakımlar sırasında yapılmasını önermiştir); iniş takımı bölgelerinde yüksek basınç kesinlikle kullanılmaz ve korozyon önleyici bileşikler yeniden uygulanır.

Kapanış

Yıkama tamamlandıktan sonra uçak eski konfigürasyonuna döndürülmektedir. Bu kapsamda AOA, pitot ve diğer sensör kapakları ile motor ve APU girişlerinde kullanılan polietilen filmler ve bantlar sökülür; bant kalıntıları uygun çözücülerle temizlenir. İniş takımı kapakları kapatılır, flap ve slatlar tekrar kapalı konuma getirilir. Kokpit içerisindeki ikaz levhaları ve devre kesici kilitlemeleri kaldırılır. Elektrik devreleri yeniden enerjilendirilir. Son olarak uçak üzerinde temizlik solüsyonu kalıntısı kalmadığı doğrulanır, iniş takımı ve flap bölgelerinde su veya nem birikintisi olup olmadığı kontrol edilir. Korozyon önleyici malzemeler gerekli bölgelere uygulanır. Tüm işlem adımları kayıt altına alınarak uçak operasyonel duruma geri döndürülür.

5.1.1.2 Boeing B737

TASK 12-40-00-100-801 Clean (Wet Wash) the External Surfaces of the Airplane

İşlem hazırlıkları

Boeing B737 uçaklarında dış gövde ıslak yıkama işlemine başlanmadan önce gerekli hazırlıklar yapılmaktadır. Bu kapsamda uçağın elektrik gücü kesilmekte, statik topraklama sağlanmakta ve tüm kapılar kapatılmaktadır. Hassas uçuş bileşenleri (pitot problemleri, statik portlar, AOA sensörleri, motor giriş ve çıkışları, iniş takımı fren sistemleri vb.) özel kapaklar ve koruyucu örtüler ile izole edilmektedir. Ayrıca kokpit içerisinde ilgili kontrol bölümlerine uyarı etiketleri yerleştirilerek sistemlerin

yanlışlıkla devreye alınması engellenmektedir. Kullanılacak temizlik malzemeleri (alkali çözeltiler, solvent bazlı temizleyiciler vb.) uçak yüzeyindeki kirliliğin derecesine göre hazırlanmakta, işlemde görev alan personel ise uygun kişisel koruyucu donanımlar ile çalışmaya başlamaktadır.

Prosedür

Islak yıkama prosedürü, kir seviyesine göre farklı temizlik yöntemlerini kapsamaktadır. Yüzeyde hafif kir bulunduğu düşük yoğunluklu alkali çözeltiler kullanılmakta, yüzey su ile ıslatıldıktan sonra temizlik malzemesi uygulanmakta ve belirli bir bekleme süresinin ardından yüzey durulanmaktadır. Orta derecede kirlenmiş bölgelerde solvent emülsiyon temizleyiciler tercih edilmekte ve bu bölgeler fırçalama yöntemiyle detaylı şekilde temizlenmektedir. Yoğun kir ve yağ birikiminin bulunduğu bölgelerde ise güçlü çözeltiler uygulanmakta, fakat bu uygulamalar sırasında yüzeylere zarar verilmemesi için maksimum süre sınırına dikkat edilmektedir. Hassas bölgelerde (iniş takımı, kontrol yüzeyleri, flap ve slatlar) temizleme işlemi özel olarak yapılmakta, mevcut yağ tabakası korunmakta ve gerekirse yeniden yağlama yapılmaktadır. Yüksek basınçlı su püskürtme yönteminin kullanılması yasaklanmış olup, bu durumun önlenmesiyle elektriksel bağlantıların, rulmanların ve fren sistemlerinin zarar görmesi engellenmektedir.

Kapanış

İşlemin tamamlanmasının ardından uçak eski operasyonel konfigürasyonuna geri döndürülmektedir. Bu kapsamda koruyucu kapaklar, bantlar ve örtüler çıkarılmakta; kokpitte bulunan uyarı levhaları kaldırılmaktadır. Pitot ve statik port bölgelerinde bant kalıntısı varsa solvent ile temizlenmektedir. Yakıt tankı tahliye valfleri kontrol edilmekte, olası su girişine karşı sump drenajı uygulanmaktadır. Ayrıca karbon çelik kumanda kabloları ve mafsallar yağlanarak korozyon riski ortadan kaldırılmaktadır. Tüm güvenlik ekipmanlarının ve ikaz levhalarının kaldırılmasının ardından uçak yeniden operasyonel hale getirilmektedir.

5.1.1.3 Islak yıkama karşılaştırması

Airbus A320 ve Boeing B737 uçak tiplerine ait ıslak yıkama (wet wash) prosedürleri, genel bakım felsefesi açısından birçok benzer yön taşımakla birlikte, üretici firmaların teknik standartlarına ve operasyonel önceliklerine bağlı olarak belirli farklılıklar

göstermektedir. Her iki üreticinin de temel amacı, uçak dış yüzeylerinde biriken kir, yağ, yakıt kalıntısı ve egzoz partiküllerinin giderilerek korozyon riskinin azaltılması, boya ömrünün uzatılması ve aerodinamik verimliliğin korunmasıdır. Temizlik işlemleri, gövde, kanatlar, kuyruk yüzeyleri, iniş takımları alanlarını kapsamaktadır.

Her iki üreticinin prosedürlerinde güvenlik unsurları ön planda tutulmuştur. Temizlik sırasında su geçirmez tulum, koruyucu eldiven ve gözlük gibi kişisel koruyucu donanımların kullanımı zorunlu kılınmış, kaygan yüzeylerde çalışma sırasında düşme riskine karşı güvenlik önlemlerinin alınması ve statik topraklama işleminin yapılması gerekliliği vurgulanmıştır. Ayrıca, çevresel koşullar açısından da benzer sınırlar belirlenmiş; yüksek sıcaklıklarda deterjanın yüzeyde kurumasını önlemek amacıyla küçük alanlarda çalışılması önerilmiştir.

Her iki prosedürde de temizlik öncesinde uçak üzerindeki hassas sistemlerin korunması esastır. Pitot-prob, statik port, Angle of Attack (AOA) sensörleri, motor hava girişleri, APU çıkışı, iniş takımı fren bölgeleri ve diğer mekanik-elektriksel bileşenlerin su veya temizlik solüsyonu ile doğrudan temas etmemesi için kapatılması gerekmektedir. Bu bölgelerde koruma sağlanmadan yapılan temizlik, sistem hatalarına veya korozyona yol açabileceğinden kesinlikle yasaklanmıştır. Uygulama yöntemi açısından her iki üretici de benzer bir sıra izlemekte; yüzeyin suyla ıslatılması, uygun oranlarda seyreltilmiş temizlik solüsyonunun uygulanması ve sonrasında yüzeyin bol suyla durulanması temel esas olarak belirlenmiştir. Yüksek basınçlı yıkama ekipmanlarının hassas yüzeylerde kullanılmaması her iki prosedürde de açık bir şekilde belirtilmiştir.

Bununla birlikte, kullanılan kimyasal maddeler ve ekipman açısından üreticiler arasında bazı farklılıklar bulunmaktadır. Airbus A320 prosedüründe temel olarak 08ABC1 su bazlı temizleyici ve AW12 Aerowash otomatik yıkama sistemi kullanılmaktadır. Airbus, temizlik çözeltisinin sıcaklığının 50 °C'yi aşmaması gerektiğini ve karışım oranlarının üretici talimatlarına uygun olarak hazırlanmasını şart koşmaktadır. Buna karşılık Boeing B737 prosedüründe Cee Bee 280, Calla 301, Super Bee 210 gibi çeşitli alkali ve solvent bazlı temizlik maddeleri kullanılmakta, kir yoğunluğuna göre 1:10 ile 1:2 arasında değişen oranlarda seyreltilme yapılmaktadır. Boeing dokümanı, farklı kirlilik seviyeleri için ayrı tablolar sunarak temizlik sürecini esnek bir kimyasal seçimi çerçevesinde düzenlemektedir.

