

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

UÇAK BAKIM

**METAL OLMAYAN UÇAK MALZEMELERİ
525MT0003**

Ankara, 2011

- 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	ii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. KOMPOZİT MALZEMELER	3
1.1. Kompozit Malzemelerin Nitelikleri ve Özellikleri	3
1.1.1. Tanımı.....	3
1.1.2. Bağlayıcılar ve güçlendiriciler.....	4
1.1.3. Avantajları – Dezavantajları	7
1.1.4. Sandviç Paneller	8
1.1.5. Çevre Koşulları, Hasar Tespiti ve Muayene Yöntemleri.....	9
1.2. Kompozit Malzemelerin Tamiri ve Yapıştırma İşlemleri	13
UYGULAMA FAALİYETİ.....	18
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	22
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	23
2. TAHTA YAPILAR	23
2.1. Uçak Gövdesi Yapımında Kullanılan Tahta ve Yapıştırıcıların Nitelikleri ve Özellikleri.....	23
2.1.1. Tahta Uçak Gövdesi Üretim Metotları	23
2.1.2. Uçaklarda Kullanılan Yapıştırıcıların Nitelikleri, Özellikleri ve Tipleri.....	25
2.2. Tahta Malzemelerin Bakım ve Onarımı	26
2.2.1. Tahta Yapının Korunması ve Bakımı	26
2.2.2. Tahta Malzemelerde ve Yapılarda Hata Türleri	27
2.2.3. Tahta Yapının Onarımı	28
UYGULAMA FAALİYETİ.....	41
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	43
ÖĞRENME FAALİYETİ- 3	44
3. KUMAŞ KAPLAMA.....	44
3.1. Uçaklarda Kullanılan Kumaşların Nitelikleri, Özellikleri ve Tipleri	44
3.2. Kumaş Yapıların Bakım ve Onarımı.....	45
3.2.1. Kumaşların Muayene Metotları ve Hata Türleri.....	45
3.2.2. Kumaş Kaplamanın Onarımı	47
UYGULAMA FAALİYETİ-1	55
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME.....	57
MODÜL DEĞERLENDİRME	58
CEVAP ANAHTARLARI	61
KAYNAKÇA	63

AÇIKLAMALAR

KOD	525MT0003
ALAN	Uçak Bakım
DAL/MESLEK	Alan Ortak
MODÜLÜN ADI	Metal Olmayan Uçak Malzemeleri
MODÜLÜN TANIMI	Uçaklarda kullanılan metal olmayan malzemelerin uçak tipine göre bakım dokümanlarında (SRM) belirtildiği şekilde bakım ve onarımını yapabilme becerisinin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/24
ÖN KOŞUL	Uçak Malzemeleri modülünü başarmış olmak
YETERLİK	Bir uçağın metal olmayan malzemelerinin tamirini yapabilmek
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Uçakta kullanılan metal olmayan malzemelerin, uçak tipine göre bakım dokümanlarında (SRM) belirtildiği şekilde bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar 1. Uçakta kullanılan kompozit malzemelerdeki hataları tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz. 2. Uçakta kullanılan tahta yapıların hatalarını tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz. 3. Uçakta kullanılan kumaş kaplamaların hatalarını tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye ortamı Donanım: Televizyon, sınıf kitaplığı, VCD, DVD, tepegöz, projeksiyon, bilgisayar ve donanımları, internet bağlantısı, öğretim materyalleri, SRM dokümanları, gerekli makine, teçhizat, kompozit, tahta ve kumaş malzeme
ÖLÇME 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, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığımız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bir uçak gövdesinin imalat aşamasında çok farklı malzemeler kullanılmaktadır. Uçakların tarihsel gelişimi incelendiğinde gövde imalatında kullanılan kompozit malzemelerin kullanım oranında sürekli bir artışın olduğu gözlenmektedir.

Kompozit, değişik tip maddelerin bir araya getirilmesi ile istediğimiz özellikleri kazanma amacıyla geliştirilen malzemedir. Kompozit malzeme kullanımının birçok nedeni olmakla birlikte temel amaç, aynı görevi görebilecek metal türü malzemelere nazaran daha hafif olmalarıdır. Uçakların üzerine gelen kuvvet; sıcaklık, basınç, moment gibi fiziki etkenleri ve çevreden kaynaklanan kimyevi etkenleri karşılayacak en hafif malzemedен yapılması esası vardır. Bu nedenle uçak imalatçıları için kompozit malzemeler, vazgeçilmez bir malzemedir.

1950’li yıllarda imal edilen uçaklarda metal olmayan uçak malzemesi olarak tahta ve kumaşlar kullanılmıştır. Bu uçaklar günümüzde yolcu ve kargo taşımacılığı gibi ticari amaçlı olarak kullanılmaları da havacılık müzelerinde gösteri amaçlı olarak sergilenmektedir. Dolayısı ile bu uçakların tahta ve kumaş yapılarının bakım ve onarımını yapacak uçak teknisyenlerine de ihtiyaç duyulmaktadır.

Bu modül içeriğinde size kompozit, tahta ve kumaş malzemelerin temel özellikleri, hataların tespiti ve tamiri konularında bilgi ve beceriler kazandırılmaya çalışılmaktadır.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uçakta kullanılan kompozit malzemelerdeki hataları tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Kompozit malzeme kullanan otomotiv, gemicilik ve havacılık sektörlerini araştırınız.
- Bu malzemeyi kullanarak ne gibi parçalar yaptıklarını tespit etmeye çalışınız.
- Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

1. KOMPOZİT MALZEMELER

1.1. Kompozit Malzemelerin Nitelikleri ve Özellikleri

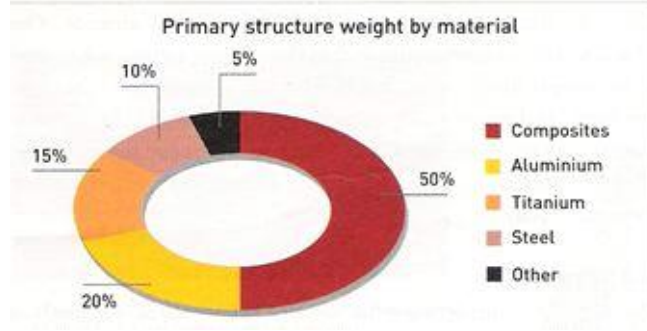
Kompozit malzemeler, aynı hacimdeki metal malzemelere göre daha hafif olması sebebiyle uçak imalatında en çok tercih edilen malzemelerdendir.

1.1.1. Tanımı

İki ya da daha fazla malzemenin uygun özelliklerini tek malzemede toplamak ya da yeni özellikte bir malzeme ortaya çıkarmak amacıyla birleştirilmeleri sonucu oluşturulan malzemelere kompozit malzemeler denir.

Özellikleri

Kompozit malzemelerin temel özelliği, metal malzemelere oranla daha hafif olmalarıdır. Kompozit malzemelerin üretimindeki teknolojik gelişmelere paralel olarak kompozit malzemelerin fiziki şartlara karşı dayanımı yükseltilmiş, imalat, bakım ve onarım işlemleri daha kolay hâle getirilmiştir. Bu özelliklerinden dolayı yeni nesil uçakların yapımında kompozit malzemelerin kullanım oranı artmıştır. Şekil 1.1'de Boeing 787 tipi uçaklarda kullanılan malzemeler arasında en çok kompozit malzemelerin kullanıldığı görülmektedir.



Şekil 1.1: Uçak imalat malzemelerinin oranı

1.1.2. Bağlayıcılar ve güçlendiriciler

Kompozit malzemeler, güçlendirici bir malzeme ile bağlayıcı (matris) bir malzemenin karışımından oluşmaktadır. Bu tanımdaki matris (bağlayıcılar), güçlendirici malzemeleri bir arada tutmaya yarayan bir yapıştırıcı gibi düşünülebilir. Aynı zamanda bağlayıcılar, güçlendirici malzemeleri çevre etkilerinden koruma işlevini de üstlenir. Kompozit terimi, kompozit malzemeleri oluşturan her bir malzemenin makro düzeyde tanımlanabileceğini gösterir. Yani her bir bileşen sadece moleküler düzeyde değil, birleşik düzeyde ayrı özelliklere sahiptir ve mekanik olarak ayrıştırılabilir. Böyle bir tanım, metal alaşımlar, plastik, ko-polimer, mineraller, cam, odun vb. gibi malzemelerinde kompozit olarak tanımlanması gibi bir yanlışlıktan bizi kurtarır.

Aşağıda bazı bağlayıcı ve güçlendiricilere örnekler verilmiştir.

Matris (Bağlayıcılar)

Polimerler
Seramikler
Metal

Güçlendiriciler

Fiberler
Partiküller
Whishers

Bağlayıcıların içerisinde en yaygın olarak kullanılanı reçineler diye de adlandırılan polimerlerdir. Polimer bağlayıcılar termosetler ve termoplastikler olmak üzere iki gruba ayrılabilir.

Termosetlerin sertleştirilmeleri (cure edilmeleri), moleküler yapılarının çapraz bağlarla bir ağ oluşturmaları sonucu gerçekleşmektedir. Termosetler genellikle sıvı reçineler hâlinindedir ve çapraz bağ oluşturmaları bu reçinelere ısı uygulanması ile başlar. Bu bağların oluşumundan sonra katı hâle getirilen termosetler bir daha ısı karşısında yumuşamazlar.

Termoplastikler, böyle bir çapraz bağ oluşturmaz. Katı hâle oldukları için ısı uygulaması ile eritilip bunlara form verilebilir. Soğutuldukları anda tekrar katı hâle gelir. Son yıllarda kompozit malzemelerin imalatında termoplastiklerin kullanım oranı artmaktadır.

Seramik ve metal bağlayıcı esaslı kompozit malzemeler genellikle çok yüksek sıcaklık dayanımının gerektiği alanlarda kullanılır.

Kompozit malzemelerde en çok kullanılan güçlendirici tipi fiber şeklinde olanlardır. Partikül veya pul (whishers) şeklinde olan güçlendiriciler daha çok bağlayıcının (matris) özelliklerini biraz daha iyileştirmek ve maliyeti düşürmek amacıyla kullanılır.

Fiberlerin güçlendirici olarak kullanıldıkları kompozit malzemelerde, yükün taşınması işlevinin çoğunu fiberler görür. Bu işlevler içerisinde en önemlisi fiberlerin kompozit malzemeye kazandırdıkları mukavemet ve sertliktir. Kompozit malzemelerde en yaygın olarak kullanılan fiberler şunlardır:

- **Cam elyafı:** Fiberler ile güçlendirilmiş organik matrislerden oluşan kompozit malzemelerle ilgili ilk bilimsel ve mühendislik çalışmaları cam elyafı (fiberglass) ile gerçekleştirilen araştırmaların sonucunda geliştirilmiştir.

Cam elyafı, uçaklardaki yapısal olmayan panellerde kullanıldığı gibi roket motorları gibi son derece yapısal elemanların imalatında da kullanılmaya başlanmıştır. Cam elyafının kompozit malzeme imalatında bu derece yaygın olarak kullanılmasının temel nedenleri; ucuz olması, temin edilebilme kolaylığı ve mukavemetinin yüksek olmasıdır. Ancak cam elyafının neme karşı çok duyarlı olması en büyük dezavantajıdır.

Cam bilindiği gibi silisyum dioksit esaslı bir kimyasaldır. Bu yapıya değişik oksit bileşenlerinin eklenmesi ile camın fiziksel, kimyasal ve mekanik özellikleri değiştirilebilir. Çok değişik tipte cam elyafı imalatı yapılmasına rağmen, ileri kompozitlerde en çok E-glass, S-glass, Quartz ve C-glass tipi cam elyafları kullanılmaktadır.

E-glass tipi cam elyafı, mukavemet ve yüksek elektrik iletkenliğinin gerekli olduğu alanlardaki kompozit malzemelerde kullanılır. E-glass cam elyafı, diğer cam elyaflarına nazaran daha ucuzdur.

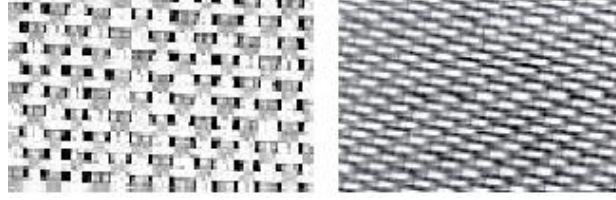
S-glass cam elyafının içerdiği alümina miktarı E-glass'a göre daha fazladır. Mukavemeti de E-glass'a nazaran % 40 daha büyüktür. Ayrıca S-glass yüksek sıcaklıklarda dahi mekanik, fiziksel ve kimyasal özelliklerini daha iyi muhafaza edebilmektedir. İleri kompozit bir malzemede mukavemet en önemli şart ise S-glass cam elyafı kullanılmalıdır.

