

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**KOROZYON
525MT0002**

Ankara, 2012

- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
- Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
- PARA İLE SATILMAZ.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KOROZYON	3
1.1. Korozyonun Tanımı	3
1.2. Korozyon Etkenleri	3
1.2.1. Elektrokimyasal Etkenler	4
1.2.2. Fiziksel Etkenler	5
1.2.3. Çevresel Etkenler	5
1.3. Korozyon Çeşitleri	6
1.3.1. Yüzeysel (Uniform) Korozyon	6
1.3.2. Elektrokimyasal (Galvanik) Korozyon	6
1.3.3. Çukurcuk (Pitting) Korozyon.....	7
1.3.4. Taneler Arası (Inter Granular) Korozyon.....	7
1.3.5. İpliğimsi (Filiform) Korozyon	8
1.3.6. Pullanma (Exfoliation) Korozyon	8
1.3.7. Konsantrasyon Hücre (Concentration Cell) Korozyonu	9
1.4. Uçaklarda Metal/Alaşım Tipleri ve Korozyona Yatkınlık	11
UYGULAMA FAALİYETİ.....	12
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	14
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	16
2. KOROZYON TEMİZLEME	16
2.1. Uçakta Korozyon Kontrolü	16
2.1.1. Gözle Kontrol.....	16
2.1.2. Tahribatsız Kontrol Yöntemleriyle (NDI) Korozyon Kontrolü	18
2.2. Uçakta Korozyona Eğilimli Bölgeler	18
2.2.1. Uçak Gövde Yapısında Korozyona Eğilimli Bölgeler	18
2.2.2. Uçak Sistemlerinde Korozyona Eğilimli Bölgeler.....	19
2.3. Korozyon Hasarının Değerlendirilmesi.....	19
2.3.1. Hafif Derecede Korozyon	19
2.3.2. Orta Derecede Korozyon.....	19
2.3.3. Şiddetli Derecede Korozyon	19
2.4. Mekanik Yöntemle Korozyonun Temizlenmesi	20
2.4.1. Güç Kaynaksız Alet ve Malzemelerle Korozyon Temizleme	20
2.4.2. Güç Kaynaklı Alet ve Malzemelerle Korozyon Temizleme	21
2.5. Kimyasal Yöntemle Korozyonun Temizlenmesi	22
UYGULAMA FAALİYETİ.....	25
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	29
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	31
3. KOROZYONUN TEKRARINDAN KORUNMA VE DENETLEME	31
3.1. Temizlik (Yıkama)	31
3.2. Korozyon Önleme (Yüzey Koruyucu Kaplama).....	32
3.3. Boyama	34

3.4. Sızdırmazlık Sağlama.....	35
3.5. Eğitim.....	35
UYGULAMA FAALİYETİ.....	36
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	41
MODÜL DEĞERLENDİRME	43
CEVAP ANAHTARLARI.....	44
KAYNAKÇA.....	45

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0002
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Korozyon
MODÜLÜN TANIMI	Korozyon tanımı ve çeşitlerinin, korozyon temizlik yöntemlerinde kullanılan araç ve gereçlerin, korozyon öncesi ve sonrası tekrarından korunmak için yapılan işlemlerin kazandırıldığı bir öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/16
ÖNKOŞUL	Uçak Malzemeleri modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Korozyon temizliği ve kontrolünü yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ortam sağlandığında, uçak tipine göre bakım dokümanlarında (SRM) belirtildiği şekilde korozyondan korunma işlemlerini tekniğine uygun olarak yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Korozyon çeşitlerini tekniğine uygun olarak değerlendirebileceksiniz. 2. Bakım dokümanlarında belirtilen kurallara uygun olarak korozyonu temizleyebileceksiniz. 3. Korozyonun tekrarından korunmak için bakım dokümanlarında belirtilen kurallara uygun olarak önlemler alabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Sınıf, atölye, laboratuvar, işletme Donanım: Televizyon, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon cihazı, bilgisayar ve donanımları, öğretim materyalleri, uçak bakım/onarımının gerektirdiği atölye donanımları
ÖÇLME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Dünyada ve ülkemizde havacılık sektöründeki gelişmeler, Ulu Önder Atatürk'ün "İstikbal göklerde" özdeyişini bir kez daha doğrulamaktadır.

Ülkelerin askerî ve sivil alanlarla özel havacılık alanlarındaki teknoloji ve rekabete dayalı gelişmeleri, ekip çalışmasına yatkın, teknolojik gelişmelere açık, güvenilir ve çalışmayı seven insan gücüne olan ihtiyacı ortaya çıkarmıştır.

Bu ihtiyacı karşılamak için seçilen öğrencilerin ilk önce uçak yapısını oluşturan kısımları öğrenmeleri gerekmektedir. Uçak yapısını, "gövde, kanatlar, motor, iniş takımları ve kuyruk kısmı" oluşturmaktadır. Bu yapıyı oluşturan parçalar, genel olarak metal ve metal alaşımlarının birleşiminden meydana gelmiştir.

Metaller, koruyucu önlemler alınmadığında dayanıklılığını kaybeder. Uçaklarda korozyon oluşumu önemli bir sorun teşkil eder. Havacılık sektöründe uçuş emniyetini en üst düzeyde tutabilmenin yolu, korozyon nedeniyle oluşabilecek problemleri en aza indirmek ve teknik personel tarafından bilinçli bakım faaliyetlerini yapmaktır.

Bu modülün amacı, uçak metal ve alaşımlarında korozyona sebep olan etkenler, korozyon çeşitleri, korozyon kontrolü, korozyon temizleme ve korozyonun tekrarından korunma konularında sizlere teknik bilgi ve beceri kazandırmaktır. Bu modülü başarı ile tamamladığınız ve uçak tipine ait bakım el kitaplarında belirtilen şartlara riayet ettiğiniz takdirde, uçak üzerinde korozyon ile ilgili olarak bakım ve onarım yapabileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler doğrultusunda uçakta kullanılan metaller üzerinde oluşan korozyon çeşitlerini tekniğine uygun olarak değerlendirebileceksiniz.

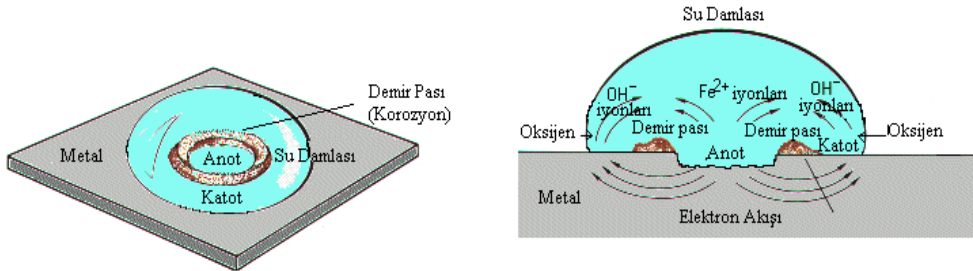
ARAŞTIRMA

- Uçak metallerindeki korozyonun oluşumuna etkenler nelerdir? Uçak metalleri üzerinde oluşan korozyon tipleri nelerdir? Öğretmeninizin rehberliğinde araştırma yapınız.

1. KOROZYON

1.1. Korozyonun Tanımı

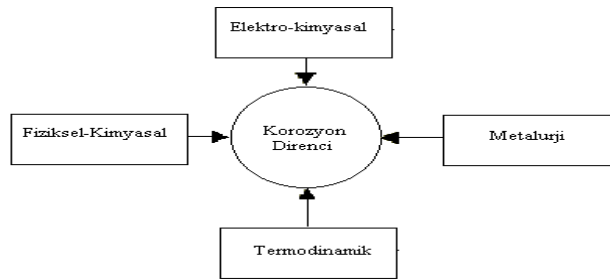
Metal veya alaşımların içinde buldukları ortam ile elektrokimyasal reaksiyona girerek tamamen yok olmasına veya fiziksel özelliklerinde kötü yönde bir değişiklik olmasına korozyon denir.



Şekil 1.1: Demir malzemelerde korozyon

1.2. Korozyon Etkenleri

Korozyon olayı, dinamik bir döngü sürecidir yani her an, her ortamda metal olan ya da olmayan malzemeler koroziv bir etkiye maruz kalabilir. Koroziv etkenler elektrokimyasal, fiziksel ve çevresel olarak üç ana grup altında toplanabilir.

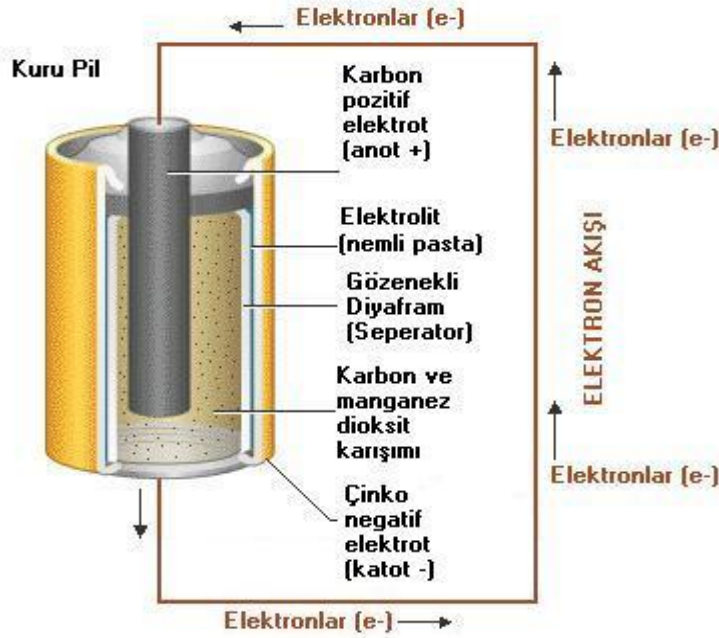


Şekil 1.2: Bir metalin korozyon direncini etkileyen faktörler

1.2.1. Elektrokimyasal Etkenler

Elektrokimyasal korozyonun olabilmesi için bazı şartların sağlanması gerekir. Öncelikle metallerle temas eden nemin olması, metallerin elektro potansiyelleri arasında fark olması, oluşan akımın devreyi tamamlaması gerekir. Kısaca bir elektro korozyon hücresinde dört eleman bulunur. Bu elemanlar anot, katot, metal yolu ve elektrolittir. Bu elemanlardan biri olmaz ise korozyon oluşmaz.