Ekipman kullanımı bakımından Airbus, otomatik ve fırçalı bir sistem olan AW12 Aerowash kullanımını önermekte, ayrıca yüksekliğe göre ayarlanabilir 12 metrelik mobil platform kullanımını zorunlu kılmaktadır. Boeing ise daha manuel bir yaklaşım benimseyerek hortum, spre, fırça ve bez kombinasyonlarıyla temizlik yapılmasını tarif eder; belirli bir yükseklik ekipmanı tanımlamaz. Basınç limitleri açısından Airbus, yüzeylere uygulanabilecek maksimum etki basıncını radom bölgeleri için 0.1 bar, diğer yüzeyler için 0.7 bar olarak sınırlandırmıştır. Boeing ise 80 psi (yaklaşık 5.5 bar) üzerindeki değerleri “yüksek basınç” olarak nitelendirir ve bu değerin hassas bölgelerde kullanılmamasını ister. Bu fark, Boeing’in daha yüksek basınç toleransına izin verdiğini göstermektedir.

Koruma ve etiketleme açısından Boeing prosedürü, bakım sürecinin güvenliğini sağlamak amacıyla kapsamlı bir işaretleme sistemi öngörmektedir. Pitot, statik port ve AOA sensörleri için kırmızı “REMOVE BEFORE FLIGHT” uyarı etiketlerinin kullanılması, Scotch Brand No.471 sarı vinil bant ve kırmızı uyarı kartlarıyla görsel farkındalık yaratılması zorunlu tutulmuştur. Airbus prosedüründe ise polietilen film ve suya dayanıklı yapışkan bant kullanımı önerilmekte, ancak Boeing’deki kadar ayrıntılı bir etiketleme sistemi bulunmamaktadır. Ayrıca Airbus, yıkama işleminin yönünü “önden arkaya ve üstten alta doğru” olacak şekilde tanımlarken, Boeing belirli bir yön sıralaması vermemekte, kir yoğunluğuna göre “hafif, orta, ağır” temizlik aşamalarını esas almaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, her iki üreticinin ıslak yıkama prosedürleri aynı temel prensiplere dayanmakta, ancak uygulama detayları bakımından farklılık göstermektedir. Airbus prosedürü, otomasyon destekli sistemleri ve sıcaklık-basınç limitlerini net biçimde belirleyerek daha standartlaştırılmış ve sistematik bir yaklaşım sunarken, Boeing prosedürü kimyasal çeşitliliğe, güvenlik etiketlemelerine ve operatör dikkatine dayalı daha manuel ve operasyon odaklı bir yöntem benimsemektedir. Dolayısıyla Airbus uygulaması verimlilik ve yüzey bütünlüğünün korunmasına, Boeing uygulaması ise operasyonel güvenlik ve insan hatasının önlenmesine daha fazla vurgu yapmaktadır.

5.1.2 Kuru yıkama prosedürleri

Kuru yıkama yöntemi, uçak yüzeylerinin temizliğinde su kullanılmadan, özel olarak geliştirilmiş solvent bazlı temizlik kimyasalları ve uygun ekipmanlar (tüy bırakmayan

bez, sünger veya yumuşak fırça) ile gerçekleştirilen bir işlemdir. Bu yöntem özellikle suyun sınırlı olduğu bölgelerde, çevresel faktörlerin ön plana çıktığı durumlarda ve uçağın dış yüzeyinde suyun kullanılmasının sakıncalı olabileceği koşullarda tercih edilmektedir. Airbus ve Boeing, kendi uçak tiplerine yönelik kuru yıkama prosedürlerini ayrıntılı şekilde tanımlamış olup, bu prosedürlerde hassas bölgelerin (pitot/statik portlar, sensörler ve hava giriş-çıkışları) korunmasına özel önem verilmektedir. Bu başlık altında, THY filosunda yer alan Airbus A320 ve Boeing B737 modelleri için yayımlanmış kuru yıkama talimatları karşılaştırmalı olarak ele alınacaktır.

Airbus TASK 12-21-11-615-004-A - Dry Cleaning of the External Fuselage With the Aircraft in the Power-On Condition

Boeing TASK 12-40-00-100-803 Clean (Waterless Wash) the External Surfaces of the Airplane

5.1.2.1 Airbus A320

Airbus TASK 12-21-11-615-004-A - Dry Cleaning of the External Fuselage With the Aircraft in the Power-On Condition

İşlem hazırlıkları

Airbus A320 uçaklarında kuru yıkama işlemine başlanmadan önce gerekli güvenlik ve hazırlık adımları yerine getirilmektedir. Uçağın sabitlenmesi amacıyla tekerlek takozları konulmakta, topraklama yapılmakta ve elektrik sistemleri kontrollü şekilde enerjilendirilmektedir. Hidrolik rezervuarlar basınçsız konuma alınmaktadır. Çalışacak personelin koruyucu kıyafet, gözlük, eldiven ve emniyet kemeri kullanması zorunludur. Prosedür kapsamında pitot, statik, AOA, toplam hava sıcaklığı ve buz algılama problemleri için özel koruyucu kapaklar takılmakta, kokpit içine uyarı levhaları yerleştirilerek ilgili sistemlerin çalıştırılması engellenmektedir. Ayrıca HF, VHF, SATCOM, radyo altimetre ve broadband antenleri devre dışı bırakılmaktadır. İşlem öncesinde gövde yüzeyinde boya ve kompozit parçalarda çatlak olup olmadığı görsel olarak kontrol edilmektedir. Temizlik için kullanılacak kuru yıkama çözeltisi üretici talimatlarına göre hazırlanmakta ve yoğun kirli alanlarda konsantrasyonu artırılabilir.

Prosedür

Kuru yıkama işlemi, “Non Aqueous Cleaner(Su gerektirmeyen temizleyici)” bazlı çözelti ile gerçekleştirilmektedir. Bu çözeltinin uygulanmasında tüy bırakmayan pamuklu bez, yumuşak fırça veya sünger kullanılmaktadır. Yüzeyler, solüsyon emdirilmiş malzeme ile orta düzeyde basınç uygulanarak temizlenmekte, sonrasında temiz ve kuru bezle yüzey kurulanmaktadır. Çok kirli bölgelerde çözelti yoğunluğu artırılabilmekte, ancak yüzeylere aşırı baskı yapılmaması gerekmektedir; aksi halde mikro çiziklerin oluşması söz konusu olabilmektedir. Çözeltinin doğrudan pitot ve statik problara, sensörlere, sıcaklık ve buz algılama problemlerine, hava giriş-çıkışlarına ve outflow valflerine uygulanması kesinlikle yasaktır. Bu bölgeler yalnızca bez yardımıyla manuel olarak temizlenmektedir. Cam yüzeyleri bu prosedür kapsamı dışında tutulmakta olup ayrı bir temizlik talimatı ile ele alınmaktadır. Temizlik sırasında boya veya kompozit malzemelerde çatlak ya da hasar tespit edilmesi halinde ilgili yüzeylerin yapısal muayenesi gerçekleştirilmektedir.

Kapanış

Temizlik işleminin tamamlanmasının ardından uçak yeniden operasyonel konfigürasyonuna döndürülmektedir. Bu kapsamda tüm koruyucu kapaklar ve kokpit içerisindeki uyarı levhaları kaldırılmakta, kullanılan bantların kalıntıları uygun solvent ile temizlenmektedir. Daha sonra antenler (HF, VHF, SATCOM, radyo altimetre ve broadband) yeniden devreye alınmakta, uçuş kumandaları üzerindeki emniyet kilitleme ekipmanları sökülme ve hidrolik rezervuarlar basınçlandırılmaktadır. Uçağın elektrik sistemleri kontrollü şekilde kapatılmakta ve topraklama bağlantısı çıkarılmaktadır. Son olarak gövde yüzeyinde kuru yıkama çözeltisi kalıntısı kalmadığı doğrulanmakta ve yapılan işlemler bakım kayıtlarına işlenmektedir.