Quartz malzemelerin en önemli kullanım alanı düşük elektrik özellikleri istenen anten ve radar gibi parçalardır.

C-glass cam elyafı uçakçılıkta kullanılmaz.

Kompozit malzemeler formüle edilirken genellikle mekanik ve kimyasal özelliklerine dikkat edilir. Çekme mukavemeti, yüzeyde var olabilecek hatalara önemli ölçüde bağlıdır. Cam elyafının mukavemetine, nem olumsuz etki yapar.

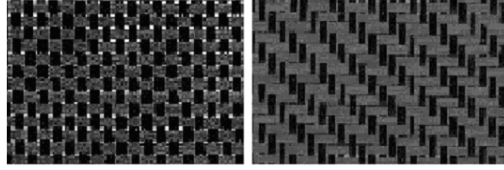
Sıcaklık arttıkça mukavemetteki azalış, E-glass cam elyafında S-glass'a nazaran çok daha belirgindir. Modüldeki azalış ise her iki tür cam elyafı için hemen hemen aynıdır.



Şekil 1.2: Cam elyafı (fiberglas) örnekleri

Cam elyafı ile formüle edilen kompozit malzemelerin avantajları korozyondan koruma, birçok bağlayıcı elemanın kullanılmaması, düşük kalıp maliyeti ve tasarım esnekliği olarak sıralanabilir.

- **Karbon fiberler:** Cam elyafından daha yüksek mukavemetli malzeme arayışları karbon fiberlerin gelişmesinin önünü açmıştır. İdeal bir mühendislik malzemesi, yüksek tokluk ve düşük ağırlığa sahip bir malzemedir. İşte karbon fiber, genellikle uygun bir bağlayıcı ile birlikte, bu özelliklere en çok yaklaşan malzemedir. Karbon fiberlerin normal sıcaklıklarda yorulma direnci ile sabit bir yük altındaki deformasyonu düşüktür. Bununla birlikte karbon fiberin bazı dezavantajları da mevcuttur. Kırılgan olması bunların başında gelir. Ayrıca göreceli olarak düşük basma direnci, şok yüklemelere karşı düşük genleşme katsayısına sahip olması ve fiyatının pahalı olması da diğer dezavantajlarıdır.

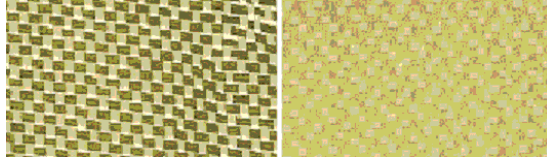


Şekil 1.3: Karbon fiber örnekleri

Karbon fiberin yüksek mukavemet özelliğinden dolayı havacılıkta kullanıldıkları alanlar şunlardır:

- Uçaklarda; kanatlar, flaplar, dümenler ve stabilizerler gibi kontrol yüzeyleri
 - Helikopter palleri (rotor blades)
 - Roketler, uzay araçları ve füzelerin yapısal elemanları
 - Füze ve roketlerdeki ısı battaniyeleri
 - Uçak fren elemanları
 - Havacılık sanayisinde kullanılan antenler (ısısal genleşme katsayısından dolayı)
 - Uzay teleskop platformları
 - Depolama tankları (özellikle tankın düşük ağırlıklı olması isteniyorsa)
- **Aramid fiberler:** Güçlendirici olarak kullanılan en yaygın organik fiberler, aramidler'dir. Aramid, aromatik fiberlere verilen genel bir addır. Ancak bir firmanın piyasaya "kevlar" adıyla sunduğu aramid fiber çok büyük ilgi görmüş ve o tarihten bu yana aramid fiberler adeta kevlar ile özdeşleşmiş ve kompozit sanayisinde bu adla anılır olmuştur.

Kevlar'ın gerilme mukavemeti diğer bilinen organik fiberlerden daha fazladır. Ancak karbon fibere nazaran daha düşüktür. Kevlar, karbon fibere ve cam elyafına oranla daha az kırılğan ve hafiftir. Negatif ısıl genleşme katsayısına sahip olması ise sınırlı ısıl genleşmenin en çok istenen özellik olduğu alanlarda kevlar'ı vazgeçilmez bir malzeme yapmaktadır. Kevlar alev ve birçok kimyasal çözücüye karşı dayanıklı bir malzemedir. Isıya direnci ise karbon fiberler kadar olmasa da bilinen diğer güçlendiricilerden daha fazladır. Kevlar'ın en büyük dezavantajı higroskopik, yani suyu çabuk absorbe eden (kendi ağırlığının 4 ila 8 katı kadar fazla su absorbe eder) bir malzeme olması ve imalat esnasında kesme ve tıraşlama işlemleri sırasında da kolaylıkla liflenebilmesinden kaynaklanan imalat zorluklarıdır. Kevlar'ın güçlendirici olarak kullanıldığı kompozit malzemeler, uçak hücum kenarlarında ve darbeye karşı direncin önemli olduğu uçak parçalarında kullanılmaktadır.



Şekil 1.4: Aramid fiber örnekleri

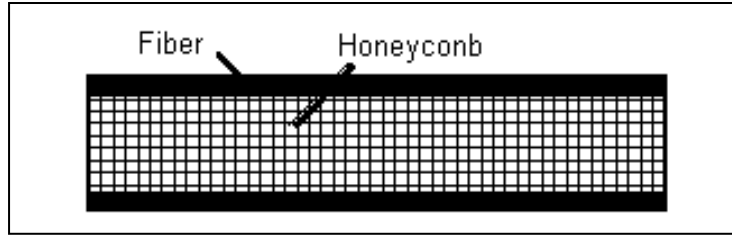
1.1.3. Avantajları – Dezavantajları

- **Kompozit malzemelerin avantajları**
 - Aynı ağırlıktaki metallere oranla mukavemetlerinin çok daha fazla olması
 - Hafif olmaları (% 25-45 daha hafif)
 - Yeni tasarım esneklikleri sunması
 - Korozyona karşı dayanıklı olması
 - Aşınmalara karşı dayanıklı olması
 - Düşük ısı geçirgenliği
 - Spesifik çekme dayanımlarının çelik ve alüminyumdan 4-6 kat fazla olması
 - Sertliğinin yoğunluğuna oranının, çelik ve alüminyumdan 3,5-5 kat fazla olması
 - Yorulma dayanım limitlerinin metallere önemli ölçüde fazla olması
 - Darbeyi soğurma enerjilerinin metallere önemli ölçüde fazla olması
 - Bağlantı elemanlarının diğer malzemelerdekine oranla daha az kullanılması
 - sonucu bu elemanlardan kaynaklanan yapısal zayıflıkları en aza indirmesi
- **Kompozit malzemelerin dezavantajları**
 - Kompoziti oluşturan her bir bileşenin olumlu olanların yanı sıra olumsuz tüm özellikleri de nihai parçaya yansır (anisotropik)

- Ham malzemesi pahalıdır ancak bağlantı elemanları sayısındaki azalış ağırlıktaki düşüş dikkate alındığında toplam maliyette bir düşme görülecektir.
- Veriler oluşmamış ve oturmamıştır.
- Karbon ile metalin temasında galvanik korozyon oluşur.
- Sıcaklık farklılıklarında bozulur.
- Yıldırıma karşı ekstra koruma gerektirir.
- Test yapma yöntemleri pahalıdır.
- Ara katlardaki gizli yapışmalarını incelemek zordur.
- Katlar arasında kalan hava ve gazlar malzemenin ömrünü azaltır.

1.1.4. Sandviç Paneller

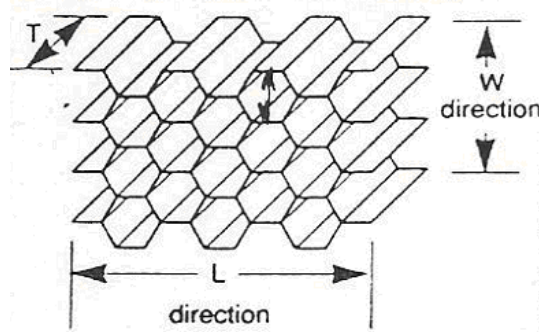
Yapısal parça, taban döşeme panelleri, iç yüzeyler (kabin, mutfak, tuvalet) gibi birçok uçak parçaları sandviç panellerden yapılmıştır. Sandviç paneller iki yüzey plakası (fiber) arasına yerleştirilmiş bal peteğinden (honeycomb) oluşmaktadır.



Şekil 1.5: Sandviç panel

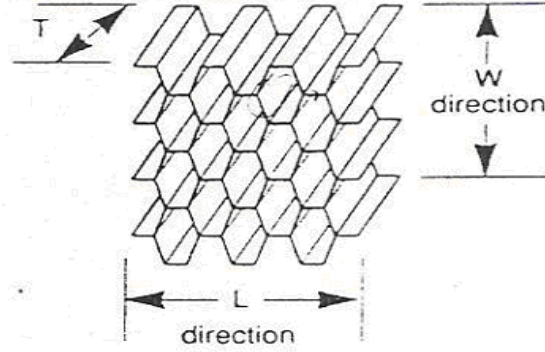
Bal peteği; alüminyum veya metal olmayan kevlar, nomex, aramid gibi malzemelerden, yüzey plakaları ise alüminyum veya kompozit fiberlerden (glass fiber, karbon fiber, aramid fiber) yapılmıştır. En çok kullanılan honeycomb çeşitleri ve yapı yönleri (direction) şunlardır:

- **Hexagonal core:** Hexagonal core honeycomb temel ve en yaygın hücreli honeycomb konfigürasyonu olup bütün metalik ve metalik olmayan malzemelerde kullanılabilir.



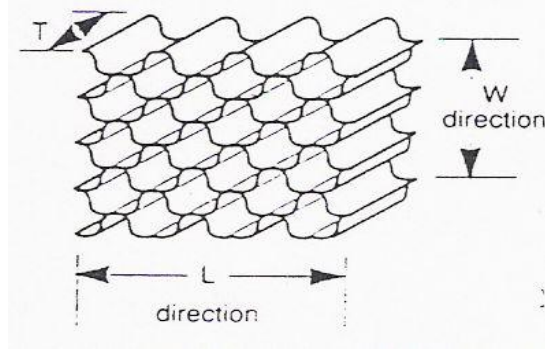
Şekil 1.6: Hexagonal core

- **Ox-core:** Ox-core konfigürasyonu “L” yönünde şekil verme ve eğilme kolaylığı sağlamak üzere, “W” yönünde dikdörtgenel bir görüntü arz edecek şekilde genişletilmiş hexagonal honeycomb yapıdır. Ox-core, hexagonal honeycomb ile mukayese edildiğinde “W” kesme mukavemeti özellikleri artma yönünde, “L” kesme mukavemeti özellikleri ise azalma yönünde meyllidir.



Şekil 1.7: Ox-core

- **Flex-core:** Hücre konfigürasyonu, hücre duvarlarında bir eğilme veya bükülme olmadan mükemmel bir şekil verilme kabiliyetine sahiptir. Flex-core bütün yönlerde esnektir. Bu yüzden eğimli yüzeylerde kullanılmak için elverişlidir. Çok dar radüslü eğrilikte kolaylıkla şekil verilebilir. Dar radüslü şekil verilirken flex-core aynı yoğunluktaki hexagonal core’la karşılaştırıldığında daha yüksek kesme gerilmeleri sağlar. Flex-core, hexagonal honeycomb’ın kullanıldığı yerlerin çoğunda kullanılabilir.



Şekil 1.8: Flex-core

1.1.5. Çevre Koşulları, Hasar Tespiti ve Muayene Yöntemleri

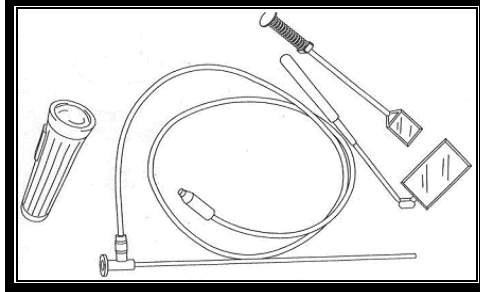
Kompozit malzemelerde hasarlı bölgenin tespitini yaptıktan sonra hasarın sınıflandırılması yapılır ve hasarın tipi ve ölçüsü belirlenir. Hasarın veya hasarların bulunduğu bölgeye göre değerlendirilir. Özel komponentlerin limit içi hasar limitleri, tamir ve cycle limitleri açısından ilgili chapter’a bakmak gerekir. İlgili chapter’da olmayan tamirleri firmasına sorup onay alınmalıdır. Zaman veya cycle limitli tamirlerde zaman dolmadan kalıcı tamir yapılmalıdır.