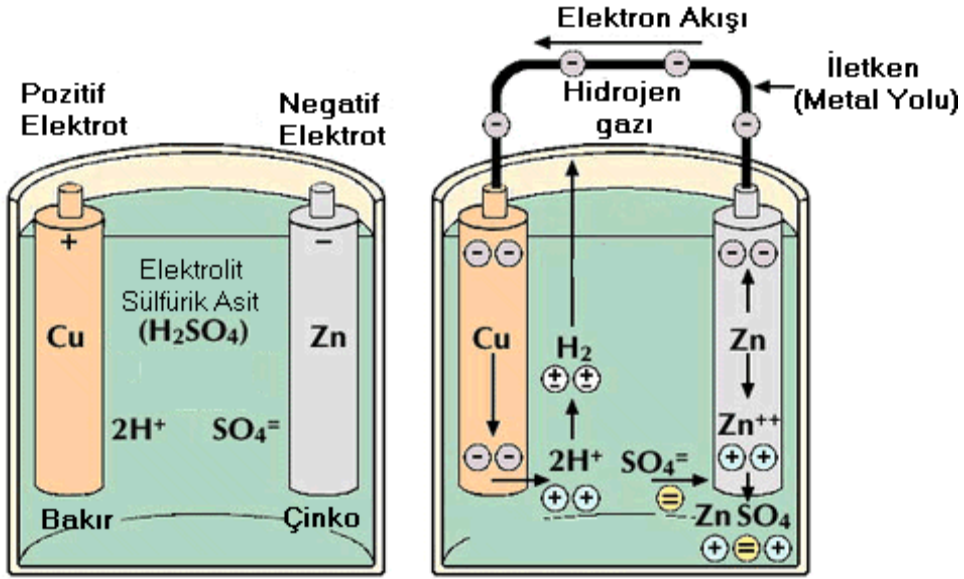
Korozyon hücresine örnek olarak karbon-çinko kuru pili verilebilir. Kuru pilin dışı çinko malzemeden yapılmıştır ve iki elektrottan biri olan çinko, katodu oluşturur. Merkezdeki karbon çubuk ise anottur. İki elektrot arasındaki nemli pasta ise elektroliti oluşturur. Korozyon hücresinde, korozyon başlaması ve devam etmesi içinde aynı elemanlar gereklidir.



Şekil 1.3: Basit kuru pil

İki metal, elektrolite daldırıldığında çözeltide çözünme kabiliyetini yönlendiren elektrik potansiyeline sahip olur. Metaller çözeltide çözündüğünde, metal atomları yüzeyde bir veya daha fazla elektron bırakarak pozitif yüklü iyon şeklinde metalden ayrılır. Yüzeyde bırakılan elektronlar, metal yoluyla (iletken vasıtasıyla) katoda erişir. Korozyon anotta olur, anodik metal elektrolitte çözünür. Anoda göre daha az aktif olan ve korozyona uğramayan elektron katottur. Elektronların anottan katoda taşındığı yola metal yolu denir.

Uçaklarda metal yolu uçağın kaplama sacı, bağlantı elemanları, cıvataları veya herhangi bir metalik iletken olabilir. Korozyon hücresini oluşturan elektrolit, nemi içeren iyonize çözeltidir. Korozyon hücresinde elektrolit bulunmaz ise metal çözünemediğinden iyon anodik metali terk etmez ve korozyon oluşmaz.



Şekil 1.4: Volta pilinin çalışması ve basit korozyon reaksiyon şeması

1.2.2. Fiziksel Etkenler

Yüksek basınç ve sıcaklık, maddelerin korozyona uğraması için daha elverişli bir ortam sağlar. Yüksek basınç ve sıcaklık gaz türbinli motorlarda türbin bölümünde doruğa çıkar. Türbin kısmındaki türbin paletleri (kanatçıkları) yüksek sıcaklık ve basınca dayanıklı ve korozif etkenlerden en az etkilenen titanyum malzemesi kullanılarak korozyon oluşumu azaltılabilir.

Bir parça üzerine dayanım değerlerinden daha fazla miktarda yük biniyorsa veya çok yönlü kuvvetlerin etkisi altındaysa korozyona uğraması kaçınılmazdır.

Malzemelerin koruyucu yüzeyleri, sürtünme nedeniyle tahrip olmuşsa malzeme korozyona maruz kalabilir.

1.2.3. Çevresel Etkenler

Korozyona neden olma açısından coğrafik konuma göre iklim şartları da önemli rol oynar. Sıcaklık-nem etkisi, özellikle tropikal deniz ikliminin görüldüğü bölgeler korozif etkiyi hat safhada arttırmaktadır. Ayrıca gün içinde aşırı derecede sıcaklık farklarının olduğu bir ortam korozyon oluşması açısından en uygun ortamdır.

Korozyona neden olma açısından coğrafik yerleşime göre iklimler dörde ayrılır.

- Yüksek sıcaklık ve nemin birlikte etki ettiği en korozif ortam **tropikal (denizel)** ortamdır. Bu ortamda korozyon, sıcaklıkla birlikte hızla artar.
- Sıcaklığın $-25\text{ }^{\circ}\text{C}$ - $37\text{ }^{\circ}\text{C}$ arasında, nemin ise %10–100 arasında değiştiği ılıman iklimli ve endüstriyel kirlenme, duman ve sis gibi kalıntıları taşıyan

- ortamlar **endüstriyel** ortamdır. Endüstriyel kuruluşlardan yükselen gazlar havanın nemi ile birleşerek asit şeklinde yoğunlaşır ve korozyonu hızlandırır.
- Sıcaklığın çok düşük olduğu ve düşük elektrokimyasal reaksiyonun olduğu ortam **kutupsal** ortamdır. Bu ortamda elektrokimyasal ortam çok düşük olmasına rağmen çok soğuk durumdaki metal ısındığında nem toplanır. Bu da metalde korozyona sebep olur.
 - Nemin çok düşük olduğu ve korozyon olmadığı tek ortam **çöl** ortamıdır. Bu ortamda nem olmadığından sıcaklığın etkisi olmaz.

1.3. Korozyon Çeşitleri

Korozyon çeşitlerini; yüzeysel korozyon, elektrokimyasal korozyon, çukurcuk korozyon, taneler arası korozyon, ipliğimsi korozyon, pullanma korozyon ve konsantrasyon hücre korozyonları olmak üzere genel olarak sınıflandırabiliriz.

1.3.1. Yüzeysel (Uniform) Korozyon

Sıvılarda veya kirli ortamda, metal yüzeylerinde kimyasal bir etki ile atmosferik şartlarda oluşan korozyonun en basit şeklidir. Metalin yüzeyinde bir renk değişimine neden olur. Genellikle metal yüzeylerinde matlaşma şeklinde kendini gösterir. Demirin paslanması, bakırın renginin matlaşması, nikel yüzeyinin sislenmesi, gümüşteki kararma bu tip korozyona örnek verilebilir. Bu tür korozyon, yüzeyde kaba ve dalgalı bir görünüş oluşturur. Parlatma ile yüzeydeki korozyon alınabilir.

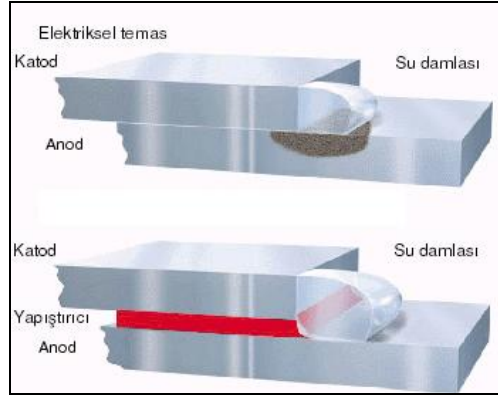
Resim 1.2’de gemi halatlarının bağlandığı iskele babasında oluşan yüzeysel korozyonun ilgili parça üzerindeki etkileri görülmektedir.



Resim 1.1: Yüzeysel korozyon

1.3.2. Elektrokimyasal (Galvanik) Korozyon

Galvanik korozyon, farklı metallerin ısı ve nem ortamında birbirlerine teması hâlinde meydana gelir. Örneğin, alüminyum alaşımlı bir malzemenin üzerine, arada herhangi bir yalıtım malzemesi kullanmadan paslanmaz çelik veya titanyum malzeme monte edildiğinde zamanla alüminyum malzemenin üzerinde korozyon meydana gelecektir. Bu şekilde oluşan korozyon galvanik korozyondur. İki farklı metal arasında elektron transferini ve galvanik korozyonu önlemek için ipek bant, amyant, sealing (macun) gibi yalıtım malzemelerinin kullanılması gerekir.



Şekil 1.5: Elektrokimyasal korozyon



Resim 1.2: Uçak üzerinde galvanik korozyon

1.3.3. Çukurcuk (Pitting) Korozyon

Çukurcuk korozyon, alaşım yüzeyinde nemle temas eden anodik ve katodik kısımların bulunması halinde oluşur. Metal alaşımı, elektronların taşınması için metal yolu meydana getirir. Pitting korozyonu, alüminyum ve magnezyum alaşımlarında sık rastlanan bir korozyon çeşididir. İlk belirtisi, yüzeyde toplanan ve kabaran beyaz ve gri tozumsu yığıntılardır. Bu yığıntılar temizlendikten sonra küçük oyuklar veya boşluklar görülebilir. Bu oyuklar baştan küçük olmasına rağmen, zamanla büyür. Pitting korozyonunun oyukları, eğer parça kalınlığı uygun ise kazınarak temizlenebilir.



Resim 1.3: Çukurcuk korozyon

1.3.4. Taneler Arası (Inter Granular) Korozyon

Tane sınırları boyunca oluşan korozyonlara taneler arası korozyon denir. Taneler arasındaki metal bileşimi, tane içine göre farklıdır. Alaşım elemanları ve çökeltileri, tane sınırlarına yerleşir. Ayrıca hatalı ısıl işlem, tane sınırlarına zarar verir ve onları tane içine

göre daha anodik hale getirir. Taneler arası korozyon, gözle tespit edilemediği için en tehlikeli korozyon türüdür.