5.1.2.2 Boeing B737

Boeing TASK 12-40-00-100-803 Clean (Waterless Wash) the External Surfaces of the Airplane

İşlem hazırlıkları

Boeing 737 uçaklarında kuru yıkama işlemi öncesinde gerekli güvenlik önlemleri alınmaktadır. İlk olarak uçak statik olarak topraklanmakta ve elektrik gücü kesilmektedir. Tüm yolcu kapıları, kargo kapıları, acil çıkışlar ve bakım panelleri

kapatılmaktadır. Statik portların zarar görmemesi için özel bir koruma yöntemi uygulanır: portların çevresi solvent (naphtha) ile temizlendikten sonra vinil yapışkan bant ve üzerine turuncu “REMOVE BEFORE FLIGHT” ibareli bariyer bant yapıştırılmaktadır. Bu işlem, bantların uçaktan kolayca fark edilebilmesini sağlamaktadır. Ayrıca kokpitte sol kumanda koluna “STATIC PORTS COVERED” etiketi takılarak sistemlerin yanlışlıkla çalıştırılması önlenmektedir. Çalışma sırasında görev alan personelin kauçuk eldiven ve koruyucu gözlük kullanması zorunludur.

Prosedür

Kuru yıkama işlemi, üretici onaylı su kullanılmadan yapılan temizlik solüsyonlarıyla gerçekleştirilir. İşlem sırasında flaplar tamamen kapalı konuma alınır. Temizlik kimyasalı temiz bir bez veya beyaz 3M Scotch-Brite ped yardımıyla yüzeye uygulanır. Üretici talimatlarına uygun süre boyunca yüzeyde bekletilen solüsyon kuruduktan sonra yüzey kuru ve temiz bir bez ile silinerek kirden arındırılır. Bu aşamada yüzeyin tamamen temizlendiği ve kir, yağ ya da kalıntı kalmadığı kontrol edilmektedir. Statik portlar gibi hassas bölgelerde kesinlikle doğrudan temizlik malzemesi uygulanmaz, yalnızca manuel olarak çevresi dikkatlice temizlenir.

Kapanış

Yıkama işlemi tamamlandıktan sonra uçak tekrar operasyonel konfigürasyonuna geri döndürülmektedir. Statik portların üzerindeki turuncu bariyer bantlar ve sarı vinil yapışkan bantlar dikkatle sökülür, varsa kalan yapışkan kalıntıları solvent ile temizlenir. Kokpit içerisindeki “STATIC PORTS COVERED” etiketi çıkarılır. Statik portların açık ve temiz olduğundan emin olunduktan sonra uçak bakım kayıtları güncellenir ve uçak yeniden uçuşa hazır hale getirilir.

5.1.2.3 Kuru yıkama karşılaştırması

Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarına ait kuru yıkama (dry wash) prosedürleri, her iki üretici tarafından çevresel etkileri azaltmak ve su kullanımını minimize etmek amacıyla geliştirilen alternatif temizlik yöntemlerini tanımlamaktadır. Kuru yıkama yöntemi, su bazlı temizlik yerine solvent esaslı kimyasalların kullanılmasıyla yüzey kirlerinin giderilmesini hedefler. Bu yöntem, apron sahalarında su tahliyesine gerek olmadan uygulanabildiği için operasyonel kolaylık ve çevresel sürdürülebilirlik açısından tercih edilmektedir.

Her iki prosedürün temel amacı uçağın dış gövdesinde biriken kir, yağ, yakıt artığı ve egzoz kalıntılarını yüzeye zarar vermeden temizlemektir. Ancak yöntemlerin kapsamı, kullanılan malzemeler ve güvenlik tedbirleri üreticiye özgü bazı farklılıklar içermektedir.

Airbus A320'nin "Dry Cleaning of the External Fuselage With the Aircraft in the Power-On Condition" başlıklı prosedüründe, işlemin yalnızca gövde yüzeyinde uygulanacağı belirtilmiş olup, cam temizliği bu kapsamın dışında tutulmuştur. Boeing B737 prosedürü ise "Clean (Waterless Wash) the External Surfaces of the Airplane" başlığı altında yer almakta ve Airbus ile benzer şekilde cam temizliği hariç gövde temizliğini kapsamaktadır. Airbus, işlemin "güç açık" durumda (power-on condition) gerçekleştirileceğini, buna karşılık Boeing'in ise temizlik öncesinde elektrik gücünün kesilmesi gerektiğini vurgulamaktadır. Bu fark, Airbus'ın bakım sürecinde sistem fonksiyonelliğini korumaya, Boeing'in ise enerji güvenliğine öncelik verdiğini göstermektedir.

Her iki prosedürde güvenlik önlemleri detaylı şekilde belirtilmiştir. Airbus dokümanında iş sağlığı ve güvenliği açısından emniyet kemeri, koruyucu elbise, gözlük ve eldiven kullanımının zorunlu olduğu; ayrıca pitot, statik port, AOA, TAT ve buz algılama problemlerinin özel koruma kapaklarıyla izole edilmesi gerektiği ifade edilmiştir. Boeing prosedüründe benzer şekilde statik portların koruma altına alınması gerektiği belirtilmekte, ancak bu koruma işlemi daha sistematik biçimde tarif edilmektedir. Boeing, statik portların kapatılması için Scotch Brand No.471 sarı vinil bant, G02443 "REMOVE BEFORE FLIGHT" uyarılı turuncu bariyer bandı ve kokpitteki sol kontrol koluna takılan "STATIC PORTS COVERED" etiketi kullanımını zorunlu kılmaktadır. Airbus prosedüründe de koruma kapakları (pitot, AOA, TAT vb.) kullanımı öngörülse de Boeing'deki kadar görsel uyarı ve işaretleme standardı yer almamaktadır.

Kullanılan kimyasal maddeler açısından Airbus, 08BBB1 Non-Aqueous Cleaner (petrol bazlı) ve 08BMW1 Non-Aqueous Cleaner – Aircraft Exterior Dry Cleaning isimli solventleri önermekte, temizlik işleminin pamuklu, tüy bırakmayan bez veya yumuşak kıllı fırçalarla yapılmasını istemektedir. Boeing ise B00083 VM&P Naphtha tipi solventin kullanımını tavsiye eder ve tüm malzemelerin BSS7432 "Evaluation of Airplane Maintenance Materials" standardına uygun olmasını şart koşar. Airbus, temizlik sırasında fazla basınç uygulanmaması gerektiğini özellikle vurgularken;

Boeing, üretici tavsiyelerine göre seyreltme oranlarının belirlenmesini ve kimyasalın yüzeyde kurumasına izin verilmeden silinmesini önermektedir.

Prosedür sırasına bakıldığında Airbus, işlemin başlamasından önce hidrolik sistemlerin basıncının düşürülmesini, uçak topraklamasının yapılmasını ve sistem uyarı notlarının kokpitte görünür şekilde yerleştirilmesini ister. Boeing ise temizlik öncesinde statik topraklama ve güç kesme işlemini tamamladıktan sonra kapı, panel ve servis bölmelerinin kapatılmasını, ardından temizlik işlemine geçilmesini öngörür. Airbus, uçak üzerindeki antenlerin (HF, VHF, SATCOM, RA vb.) enerji bağlantısının kesilmesi gerektiğini ayrıntılı şekilde açıklarken; Boeing bu konuyu yalnızca statik port koruması üzerinden ele alır.