Hasar hakkında karar verirken kritik olanları göz önünde bulundurulmalıdır. Hasarı ölçüp doğru derinlik ve uzunluğunun mukayesesi yapılmalıdır. SRM’de hasar geçtiği zaman kesit alanının değişikliği veya yapısal elemanın kalıcı bir hasarı anlamına gelir. Hasar tespit yöntemlerinden Visual ve Tap Test açıklanacaktır. Diğer hasar tespit yöntemleri Malzeme Muayene Metotları Modülü’nde anlatılmaktadır.

INSPECTION	SERVICE-INCURRED DEFECTS						
	IMPACT	DELAMINATIONS/ (DISBONDS)	CRACKS	HOLE DAMAGE	WATER INGESTION	BURNS/ OVERHEATING	LIGHTNING STRIKE
VISUAL	X	X (EDGE)	X	X		X	X
PENETRANT	X	X (EDGE)	X	X			
RADIOGRAPHY	X	X (RADIOPAQUE)	X	X	X	X	
INFRARED					X		
ULTRASONIC BONDTESTERS	X	X				X	X
ULTRASONIC		X	X		X	X	
EDDY CURRENT			X				
TAP TEST		X (THIN SKINS)					

Tablo 1.1: SRM’de belirtilen hasar tespit yöntemleri

Gözle kontrol yönteminde malzeme yüzeyi gözle incelenerek herhangi bir hasarın varlığı tespit edilmeye çalışılır. Malzemenin uçtaki yerine göre bu işlem için el feneri, arkasına ulaşılamayan yerler için çeşitli aynalar, görmenin imkânsız olduğu yerlerde ise baroskop kullanılmaktadır.

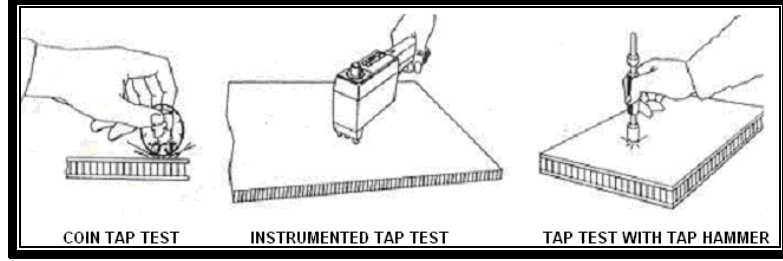


Şekil 1.9: Gözle kontrol araçları (visual inspection tools)

Tap test yönteminde kompozit parçanın çeşitli yerlerine küçük vuruntular yapılarak çıkan ses değişikliği dinlenir. Öncelikle sağlam olduğu belli olan yere vuruntu yapıp kulağın bu sese alışması ve daha sonra diğer bölgelere yapılan vuruntudan çıkan seslerin bu sesle kıyaslaması yapılarak malzemedeki gözle görülemeyen hasar tespiti yapılmaktadır.

- Coin tap test işleminde, vuruntu için madenî para kullanılmaktadır.
- Instrumented tap test işleminde, vuruntu işlemini yapmak için bir cihaz yapılmıştır. Bu cihaz kompozit üzerine küçük titreşim vuruntuları yapar. Cihazı malzeme üzerinde gezdirdiğimizde meydana gelen ses değişimlerini ölçerek önemli farklılık gösteren bölge üzerinde iken uyarı sinyali verir.

- Tap test with tap hammer işleminde, vuruntu yapabilmek için küçük bir çekiç türü alet yapılmıştır.



Şekil 1.10: Tap test yöntemlerinde kullanılan araçlar

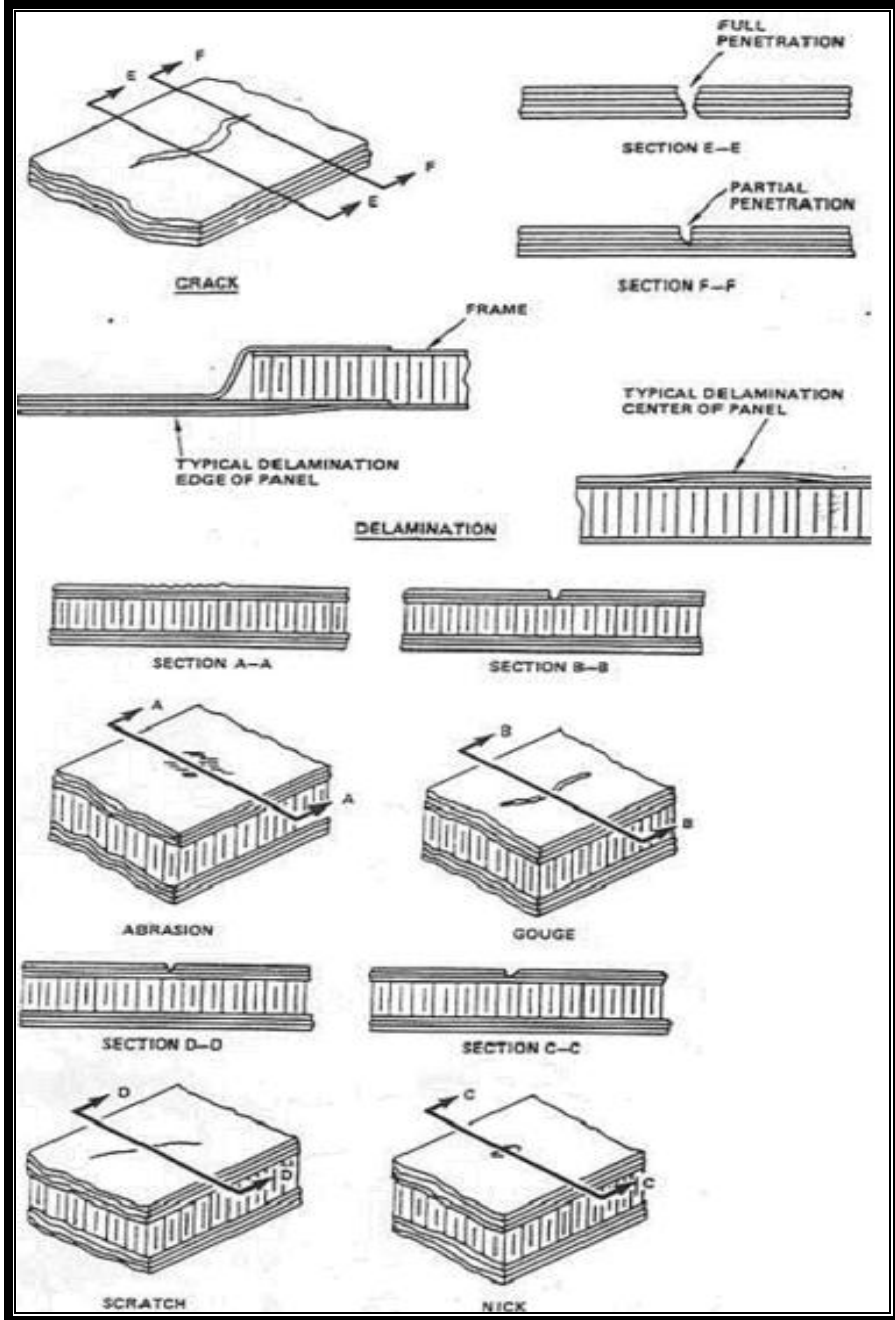
Tespit edilen hasarın sınıflandırılması yapılır. Bu sınıflandırmalar şunlardır:

- **Allowable:** Uçuşun kısıtlanmadan uçağın uçuşa devam edebileceği hasardır. İleri kompozit malzemelerde yüzeyin su ve nem alması önlenerek yüzey koruması yapılmalıdır.
- **Reparable damage:** Tamir gerektiren veya yüzeysel işlem gerektiren hasarlardır.
- **Replacement damage part:** Gerekli yerdeki parçaların değişimidir.

Yapısal malzemede veya elemanda olan hasarın ne tip bir hasar olduğuna karar vermek gerekir. Uçak üzerinde ve panel dış yüzeylerinde oluşan hasar tipleri şunlardır:

- **Abrasion:** Sürtünme aşınma, kazınma veya diğer bir sebep aşınması nedeniyle oluşan hasarlı bölgedir. Bu tip hasarlar genelde pütürlüdür düzgün değildir.
- **Corrosion:** Karmaşık bir elektrokimyasal olay sonucu oluşan hasardır. Malzemenin kesit alanında değişiklik olur. Hasar derinliği hasarlı bölgenin temizliği neticesinde belli olur. Bu tip hasarlar yapısal elemanların yüzeylerinde kenar kısımlarında veya delik kenarlarında oluşur.
- **Crack:** Parçanın kısmen kırılması veya tamamen kırılması olayıdır ve önemli bir kesit değişikliği yaratır. Bu hasar genellikle düzgün bir hat şeklinde değildir. Çatlağın sebebi genellikle malzeme yorulmasıdır.
- **Crease:** Hasarlı bölge içeriye bastırılmış veya geriye katlanmış sınırları keskin bir hatta belli olan hasarlardır. Crease çatlğa eşit bir hasardır.
- **Deleminasion:** Malzemenin katları arasında oluşan ayrılmadır. Şayet allowable hasar kesiti veya S.R.M. kesiti bir limit vermiyorsa disbond hasarına bakılır.
- **Dent:** Malzemenin kesit alanında bir değişiklik olmaksızın oluşan bir göçüktür. Hasarlı alanın kenarı düzgündür. Bu hasar düzgün kenarlı bir malzemenin çarpması sonucu oluşur. Dent uzunluğu bir kenardan diğer kenara olan en uzun mesafedir. Genişliği ise en dar ikinci en uzun mesafedir.
- **Disbond:** Birleştirilmiş malzemelerin iki veya daha fazla katı arasındaki ayrılmadır. Tüm yüzey boyunca oluşmayabilir. Müsaade edilebilir hasar kesiti limit vermiyorsa deleminasyon limitine bakılır.
- **Gauge:** Keskin bir obje tarafından oluşturulan kesit alanındaki değişimdir. Sürekli keskin bir şekilde malzemelerde kesit alanındaki değişimdir.
- **Nick:** Keskin kenarlı kısa bölgesel hasar, çentik.

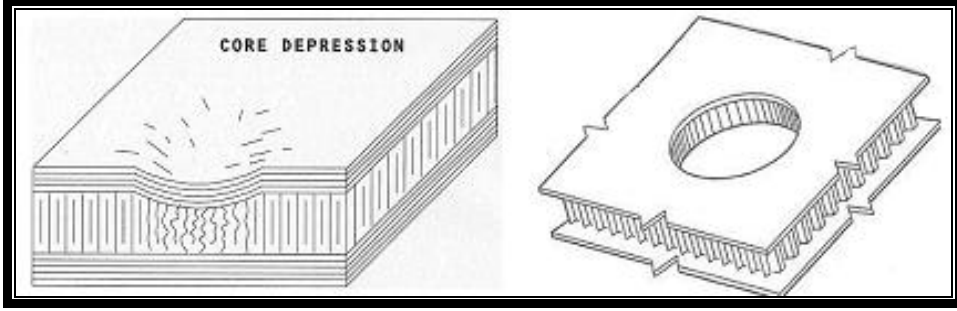
- **Puncture:** İnce delik şeklindeki hasarlardır. Keskin bir parçanın çarpması sonucu oluşur. Hasarın tamiri allowable limitlerinden daha az olmalıdır.
- **Scratch:** Malzeme üzerindeki bir hasar hattıdır. Kesit alanının üzerinde değişiklik yaratır. Bu hasar genelde çok keskin bir malzeme temasından kaynaklanır.



Şekil 1.11: Hasar tipleri

1.2. Kompozit Malzemelerin Tamiri ve Yapıştırma İşlemleri

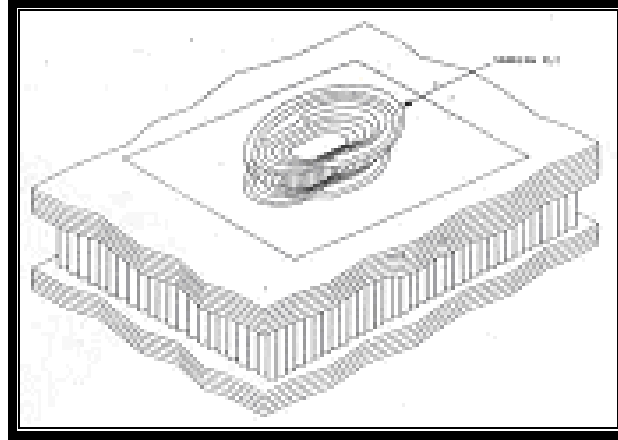
Hasarlı bölge tespit edildikten sonra önce bu bölgenin açılması işlemi yapılır.