Resim 1.4: Taneler arası korozyon

1.3.5. İpliğimsi (Filiform) Korozyon

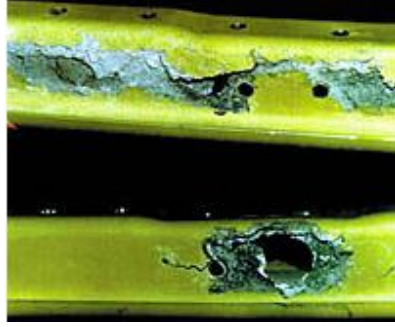
İpliğimsi korozyon, yüzeylerinde organik katman içeren metallerde görülür. Bu korozyon türü, boya tabakasının altında bıraktığı ipliğimsi şeklindeki izden tanınır. İpliğimsi korozyon, havadaki nem oranının % 78 ile % 90 arasında olduğu ve yüzeyin hafif asidik olduğu hâllerde görülür. Bu tür korozyon bağlayıcıların çevresindeki, boya tabakasının kesintiye uğradığı çiziklerden başlar. Su ve havadaki oksijen bu çizgilerden boyanın altına nüfuz eder. İpliğimsi korozyondan korunmak için uçağı ve yer destek teçhizatını % 70'den az nem içeren ortamda muhafaza etmek, oksijen difüzyonunu önleyici boya kullanmak ve yüzeydeki asidik kirleri ortadan kaldırmak amacıyla sık sık yıkanması gerekir.



Resim 1.5: İpliğimsi (filiform) korozyon

1.3.6. Pullanma (Exfoliation) Korozyon

Pullanma korozyonu, taneler arası korozyonun ilerlemiş halidir. Burada hemen yüzeyin altına tane sınırları altında ilerleyen taneler arası korozyonun genleşen ürünü, yüzeydeki metali pul pul kaldırır. Genellikle haddelenmiş veya kalıptan çekilmiş parçalarda, kabarma ve pul pul olma şeklinde kendini gösterir. Resim 1.7'de alüminyum gövde kirişi üzerinde oluşmuş olan pullanma korozyon görülmektedir.



Resim 1.6: Pullanma korozyon

1.3.7. Konsantrasyon Hücre (Concentration Cell) Korozyonu

Alüminyum uçak gövdesi, su tabakası ile kaplandığında ve su damlacıkları metal levha birleşimlerinin arasına girdiğinde konsantrasyon hücre korozyonu oluşur.

Konsantrasyon hücre korozyonunun olabileceği belli başlı yerler; oyuklar, bindirme dikişleri, kalıntılar ve metal ara yüzeyleri olarak sayılabilir. Bu yerler konsantrasyon hücre korozyonu oluşumu için nemin hapsoldüğü uygun yerlerdir. Elektrolitteki metal iyon konsantrasyonu farkı veya oksijen iyonu konsantrasyonu farkı bu tür korozyona neden olabilir.

➤ Gerilmeli (stress) korozyon

Gerilmeli korozyon, taneler arası korozyonun özel bir çeşididir. Bu korozyon, metal çekme gerilimi ile karşılaştığında ve korozif ortamda oluşur. Bağlayıcılara ısıl işlem veya pres işlemleri yapıldıktan sonra, uygun olmayan şekilde su ile soğutma yapılır ise gerilmeli korozyon oluşur. Gerilmeli korozyon sadece çekme gerilmeleri sonucunda oluşur. Uçaklarda gerilmeli korozyon, genellikle perçinli birleştirmelerin perçinleri arasındaki gerilmiş yüzeylerde görülür. Korozyonu tespit etmek için yüzeye dikkatlice bakmak yeterlidir.

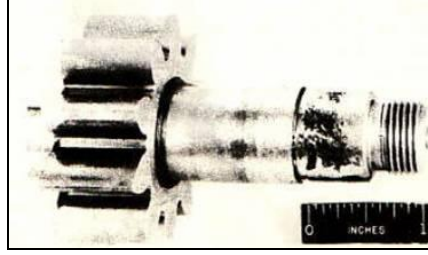


Resim 1.7: Gerilmeli korozyon

➤ Yorulma korozyonu

Yorulma korozyonu, gerilmeli korozyon çatlakına benzer şekilde dinamik yükler ve metaldeki korozyonun etkisiyle oluşan çatlamalardır. Korozif ortam olan ve dinamik yüklere maruz kalan tüm metallerde bu tür çatlamalar oluşur. Yorulma korozyonu iki aşamada oluşur. Birinci aşamada korozif ortamın ve dinamik yüklerin etkisi ile metal yüzeyinde

korozyon oyuğu ve çatlak oluşur. Çatlak oluşuktan sonra korozif ortamın etkisi ortadan kalksa bile dinamik yükün etkisiyle çatlak ilerlemesi devam eder. Korozif etkiyi ortadan kaldırmanın yolu, metalin korozif ortam ile temasını engellemektir.

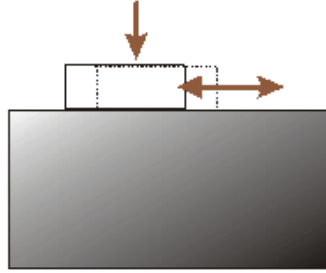


Resim 1.8: Yorulma korozyonu

➤ **Sürtünme (fretting) korozyonu**

Sürtünme korozyonu, nemin girmesine engel olamayan ve titreşime maruz kalan statik yükte yüklenmiş parçalarda görülür. Burada korozyon ve aşınmanın etkisi birlikte oluşur. Sürtünme korozyonu, metalde ufalanma ve metal aşınması ile kendini gösterir.

Uçak üstünde sürtünme korozyonunun en sık görüldüğü yerler, iniş takım dikmelerindeki burçlar, çok küçük toleranslarla burçlara geçirilen cıvatalar ve kanadı gövdeye bağlayan kaplama kısımlarıdır.



Şekil 1.6: Sürtünme korozyonu

1.4. Uçaklarda Metal/Alaşım Tipleri ve Korozyona Yatkınlık

Uçaklarda yaygın olarak kullanılmakta olan malzemelerde görülen korozyon tipleri ve bu korozyonların malzeme üzerindeki belirtileri Tablo 1.1’de görülmektedir.

METAL/ALAŞIM	KOROZYON TİPİ	KOROZYONUN BELİRTİLERİ
Magnezyum	Çukur korozyonu	Beyaz toz hâlinde küme, yüzeyde lekelenme
Demir-çelik alaşımı	Yüzey korozyonu Çukur korozyonu Taneler arası korozyon	Kırmızımsı-kahverengi pas
Alüminyum	Çukur korozyonu Taneler arası korozyon Pullanma korozyonu Gerilmeli korozyon Yorulma korozyonu	Beyaz-gri toz hâlinde küme
Titanyum	Yüksek korozyon dayanımı	700 °F üzeri değişik renkte yüzeyde oksitlenmeler
Bakır ve alaşımları	Yüzey korozyonu Taneler arası korozyon	Mavi veya mavi-yeşil kalıntı
Kadmiyum	Yüzey korozyonu	Beyaz toz veya kahve-siyah benekler
Paslanmaz çelik	Konsantrasyon hücre korozyonu Çukur korozyonu Çatlak korozyonu Yüzey korozyonu Taneler arası korozyon	Yüzeyde pürüz, kırmızı, kahve, siyah lekelenmeler
Krom	Çukur korozyonu	Görünen korozyon ürünü yok. Kaplamada kalkma ve kabarma görüntüsü
Nikel	Korozyon dayanımı mükemmel Nemli ortamda çukur korozyonu	Yeşil toz kalıntısı

Tablo 1.1: Uçak malzemelerinde görülen korozyon tipleri

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçaklarda kullanılan metal ve alaşımlarda oluşan korozyonu değerlendiriniz.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.	➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız. ➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz. ➤ Aside dayanıklı koruyucu kıyafet, eldiven ve gözlük kullanınız.
➤ Magnezyumda korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Beyaz toz hâlinde küme ve yüzeyde lekelenme olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Demir-çelik alaşımında korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Kırmızımsı-kahverengi pas olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Alüminyumda korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Beyaz-gri toz hâlinde kümeleşme olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Titanyumda korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ 700 °F üzeri değişik renkte yüzeyde oksitlenmeler olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Bakır ve alaşımlarında korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Mavi veya mavi-yeşil kalıntı olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Kadmiyumda korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Beyaz toz veya kahve-siyah benekler olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Paslanmaz çelikte korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Yüzeyde pürüz, kırmızı, kahve veya siyah lekelenmeler olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Kromda korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Kaplamada kalkma ve kabarma görüntüsü olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Nikelde korozyon oluşumunu inceleyiniz.	➤ Yeşil toz kalıntısı olup olmadığını kontrol ediniz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2	Magnezyumda korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
3	Demir-çelik alaşımında korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
4	Alüminyumda korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
5	Titanyumda korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
6	Bakır ve alaşımlarında korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
7	Kadmiyumda korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
8	Paslanmaz çelikte korozyon oluşumunu incelediniz mi?		
9	Kromda korozyon oluşumunu incelediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınızı “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi korozif etkenlerden değildir?
A) Elektrokimyasal etkenler
B) Fiziksel etkenler
C) Biyolojik etkenler
D) Çevresel etkenler
2. Aşağıdakilerden hangisi temas hâlindeki iki farklı metalin, korozif çözelti ile temas etmesi sonucunda oluşan korozyondur?
A) Uniform (yüzeysel) korozyon
B) Galvanik korozyon
C) Pitting (çukurcuk) korozyon
D) Gerilmeli (stress) korozyon
3. Aşağıdakilerden hangisi genellikle haddelenmiş veya kalıptan çekilmiş parçalarda görülen korozyon türüdür?
A) Yorulma korozyonu
B) Pullanma (Exfoliation) korozyonu
C) Konsantrasyon hücre korozyonu
D) Sürtünme (Fretting) korozyonu
4. Aşağıdakilerden hangisi coğrafik yerleşime göre korozyon oluşumunun en az görüldüğü ortamdır?
A) Çöl ortamı
B) Tropikal denizel ortam
C) Endüstriyel ortam
D) Kutupsal ortam
5. Metal üzerinde korozyon ürünü görünümü, beyaz-gri toz hâlinde kümelenme olarak görülen metal alaşım aşağıdakilerden hangisidir?
A) Paslanmaz çelik
B) Krom
C) Alüminyum
D) Titanyum
6. Yüksek korozyon dayanımına sahip metal aşağıdakilerden hangisidir?
A) Bakır
B) Paslanmaz çelik
C) Magnezyum
D) Titanyum

7. Metalde ufalanma ve metal aşınması belirtileriyle görülen korozyon aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Sürtünme (Fretting) korozyonu
 - B) Galvanik korozyon
 - C) Filiform korozyon
 - D) Taneler arası korozyon
8. Gaz türbinli motorlarda, yüksek basınç ve sıcaklığa dayanıklı olan türbin panellerinin malzemesi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Paslanmaz çelik
 - B) Demir-çelik alaşımı
 - C) Titanyum
 - D) Krom

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler ve yaptığınız araştırmalar doğrultusunda, atölye ortamı sağlandığında uçak parçalarında meydana gelmiş korozyonu bakım dokümanlarında (SRM) belirtilen kurallara uygun olarak temizleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Uçaklarda korozyona eğilimli bölgeler nereleridir? Uçak metalleri üzerinde uygulanan başlıca korozyon temizleme yöntemleri nelerdir? Öğretmeninizin rehberliğinde araştırınız.