Uygulama yöntemi açısından Airbus prosedürü, kuru yıkama solüsyonunun yüzeye bez, sünger veya fırça yardımıyla uygulanmasını ve ardından kuru bir bezle silinerek yüzeyin parlatılmasını tanımlar. Boeing prosedüründe ise yüzeyin solvent ile nemlendirilmiş bez veya beyaz 3M Scotch-Brite ped ile silinmesi, ardından temiz bir bezle kurulması önerilmektedir. Airbus, fazla basınç uygulanmasının boya yüzeyinde mikro çizikler oluşturabileceğini vurgularken; Boeing prosedürü temizlik sonrasında tüm kir ve kalıntıların giderildiğinden emin olunmasını ister.

Her iki üretici, temizlik işlemi sırasında pencerelere doğrudan solvent uygulanmaması gerektiğini özellikle belirtir. Airbus, pencere temizliğini ayrı bir prosedür (AMM TASK 12-21-11) altında tanımlarken, Boeing de cam yüzeylerin temizliği için farklı görev tasklarına (AMM TASK 12-16-02 ve TASK 12-16-03) atıfta bulunur.

İşlem sonrası kontrollerde Airbus, gövde yüzeyinde herhangi bir temizlik solüsyonu kalmaması gerektiğini ve tüm koruyucu kapakların logbook kaydıyla birlikte kaldırılmasını ister. Boeing de benzer şekilde tüm bant, uyarı etiketi ve kalıntıların statik portlardan tamamen temizlenmesini zorunlu tutar. Boeing prosedüründe ayrıca bant kalıntılarının hava hızı ve irtifa göstergelerinde hataya yol açabileceği konusunda ciddi uyarılar yer almaktadır.

Genel olarak değerlendirildiğinde, Airbus ve Boeing'in kuru yıkama prosedürleri teknik olarak benzer aşamalardan oluşmakta, ancak güvenlik ve uygulama ayrıntıları bakımından farklılaşmaktadır. Airbus prosedürü, detaylı sistem izolasyonu, güç açık durumda işlem yapılması ve koruma cihazlarının logbook takibiyle ön plana çıkarken; Boeing prosedürü, enerji kesme zorunluluğu, kapsamlı etiketleme sistemi ve kimyasal

standardizasyonu ile daha operasyonel güvenlik odaklı bir yaklaşım sergilemektedir. Ayrıca Airbus, insan faktörünü minimize edecek şekilde görev adımlarını ayrıntılı tanımlarken; Boeing, uygulayıcının kontrol ve doğrulama sorumluluğunu daha fazla ön plana çıkarmaktadır.

Sonuç olarak her iki üretici de kuru yıkama yöntemini su kullanımını azaltan, çevreye duyarlı ve operasyonel olarak pratik bir temizlik alternatifi olarak ele almaktadır. Ancak Airbus yaklaşımı daha sistematik ve prosedür odaklı, Boeing yaklaşımı ise güvenlik ve standart uyumu öncelikli bir yapı sergilemektedir.

5.2 Kullanılan Kimyasallar

Kuru ve ıslak yıkama yöntemlerinde kullanılan kimyasallar, uygulama prensiplerini ve çevresel etkileri doğrudan belirleyen temel unsurlardır. Her iki yöntemde de kullanılan temizlik maddeleri, uçak yüzeyinde biriken yağ, kir, karbon ve diğer kalıntıların etkin biçimde uzaklaştırılmasını hedeflemektedir. Kuru yıkama işlemlerinde genellikle su kullanılmadan uygulanan petrol bazlı solventler (örneğin Non-Aqueous Cleaner veya VM&P Naphtha) tercih edilirken, ıslak yıkama yöntemlerinde su bazlı, alkali veya nötr pH değerine sahip deterjan çözeltileri kullanılmaktadır. Bu kimyasal farklılıklar yalnızca temizlik etkinliğini değil, aynı zamanda çevresel sürdürülebilirlik, korozyon riski ve bakım sonrası yüzey koruması gibi faktörleri de etkilemektedir. Bu nedenle, üretici firmalar (Airbus ve Boeing) tarafından yayımlanan prosedürlerde, kullanılacak kimyasalın tipi, uygulanma biçimi ve güvenlik önlemleri detaylı biçimde tanımlanmıştır.

5.2.1 Islak yıkama kimyasalları

5.2.1.1 Airbus A320 ıslak yıkama kimyasalları

Airbus A320 uçaklarında uygulanan ıslak yıkama prosedürlerinde kullanılan kimyasallar, hem temizlik etkinliğini artırmak hem de uçak yüzeylerinin yapısal bütünlüğünü korumak amacıyla özel olarak seçilmektedir. Bu işlemde temel bileşen olarak su bazlı, alkali veya nötr pH değerine sahip deterjan çözeltileri kullanılır. Suyun pH değeri 5 ila 8,5 arasında olmalı ve klorür içeriği 100 ppm'in altında tutulmalıdır. Bu özellikler, alüminyum ve kompozit yüzeylerde korozyon riskini minimize eder. Yüzeydeki yağ ve kir birikimlerinin çözülmesi sonrasında, durulama aşamasında

temiz, iyon içeriği düşük su kullanılır. İniş takımı, flap, slat ve mafsallarda ise temizlik sonrası koruyucu tabaka oluşturmak amacıyla korozyon önleyici yağlayıcı (Water Displacing Compound) uygulanır. Bu kimyasallar, Airbus tarafından tanımlanan Material Specification (AMS) ve CML (Consumable Material List) standartlarına uygun olmalıdır.

Airbus AMM 12-21-11-615-002-A - External Cleaning referansında kullanılan kimyasal listesi aşağıdadır. Verilmiş olan referans kodunun içerisinde bir çok farklı üreticiye ait onaylanmış ürün mevcuttur.

- 08ABC1 Aqueous Cleaner-Aircraft Exterior Pressure Spraying
- 08BAA9 Non Aqueous Cleaner-General
- 08BBB1 Non Aqueous Cleaner-Petroleum Based
- 12ABE2 Corrosion Preventive Compound-Water Displacing Oily Film System
- 12AGC2 Corrosion Preventive Compound- Soft Film System
- 14SBA1 Textile-Lint free Cotton

5.2.1.2 Boeing B737 ıslak yıkama kimyasalları

Boeing B737 uçaklarında uygulanan ıslak yıkama prosedüründe, yüzey temizliği ve korozyon koruması amacıyla belirli standartlara uygun kimyasallar kullanılmaktadır. Bu işlem, Boeing tarafından yayımlanan Aircraft Maintenance Manual (AMM) Task 12-40-00-100-801 kapsamında tanımlanmıştır ve kimyasalların tamamı Boeing Material Specification (BMS) veya BSS7432 standardına uygun olmak zorundadır.

Yıkama işleminin temel kimyasal bileşeni, su bazlı alkali veya emülsiyon tipi temizleyicilerdir. Bu kimyasallar uçak gövdesinde biriken yağ, karbon ve toz tabakasını çözerek yüzeyden uzaklaştırmak amacıyla kullanılır. Hafif kirlenmiş bölgelerde nötr deterjan çözeltileri, yoğun kirli bölgelerde ise alkali veya solvent emülsiyon bazlı temizleyiciler tercih edilir. Bu maddeler yüzey aktif bileşenler içerir ve boya ile kompozit kaplamalara zarar vermeden etkin temizlik sağlar.

Temizlik işlemi sonrasında, özellikle iniş takımı, flap, slat rayları ve bağlantı noktalarında kalan nemi uzaklaştırmak için koruyucu yağlayıcılar uygulanır. Bu kimyasallar metal yüzeyde ince bir film tabakası oluşturarak oksidasyonu engeller.