Şekil 1.12: Hasar tespiti ve core'un açılması

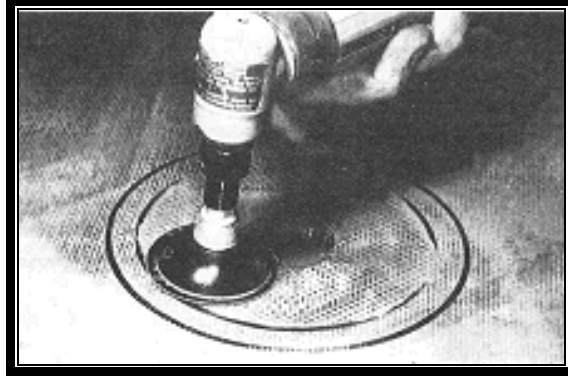
Hasarlı bölgenin açılması şu işlemlerle yapılmaktadır:

- Öncelikle tamirin her safhasında koruyucu malzemeler kullanılmalıdır.
- Hasarın boyuna göre şablon konup kesilecek ve taper yapılacak alan çizilir.



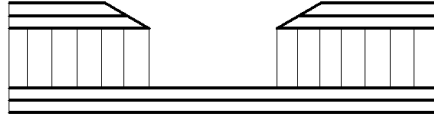
Şekil 1.13: Hasarlı bölgenin çizilmesi

- Çizilen alanı core'da dâhil olmak üzere korozyon şinyali ile alınır. Core'u almadan evvel direction yönü kontrol edilir. Şinyalle core alınırken alt skin'e zarar vermeden alınır, yoksa tamirimizin boyutları ve türü değişebilir.



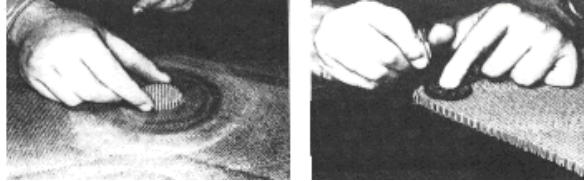
Resim 1.1: Hasarlı yüzeyin alınması

- Hasarlı yüzeyin alınması işlemi bittikten sonra taper sand işlemi yapılarak hasara atılacak filler'ler ortaya çıkarılır.



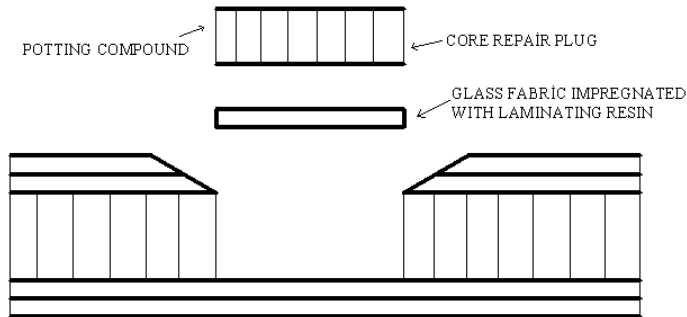
Şekil 1.14: Taper sand işlemi

- Hasarda alınan core'un yerine konulması için direction yönüne dikkat edilerek yeni core kesilir.



Resim 1.2: Yeni core'un kesilmesi

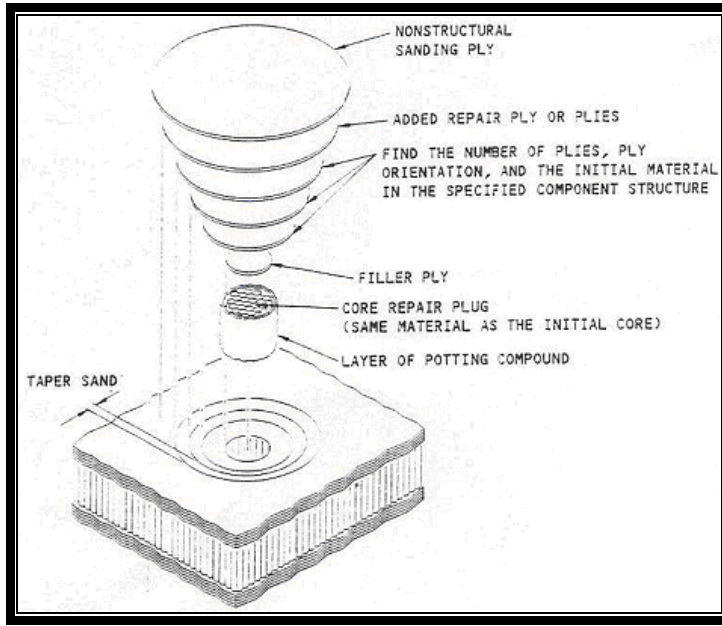
Core'un etrafına yapıştırıcı özelliği olan potting compound yapıştırılır. Core'un alt ve üst yüzeyine yapışkan sürülmüş bir kat cam veya karbon kumaş (SRM'de belirtilen) konacaktır.



Şekil 1.15: Core'un yerine konulması

İki katlı yamalarda 1,5 inç, üç ve daha fazla yama katlarında 0,75 inç bindirme sağlayacak şekilde olmalıdır.

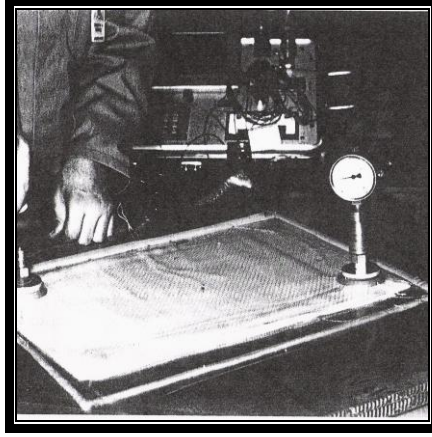
Tamir üzerine konulacak ilk kat kumaşın her iki yüzeyine de yapıştırıcı (adhesive) sürülür ve ayırıcı naylon (genellikle PVA türü naylon) konur. Kumaşın bir yüzeyindeki naylon ayırıcı çıkarılıp bir kat daha yapıştırıcı sürülerek core üzerine yapıştırılır. Kumaşın düzgün serilmesi ve içerisinde hava kabarcığı kalmaması için kumaşın ortasından kenarlara doğru bir rulo veya spatula yardımıyla düzeltme yapılır. Daha sonra yapıştırılan kumaşın üstündeki naylon ayırıcı çıkarılıp tekrar bir daha yapıştırıcı sürülür ve ikinci kat kumaş serilir. Yapılacak her kat yama işleminde yapıştırıcı sürme ve naylon ayırıcı koyma işlemi yapılacaktır. En son kat yama tamirden sonra yüzey düzgünlüğünü sağlamak için zımparalama işlemine tabi tutulacaktır.



Şekil 1.16: Yama katlarının konulması

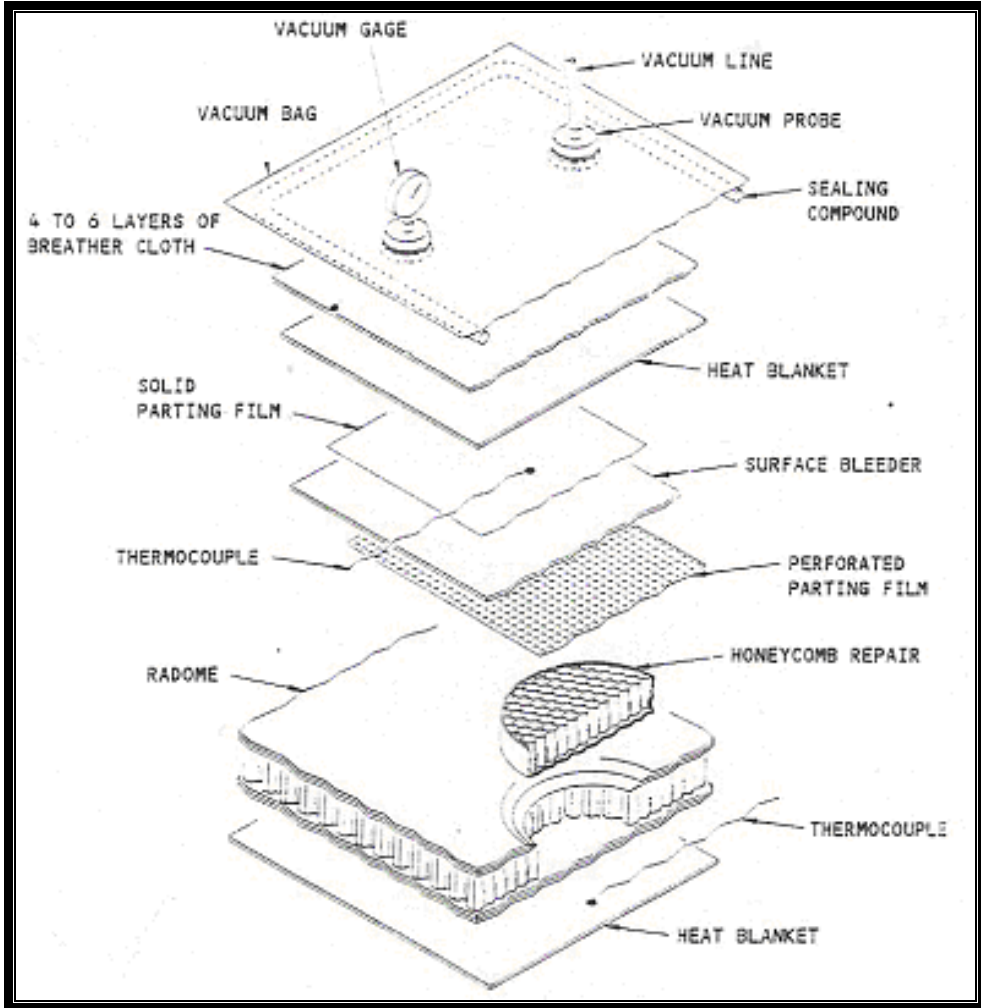
- Yama katlarının konulmasından sonra parça vakumlama ve cure (ısıtma) işlemine tabi tutulur. Bu işlemlerde kullanılacak vakumlama basıncı ve cure sıcaklığı; tamir türü, reçine türü ve parça kalınlığı gibi etkenlerden dolayı farklılık gösterebilir.

Vakumlama işlemi için yama katlarının üzerine delikli ayırıcı film konur ve üzerine battaniye (breather cloth) serilir. Onun üzerine de esnek vakumlama film tabakası konur ve bu filmin kenarları yama dışarıdan hava almayacak şekilde sealant kullanılarak yapıştırılır. Vakum bağlantıları yapılır ve vakum basıncı yavaş yavaş artırılarak uygulanır.



Resim 1.3: Vakumlama işlemi

Vakumlama işlemi sırasında hava kaçağı olmamasına dikkat edilir. Dışarı çıkamayan hava kabarcıkları bir araçla parçanın merkezinden başlayıp kenarlara doğru baskı uygulayarak atılır. Reçine sert jel hâlini aldıktan sonra cure (ısıtma) işlemine tabi tutulur.



Şekil 1.17: Vakumlama ve ısıtma işlemi

UYGULAMA FAALİYETİ

Kompozit bir parçanın hasar tespitini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş güvenliği kurallarına uyunuz.	➤ Gerekli güvenlik araçlarını (maske, eldiven, gözlük vb.) kullanınız ve iş güvenliği kurallarına riayet ediniz.
➤ Parçayı gözle kontrol ediniz.	➤ Parçada gözle görülebilir bir hasar olup olmadığını kontrol ediniz.
➤ Direkt olarak göremediğiniz parçanın bölgelerini kontrol ediniz.	➤ Arkasına ulaşmadığınız yerleri ayna ile kontrol ediniz. Görmenizin mümkün olmadığı bölgeleri boroskop kullanarak kontrol ediniz.
➤ Gözle fark edilemeyecek hasarları tespit ediniz.	➤ Tap test yöntemlerinden birini kullanarak kontrol işlemi yapınız.
➤ Bulduğunuz hataları sınıflandırınız.	➤ Bulduğunuz hata şeklinin, modül içeriğinde sizlere anlatılan hata türlerinden hangisine uyduğunu belirleyiniz.

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
İş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
Parçayı gözle kontrol ettiniz mi?		
Direkt olarak göremediğiniz parçanın bölgelerini kontrol ettiniz mi?		
Gözle fark edilemeyecek hasarları tespit ettiniz mi?		
Bulduğunuz hataları sınıflandırdınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise diğer “Uygulama Faaliyeti”ne geçiniz.