2. KOROZYON TEMİZLEME

2.1. Uçakta Korozyon Kontrolü

Uçaklarda korozyon kontrollerinin yapılması, uçuş emniyeti açısından çok önemlidir. Bu kontrollerin periyodik olarak yapılmaması halinde çok büyük kazalara yol açabileceği unutulmamalıdır.

2.1.1. Gözle Kontrol

- **Bükülebilir (Flexible) ayna:** Köşelerin ve ulaşılabilen iç kısımların kontrolünde kullanılır. Aynanın uzun kolu sayesinde ayna yüzeyine istenilen eğim verilir.



Resim 2.1: Bükülebilir (flexible) ayna çeşitleri

- **El feneri:** Korozyon kontrolü esnasında ilave aydınlatmaya ihtiyaç duyulabilir. Bu durumlarda el feneri kullanılabilir.



Resim 2.2: El feneri

- **Baroskop:** Kontrol edilecek yüzeye göz ile bakarak ulaşmanın mümkün olmadığı hâllerde baroskop kullanılır. Baroskopun çok küçük deliklerden giren ve kıvrılabilen türleri mevcuttur.



Resim 2.3: Baroskop

- **Prob:** Ucu sivri bir metal parçasıdır. Korozyon hasarını tespit etmede kullanır. Ancak çok dikkatli kullanılmalıdır. Aksi hâlde parça hasarlanabilir.



Resim 2.4: Prob

- **Büyüteç:** Korozyon hasarını büyüteç ile kontrol etmek yeterlidir. Korozyon temizleme işleminin hangi bölgede uygulandığını büyüteçle bakarak kontrol edebiliriz.



Resim 2.5: Büyüteç

- **Düz kenarlı metal şerit:** Korozyon giderme işleminin uygulandığı bölgelerin tespitinde düz kenarlı metal şerit de kullanılabilir. Metal şerit, yüzeye yerleştirilerek yüzey düzgünlüğü ve kazıma işlemlerinin uygulandığı yerler görülebilir.



Resim 2.6: Düz kenarlı metal şerit

- **Derinlik ölçme komparatörü:** Korozyon oyuklarının derinliğini ölçmek ve uygulanan korozyon giderme işleminin seviyesini belirlemek için derinlik ölçme komparatörü kullanılır.



Resim 2.7: Komparatör

2.1.2. Tahribatsız Kontrol Yöntemleriyle (NDI) Korozyon Kontrolü

- **Sıvı penetrant kontrol yöntemi:** Yüzey üzerine penetrant sıvısı püskürtülmesi, fırça veya penetrant banyosuna daldırılması yolu ile gerilmeli korozyon sonucu oluşan çatlakların belirlendiği tahribatsız kontrol yöntemidir.
- **Ultrasonik kontrol yöntemi:** Uçak yapısına yüksek frekanslı enerji şokları ve özel ses dalgaları gönderilerek yapılan tahribatsız kontrol yöntemidir.
- **Eddy current (girdap akımı) kontrol yöntemi:** Metal malzemelerin metalürjik ve fiziksel özelliklerinden yararlanılarak, elektromanyetik indükleme prensibine dayanan girdap akımları yöntemi ile yapılan tahribatsız kontrol yöntemidir.
- **X-Ray (radyografik) kontrol yöntemi:** Uçaktaki malzemenin röntgeninin çekilerek, içsel durumunun kontrolünün yapıldığı tahribatsız kontrol yöntemidir.

2.2. Uçakta Korozyona Eğilimli Bölgeler

Uçakta korozyona eğilimli bölgeleri, uçak gövdesi ve uçak sistemlerindeki bölgeler olmak üzere iki ana grupta inceleyebiliriz.

2.2.1. Uçak Gövde Yapısında Korozyona Eğilimli Bölgeler

Uçak gövde yapısında korozyona eğilimli bölgeler şunlardır:

- Uçak üzerinde boyasız ya da boyası kalkmış yüzeyler
- Bağlayıcılar (perçinli birleştirmeler vb.)
- Benzer olmayan metal ile temas eden yüzeyler
- Kaynak alanları ve çevresi
- Egzoz gaz yolları
- İniş takımları ve iniş takım yuvaları
- Flap / slat kanalları ve yuvaları
- Motor alınlık bölgesi ve hava giriş kısmı
- Kanat ve kontrol satıh hücum kenarları
- Menteşeler

2.2.2. Uçak Sistemlerinde Korozyona Eğilimli Bölgeler

Uçak sistemlerinde korozyona eğilimli bölgeler şunlardır:

- Kontrol kabloları
- Elektrik sistemi
- Batarya kompartımanı
- Temizleme sonrası suyun biriktiği yerler
- Boşaltım (drain) sisteminin çevresi (hidrolik, yakıt, su, çöp vb.)
- Yabancı madde ve nemin yoğunlaşmış biriktiği yerler
- Sintine bölgesi
- Hidrolik sistem (borular, piston ve silindir asamblesi, valfler)
- Havalandırma sistemi

2.3. Korozyon Hasarının Değerlendirilmesi

Uçaklarda korozyon kontrolünden sonra tespit edilen korozyonun yarattığı hasar hafif, orta ve şiddetli olmak üzere sınıflandırılır.

2.3.1. Hafif Derecede Korozyon

Korozyonun ilk kademesi olup ve sadece yüzey kısmındaki korozyondur. Yüzeyde renk değişimi veya 0,001 inch derinliğine kadar hafif oyuklara rastlanır. Alüminyumun yüzeyi matlaşır, yüzeye el sürülürse elde beyazdan griye doğru değişen kalıntılar bırakır. Çelikte ise kendini pas şeklinde gösterir. Magnezyumda gri bir film oluşturur. Bu film tabakası, elle zımparalama veya hafif kimyasal işleme giderilir.

2.3.2. Orta Derecede Korozyon

Bu tip korozyon metal yüzeyi üzerinde 0,01 inch derinliğe kadar oyuklaşma, pul pul kalkma, paslanma ve kabarma şeklinde kendini gösterir. Orta dereceli oksit oluşumu ve oyuklaşma, birlikte ilerler. Çok hassas alanlarda oksitlenme kabarcık hâlinde görülürken, çeliklerde orta dereceli pas şeklinde görülür. Uçak yapı elemanlarında oluşan bu korozyon, elle zımparalama ve hafif mekanik kumlama ile giderilir.

2.3.3. Şiddetli Derecede Korozyon

Bu tip korozyon, metal yüzeyi üzerinde 0,01 inch derinliği aşan kalkmalar, ciddi derecede kabarcık hâlinde dökülmeler şeklinde görülür. Bu durumda parçanın yapısal bütünlüğü bozulmuştur. Korozyonun yarattığı bu hasar, kapsamlı mekanik kumlama ve taşlama ile giderilir.

2.4. Mekanik Yöntemle Korozyonun Temizlenmesi

Hafif derecedeki korozyonun mekanik yöntemlerle temizlenmesinde kullanılan ve güç kaynağı gerektirmeyen teçhizatlar; zımparalar, metalik yünler, tel fırçalar ve kazıyıcılardır.

2.4.1. Güç Kaynaksız Alet ve Malzemelerle Korozyon Temizleme

- **Tel fırçalar:** Fazla miktardaki korozyon kalıntısının ve çıkmayan boya­ların çıkarılması işlemlerinde tel fırçalar kullanılır. Kullanılan telin uzunluğunu ve çapını değiştirerek, etkin aşındırma gücü oluşturulabilir. Üç çeşit tel fırça vardır. Bunlar alüminyumdan, bakırdan ve paslanmaz çelik tellerden yapılmıştır. Tel fırçalar kendilerine uygun metal yüzeyler üzerinde kullanılmalıdır. Aksi takdirde galvanik korozyona neden olur. Tel fırçalarla korozyon temizleme işlemleri yüzeyde çizik bırakmayacak şekilde yapılmalıdır.



Resim 2.8: Tel fırça

- **Kazıyıcılar:** Genellikle köşelerdeki ve oyuklardaki korozyonun giderilmesinde kullanılır. Kazıyıcıların ucunda kazımayı yapacak elmas uç vardır.



Resim 2.9: Kazıyıcı

- **Zımparalar:** Metallerin yüzeylerindeki hafif dereceli korozyon kalıntılarının giderilmesinde zımpara kâğıdı kullanılır. Bunlardan alüminyum oksit içeren zımparalar, alüminyum ve magnezyum üzerinde kullanılır. Silisyum karbür içerenler ise demir cinsi malzemeler üzerinde kullanılır.