Son olarak, Boeing prosedürü kapsamında işlemde görev alan personelin kauçuk eldiven, koruyucu gözlük, su geçirmez tulum ve maske kullanması zorunludur. Bu önlem, kullanılan alkali çözeltiler ve solvent emülsiyonların ciltle temasını önlemek için gereklidir. Boeing, çevresel sürdürülebilirlik politikaları çerçevesinde düşük VOC (uçucu organik bileşik) içeren kimyasalların tercih edilmesini tavsiye etmektedir.

5.2.2 Kuru yıkama kimyasalları

5.2.2.1 Airbus A320 kuru yıkama kimyasalları

Airbus A320 uçaklarında uygulanan kuru yıkama prosedürü, su kullanılmadan gerçekleştirilen temizlik yöntemlerinden biridir ve bu işlemde petrol bazlı solvent içerikli kimyasallar kullanılmaktadır. Temel temizlik maddesi olarak Non-Aqueous Cleaner türü solventler tercih edilir. Airbus tarafından onaylı iki ana ürün grubu bulunmaktadır: 08BMW1 (Aircraft Exterior Dry Cleaning Solvent) ve 08BBB1 (Petroleum-Based Non-Aqueous Cleaner). Bu kimyasallar, uçak yüzeyindeki yağ, karbon ve çevresel kirlerin çözülmesini sağlayarak yüzeyin temizlenmesine olanak tanır.

Temizlik işlemi sırasında solvent, tüy bırakmayan pamuklu bez veya yumuşak sünger yardımıyla yüzeye uygulanır. Solventin içeriği uçucu organik bileşik (VOC) barındırmakla birlikte, düşük buhar basıncı sayesinde yüzeyde kalıntı bırakmadan buharlaşır. Bu özellik, yüzey boyasının matlaşmasını önler ve kimyasalın suya ihtiyaç duymadan etkin temizlik sağlamasına imkân tanır.

Ayrıca, Airbus prosedürleri kapsamında 14SBA1 kodlu lint-free cotton cloth (tüy bırakmayan bez) kullanılması zorunludur. Bu malzeme, solventin yüzeyde eşit şekilde dağılmasını ve çizik oluşmadan silme işleminin yapılmasını sağlar. Kimyasal uygulama sırasında personelin kauçuk eldiven, gözlük ve koruyucu tulum kullanması gerekmektedir.

5.2.2.2 Boeing B737 kuru yıkama kimyasalları

Boeing B737 uçaklarında uygulanan kuru yıkama yöntemi, su kullanılmadan yapılan solvent bazlı bir temizlik işlemidir. Bu prosedürde ana kimyasal madde olarak VM&P Naphtha (B00083) kullanılmaktadır. Bu madde, petrol türevli, uçucu organik bileşik (VOC) içeren bir solvent olup, boya ve metal yüzeylerde birikmiş yağ, gres, karbon ve kir tabakalarının çözülmesini sağlar. VM&P Naphtha, TT-N-95 Type II veya ASTM

D-3735 Type III standartlarına uygun olmalıdır ve Boeing'in BSS7432 kimyasal uyumluluk standardı ile de uyumlu olacak şekilde seçilir.

Temizlik işlemi sırasında solvent, genellikle beyaz Scotch-Brite ped veya tüy bırakmayan bez aracılığıyla yüzeye uygulanır. Solventin uçucu yapısı sayesinde işlem sonrası yüzeyde kalıntı bırakmaz, bu da hem boya bütünlüğünün korunmasına hem de hızlı kuruma avantajına olanak tanır. Statik portlar, sensörler ve hassas bölgelerde doğrudan solvent uygulanmaz; yalnızca çevresi dikkatlice manuel olarak temizlenir.

Ayrıca prosedürde, statik portların korunması amacıyla Yellow Vinyl Adhesive Tape (G02219), Orange Barricade Tape "REMOVE BEFORE FLIGHT" (G02443) ve Red Paper Tape, "STATIC PORTS COVERED"(G02444) gibi özel bantlar kullanılır. Bu malzemeler, solvent buharının hassas yüzeylerle temasını önler. İşlem sırasında personelin kauçuk eldiven (STD-1086) ve koruyucu gözlük (STD-1137) kullanması zorunludur.

5.2.3 Kullanılan kimyasalların karşılaştırılması

Boeing B737 ıslak yıkama kimyasalları, su bazlı deterjan sistemine dayalı olup çevresel uyum ve malzeme güvenliği açısından optimize edilmiştir. Airbus A320 prosedürüne kıyasla Boeing, emülsiyon bazlı temizleyicilerde solvent oranını daha sıkı sınırlar ve korozyon önleyici bileşenlerin yeniden uygulanmasına özel önem verir. Bu sayede uçak yüzeylerinde hem estetik görünüm hem de uzun dönem koruma sağlanır.

Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarında uygulanan kuru yıkama işlemleri, genel prensip olarak su kullanılmadan, petrol bazlı solvent içerikli kimyasallar ile gerçekleştirilir. Her iki üretici de uçak yüzeyinde biriken yağ, karbon ve kir kalıntılarını çözmek için benzer solvent yapısını kullanmakla birlikte, kimyasal kompozisyon ve uygulama detaylarında farklılıklar bulunmaktadır. Airbus, Non-Aqueous Cleaner (08BMW1 / 08BBB1) tipi solventleri tercih ederken, Boeing prosedürlerinde ana temizlik kimyasalı olarak VM&P Naphtha (B00083) kullanılmaktadır. Airbus ürünleri nispeten daha düşük buhar basıncına sahip olup boya yüzeyine karşı daha nazik bir temizlik sağlar; buna karşılık Boeing solventi daha yüksek uçuculuğa sahip olduğundan hızlı kuruma avantajı sunar. Her iki yöntemde de tüy bırakmayan bez veya sünger kullanılır ve hassas bölgelerde doğrudan solvent uygulaması yasaktır. Kimyasal yapı olarak her iki üretici de VOC içeriği kontrollü, hidrokarbon bazlı solventleri tercih eder, ancak Boeing dokümanlarında statik

portların bantla korunması ve solvent buharına karşı ek güvenlik önlemleri daha vurguludur.

Aşağıda Çizelge 5.1 içeriğinde Airbus ve Boeing AMM’lerinde kullanılan kimyasallar ile ilgili kullanım alanlarına göre bilgiler ve karşılaştırmalar yer almaktadır.

Çizelge 5.1 : Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarında kuru ve ıslak yıkama kimyasal karşılaştırması.

Kriter	Airbus A320 ıslak yıkama	Boeing B737 ıslak yıkama	Airbus A320 kuru yıkama	Boeing B737 kuru yıkama
Temel Kimyasal Yapı	Su bazlı, alkali veya nötr pH’lı temizlik solüsyonu	Su bazlı alkali veya solvent emülsiyon temizleyici	Petrol bazlı solvent (Non-Aqueous Cleaner)	Petrol türevli solvent (VM&P Naphtha)
Ana Kimyasal Kodları	08ABC1 08BAA9 08BBB1 12ABE2 12AGC2 14SBA1	B00003 B00005 B00013 B00014 B00083 B00130 B00148 B00314 B00325 B00434 B01023 B50085 B50093 B50114 G00034 G02219 G02443 G02444 G02447 G50330 G51859	08BMW1 08BBB1 14SBA1	B00083 G02219 G02443 G02444
Su Kullanımı	Evet	Evet	Hayır	Hayır
Durulama Gereksinimi	Gerekli	Gerekli	Gereksiz	Gereksiz
Korozyon Önleme	Temizlik sonrası korozyon önleyici uygulanır	Temizlik sonrası koruyucu yağ uygulanır	Su olmadığı için düşük risk	Su olmadığı için düşük risk
Kullanım Alanı	Özel yıkama alanı	Özel yıkama alanı	Su bulunmayan bölgeler, hangar içi temizlik	Su bulunmayan bölgeler, hangar içi temizlik
Ekipman	Sprey tabancası, yumuşak fırça, su hattı	Su püskürtme tabancası, fırça, sünger	Bez, sünger, yumuşak fırça	Scotch-Brite ped, bez
Koruyucu Önlemler	Sensör ve portlar kapatılır, PPE zorunlu	Sensör ve portlar kapatılır, PPE zorunlu	Sensör ve portlar kapatılır, PPE zorunlu	Sensör ve portlar kapatılır, PPE zorunlu
Avantajı	Derin temizlik, korozyon kontrolü sağlanır	Derin temizlik, Yağ ve karbon birikintilerinde etkili	Su tasarrufu, hızlı kuruma	Hızlı işlem, yüksek çözünme gücü
Dezavantajı	Yüksek su kullanımı, drenaj riski	Çevresel atık su riski	VOC emisyonu, havalandırma gereksinimi	VOC emisyonu, havalandırma gereksinimi