UYGULAMA FAALİYETİ

Kompozit malzemelerin tamir ve bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ İş güvenliği kurallarına uyunuz.	➤ Gerekli güvenlik araçlarını (maske, eldiven, gözlük vb.) kullanınız.
➤ Hasarlı bölgeyi belirleyiniz.	➤ Hasarın boyuna göre şablonunuzu koyup keseceğiniz ve taper yapacağınız alanı çiziniz.
➤ Hasarlı bölgeyi çıkarınız.	➤ Çizdiğiniz alanı core'da dâhil olmak üzere korozyon şinyali ile alınız. Core'u almadan evvel direction yönünü kontrol ediniz. Şinyal alırken alt skin'e zarar vermeden alınız.
➤ Taper sand işlemini yapınız.	➤ Hasarlı yüzeyin alınması işlemi bittikten sonra taper sand işlemi yaparak hasara atacağınız filler'ları ortaya çıkarınız.
➤ Çıkarılan core'un yerine koymak üzere yeni malzemeden core kesiniz.	➤ Hasarda aldığımız core'un yerine konulması için direction yönüne dikkat ederek core kesiniz.
➤ Core'u hasarlı bölgeye yerleştiriniz.	➤ Core'un etrafına yapıştırıcı özelliği olan potting compound yapıştırınız. Core'un alt ve üst yüzeyine yapışkan sürülmüş bir kat cam veya karbon kumaş (SRM'de belirtilen) koyunuz.
➤ Core'un üzerine yama katlarını koyunuz.	➤ Tamir üzerine konulacak ilk kat kumaşın her iki yüzeyine de yapıştırıcı sürünüz ve ayırıcı naylon (genellikle PVA türü) koyunuz. Kumaşın bir yüzeyindeki naylon ayırıcı çıkarıp bir kat daha yapıştırıcı sürülerek core üzerine yapıştırınız. Kumaşın düzgün serilmesi ve içerisinde hava kabarcığı kalmaması için kumaşın ortasından kenarlara doğru bir rulo veya spatula yardımıyla düzeltme yapınız. Yapıştırılan kumaşın üstündeki naylon ayırıcıyı çıkarıp tekrar yapıştırıcı sürerek ikinci kat kumaşı seriniz. Yapılacak her kat yama işleminde yapıştırıcı sürme ve naylon ayırıcı koyma işlemi yapınız.
➤ Vakumlama ve cure etme işlemini uygulayınız.	➤ Vakumlama işlemi için yama katlarının üzerine delikli ayırıcı film koyunuz ve üzerine battaniye (breather cloth) seriniz. Onun üzerine de esnek vakumlama film tabakası koyunuz ve bu filmin kenarlarını, yama dışarıdan hava almayacak şekilde, sealant ile yapıştırınız. Vakum bağlantılarını yapınız ve vakum basıncı yavaş yavaş artırarak uygulayınız. Vakumlama işlemi sırasında hava kaçağı olmamasına dikkat ediniz. Dışarı çıkamayan hava kabarcıklarını bir araçla parçanın merkezinden başlayıp kenarlara doğru baskı uygulayarak atınız. Reçine sert jel hâlini aldıktan sonra cure (ısıtma) işlemine tabi tutunuz.

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
İş güvenliği kurallarına uydunuz mu?		
Hasarlı bölgeyi belirlediniz mi?		
Hasarlı bölgeyi çıkardınız mı?		
Taper sand işlemini yaptınız mı?		
Çıkarılan core'un yerine koymak üzere yeni malzemeden core kestiniz mi?		
Core'u hasarlı bölgeye yerleştirdiniz mi?		
Core'un üzerine yama katlarını koydunuz mu?		
Vakumlama ve cure etme işlemini uyguladınız 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. Aşağıdakilerden hangisi bağlayıcı değildir?
A) Polimer B) Seramik C)Fiber D)Metal
2. Aşağıdakilerden hangisi katı hâle geldikten sonra ısı ile yumuşamaz?
A) Termoset B)Termoplastik C)Seramik D)Metal
3. Aşağıdaki cam elyaflardan hangisi uçakçılıkta kullanılmaz?
A) E-glass B) S-glass C)C-glass D) Hiçbiri
4. Uçakların kanat ve kontrol yüzeylerinde hangi tip fiber kullanılır?
A) Aramid fiber B)Cam fiber C)Karbon fiber D)Hiçbiri
5. Aşağıdakilerden hangisi sürtünme ve aşınma nedeniyle oluşan hasar tipidir?
A) Crack B)Allowable C)Corrosion D)Abrasion
6. Aşağıdakilerden hangisi karmaşık bir elektrokimyasal olay sonucu oluşan hasardır?
A) Corrosion B)Deleminasion C) Nick D)Puncture
7. Aşağıdaki hasar tiplerinin hangisinde genellikle malzeme yorulması ile çatlak oluşur?
A) Crack B)Allowable C)Corrosion D)Abrasion
8. Dent uzunluğu nedir?
A)Bir kenardan diğer kenara olan en kısa mesafedir.
B)Bir kenardan diğer kenara olan en uzun mesafedir.
C)Kısa kenardan uzun kenarın çıkarılması ile elde edilen mesafedir.
D)Uzun kenardan kısa kenarın çıkarılması ile elde edilen mesafedir.
9. Kompozit malzemelerde hasarlı bölge alınırken aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Korozyon keskişi B)Havalı matkap C)Korozyon sinyali D) Baroskop
10. Temizlenmiş kompozit malzemelere yama katları konulmasından sonra hangi işlem yapılır?
A)Basınç altında sıkıştırılır.
B)Soğumaya bırakılır.
C)Vakumlama yapılır.
D)Parçaların yerine oturması için çekiçlenir.

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

Uçakta kullanılan tahta yapıların hatalarını tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havacılık sektöründe kullanılan tahta yapıları araştırınız.
- Bu malzemeyi kullanarak ne gibi parçalar yaptıklarını tespit etmeye çalışınız.
- Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınızla paylaşınız.

2. TAHTA YAPILAR

2.1. Uçak Gövdesi Yapımında Kullanılan Tahta ve Yapıştırıcıların Nitelikleri ve Özellikleri

2.1.1. Tahta Uçak Gövdesi Üretim Metotları

Tahta uçak yapıları ilk üretilen uçaklarda yoğun bir şekilde kullanılmakla beraber, günümüz uçaklarında sınırlı oranda kullanım alanı vardır. Tahta yapılar, eski uçak yapılarında, sportif amaçlı ve el yapımı özel gösteri uçaklarında var olup günümüzde de kullanımı sürmektedir. Ancak günümüzde kullanılan ticari amaçlı uçaklarda uçak gövde yapısında kullanılmamakta, bazı uçakların iç dekorasyonunda tahtadan yararlanılmaktadır. Günümüz modern uçaklarında kullanılsa dahi, faal olan eski tahta yapılı uçakların servis işlemleri için tamir ve bakım hususları bilinmelidir.

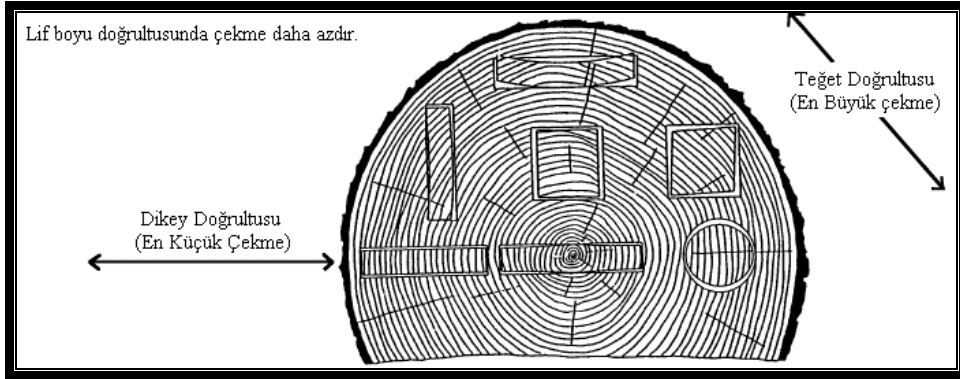
Uçak gövdelerinde kullanılan tahtanın; cinsi, kesim şekli, dayanımı; çarpılma, bel verme ve burulma gibi özellikleri dikkate alınmalıdır. Ayrıca uçaklarda kullanıma hazır, işlenmiş kontrplak tahta malzemeler de bulunmaktadır.

Uçak yapılarında ve tamirinde kullanılan tahtaların nitelikleri sivil havacılık otoriteleri tarafından tespit edilmiştir. Tablo 2.1’de uçaklarda kullanılan tahta türleri ve özellikleri belirtilmektedir.

Tahtanın Türü	Ladin Türüne Göre Dayanım Özelliklerinin Karşılaştırması	Açıklama
Ladin (Spruce)	%100	Tüm kullanımlara uygundur. Bu tabloda standart olarak kabul edilmiştir.
Kök nar (Douglas Fir)	Daha iyi	Aynı ölçüde ladin ile değiştirilebilir. El aleti ile çalışmak zordur. İmalatta daha fazla özen ister. Büyük parçaların kontrolü zordur. Yapışma iyi.
Kök nar (Noble Fir)	Biraz daha iyi, ancak kesme dayanımı % 8 daha azdır.	Aynı ölçüde ladin ile değiştirilebilir. Sertlik ladine kıyasla azdır. Yapıştırma özelliği iyi.
Katran ağacı (Western Hemlock)	Biraz daha iyidir.	Ladin yerine direkt kullanılabilir. Ladine göre daha az homojen yapıdadır. Yapıştırma özelliği iyi.
Çam (Pine)	% 85 ila %96	Çalışma kalitesi mükemmel. Homojen özellikte. Sertlik ve şok direnci düşük. Boyutları artırılmadan ladin yerine kullanılamaz. Daha az dayanımlı. Yapıştırma özelliği iyi.
Sedir (Cedar)	Daha iyi.	Aynı ölçüde ladin yerine kullanılır. El aletleri ile çalışma kolaydır. Yapıştırma zordur. Uygun şekilde yapılırsa birleştirme tatmin edicidir.
Kavak (Poplar)	Daha az ancak basma ve kesilme hariç.	Mükemmel çalışma kalitesi. Ladin yerine direkt kullanılamaz. Şok direnci düşüktür.

Tablo 2.1: Tahta türleri ve özellikleri

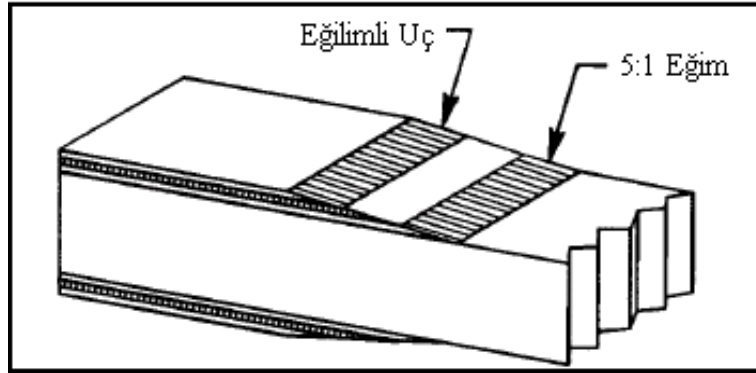
Genelde tamir için kullanılan tahta orijinal tahta ile aynı olmalıdır. Tahta malzemeler nem etkisi ile boyutsal değişimlere uğramaktadır. Nem oranının belirli bir düzeyde olması istenir. Nem oranının azalması ile kurumaya başlayan tahtada lif yönüne göre boyutsal azalma farklılık göstermektedir. Bu durum Şekil 2.1’de gösterilmiştir.



Şekil 2.1: Lif doğrultularına göre çekme miktarı

Bu boyutsal değişimler yapı üzerinde zarar vericidir. Örneğin, yapı bağlantılarının gevşemesi, kabloların boşalması, tahta elemanların yarılması gibi. Bu etkilerin azaltılması için;

- Burçlar ile rekor tipi bağlantılar kullanılır. Dolayısıyla çekme sonucu bağlantı elemanı ve yapı zarar görmez. Aksine sıkılaşır.
- Tahta yapının kaplaması sırasında, çekme etkisini azaltmak için kaplama malzemesi kademeli olarak Şekil 2.2’de görüldüğü gibi eğilendirilir.
- Tüm tahta yüzeyler seal ile korunarak yapıdaki nem değişimi engellenir.