Resim 2.10: Zımpara

- **Ponza tozu:** Çok ince metallerin yüzeyindeki korozyonun giderilmesinde ponza tozu kullanılır. Ponza tozu ince ve yumuşaktır. Ponza tozu suyla karıştırılır ve bir bezle parça ovulur. Parça üzerindeki toz kuruduktan sonra temizlenir.
- **Metalik yünler:** Metalin yüzeyine çok sıkı bağlı olmayan korozyon, metalik yün kullanılarak giderilir. Metalik yünler genellikle çelikten, paslanmaz çelikten, alüminyumdan ve bakır tellerden yapılıdır. İnce, orta ve kaba olarak sınıflandırılır. Her metal için uygun olan metalik yünün kullanılması gerekir. Metalik yün ile korozyon temizleme işleminden sonra parça yüzeyindeki metalik yün kalıntıları vakum temizleyicisi ile temizlenmelidir. Metalik yün parçacıkları yüzeyde kaldığında galvanik hücre oluşturur.

2.4.2. Güç Kaynaklı Alet ve Malzemelerle Korozyon Temizleme

- **Basıncılı hava ile çalışan teçhizatlar:** Geniş alanlardaki orta ve derin korozyonların temizlenmesinde hava ile çalışan teçhizatlar kullanılır. Bunlar hava ile çalışan aparatlar, zımparalar, taşlar ve delicilerdir.



Resim 2.11: Havalı matkap

- **Havalı zımpara:** Bu teçhizatlar kullanılarak daha kolay ve kısa sürede yüzey üzerindeki korozyon temizlenir. Derin korozyonların giderilmesinde taşlar kullanılır. Orta ve hafif derecedeki korozyonların temizlenmesinde hava ile çalışan zımparalar ve aşındırıcılar kullanılır.



Resim 2.12: Havalı zımpara

- **Kumlama:** Mikron boyunda, küresel şekilde cam parçacıklarının temizlenecek yüzeye basınçlı hava veya su ile püskürtülmesidir. Kumlama işlemi, malzemeyi kaplama veya boyaya hazırlama işlemidir. Parça yüzeyinden ayrılan metal tozlarının patlama tehlikesi oluşturduğu durumlarda, su ile yapılan (yaş) kumlama tercih edilir. Ayrıca parçaların yüzeyinde gres, yağ ve yapışkan madde bulunması durumunda da su ile yapılan (yaş) kumlama tercih edilir. Hava ile yapılan (kuru) kumlamada, taşıyıcı olarak su kullanılmadığından korozyonu

temizlenecek yüzey daha fazla aşındırıcı ile temas eder ve temizleme daha hızlı olur.



Resim 2.13: Kumlama tezgâhı

2.5. Kimyasal Yöntemle Korozyonun Temizlenmesi

Kimyasal yöntemle korozyon temizleme işlemi, sadece hafif dereceli korozyonların temizlenebilmesi için uygundur. Kimyasal çözeltinin metal ve kaplamaya zarar vermeyeceği ince saclarda kullanılmalıdır. Kimyasal yöntemle korozyon temizleme, mekanik korozyon temizleme yöntemlerine nazaran malzeme kesitini daha az inceltir.

Kimyasal yöntemle, uçak metal ve alaşımları üzerindeki korozyonun temizlenmesinde MIL-C-38334, MIL-C-10578, MIL-C-14460, kromik asit, sülfürik asit, pasa-jell ve nitrik hidroklorik asit çözeltileri kullanılır.

- **MIL-C-38334:** Alüminyum ve titanyum alaşımları üzerindeki korozyonun temizlenmesinde kullanılır. Titanyum oksit tabakasının rengi, maruz kaldığı sıcaklığı gösterir. Gri ve siyah oksit tabakası, kesinlikle kimyasal yöntemle temizlenmeye çalışılmamalıdır. Siyah oksit ancak mekanik yöntemlerle temizlenebilir. Fosforik asit esaslı bir korozyon temizleme maddesidir. Bu tür korozyon temizleyiciler, metal birleştirme ara yüzeylerinden, kaynak dikişlerinden ve oyuklardan uzak tutulmalıdır.

Tip 1 ve Tip 2 olmak üzere iki çeşidi bulunmaktadır. Tip 1, yoğunlaştırılmış sıvı hâindedir ve eşit oranda su ilave edilerek kullanılır. Sulandırma işlemi için kullanım kabı olarak plastik ve ağaç kaplar kullanılmalıdır. Tip 2, toz hâindedir ve kullanım talimatı üzerinde yazdığı miktarlarda suyla karıştırılır. Fırça veya sünger ile yüzeye tatbik edilir. Parça yüzeyinde uygulama süresi kadar tutulduktan sonra temiz suyla temizlenir. Parça yüzeyi mikroskopa kontrol edilir. Gerek duyulursa işlem tekrarlanır.

- **MIL-C-10578:** Demir cinsi metallerde, paslanmaz çeliklerde, bakır alaşımlarında korozyon temizleyici olarak kullanılır. Fosforik asit esaslı bir korozyon temizleyicidir. Eşit oranda su ile karıştırılır ve fırça ile yüzeye tatbik

edilir. Derin korozyonlarda ise daldırma tekniği kullanılmalıdır. Daldırma tekniği kullanılacak ise, çözelti 60 °C sıcaklığa kadar ısıtılır. Korozyon gevşedikten sonra parça sıcak suyla durulanır ve parça yüzeyi büyüteç ile kontrol edilir. Gerekirse tekrar aynı işlemler uygulanır.

- **Kromik asit çözeltisi:** Magnezyum üzerindeki oksit tabakasının ve hafif korozyonun temizlenmesinde kullanılır. Derin korozyon oyuklarının bu çözelti ile temizlenmesi yeterli değildir. Parça üzerinde bakır alaşımlardan yapılmış burç ve yataklar kromik asit çözeltisi tatbik edilmeden önce maskelenmelidir. Kromik asit çözeltisi asidin suya ilavesi ile hazırlanır. Çözelti, aside dayanıklı fırçalarla parça üzerine tatbik edilir. Çözelti parça üzerinde 15 dakika kaldıktan sonra parça bol suyla durulanır. Daha sonra kontrol edilir, parlak metalik yüzey elde edilinceye kadar işlem tekrarlanır.
- **Sülfürik asit çözeltisi:** Bakır alaşımlarına tatbik edilen bir çözeltidir. % 90–95 su ve % 5–10 sülfürik asit içerir. Kullanım sıcaklığı –50 °C ile +80 °C arasındadır. Çözelti, paslanmaz çelik, cam ve aside dayanıklı kaplarda muhafaza edilir. Çözelti hazırlanırken daima asidi suya ilave etmek gerekir. Sökülen parça çözeltiye daldırılır sonra parça temiz suyla durulanır. Daldırma işleminden sonra parça yüzeyinde farklı bir kırmızı renk oluşuyorsa bunu gidermek için % 4-10 sodyum dikromat ilave edilir.
- **Pasa-jell çözeltileri:** Sıvı oksijen sistemindeki korozyonu temizlemede pasa-jell diye adlandırılan jelatine benzer çözeltiler kullanılır. Pasa-jell 101 çözeltisi paslanmaz çelik ve çelikten yapılmış oksijen sistemlerinde kullanılır. Pasa-jell 102 ise alüminyum alaşımından yapılan oksijen sistemlerinde kullanılır. Pasa-jell çözeltileri, sulandırılmadan aside dayanıklı fırçalar kullanılarak yüzeylere tatbik edilir. Parça yüzeyinde metalik olmayan sentetik yünlerle karıştırılır. Pasa-jell 101 için kesin bir tutma süresi yoktur. Pasa-102 için süre 5-12 dakikadır. Temizleme işlemi, suyla veya temiz bir bezle yapılır. Parça kontrol edilir ve gerek duyulursa temizleme işlemi tekrarlanır.
- **Nitrik hidroklorik asit çözeltisi:** Çözelti 540 °C altında titanyum üzerinde oluşan oksidin temizlenmesinde kullanılır. Nitrik asit, hidroklorik asit ve su içeren çözeltiye parça daldırılır. Parça yüzeyindeki oksit söküldükten sonra parça soğuk suyla durulanır ve hemen kurulanır. Bu işlem fabrika seviyesinde yapılmalıdır.
- **MIL-C-14460:** Demir cinsi ve bakır alaşımlarındaki korozyonun giderilmesinde kullanılır. Parça boyutlarında herhangi bir değişiklik yaratmadan işlenmiş parçalara veya kritik parçalara tatbik edilir. Parça çözeltiye daldırılır, korozyon gevşeyene dek çözeltide tutulur. Sonra temiz su ile durulanır.

KİMYASAL KOROZYON TEMİZLEME	
Kimyasal Çözeltiler	Metal/Alaşım
MIL-C-38334	Alüminyum ve titanyum alaşımları üzerindeki korozyonun temizlenmesinde kullanılır.
MIL-C-10578	Demir cinsi, paslanmaz çeliklerde, bakır alaşımları üzerindeki korozyonun temizlenmesinde kullanılır.
Kromik asit çözeltisi	Magnezyum oksit tabakasının temizlenmesinde kullanılır.
Sülfürik asit çözeltisi	Bakır ve alaşımlarının korozyonunun temizlenmesinde kullanılır.
Pasa-jell çözeltileri	Paslanmaz çelik (pasa-jell 101) Alüminyum alaşımlarının (pasa-jell 102) korozyonunun temizlenmesinde kullanılır.
Nitrik hidroflorik asit çözeltisi	Titanyum üzerindeki korozyonun temizlenmesinde kullanılır.
MIL-C-14460	Demir cinsi ve bakır alaşımlarının temizlenmesinde kullanılır.

Tablo 2.1: Kimyasal korozyon temizleme çözeltileri

UYGULAMA FAALİYETİ

Kimyasal yöntemle korozyon temizliği işlemini yapınız.