5.3 Kuru Yıkama İle Islak Yıkama Karşılaştırması

Airbus ve Boeing uçak üreticileri tarafından yayımlanan bakım dokümanlarında (Aircraft Maintenance Manual - AMM), uçak dış yüzey temizlik işlemleri “ıslak yıkama (wet wash)” ve “kuru yıkama (dry wash)” olarak iki temel yöntem altında tanımlanmaktadır. Her iki yöntem de gövde, kanat, kuyruk ve iniş takımı yüzeylerinde biriken kir, yağ, yakıt artığı ve çevresel kalıntıların giderilmesini hedeflemektedir. Ancak kullanılan malzemeler, ekipman, çevresel koşullar ve güvenlik öncelikleri bakımından üreticiler arasında belirgin farklılıklar bulunmaktadır.

Islak yıkama yöntemi su ve deterjan karışımıyla yapılan geleneksel temizlik yöntemidir. Kuru yıkama yöntemi ise su kullanılmadan, solvent bazlı temizlik kimyasalları yardımıyla kirin çözülüp yüzeyden silinmesi esasına dayanır. Airbus ve Boeing, her iki yöntemi de bakım sıklığı, çevresel koşullar ve operasyonel uygunluk kriterlerine göre alternatif olarak sunmaktadır.

Airbus ve Boeing’in ıslak ve kuru yıkama prosedürleri temelde aynı hedeflere hizmet etmektedir: dış yüzeyin kir, yağ ve kalıntılardan arındırılması, boya yüzeyinin korunması ve korozyonun önlenmesi. Ancak yöntemsel yaklaşımlar üretici kültürlerini yansıtır niteliktedir. Airbus prosedürleri, otomasyon, sistematik güvenlik ve bakım kayıt bütünlüğüne odaklanırken; Boeing prosedürleri, operatör güvenliği, görsel etiketleme ve saha kontrol adımlarını ön plana çıkarmaktadır. Islak yıkama işlemi Airbus’ta daha düşük basınç ve sıcaklıkla, Boeing’de ise daha geniş kimyasal ve basınç toleranslarıyla yürütülmektedir. Kuru yıkama işlemi Airbus’ta sistematik kontrol ve cihaz korumasına, Boeing’de ise enerji izolasyonu ve işaretleme güvenliğine dayanmaktadır. Her iki üretici de kuru yıkamayı çevre dostu, su tasarruflu ve pratik bir alternatif olarak öne çıkarırken, ıslak yıkamayı periyodik derin temizlik yöntemi olarak korumaktadır.

İki yöntemin iş gücü, kaynak tüketimi, maliyet ve uygulama sıklığı açısından karşılaştırılması THY Teknik bünyesinde yıkama işlemleri için uygulayıcı firma olan Airpak ve THY A.O şirketindeki kuru - ıslak yıkama bilgileri toplanarak aşağıda sunulmuştur.

5.3.1 Adam – saat (MH)

Airpak firması tarafından uygulanan ve Türk Hava Yolları bakım programı kapsamında tanımlanan adam-saat verileri incelendiğinde, her iki uçak tipinde de kuru yıkama işlemlerinin ıslak yıkamaya kıyasla daha düşük adam-saat gerektirdiği görülmektedir.

- Airbus A320: Kuru yıkama işlemi ortalama 12-20 adam-saat (MH) arasında sürerken, ıslak yıkama 18-25 MH aralığındadır.
- Boeing B737: Kuru yıkama 20-24 MH, ıslak yıkama ise 24-35 MH civarındadır.

Verilen adam-saat (MH) değerleri dikkate alındığında, kuru ve ıslak yıkama yöntemleri arasında her iki uçak tipi için de belirgin bir iş gücü farkı olduğu görülmektedir. Airbus A320 uçaklarında kuru yıkama işlemleri, ıslak yıkamaya kıyasla yaklaşık %20–30 oranında daha düşük adam-saat gerektirmektedir. Benzer şekilde Boeing B737 uçaklarında da kuru yıkama işlemlerinin, ıslak yıkamaya göre ortalama %15–30 arasında daha az adam-saat ihtiyacı oluşturduğu değerlendirilmektedir. Bu yüzdesel fark, ıslak yıkama yönteminin daha uzun uygulama süresi, daha fazla personel koordinasyonu ve ilave operasyonel adımlar gerektirmesinden kaynaklanmaktadır. Elde edilen sonuçlar, kuru yıkama yönteminin her iki uçak tipi için de insan kaynağı kullanımında daha verimli bir alternatif sunduğunu ve bakım planlamasında operasyonel avantaj sağladığını ortaya koymaktadır.

5.3.2 Tüketilen su miktarı

Bu başlık iki yöntemi birbirinden en keskin şekilde ayıran kriterdir.

- Islak yıkama işlemlerinde uçak başına ortalama 1.500–2.000 litre su kullanılmaktadır. Bu miktar, temizlik öncesi ıslatma, kimyasal seyreltilmesi ve son durulama dahil toplam su hacmini ifade eder.
- Kuru yıkama işlemleri su gerektirmediğinden bu değer sıfıra yakındır (yalnızca bezlerin nemlendirilmesi için minimal miktarda kullanılabilir).

Sonuç olarak, kuru yıkama yöntemi %95–100 oranında su tasarrufu sağlamaktadır. Bu durum özellikle su kaynaklarının kısıtlı olduğu bölgelerde çevresel sürdürülebilirlik açısından önemli bir avantajdır.

5.3.3 Maliyet

Maliyet karşılaştırması kuru yıkama yapan IGA ve ıslak yıkama yapan SAW istasyonları fatura tutarları üzerinden yapılmıştır.

2024 Yılı Aralık ayı Airbus ve Boeing uygulamalarına göre maliyet:

- Kuru yıkama: 21747,15 TL / uçak
- Islak yıkama: 21747,15 TL / uçak

Türk Hava Yolları Teknik bakım uygulamalarında, uçak dış temizlik faaliyetleri kapsamında kullanılan kuru yıkama ve ıslak yıkama yöntemleri için düzenlenen hizmet faturalarının aynı mali tutarlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Her iki yıkama yöntemi, su tüketimi ve uygulama süresi açısından belirgin farklılıklar bulunmasına rağmen, bu farklılıkların hizmet bedeline doğrudan yansıtılmadığı ve dar gövde uçak yıkama konseptinde aynı şekilde değerlendirildiği görülmektedir. Bu durum, yıkama yöntemlerinin maliyet değerlendirmesinin yalnızca fatura bedelleri üzerinden yapılmasının sınırlı bir karşılaştırma sunduğunu ve operasyonel verimlilik ile çevresel etkilerin ayrı kriterler olarak ele alınması gerektiğini ortaya koymaktadır.

5.3.4 Yıkama sıklığı

Uygulama sıklığı THY Bakım Program (THY Maintenance Programme) dokümanına göre Çizelge 5.2 içerisinde gösterildiği gibi aşağıda verilmiştir ve kuru/ıslak yıkama tercihi uygulama sırasında uygulayıcı birime bırakılmıştır [15,16].