Şekil 2.2: Tahta yüzey kaplamasında yüzey eğilendirme

Uçakta kullanılan tahtalar imal edilirken çapraz lif, dalgalı, kıvrıkcık ve kenetlenmiş lif, sert budak, ince budak kümesi, reçine boşluğu vb. hatalara belirli limitlerde müsaade edilmektedir. Ancak uzun budak yarık ve ayrılmalar, ağacın yetiştirme ortamında maruz kaldığı çevresel baskı ve çürüme vb. hatalara müsaade edilmemektedir.

2.1.2. Uçaklarda Kullanılan Yapıştırıcıların Nitelikleri, Özellikleri ve Tipleri

Tahta yapıların yapıştırılmasında kullanılan yapıştırıcıların seçimi için uçak tipine göre tamir ve bakım kitaplarında belirtilen havacılık standartlarına, tahta uçak yapısı ve uygulanacak tamir yöntemine uygun olmalıdır. Yapıştırıcının tahta yapıyı zamanla bozmayacak ve uygun mekanik özelliklerde olması önemlidir.

Uçak yapılarında kullanılan yapıştırıcılar genellikle kazein ve sentetik reçine esaslı olmak üzere iki gruptur.

- **Kazein:** İlk zamanlarda kullanılan bir yapıştırıcıdır. Artık yerine yeni nesil yapıştırıcılar tercih edilmektedir. Hava ve sıcaklık değişimi ile özellikleri zayıflar. Daha önce kazein ile yapıştırılmış parçaların bakımı sırasında yeni yapıştırıcıların kullanılması için önce kazein türü yapıştırıcının iyice kazınıp temizlenmesi gerekir.
- **Sentetik reçine:** Çok değişik türleri vardır. Belli başlı türleri şunlardır:
 - Plastik reçine: Kullanılmakla beraber kullanımı pek tavsiye edilmemektedir.
 - Resorcinol: Sivil havacılık otoriteleri tarafından kullanımı tavsiye edilmektedir.
 - Fenol-formaldit: Daha çok kontrplak malzeme imalatında kullanılır. Yapısal tamire uygun değildir.
 - Epoksi: Çok üstün bir yapıştırıcı olmakla beraber, mekanik özellikleri ve nüfuzu iyidir. Ancak bazı uygulama zorlukları vardır.

Yapıştırmanın kalitesi için tahta yüzeyin iyi hazırlanması, yapıştırıcının kalitesi ve iyi bir yapıştırma tekniği gerekir. Yapıştırma işleminde baskı süresi, baskı yöntemi ve sıcaklık önemlidir. Yapıştırılacak tahta yüzey kuru olmalı, kir ve atıklardan temizlenmeli, tel fırça ve çeşitli zımparalama işlemleri ile yapıştırma işlemine hazırlanmalıdır. Yapıştırıcı temiz bir fırça ile yüzeyi kaplayacak şekilde sürülür. Yapıştırıcı türlerine göre kuruma zamanı değiştiğinden birleştirilecek parçaların kapatma sürelerine dikkat edilir. Kapatılan parçalar düzenli bir baskı sağlayacak şekilde baskı işlemi küçük çivi veya vidalar, işkenceler, elektrikli ve hidrolik presler ile yapılabilmektedir. Baskı miktarı, sıcaklığı ve zamanı konusunda yapıştırıcı imalatçısının talimatlarına uyulmalıdır.

2.2. Tahta Malzemelerin Bakım ve Onarımı

2.2.1. Tahta Yapının Korunması ve Bakımı

Tahta uzun süre kaldığı ortamın nem oranına gelecektir. Genelde nem oranı %15 ve aşağı ise çürümeye karşı korunmuş olur. Nem oranındaki hızlı değişimler tahta dokusuna zararlıdır. Tahta uygun nem oranına kadar kuruduktan sonra çatlama ve çürüme meydana gelmez. Bunun için haricen boyama ve iyi kalite vernik ya da epoksi vernik ile iç yüzeyler nem oranındaki değişimlere karşı korunur. Yüksek nem ve yüksek sıcaklık kombinasyonu en tehlikeli mantar oluşumuna zemin hazırlar. Bir uçağı yüksek sıcaklıklarda ve nemli günlerde kapalı ortamda muhafaza etmek iyi değildir. Mantar oluşumunu engellemek için uçağın havalandırma ve drain (boşaltma) deliklerinin olması gereklidir. Ayrıca yüksek nem oranındaki kısımlar metal ile temasta korozyon meydana getirir.

Bazı tasarımcılar özel kumaş kaplama ile kontrplak yüzeyleri korumaktadır. Genelde pamuk esaslı kumaşlar macun takviyeli olarak kullanılır. Eğer modern polyester veya fibreglass kaplama kullanılıyorsa kumaş üreticisinin talimatları esas alınır.

2.2.2. Tahta Malzemelerde ve Yapılarda Hata Türleri

Tahta malzemelerde ve yapılarda görülen genel hata türleri şunlardır:

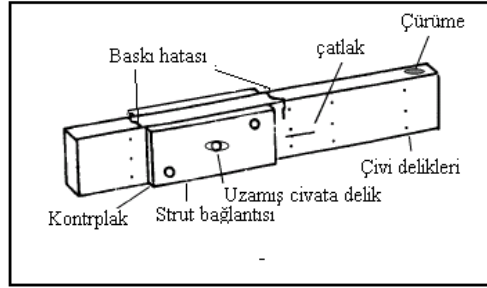
- **Çürüme:** Tahta organik bir üründür. Mantar türlerine maruz kalabilir. Mantar tahta üzerinde yetişen bir bitki olarak nem oranı % 20'yi geçince uygun ortam bulur. Bu durum ağacın çürümesidir. Eğer tahta yaş ise yumuşar ve şişer. Kuru ise çatlaklar ve ayrılır.
- **Yarılma:** Yarık ve çatlaklar lif çizgileri boyunca olur. Nem oranı düşüncü ölçüler küçülür. Farklı noktalarda birbirine zıt yönde meydana gelen boyutsal değışikler çatlaklara sebep olur. Örneğın, kontrplak yamalı ladin üzerinde; ladin kururken çekmeye çalışır, kontrplak tutmaya çalışır. Bu zıt kuvvetler yapıyı çatlattır.
- **Yapıştırma hatası:** Yapıştırma hataları genelde uygun olmayan imalat teknikleri uygulandığında veya uzunca nemli şartlarda çalışmaya maruz kalan elemanlarda oluşur. Hatta eski yapıştırıcılar kendiliğinden bozulur.
- **Tamir-bakım bitirme işlemleri (finish):** Finish katı (genellikle cila ile yapılan), tahta içerisine giren suyun meydana getireceğı çürüme için son muhafaza katıdır. Bitirme işlemlerindeki hatalar uzunca süre suya maruz kalmak; tahtanın yarılması, ultraviyole ışığa maruz kalmak veya yüzey aşınması sonucunda olur.
- **Hasar:** Gerilim, darbe veya mekanik hasar bir yapıda, istenmeyen aerodinamik yükler veya uçak yerde iken meydana gelen fiziksel etkilerden dolayı oluşur. Hatta bağlantı elemanlarının fazla sıkılması sonucu oluşur.

Uçak tahta yapılarındaki hataların tespiti ve kontrol işlemleri için önce eğer mümkünse uçak kuru ve iyi havalandırılmış bir ortamda, kontrol kapakları ve erişim panelleri uzunca süre açık bırakılmış olarak saklanmalıdır. Yapılacak ölçüm sonucu nem oranı fazla ise uçak özel kurutma işlemine tabi tutulur. Uçak yeterli kurulukta ise bağlantı birleşimleri kontrol edilir. Bu hazırlık aşamasından sonra yapılacak kontrol metotları şunlardır:

- **Genel kontrol bölgeleri:** En çok hasar dış etkenlerden (nem, ısı, güneş ışığı) meydana gelir. Nem girecek açıklara özellikle bakılır. Bunlar; çatlaklar, kırıklar, bağlantı delikleri ve kontrol panelleridir. Yapıştırıcı hataları için yüzeyde meydana gelen renk değışimlerine, spar çatlakları için metal bağlantıların altına, güçlendirilmiş bölgelerdeki hatalar için baskı gerilim kontrolleri yapılır.
- **Tıklama:** Plastik çekiç ile tıklama sonucu elde edilen ses sayesinde malzeme tokluğu kontrol edilir.
- **Kazıma:** Keskin bir metal ile tahta yapı üzerinde hafifçe kazıma yapılır. Kazıma sonucu malzemenin kolay veya zor kazınabilirliğine göre malzeme

yapısının durumu anlaşılmasına çalışılır. Çürümüş veya bozulmuş yapılar kolay kazanacaktır.

- **Esnetme:** Birleşme noktalarını kasarak bu noktalardaki ayrılma kontrol edilir. Esneme varsa ayrılma söz konusudur.
- **Koku:** Koku, bozulmanın habercisidir. Kontrol kapakları açılınca ağır bir kokunun olup olmadığına bakılır.
- **Gözle kontrol:** Tahta yapı iç ve dıştan gözle incelenir. Bozulma ve fiziksel hasar aranır. Kir birikimi, kuş ve kemirgen hayvan yuvası olup olmadığına bakılır. Gözle kontrolde Şekil 2.3'te örnek olarak verilen parçadaki noktalara dikkat edilir.



Şekil 2.3: Gözle yapılacak kontrol noktaları

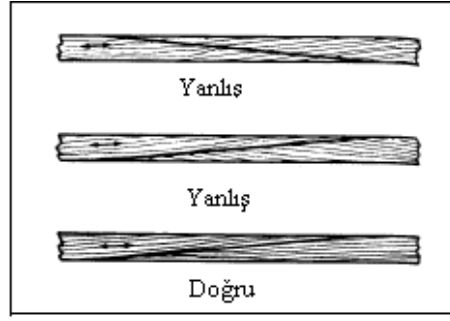
- **Nemölçer:** Nemölçer ile yapılan ölçümde % 20 üzerindeki nem oranı mantar oluşumunu gösterir. Nem oranı % 8-16 arasında olmalıdır. İdeal olan nem oranı % 10-12 arasındadır. Kontrplak yüzeylerden açılan küçük delikler ile iç yüzey nemi ölçülür.
- **Tahribatlı muayene:** Tamir için kullanılan tahta malzemeler numune olarak yapıştırılır. Numuneye kuvvet uygulanarak ayrılmaya zorlanır. Ayrılma birleşme yerinde olursa yapıştırıcı eleman zayıftır anlamı çıkar. İdeal durum kırılma yüzeylerinin her iki tarafından ağaç liflerinin görülmesidir. Bu durumda yapıştırıcının ağaçtan kuvvetli olduğu anlaşılır.

2.2.3. Tahta Yapının Onarımı

Uçak tamirinde en temel standart, tamir edilen yapının orijinal yapı kadar güçlü olması ve aerodinamik şekil ve rijitlikte orijinaline eş değer olmasıdır. Tamirin, uçak imalatçısının talimatlarına uygun olarak yapılması gerekmektedir. Tamir yapılan yerlerde destek elemanı veya drain delikleri varsa orijinal yerinde olduğu gibi yenilenmelidir. İlave drain delikleri yapılacaksa orijinal ile aynı çapta olmalıdır. Kontrol yüzeylerinde ve ilgili yerlerde yapılan tamirler neticesinde sonradan meydana gelecek bir dengesizlik ve titreşim oluşabilir. Genel olarak böyle durumlarda orijinal ile bire bir aynı şekilde tamir işlemi yapılırsa ağırlık dengesini korumuş oluruz. Tamir işleminden sonra kontrol yüzeyinin balans

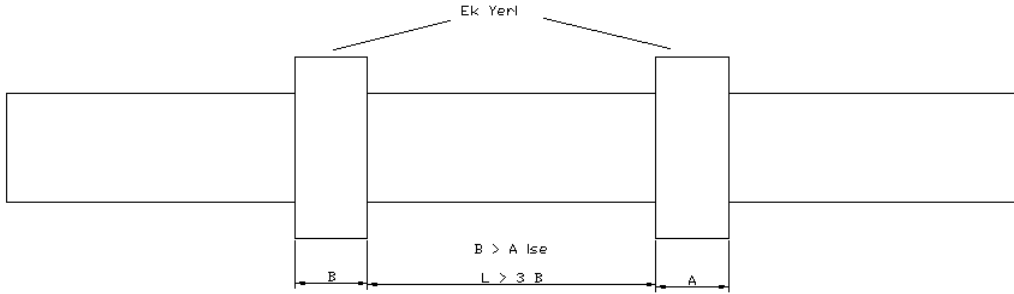
işlemleri uçak imalatçısının talimatlarına uygun şekilde yapılmalıdır. Temel tamir işlemleri şunlardır:

- **Bindirme birleştirme:** Bindirme metodu iki katı elemanı uç uca eklemeye en uygun yöntemdir. Kesilen her iki uç hassas bir şekilde işlenir. İyi bir birleştirme tasarımı ve ince düzgün bir yapıştırma hattının elde edilmesi ile birleştirme işlemi yapılan yerde iyi bir dayanım elde edilebilir. Bindirme kesiminin yapıldığı yerlerde lif yönlerinin aynı şekilde olmasına dikkat edilir (Şekil 2.4).