Kullanılacak malzemeler:

1. Çelik alaşımlı malzeme (kompresör karteri)
2. Kimyasal çözelti (MIL-C-14460)
3. Çelik tank
4. Basınçlı hava tabancası

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yakınızdaki yangın söndürme cihazları bulundurunuz.➤ Aside dayanıklı koruyucu kıyafet, eldiven ve gözlük kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör karterinin dış yüzeyindeki kirleri temizleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri) dış yüzeyindeki kirleri sıcak ve basınçlı suyla, sıcak ve basınçlı deterjanlı suyla, buhar kazanı içerisinde yağ sökücü (trikotilen) ile temizleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kimyasal asit ile su içeren korozyon temizleme çözeltisini çelik tank içerisine hazırlayınız (MIL-C-14460).	<ul style="list-style-type: none">➤ Asit çözeltisi hazırlarken daima asidi suyun üzerine ilave ediniz.➤ Bakım talimatlarındaki kimyasal çözelti hazırlama prosedürünü uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör karterini çelik tel sepete yerleştiriniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Korozyon temizliği için daldırma yöntemini uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Çelik tel sepeti, çelik tank içerisindeki kimyasal çözeltiliye batırınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Çelik tel sepet içerisindeki kompresör karterini, kimyasal çözeltiliye batırırken uygun kanca kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör karterini çelik tank içerisinde (15–60 dakika) korozyonu çözülünceye kadar bekletiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Bakım talimatlarında verilen süre kadar parçayı kimyasal çözelti içerisinde tutunuz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör karterini su ile yıkayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Temizlik için basınçlı sıcak su kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Kompresör karterini kurulumuz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kurutmak için basınçlı hava tabancasını kullanınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Çelik alaşımlı malzeme (kompresör karteri) için uygun korozyon temizleyici asit çözeltisini seçtiniz mi?		
2	Atölye havalandırma sistemini çalıştırdınız mı?		
3	Kimyasal asit çözeltisi hazırlarken eldiven, önlük ve gözlük kullandınız mı?		
4	Korozyon temizleme çözeltisini çelik tank içerisine hazırladınız mı?		
5	Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri) dış yüzeyindeki kirleri temizlediniz mi?		
6	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) sepet içerisine yerleştirdiniz mi?		
7	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) tank içerisindeki kimyasal çözeltiliye batırdınız mı?		
8	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) basınçlı su ile temizlediniz mi?		
9	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) basınçlı hava ile kuruldunuz mu?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “**Ölçme ve Değerlendirme**”ye geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Mekanik yöntemle korozyon temizliği işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.	➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız. ➤ Kumlama tezgâhında çalışırken önlük, eldiven ve gözlük kullanınız.
➤ Kompresör karterinin dış yüzeyindeki kirleri temizleyiniz.	➤ Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri) dış yüzeyindeki kirleri, sıcak ve basınçlı suyla, sıcak ve basınçlı deterjanlı suyla, buhar kazanı içerisinde yağ sökücü (trikotilen) ile malzemeyi temizleyiniz.
➤ Kumlama tozunu belirleyerek kumlama tezgâhı deposuna doldurunuz.	➤ Al-oksit kumlama malzemesini kullanınız.
➤ Kumlama tezgâhına kompresör karterini bağlayınız ve tezgâhı ayarlayınız.	➤ Kumlanacak parçayı, kumlama tezgâhı döner tablasına bağlayınız. ➤ <u>Elle kumlama işlemi:</u> ➤ Kumlama memesi ile iş parçası arasındaki mesafeyi 150–200 mm'ye ayarlayınız. ➤ <u>Otomatik kumlama işlemi:</u> ➤ Kumlama memesi ile iş parçası arasındaki mesafeyi 50 mm'ye ayarlayınız. Kumlama açısını 45–60 derece meme çapını 9–13 mm'ye ayarlayınız. Kumlama basıncını (basınçlı sistemlerde 1–3 bar, enjektörlü sistemlerde 2–6 bar) ayarlayınız.
➤ Kumlama tezgâhını çalıştırınız.	➤ Kumlama işlemini yapınız.
➤ Kumlama işleminden sonra kompresör karterini su ile yıkayınız.	➤ Temizlik için basınçlı, temiz, ılık veya soğuk su kullanınız.
➤ Kompresör karterini kurulayınız.	➤ Kurutmak için basınçlı hava tabancasını kullanınız.
➤ Kompresör karterinin yüzeyini gözle kontrol ediniz.	➤ Kumlama işlemi, parçanın tüm yüzeyine yapılmış olmalıdır. ➤ Parçanın yüzeyi homojen mat, parlak mat veya metalik parlak görüntüye sahip olmalıdır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Kumlama tezgâhında çalışırken önlük, eldiven ve gözlük kullandınız mı?		
2	Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri) dış yüzeyindeki kirleri temizlediniz mi?		
3	Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri), korozyon temizliği için uygun kumlama tozunu seçtiniz mi?		
4	Kumlama tezgâhına, çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) bağladınız mı?		
5	Çelik alaşımlı malzeme (kompresör karteri) için uygun kumlama yöntemini seçtiniz mi?		
6	Kumlama tezgâhını talimatlara göre ayarladınız mı?		
7	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) kumlama tezgâhında temizlediniz mi?		
8	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) temiz su ile yıkadınız mı?		
9	Çelik alaşımlı malzemeyi (kompresör karteri) basınçlı hava ile kuruladınız mı?		
10	Çelik alaşımlı malzemenin (kompresör karteri) tüm yüzeylerine eşit kumlama işlemi yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Korozyon oyuklarının derinliği aşağıdakilerden hangisi ile ölçülür?
A) Baroskop
B) Prob
C) Düz kenarlı metal şerit
D) Derinlik ölçme komparatörü
2. Korozyon kontrolünde kullanılan probun özelliği aşağıdakilerden hangisidir?
A) Aydınlatma sağlar.
B) Büyüteçtir.
C) Ucu sivri bir metaldir.
D) Düz kenarlı metal bir şerittir.
3. Aşağıdakilerden hangisi tahribatsız kontrol yöntemi değildir?
A) Sıvı penetrant
B) Baroskop
C) Ultrasonik
D) X-Ray
4. Uçtaki malzemenin röntgeninin çekilerek korozyon tespitinin yapıldığı tahribatsız kontrol yöntemi aşağıdakilerden hangisidir?
A) X-Ray
B) Ultrasonik
C) Eddy-Current
D) Sıvı penetrant
5. Metal yüzeyi üzerinde 0,01 inch derinliğe kadar hasar tespitinin yapıldığı korozyon aşağıdakilerden hangisidir?
A) Hafif derecede korozyon
B) Orta derecede korozyon
C) Aşırı yüksek derecede korozyon
D) Şiddetli korozyon
6. Tel fırçalar uygun metal yüzeyler üzerinde kullanılmadığında hangi tip korozyona sebep olur?
A) Filiform korozyon
B) Gerilmeli korozyon
C) Galvanik korozyon
D) Pitting korozyon

7. Şiddetli derecede korozyonun temizlenmesi için kullanılan yöntem aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Mekanik kumlama ve taşlama
 - B) Zımparalama ve mekanik kumlama
 - C) Zımparalama ve kimyasal yöntem
 - D) Kimyasal yöntem
8. Asit çözeltisi hazırlarken uygulanacak yöntem aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Su ve asit aynı oranda birlikte ilave edilir.
 - B) Asit ve su birlikte ilave edilir.
 - C) Daima su aside ilave edilir.
 - D) Daima asid suya ilave edilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Bu faaliyette verilen bilgiler ve yaptığınız araştırmalar doğrultusunda, atölye ortamı sağlandığında korozyonun tekrarından korunmak için bakım dokümanlarında (SRM) belirtilen kurallara uygun olarak önlemler alabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Çevrenizde uçak bakım ve onarım sektöründe hizmet veren hangi kuruluşlar var? Korozyonun tekrarından korunmak için uçak parçaları üzerine yapılan korozyon önleme uygulamaları nelerdir? Öğretmeninizin rehberliğinde araştırınız.

3. KOROZYONUN TEKRARINDAN KORUNMA VE DENETLEME

3.1. Temizlik (Yıkama)

Korozif saldırılar, bulaşan kirlerin sıklıkla yıkanarak sökülmesi ile en aza indirebilir. Bir uçağın dış kısmı alkali bileşik içeren (MIL-C-25769) sıvı bir çözelti ile her on beş günde bir temizlenmelidir. Temizleyici köpükler, yüzey üzerinde on dakikadan az bir sürede bırakılır. Bu işlem sonunda su ile durulama yapılmalıdır.

Uçak temizliğinde boya kabarması ve tabakalaşması gibi korozyon belirtilerine karşı dikkatli olunmalıdır. Genellikle boya tabakalaşması bölgeseldir.

Eğer korozyon belirtisi varsa temizlenen yüzeye alodine işlemi yapılmalı ve temizlenen yüzey yeniden boyanmalıdır. Boyama işleminden önce eski boya, kimyasal boya sökücü kullanılarak kaldırılmalıdır.



Resim 3.1: Uçak yıkama uygulaması

3.2. Korozyon Önleme (Yüzey Koruyucu Kaplama)

Bir metal parçası içinde daima bir elektrik potansiyeli mevcuttur. Korozyon oluşumunun önlenmesi için, korozyona maruz kalan yüzeylerin temiz ve kuru tutulması veya metal yüzey üzerinde korozyon önleyici koruyucu kaplama oluşturulması gerekir.

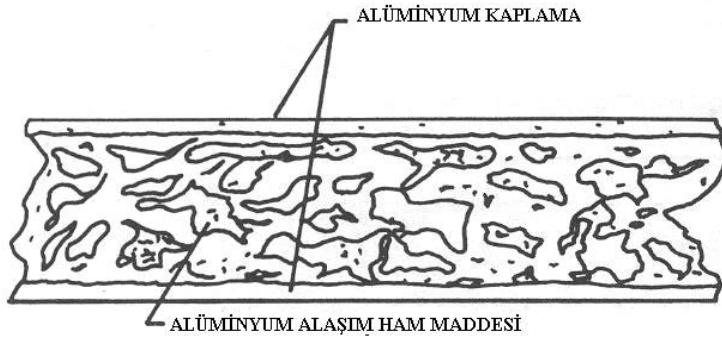
Uçak malzemelerinin olumsuz çevresel etkilerden korunması amacıyla kaplama yapılması, korozyonla mücadelede en önemli bakım unsurunu oluşturmaktadır. Uçağın iç bölgesindeki parçaların korozyona karşı korunabilmesi, yapılan bakım uygulamalarının periyodik olarak yapılmasına bağlıdır.

Koruyucu kaplama ile korozyonu önlemek için; metal yüzey üzerine metal kaplama, alodine, anodine, astar, korozyon önleyici sıvılar kullanılması ve metal yüzeylerin boyanması gibi işlemler uygulanabilir.