Çizelge 5.2 : THY Airbus A320 ve Boeing B737 yıkama taskları ve uygulama aralığı.

	Referans Kart	Uygulama Aralığı (Interval)
THY Airbus A320 Bakım Programı	A320-12-005	1000 Uçuş Saati
	A320-12-007	7500 Uçuş Saati
	A320-12-008	6 Yıl
	A320-12-012	12000 Uçuş Saati
THY Boeing B737 Bakım Programı	B737-12-003	180 Gün
	B737-12-004	15000 Uçuş Saati

Uygulama sıklığı; belirtilen THY MP uygulama aralıkları dışında, uçakların uçuş rotaları ve hava koşulları dolayısıyla yakıt performansını geliştirmek, bakım gerekliliği için yüzey temizliği ihtiyacı doğması gibi durumlarda değişkenlik gösterebilir.

Ayrıca kuru yıkama işlemi, hafif ara temizlik amacıyla uçak operasyon aralarında da uygulanabildiği için operasyonel esneklik sunar. Islak yıkama ise drenaj, kurutma ve korozyon kontrolü gerektirdiği için daha uzun bakım pencerelerine ihtiyaç duyar.

Sonuç olarak, kuru yıkama yöntemi su tüketimi ve MH açısından avantajlı, ıslak yıkama yöntemi ise derinlemesine temizlik ve korozyon kontrolü bakımından daha etkilidir. Airbus ve Boeing prosedürlerinde her iki yöntemin de birbirini tamamlayıcı şekilde, çevresel koşullara ve yüzey durumuna göre dönüşümlü olarak kullanılması önerilmektedir.

Airbus A320 ve Boeing B737 uçakları için kuru ve ıslak yıkama adam saat, tüketilen su miktarı, maliyet ve yıkama sıklığı parametreleri Çizelge 5.3 içerisinde verilmiştir [14].

Çizelge 5.3 : Airbus A320 ve Boeing B737 uçaklarında kuru ve ıslak yıkama karşılaştırması.

		Kuru yıkama		Islak yıkama	
		A320	B737	A320	B737
Uçak başına	Adam saat(MH)	12-20MH	20-24MH	18-25MH	24-35MH
	Tüketilen su miktarı	0	0	1500-2000L	1500-2000L
	Maliyet	21747,15 TL	21747,15 TL	21747,15 TL	21747,15 TL
	Yıkama sıklığı	Referans Çizelge 5.2			

5.3.5 Sürdürülebilirlik üzerine etkileri

Havacılık sektöründe sürdürülebilirlik, yalnızca uçak tasarımı ve motor teknolojileri ile sınırlı olmayıp, bakım ve yer operasyonlarında uygulanan yöntemleri de kapsayan çok boyutlu bir kavramdır. Uçak dış yüzey temizliği kapsamında uygulanan ıslak yıkama ve kuru yıkama yöntemleri; su tüketimi, kimyasal kullanımı, enerji ihtiyacı ve dolaylı yakıt tüketimi üzerinden karbon ayak izi üzerinde ölçülebilir etkilere sahiptir.

Uçak dış yüzey temizliği kapsamında uygulanan kuru ve ıslak yıkama yöntemleri, aerodinamik sürüklemenin azaltılması yoluyla yakıt tüketimi ve emisyon performansı üzerinde doğrudan etkiye sahip olmakla birlikte, operasyonel uygulama şekilleri nedeniyle sürdürülebilirlik ve karbon ayak izi açısından farklı çevresel çıktılar üretmektedir. Üretici bakım dokümanlarında tanımlanan ıslak yıkama yöntemi, yüksek hacimli su kullanımı, kimyasal temizlik maddeleri ve uzun işlem süreleri gerektirmesi nedeniyle su temini, basınçlandırma, drenaj ve atık su arıtımı süreçleri üzerinden dolaylı enerji tüketimini artırmakta; buna bağlı olarak yer operasyonlarında

ortaya çıkan karbon emisyonlarını yükseltmektedir. Ayrıca işlem süresinin uzunluğu, uçağın yerde kalış süresini uzatarak APU ve yer destek ekipmanlarının kullanım süresini artırmakta ve dolaylı yakıt tüketimine katkı sağlamaktadır. Kuru yıkama yöntemi ise sınırlı veya sıfıra yakın su kullanımı, lokal ve kontrollü kimyasal uygulamalar ve daha kısa işlem süreleri sayesinde yer operasyonlarına bağlı enerji ihtiyacını azaltmakta; uçağın operasyonel çevrim süresini kısaltarak yakıt tüketimi ve CO₂ emisyonları üzerinde ilave bir azaltım potansiyeli sunmaktadır. Her iki yöntemin de uçak yüzey pürüzlülüğünü azaltarak uçuş esnasında sürüklenme kaynaklı yakıt tüketimini düşürdüğü kabul edilmekle birlikte, aynı aerodinamik kazanımın daha düşük kaynak tüketimi ve daha az dolaylı emisyon ile elde edilebilmesi nedeniyle, kuru yıkama yöntemi üretici sınırları ve emniyet gereklilikleri çerçevesinde karbon ayak izi açısından daha sürdürülebilir bir bakım uygulaması olarak değerlendirilebilir.

6. SONUÇLAR VE SAVUNMA SANAYİSİ ÖNERİSİ

Bu çalışmada, Airbus A320 ve Boeing B737 uçak tiplerinde uygulanan kuru ve ıslak dış yıkama yöntemleri üretici firma bakım prosedürleri (AMM - Aircraft Maintenance Manual) referans alınarak detaylı biçimde karşılaştırılmıştır. Çalışma sonucunda, iki yöntemin operasyonel verimlilik, kimyasal yapı, çevresel etki ve iş gücü unsurları açısından belirgin farklılıklar gösterdiği ortaya konulmuştur.

Elde edilen bulgulara göre;

Islak yıkama yöntemi, su bazlı kimyasallar kullanması nedeniyle uçak yüzeylerinde daha derin temizlik ve korozyon kontrolü sağlamaktadır. Ancak bu yöntemin yüksek su tüketimi (yaklaşık 1500-2000 litre/uçak), drenaj altyapısı ihtiyacı ve atık su yönetimi maliyeti gibi çevresel ve ekonomik dezavantajları bulunmaktadır.

Kuru yıkama yöntemi ise su kullanılmadan, solvent bazlı kimyasallar yardımıyla gerçekleştirilmekte olup, yaklaşık %90–100 oranında su tasarrufu sağlamaktadır. Bu yöntem, hem iş gücü hem de işletme maliyeti açısından avantajlıdır. Ancak solvent içerikleri nedeniyle uçucu organik bileşik (VOC) emisyonu riski taşımakta, bu da iş güvenliği ve çevre sağlığı açısından dikkat gerektirmektedir.

Karşılaştırma sonucunda her iki yöntemin birbirini tamamlayıcı nitelikte olduğu belirlenmiştir. Islak yıkama işlemleri periyodik derin temizlik için uygunken, kuru yıkama işlemleri ara temizliklerde ve operasyonel esneklik gerektiren durumlarda daha verimli kullanılabilir. Bu doğrultuda, uçak bakım planlamasında hibrit yıkama yaklaşımı (mevsimsel veya kirlilik seviyesine göre yöntem seçimi) önerilmektedir.