Şekil 2.4: Bindirme eklemede lif yönleri

- **Sparların birbirine eklenmesi:** Kanat bağlantısı altındaki, iniş takımı bağlantılarındaki motor tutturma bağlantıları gibi özel yerler hariç, diğer bölgelerde sparlar uç uca eklenebilmektedir. Daha önceden yapılmış eklemeye yakın veya güçlendirme plakalarına yakın yerlerde eklemeye yapılmaz. Bu tip yerler için yapılacak eklemenin yakınına eklemeye veya güçlendirme plakası ile arasındaki mesafe en uzun ek yerinin uzunluğunun 3 katından az olamaz (Şekil 2.5). Bağlantı elemanı olan yerlerde bağlantı elemanı çok önemli olmamak şartı ile yapılacak ek işleminden sonra makara, mafsal veya kontrol yüzeyi destek braketlerinin dizilişleri değişmemeli ve güçlendirme plakalarının uçları Şekil 2.2'deki gibi işlenmelidir.

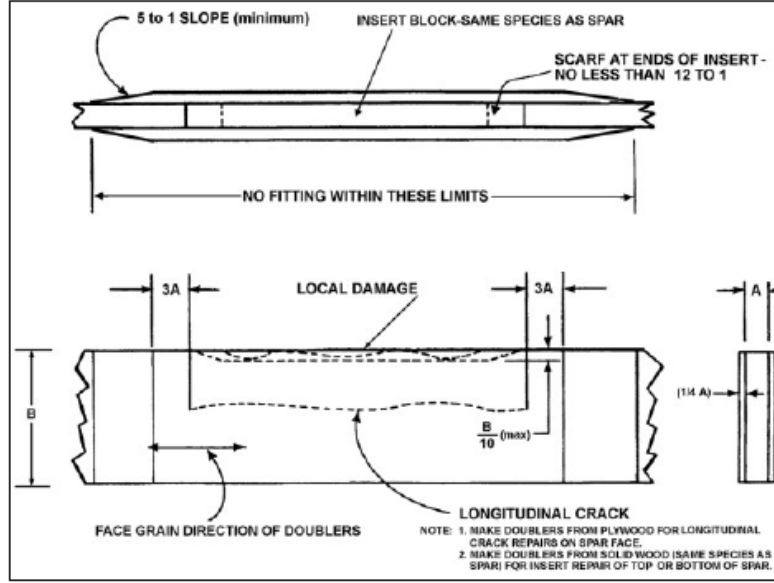


Şekil 2.5: Komşu ek yerleri mesafesi

- **Spar değişimi:** Spar değişimi önemli bir tamirdir. Sparlar imalatçı firma veya onaylı bir parça üreticisi tarafından üretilmiş yeni bir spar ile değiştirilir. Kullanıcının yapacağı sparlar ise imalatçının onayladığı orijinal bir çizime göre

orijinal malzeme ve ölçülere sahip olmalıdır. Ayrıca solid tip sparlar laminant tip malzeme ile değiştirilecekse malzemelerin dayanımları mutlaka aynı olmalıdır.

- **Sparlarda çatlak ve hasar:** Uçak yapısında tespit edilen çatlak sparlar (box spar hariç) yapıştırma ile tamir edilir. Sparın her iki yanına kesilmeyi durdurmak için uygun kalınlıkta ladin veya kontrplak ile yapıştırma yapılır. Çatlak bitiminden sonra plakaları uzatmalıdır (Şekil 2.6).



Şekil 2.6: Boyuna çatlakları güçlendirme

Kurak bölgelerde işletilen uçakların, kontrplak güçlendirme plakası olan kanat sparlarında çatlaklar oluşabilir. Kontrplak tabaka altındaki çatlaklar genellikle, civata delikleri gibi yerlerde oluşur ve çatlaklar spar üzerinde her yöne doğru devam eder. Diğer sebepler ise kötü yapılmış finish işlemleri, büyük açıklıklar ve metal bağlantılar ile ilgilidir.

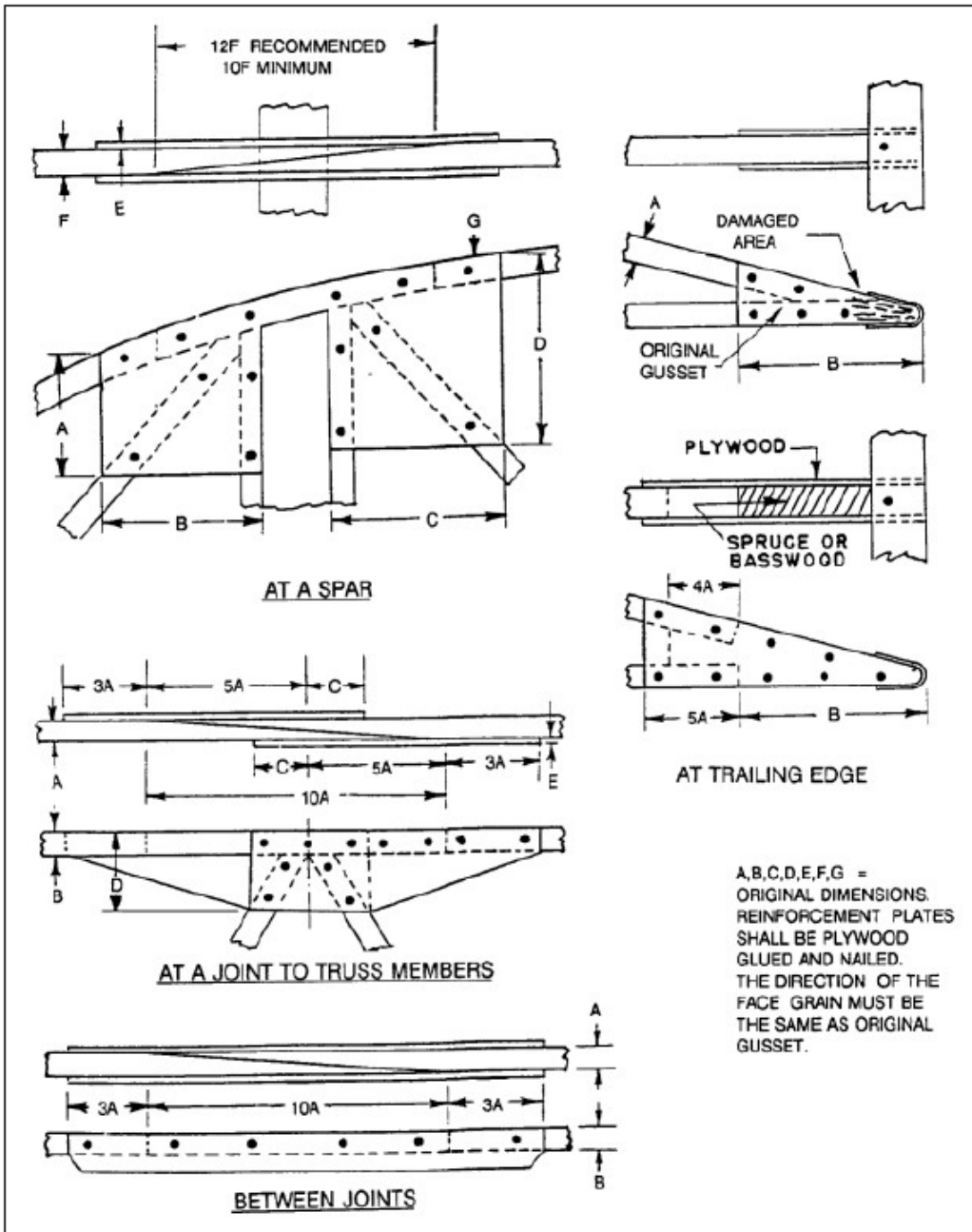
- **Çatlak tamiri yerine sparın değiştirilmesi:** Spar üzerinde çatlak bulunması, mutlaka sparın değiştirilmesi anlamına gelmez. Eğer çatlak çok uzun değil ya da kenarlara çok yakın değilse güçlendirme yapmak daha ekonomik ve verimli olacaktır. Ancak bu gibi durumlarda dayanım yetersizliğine sebep olmamak için imalatçı ya da sivil havacılık otoritelerinin onayı alınmalıdır. Çatlakların yinelenmesini önlemek tahtanın uygun nem oranına sahip olması ile sağlanır. Kurak yerler için nem oranı yapıştırma öncesi malzemede % 6-8, diğer yerlerde % 10-12 oranında olmalıdır. Farklı bölgelerde yapılacak tamir öncesi malzemenin mevsim koşullarına gelebilmesi için en az 2 hafta bekletilir.
- **Çatlak önlemek:** Çatlak önlemek için önemli bir adım, özellikle spar diplerinde sealing yapmaktır. Sealing için özellikle nem direnci ve nüfuz edebilme özelliği

yüksek bir seal kullanılır. İnce ve yavaş kuruyan bir epoksida nem değişimini yavaşlatmak ve önlemek için etkilidir.

➤ **Rib tamiri:** Ribler, yeni bir parça ile değiştirilebilir. Yeni riblerin, uçak imalatçısı ya da onaylı parça üreticisi tarafından üretilmesi gerekir. Ya da kullanıcı tarafından üretilecekse onaylı olması gerekir. Rib elemanların dış hatları uçağın emniyetli uçuşu için önemlidir. Değiştirilen rib orijinali ile aynı ölçü, şekil, malzeme ve kalitede olmalıdır. Hasarlı riblerin tamir yöntemleri Şekil 2.7’de gösterilmiştir. Tahta ribler, tahta spara birleştirilirken yapılan çivileme işlemlerinde, çiviler rib başlık şeridinden geçecek şekilde çivilenmelidir. Aksi hâlde malzeme zayıflar.

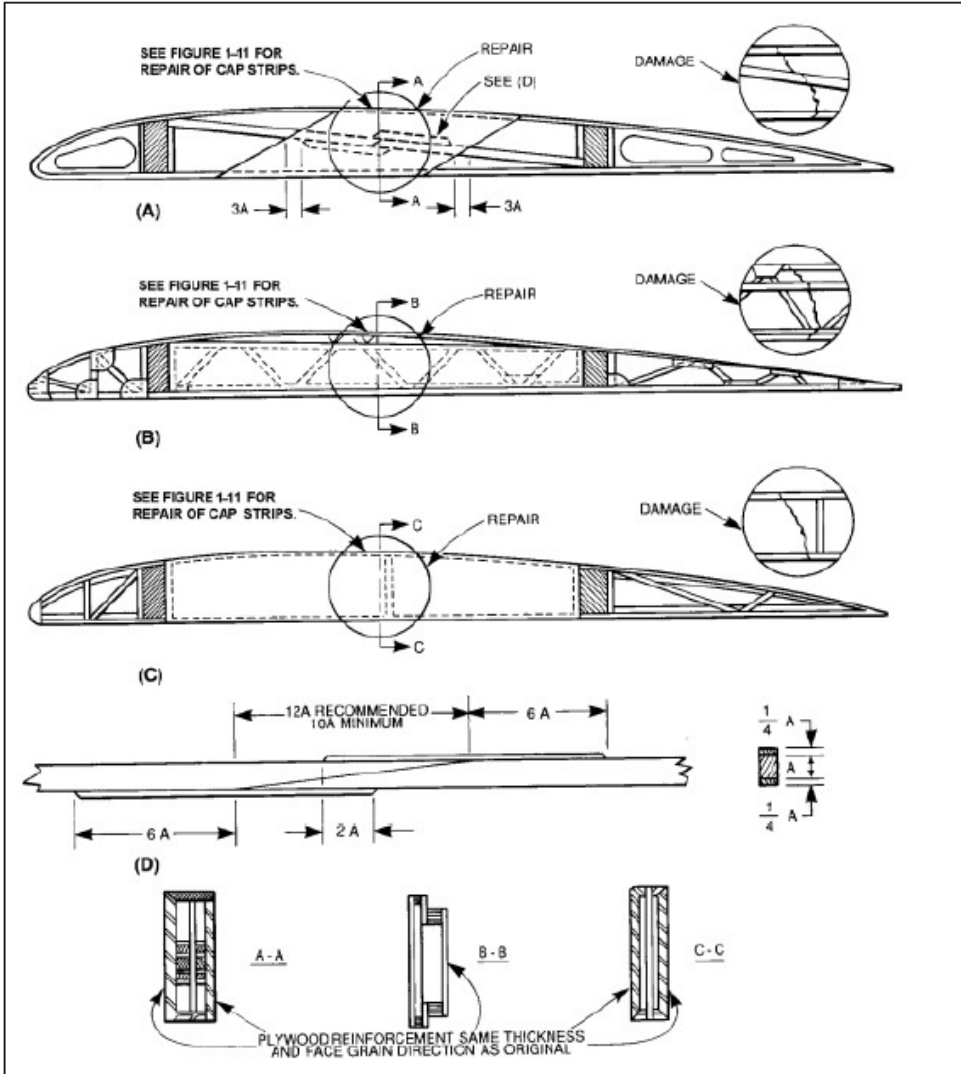
• **Baskı rib tamiri:** Baskı rib hasarlarının, kabul edilebilir tamir yöntemleri Şekil 2.8’de gösterilmiştir.