- **Alclad:** Alclad, alüminyum alaşımlı yüzeyi kaplamak için kullanılır. Çünkü saf alüminyumdan oluşan oksitler, yüzeyi korozyona karşı dayanımlı hâle getirir.

Modern uçakların bazı metal levha (alüminyum alaşımlı) yüzeyleri, alclad olarak adlandırılan saf alüminyum ile kaplanır. Alclad, metal yüzeyine istenilen şekil verildikten sonra preslenir.

Alaşımlı yüzeyin her iki tarafındaki alclad, koruyucu kaplama kalınlığının yaklaşık % 5'i kadardır. Alclad koruyucu tabakasının deforme olmamasına dikkat edilmelidir. Hatta küçük çizikler bile kaplamaya tamamen hasar verebilir veya korozyon oluşumuna sebep olabilir.



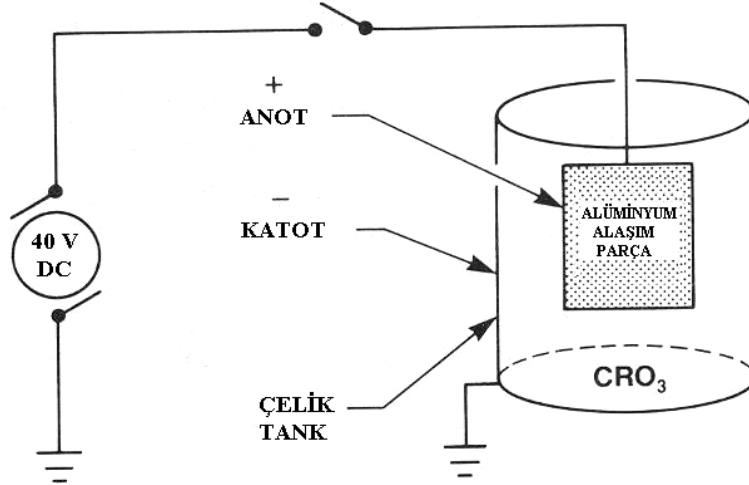
Şekil 3.1: Alüminyum kaplama (alclad)

- **Anodize (anodizing) işlemi:** Anodize işlemi, alüminyum alaşımlarının yüzeylerini alüminyum oksit oluşturarak dayanıklı hâle getirmek için uygulanan elektrokimyasal bir yöntemdir. Anodize işlemi sonunda oksitler metalin yüzeyine yapışır ve metal parçanın yüzeyi 0,001-0,010 inch kalınlığında alüminyum oksitle kaplanmış olur. Renk altın sarısıdır. Tercih edilen kalınlık 0,005 inch'tir. Bu işlem korozyona karşı dayanıklı bir yüzey ve mükemmel bir boya zemini sağlar.

Anodize işlemi için kromik asitle dolu çelik bir tank (katot), kromik asitli bir elektrolit, açma/kapama düğmeli 40 volt doğru akım kaynağı ve anodize işlemi yapılacak alüminyum parçası (anot) gereklidir.

Alüminyum alaşımlı parça kromik aside daldırılır ve anahtar açılarak gerilim uygulanır. Elektron akışı alüminyum alaşımının yüzeyindeki oksitlerin yumuşamasını sağlar. Daha sonra parça tanktan çıkarılır ve renkli boya ile karıştırılmış sıcak suya daldırılır. Renkli boya, yumuşamış oksitler tarafından emilir. Parça daha sonra kurumaya bırakılır. Anotlanmış parçalar, hidrolik ve yakıt sistemlerindeki birleştirme parçalarında sık olarak kullanılır.

Ayrıca uçağın bazı dış parçalarına da anodize işlemi uygulanmıştır. Anodize işlemi, metal yüzeyler üzerindeki oksitler ile kromik asit arasındaki elektrokimyasal bir işlemdir. Negatiften pozitif elektron akışı, oksitlerin yumuşamasını ve alüminyum parça üzerine yapışmasını sağlar. Parça daha sonra ılık bir suya daldırılır.



Şekil 3.2: Anodize işlemi

- **Alodine (alodizing / alodining) işlemi:** Alodine, alüminyum alaşımın korozyona karşı direncini ve boyanın yapışma kalitesini arttıran kimyasal bir işlemdir. Özel bir donanım gerektirmez. Alodine işlemi yapılmadan önce alüminyum alaşımlı parçalar asitli veya alkali metal temizleyiciler ile temizlenmeli daha sonrada temiz su ile durulanmalıdır. Bu işlemlerden geçen metalin yüzeyine alodine işleminde kullanılacak kimyasallar, daldırma, püskürtme veya fırçalama metotlarıyla uygulanmalıdır. Böylece metal levha üzerine ince ve sert bir kaplama yapılmış olur. Bu kaplama bakır alaşımlarla yüzeyde açık mavimsi, yeşil veya zeytin yeşili renk alacaktır.

Alodine edilmiş parçalar temiz, ılık veya soğuk su ile durulanmalıdır. Son olarak parçalar oksijen giderici banyoda bırakılır. Oksijen giderici banyo, kaplamanın korozyon oluşumuna karşı direncini artırır. Alodine yapılmış parçalar, kuruma sonrasında hafif asidik özellik kazanır.

3.3. Boyama

Boyama işlemini yaparken aşağıdaki hususlara dikkat edilmelidir.

➤ **Astarlar**

Alodine işlemleri yapıldıktan sonra parçaların yüzeyleri astarlanır. Astarlar çift karışımlıdır. Astar karışımları, karıştırılarak yüzeye ince bir tabaka şeklinde ve talimatlarda belirtilen kalınlıkta atılır.



Resim 3.2: Uçak gövdesinde astarlama işlemi

➤ **Korozyon önleyici sıvılar**

Önceki işlemler yapıldıktan ve bağlanacak parçalar birleştirildikten sonra, en son işlem korozyon önleyici sıvıların tatbik edilmesidir. Bunlar atmosferde kuruyarak ince bir koruyucu film tabakası bırakır. Korozyon önleyici sıvıların çıplak gözle görülebilen veya sadece ultraviyole ışıkla görülebilen çeşitleri vardır. Bu sıvılar, en ince çatlaklara nüfus ederek su ve nem ile yer değiştirerek donar. Bu sıvılar korozyona karşı korumada uzun müddet etkili olurlar.

➤ **Uçak parçalarının boyanması**

Kaplama üzerine yapılan iyi bir boya uygulaması, metal yüzey ile korozyonu oluşturan etkenler arasında koruyucu bir tabaka oluşturur.

Alüminyum alaşım yüzeylerine astar ve boya uygulanmadan önce, alüminyum hücre üzerindeki oksitler giderilmelidir. Boya, kimyasal olarak oksitleri gidermeden doğrudan alüminyum alaşımına sürülür veya püskürtülür ise kurduktan sonra hemen dökülecektir.

Uçağın alüminyum alaşım dış yüzeyleri boyaya hazırlanırken üreticinin talimatları dikkate alınmalıdır.

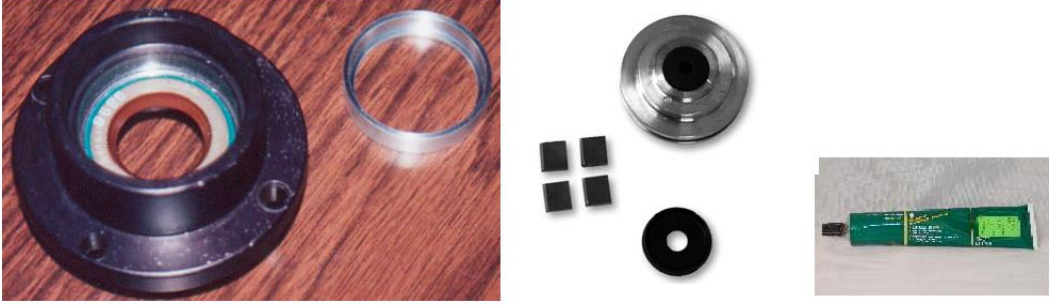
Uçakta boyayı kazıyarak kaldırma, boyanacak yüzeyin hazırlanmasında eski fakat başarılı olan bir yöntemdir. Uçak boyasının kostik soda ile yıkanıp bol su ile fırçalanarak sökülmesi, eski yöntem olan boyayı kazıyarak kaldırma işleminin yerini almıştır. Boyası sökülmüş ve temizlenmiş olan parçalar basınçlı hava ile kurutulur. Bütün yüzeye ince bir tabaka çinko kromaj uygulanır.

Uçakların boya ları periyodik olarak tamamen sökülmeli ve yeni bir boyama işlemin den önce korozyon kontrolleri yapılmalıdır. Uçak boyama işle mi yapılmadan önce, alodine işleminin yapılması önerilir.

3.4. Sızdırmazlık Sağlama

Uçağın iç yapılarına, giriş bölgelerine su ve diğ er korozyon oluşumunu kolaylaştıran sıvıların girişini engellemek için korozyon engelleyici sızdırmazlık elemanları (conta, keçe, macun vb.) ile MIL-S-81733 kullanılmalıdır.

Sızdırmazlık elemanları ile bu bölgelerdeki farklı metaller arasında oluşacak galvanik korozyonun önlenmesi lazımdır. Bunları engellemek için bağlantı elemanlarının diplerinde su geçirmez elemanlar kullanılmalıdır.