6.1 Savunma Sanayi İle İlişkilendirme Ve Öneri

Elde edilen bu bulgular, yalnızca sivil havacılık operasyonları için değil, aynı zamanda Savunma Sanayi bünyesinde kullanılan askeri ve özel görev uçakları için de kullanılabilir niteliktedir. Savunma Sanayi platformlarında operasyonel süreklilik, lojistik bağımsızlık, su ve enerji kaynaklarının kısıtlı olduğu üs koşulları ile çevresel

etkiyi minimize etme gereksinimleri ön planda tutulmaktadır. Bu açıdan bakıldığında, kuru yıkama yönteminin düşük altyapı gereksinimi, kısa uygulama süresi ve düşük çevresel etkisi, askeri üslerde ve ileri harekât noktalarında önemli bir avantaj sağlamaktadır. Ayrıca, askeri hava araçlarında da aerodinamik performansın korunması yakıt tüketimi, görev menzili ve operasyonel verimlilik açısından kritik olduğundan, sivil havacılıkta elde edilen kuru yıkama temelli sürdürülebilir bakım yaklaşımının Savunma Sanayi uygulamalarına uyarlanabileceği değerlendirilmektedir. Bu durum, çevresel sürdürülebilirlik hedefleri ile operasyonel etkinliğin birlikte ele alındığı modern bakım konseptleri açısından önemli bir kazanım sunmaktadır.

Sivil havacılıktaki uçak dış yıkama teknolojilerinin savunma sanayine uyarlanması, özellikle askeri hava araçları (F-16, A400M, Hürkuş, ANKA, vb.) için önemli fırsatlar sunmaktadır.

Bu çalışmadan elde edilen teknik sonuçlar doğrultusunda aşağıdaki öneriler geliştirilebilir:

Yerli “Kuru Yıkama Kimyasalı” Geliştirilmesi:

- Askeri hava araçlarının bakım süreçlerinde yabancı menşeli solvent ve temizleyicilere bağımlılığı azaltmak amacıyla, yerli formülasyona sahip düşük VOC’li kuru yıkama kimyasalları geliştirilebilir.
- TÜBİTAK, TUSAŞ ve Roketsan Ar-Ge altyapıları kullanılarak savunma havacılığına özel çevre dostu temizlik ürünleri tasarlanabilir.

Mobil Yıkama Platformları (Field Wash Unit):

- Askeri üslerde ve ileri harekât bölgelerinde suya erişimin sınırlı olduğu durumlarda mobil kuru yıkama üniteleri kullanılabilir.

Bu sistemler; kompresör, solvent geri kazanım modülü ve enerji verimli püskürtme sistemleriyle entegre edilerek saha koşullarında bakım kabiliyeti sağlar.

Çevresel Sürdürülebilirlik ve Lojistik Avantaj:

- Kuru yıkama yöntemlerinin su tüketimi olmadan gerçekleştirilmesi, askeri üslerde lojistik yükü ve bakım altyapısı ihtiyacını azaltır.

Bu çalışmanın sonucunda, uçak yıkama süreçlerinde su tüketimi, kimyasal seçimi ve çevresel sürdürülebilirlik konularının operasyonel etkinlik kadar önemli olduğu görölmüştür.

Gelecekte, nano-kaplama teknolojileri veya biyobozunur temizlik kimyasalları ile birleştirilecek hibrit yıkama sistemleri, hem sivil hem de askeri havacılıkta bakım maliyetlerini azaltacak, hem de yeşil havacılık hedeflerine katkı sağlayacaktır.





KAYNAKLAR

- [1] **Url-1** <E. Charles Vivian, A History of Aeronautics, W. Collins Sons & Co. Ltd., London, 1921, s. 170-171.
- [2] **Url-2** <<https://www.hvkk.tsk.tr/Custom/Hvkk/79> adresinden erişildi.
- [3] **Url-3** <<https://www.turkishairlines.com/tr-tr/basin-odasi/hakkimizda/hikayemiz/> adresinden erişildi.
- [4] **Url-4** <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/havacilik_isletmeleri/hava_ulasirma_isletmeleri/Havayolu_%20I20241130.pdf adresinden erişildi.
- [5] **Url-5** <https://web.shgm.gov.tr/documents/sivilhavacilik/files/havacilik_isletmeleri/hava_ulasirma_isletmeleri/Havayolu_%20I20241130.pdf adresinden erişildi.
- [6] **Url-6** <<https://investor.turkishairlines.com/tr/hakkimizda/vizyon-and-misyon> adresinden erişildi.
- [7] **Url-7** <<https://www.turkishairlines.com/tr-int/basin-odasi/hakkimizda/hikayemiz/> adresinden erişildi.
- [8] **Url-8** <<https://www.turkishairlines.com/tr-int/basin-odasi/hakkimizda/ortakliklar/> adresinden erişildi.
- [9] **Url-9** <<https://turkishtechnic.com/tr/kurumsal/tarihce> adresinden erişildi.
- [10] **Airbus S.A.S.** (2024). *Aircraft Maintenance Manual (AMM) A320 Family – Task 12-21-11-615-002-A: External Cleaning – Wet Wash Procedure*, REV DATE: Sep 15/2024. Toulouse, France: Airbus Customer Services Division [İç doküman, THY Teknik erişimi].
- [11] **Airbus S.A.S.** (2024). *Aircraft Maintenance Manual (AMM) A320 Family – Task 12-21-11-615-004-A: External Cleaning – Dry Wash Procedure*, REV DATE: Sep 15/2024. Toulouse, France: Airbus Customer Services Division [İç doküman, THY Teknik erişimi].
- [12] **The Boeing Company.** (2024). *Aircraft Maintenance Manual (AMM) B737 Series – Task 12-32-00-100-801: Exterior Cleaning – Wet Wash Procedure*, Rev 85 - 15 Oct 2024. Seattle, WA: Boeing Commercial Airplanes [İç doküman, THY Teknik erişimi].
- [13] **The Boeing Company.** (2024). *Aircraft Maintenance Manual (AMM) B737 Series – Task 12-40-00-100-803: Exterior Cleaning – Dry Wash Procedure*, Rev 85 - 15 Oct 2024. Seattle, WA: Boeing Commercial Airplanes [İç doküman, THY Teknik erişimi].
- [14] **Turkish Technic Inc.** (2026). *Uçak Dış Yıkama Operasyon Verileri – Adam Saat, Su Tüketimi ve Maliyet Analizi Dataları*. [Kurumsal veri seti].
- [15] **Turkish Airlines,** *737 NG Maintenance Program – B737-12-003, B737-12-004 Task Interval*, Rev 55 NOV 25/25 [Kurumsal veri seti].

[16] **Turkish Airlines**, *A319/A320/A321 Maintenance Program – A320-12-005, A320-12-007, A320-12-008, A320-12-012 Task Interval, Rev 66 DEC 15/25* [Kurumsal veri seti].



ÖZGEÇMİŞ

Ad-Soyad : Aylin CİVİL

ÖĞRENİM DURUMU :

- **Lisans** : 2014, İstanbul Teknik Üniversitesi, Uçak ve Uzay Bilimleri Fakültesi, Uzay Mühendisliği.

MESLEKİ DENEYİM VE ÖDÜLLER:

- 2013-2014 yılları arasında Aksigorta firmasında Genç Yetenek Kampüs programı kapsamında “Yönetici Adayı” olarak çalıştı.
- 2015-2022 yılları arasında Mytechnic firmasında “Uçak Sistem ve Proje Mühendisi” olarak çalıştı.
- 2022-2023 yılları arasında GA Telesis firmasında “Kıdemli Uçak Mühendisi” olarak çalıştı.
- 2023 yılından beri Turkish Technic firmasında “Uçak Sistemleri Mühendisi” olarak çalışmaya devam ediyor.

YÜKSEK LİSANS TEZİNDEN TÜRETİLEN YAYINLAR, SUNUMLAR VE PATENTLER:

- **Civil A.**, 2026. Airbus 320 ve Boeing 737 Uçaklarında Uygulanan Kuru Ve Islak Dış Yıkama Karşılaştırması, 7. Uluslararası Karadeniz Bilimsel Araştırmalar ve İnovasyon Kongresi, 22-23 Şubat 2026 Trabzon, Türkiye.