Resim 3.3: Sızdırmazlık elemanları (conta, keçe ve macun)

3.5. Eğitim

Korozyonla mücadelede başarılı olabilmek için uçaklara bakım yapan teknisyenlerin korozyona karşı koruyucu bakım, korozyon hasarları ve hasar tiplerinin belirlenmesi, korozyon prensipleri konularında bilgilerinin sürekli güncellenmesi gerekir. Bu da eğitimle olur.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçak gövde kaplamasının astarla boyanması işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Astar uygulaması için atölye ortamı sıcaklığını kontrol ediniz.	➤ Atölye ortamı sıcaklığı 10 °C–35 °C arasında olmalıdır.
➤ İki karışım olan astarın boyasını karışım hazırlama kabına boşaltınız ve karıştırınız.	➤ Karışım hazırlama kabı temiz ve tüm boya malzemesini alacak büyüklükte olmalıdır. ➤ Boyayı karıştırmak için metal çubuk kullanınız.
➤ Katalizörü boyanın üzerine ekleyiniz.	➤ Boya ile katalizör oranı 1/1 olmalıdır.
➤ Boya ve katalizörü iyice karıştırınız.	➤ Boya ve katalizörü karıştırmak için metal çubuk kullanınız.
➤ Astarı oluşturan karışımın reaksiyonu tamamlaması için bekleyiniz.	➤ Karışımın reaksiyonu tamamlaması için 30 dakika bekleyiniz.
➤ Hazırlanmış astarı süzünüz.	➤ Boya süzgeci kullanınız. ➤ Temiz kap kullanınız.
➤ Astarın akıcılığını (viskozitesini) kontrol ediniz.	➤ Viskozitemetre kabı kullanınız.
➤ Gövde kaplama sacı yüzeyini astarla boyayınız.	➤ Boyama işlemini boya tabancası ile yüzeye bir kat uygulayınız.
➤ Astarlanmış yüzeyi kurumaya bırakınız.	➤ Kuruma süresi en az 45 dakika, en fazla 4 saat olmalıdır.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Astar uygulamasında atölye ortamı sıcaklık değerlerini dikkate aldınız mı?		
2	Boyanacak yüzeyin özelliklerine göre astar malzemelerini tespit ettiniz mi?		
3	Astar malzemesini hazırladınız mı?		
4	Temiz kap içerisine astar malzemesini süzdünüz mü?		
5	Astarın akıcılığını kontrol ettiniz mi?		
6	Astarlanacak uçak gövde kaplama sacının korozyon temizliğini yaptınız mı?		
7	Boyanacak yüzeye boya tabancası ile bir kat astar tatbik ettiniz mi?		
8	Astar boyanın kuruması için talimatlarda verilen süre kadar beklediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Alodine işlemini yapınız.



İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye ve çalışanlar için emniyet tedbirlerini alınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Atölye havalandırma sistemini çalıştırınız.➤ Yakınıınızda yangın söndürme cihazları bulundurunuz.➤ Aside dayanıklı koruyucu kıyafet, eldiven ve gözlük kullanınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Korozyonu giderilmiş alüminyum parça yüzeyini temizleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Korozyonu giderilmiş alüminyum parça yüzeyini sıcak ve basınçlı suyla, sıcak ve basınçlı deterjanlı suyla, buhar kazanı içerisinde yağ sökücü (trikotilen) ile temizleyiniz.
<ul style="list-style-type: none">➤ Temizlenmiş alüminyum parça yüzeyi üzerine su püskürtünüz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Alüminyum parça yüzeyi üzerinde su kırma (water brake) testi uygulayınız.➤ Püskürtülen su zerrelere, 15 sn. içerisinde bir araya toplanıp küre şeklinde görülürse yüzey temizliği yeterli değildir. Püskürtülen su zerrelere yüzeye yapışıp küre oluşturmadan yayılır ise yüzey temizliği yeterlidir.
<ul style="list-style-type: none">➤ Alodine çözeltisini çelik kazan içerisine hazırlayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Asit çözeltisi hazırlarken daima asidi, suyun üzerine ilave ediniz.➤ Alodine çözeltisini imalatçının talimatlarına göre hazırlayınız.➤ Toz çözelti hazırlarken uygun bir kap içerisine 23 g kimyasal tozu (MIL-C-5541) 1 litre temiz su ile karıştırınız.➤ Sıvı çözeltiyi direkt parça yüzeyi üzerine uygulayınız.
<ul style="list-style-type: none">➤ Alodine çözeltisini alüminyum parçanın yüzeyine uygulayınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Alüminyum parçayı çelik kazan içerisine daldırma yöntemi ile uygulayınız.

➤ Alodine çözeltinin, yüzeyi üzerinde reaksiyonu için bekleyiniz.	➤ Bakım talimatlarında verilen süre kadar parçayı kimyasal çözelti içerisinde tutunuz.
➤ Alüminyum parça yüzeylerini temiz su ile yıkayınız.	➤ Temizlik için ılık veya soğuk su kullanınız.
➤ Yüzey üzerinde renk oluşumunu kontrol ediniz.	➤ Alüminyum parça yüzeyi üzerinde açık sarı renk oluşmalıdır.
➤ Alodine yapılmış alüminyum parçayı, kurutmaya bırakınız.	➤ Bakım talimatlarında verilen kurutma süresine uyunuz.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için **Evet**, kazanamadığınız beceriler için **Hayır** kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1	Alodine işleminde kimyasallar için atölye ve çalışanlar için koruyucu emniyet tedbirlerini aldınız mı?		
2	Korozyon temizliği yapılmış alüminyum parça yüzeyini asitli veya alkali kimyasallar kullanarak temizlediniz mi?		
3	Temizlenmiş alüminyum parça yüzeyinde su kırma testi yaptınız mı?		
4	Alodine (toz veya sıvı) çözeltisi hazırlarken eldiven, önlük ve gözlük kullandınız mı?		
5	Çözelti kazanı içerisine alodine (toz veya sıvı) çözeltisini imalatçının talimatlarına göre hazırladınız mı?		
6	Alüminyum parçayı çözelti kazanı içerisindeki alodine çözeltisine daldırdınız mı?		
7	Alüminyum parçayı çözelti kazanı içerisinde talimatlarda verilen süre kadar beklettiniz mi?		
8	Temiz su ile alüminyum parça yüzeyini yıkadınız mı?		
9	Alodine işlemi sonunda alüminyum parça yüzeyi üzerinde açık sarı renk oluşturduunuz mu?		
10	Alodine yapılmış alüminyum parçayı kurumaya bıraktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “**Hayır**” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “**Evet**” ise “**Ölçme ve Değerlendirme**”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Alüminyum alaşımlarının yüzeylerini alüminyum oksit tabakası oluşturarak dayanıklı hâle getirmek için aşağıdakilerden hangisi uygulanır?
A) Alclad
B) Anodize işlemi
C) Alodine işlemi
D) Kromajla kaplama
2. Anodize işleminde alüminyum alaşımlı parçanın üzerine oksitlerin yapışmasını sağlayan asit aşağıdakilerden hangisidir?
A) Nitrik asit
B) MIL-C-25769
C) Hidroflorik asit
D) Kromik asit
3. Alüminyum alaşımlı yüzey kaplamak için aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Astar
B) Boya
C) Alclad
D) Korozyon önleyici sıvı
4. Anodize işlemi ile koruyucu kaplama kullanılan gerilim değeri aşağıdakilerden hangisidir?
A) 40V DC
B) 220V AC
C) 12V DC
D) 380V AC
5. Alüminyum alaşımın üzerine boya yapışma kalitesini artıran koruyucu kaplama aşağıdakilerden hangisidir?
A) Alclad
B) Anodize
C) Alodine
D) MIL-C-25769
6. Alodine işlemi görmüş parçaların oksijen giderici banyoda belirli bir süre bekletilmesinin amacı aşağıdakilerden hangisidir?
A) Yüzeydeki oksitleri temizlemektir.
B) Kaplamanın korozyona karşı direncini arttırmaktır.
C) Parça üzerindeki kaplamanın sökümünü kolaylaştırmaktır.
D) Anodize işlemine hazırlamaktır.

7. Aşağıdakilerden hangisi anodize işlemi elemanlarından değildir?
- A) 40V DC kaynağı
 - B) Kromik asit
 - C) Plastik tank
 - D) Alüminyum alaşım parça
8. Farklı metaller arasında sızdırmazlık elemanını kullanarak önlenebilecek korozyon tipi aşağıdakilerden hangisidir?
- A) Galvanik (elektrokimyasal) korozyon
 - B) Filiform (ipliğimsi) korozyon
 - C) Pitting (çukurcuk) korozyon
 - D) Gerilmeli (stress) korozyon

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi korozyon etkenlerinden değildir?
A) Elektrokimyasal etkenler
B) Fiziksel etkenler
C) Biyolojik etkenler
D) Çevresel etkenler
2. Aşağıdakilerden hangisi temas hâlindeki iki farklı metalin korozyon çözelti temasıyla oluşan korozyondur?
A) Uniform (yüzeysel) korozyon
B) Galvanik korozyon
C) Pitting (çukurcuk) korozyon
D) Gerilmeli (stress) korozyon
3. Aşağıdakilerden hangisi genellikle haddelenmiş veya kalıptan çekilmiş parçalarda görülen korozyondur?
A) Yorulma korozyonu
B) Pullanma (exfoliation) korozyonu
C) Konsantrasyon hücre korozyonu
D) Sürtünme (fretting) korozyonu
4. Alüminyum alaşımlarının yüzeylerini alüminyum oksit tabakası oluşturarak dayanıklı hâle getirmek için aşağıdakilerden hangisi uygulanır?
A) Alclad
B) Anodize işlemi
C) Alodine işlemi
D) Kromajla kaplama
5. Anodize işleminde alüminyum alaşımlı parçanın üzerine oksitlerin yapışmasını sağlayan asit aşağıdakilerden hangisidir?
A) Nitrik asit
B) MIL-C-25769
C) Hidroflorik asit
D) Kromik asit

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmeninize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ -1'İN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	B
3	B
4	A
5	C
6	D
7	A
8	C

ÖĞRENME FAALİYETİ -2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	A
5	B
6	C
7	A
8	D

ÖĞRENME FAALİYETİ -3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	B
2	D
3	C
4	A
5	C
6	B
7	C
8	A

MODÜL DEĞERLENDİRME'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	C
3	B
4	B
5	D

KAYNAKÇA

- **Aircraft Corrosion Control EA-CC-1 Training Series**, International Aviation Publishers Inc., Wyoming/USA, 1985.
- BONACCI Nick, **Aircraft Sheet Metal HBC 1292** , Printed INC, USA, 2001.
- ÖZDER Cengiz, **Gövde Kanat-Isıl İşlem-Korozyon**, THY Eğitim Başkanlığı Eğitim Yayınları, İstanbul, 1984.
- TEKİRGÖLLÜ Ayşe, **Korozyon Kontrol ve Uçak Yıkama**, 1.HİBM Fabrika Müdürlüğü Yayınları, Eskişehir, 2003.
- www.mmo.org.tr/muhendismakina (22.12.2010/ 13.00)
- www.pasiad.org.tr/sayfa/korozyon.html (21.12.2011/ 15.00)