- Şekil 2.8-A: I kesitli baskı rib tamiridir. Şekilde rib başlık şeridi, web elemanı ve baskı elemanı içinden çatladığı farz edilmektedir. Şekil 2.8-D’deki gibi baskı elemanını kesip değiştiriniz. Başlık şeridinin arka kısmını Şekil 2.7’deki gibi güçlendirerek yapınız. Şekil 2.8-A’da gösterildiği gibi kontrplak yan plakalarını yapıştırınız. Bu plakalar hasarlı webin güçlendirilmesi içindir.
- Şekil 2.8-B standart bir rib tipi olan baskı ribi göstermektedir. Her iki tarafına dikdörtgen sıkıştırma elemanı eklenmiştir. Esasen buradaki yöntem Şekil 2.8-A ile aynıdır. Ancak kontrplak güçlendirme plakaları hariç. Bu plakalar, kesit B-B’de gösterilen sparların arasında tamamen devam etmektedir.
- Şekil 2.8-C’de ise Şekil 2.8-A’dan farklı olarak yine güçlendirme plakaları sparlar arasında şerit bloklar hâlinde devam etmektedir.



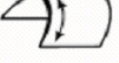
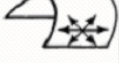
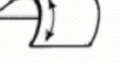
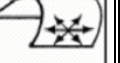
Şekil 2.7: Rib tamiri

- **Kontrplak yüzey tamiri:** Uçak gövde yüzeyinin kaplamasını oluşturan kontrplak yüzeylerin tamirinde imalatçının prosedürleri önceliklidir. Kapsamlı tamirler söz konusu olunca yüzey panelinin bir yapı elemanından diğerine tamamen değiştirilmesi tavsiye edilir. Hasar tamir edilirken tamire komşu iç yüzeydeki yapı muhtemel hasarlara karşı kontrol edilir. Yüzeyi tamir etmeden önce varsa hasarlı iskelet yapı tamir edilir. Dış yüzey kontrplak yapısı çoğunlukla eğimlidir. Bu bölgelerde, tamir kontrplak da aynı şekilde eğimli olmalıdır. Eğimli yüzey tek veya çift (bileşik) eğimli olabilir. Basit bir test ile yüzey üzerine serilen kalın bir kâğıt kullanılarak eğim sorgulanır. Eğer kâğıt yüzeye kırışmadan uyum sağlar ise yüzey düz veya tek eğimlidir. Kâğıt yüzeye uyum sağlamaz ve kırışır ise yüzey çift eğimlidir.



Şekil 2.8: Baskı rib tamiri

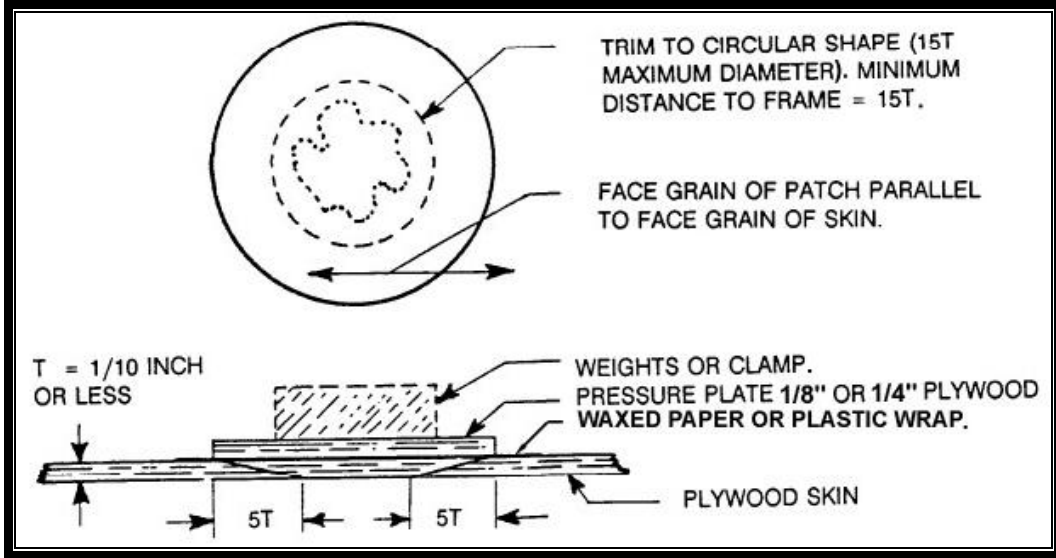
- **Tek eğimli kontrplak yüzeyin tamiri:** Tek eğimli kontrplak yüzeyler genellikle düz kontrplak kullanılarak eğimlendirilir. Plaka kuru veya sıcak su ile ıslatılarak şekillendirilir. Eğimin açısı lif yönüne ve kalınlığa bağlıdır. Tablo 2.2 karar verilen eğimin bükülmesi için hangi prosesin olacağına bir kılavuzdur.

		%10 nem içerikli kontrplak, soğuk malafa üzerine bükülmüş		Sıcak su ile ıslatılmış kontrplak, soğuk malafaya üzerine bükülmüş	
PLYWOOD CHARACTERISTICS		Yüzey liflerine 90 derece 	Yüzey liflerine 0-45 derece 	Yüzey liflerine 90 derece 	Yüzey liflerine 0-45 derece 
THICKNESS (INCHES)	NUMBER OF PLYS	MINIMUM BEND RADIUS (INCHES)			
.035	3	2.0	1.1	0.5	0.1
.070	3	5.2	3.2	1.5	0.4
.100	3	8.6	5.2	2.6	0.8
.125	3	12	7.1	3.8	1.2
.155	3	16	10	5.3	1.8
.185	3	20	13	7.1	2.6
.160	5	17	11	6	2
.190	5	21	14	7	3
.225	5	27	17	10	4
.250	5	31	20	12	5
.315	5	43	28	16	7
.375	5	54	36	21	10

Tablo 2.2: Kontrplak bükme eğimleri

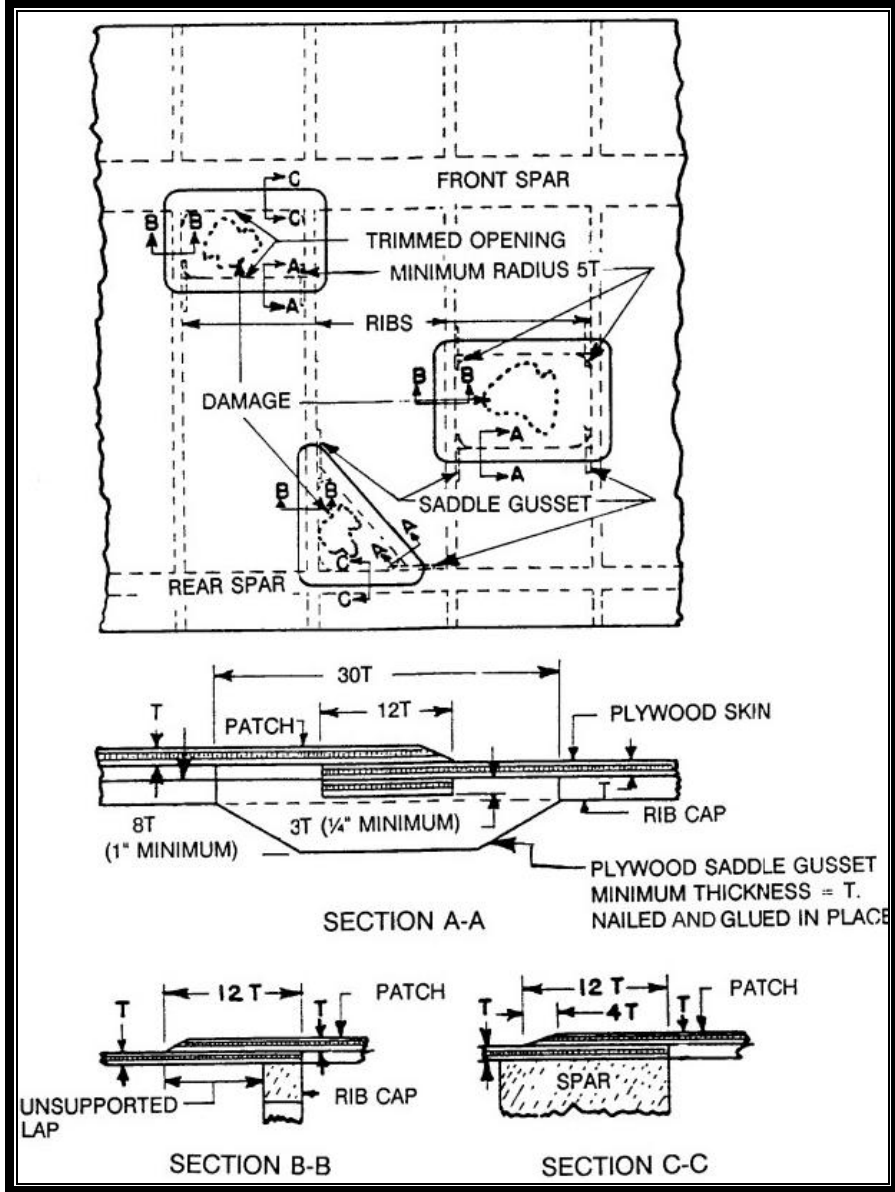
- Kontrplak yumuşatılınca soğuk, havalandırılmış kalıp üzerine bükülebilir. Eğer yama yapılan yerde yeterince boşluk varsa yapının hücum kenarı üzerinde bükülebilir. Büküldükten sonra kurumayı hızlandırmak için büyükçe bir çuval bezi üzerine serilebilir. Ayrıca bir fan yardımıyla da kuruma hızlı bir şekilde sağlanabilir.
- Çok fazla sayıda küçük yarıçaplı bükme işlemi seri olarak yapılacaksa ısıtılmış bükme kalıpları kullanılabilir. Kalıp yüzey sıcaklığı 149 °C (300 °F) kadar yükselebilir. Bu sıcaklığa kadar kontrplak malzemenin zarar görme ihtimali yoktur. Kontrplak malzeme kalıp üzerinde oda sıcaklığına gelene kadar bırakılır.
- **Çift eğimli kontrplak yüzeyin tamiri:** Düz kontrplaktan çift eğimli parçalar imal edilemez. Çift eğimli parçalar, bu parçalar için imal edilmiş kendi kalıpları ile imal edilmelidir. Tamir için elde bu kalıplarda hazırlanmış kontrplaklar hazır bulundurulmalıdır.
- **Kumaş yama (fabric):** Çapı 1 inç geçmeyecek şekilde küçük deliklerin dış hatları iyice işlenerek pürüzsüz hâle getirilir. İşlenen delik kenarları seal'lenmelidir. Delik macunlanarak kumaşla kaplanır. Kumaş kontrplak yüzey üzerine en az 1" taşarak serilmelidir. Hücum kenarında, gövdenin ön kısmında veya frame elemanlarına 1" mesafede kumaş yama yapılmaz.

- **Yama tipleri:** Kontrplak yüzey tamiri için kabul edilebilir dört tip yama vardır:
- **Eğimli (splayed) :** Küçük deliklerin tamirinde yapılır. Delik çapı en fazla yüzey kalınlığının 15 katı olabilir. Yüzey kalınlığı 1/10"ten fazla olmayan yüzeylerde uygulanabilir (Şekil 2.9). Tamir işlemleri uygulanırken yamanın lif yönü orijinal gövde ile aynı olmalıdır. Yama ile baskı plakasının taşan yapıştırıcıdan birbirine yapışmaması için arasına balmumlu kâğıt veya plastik örtü konulmalıdır.



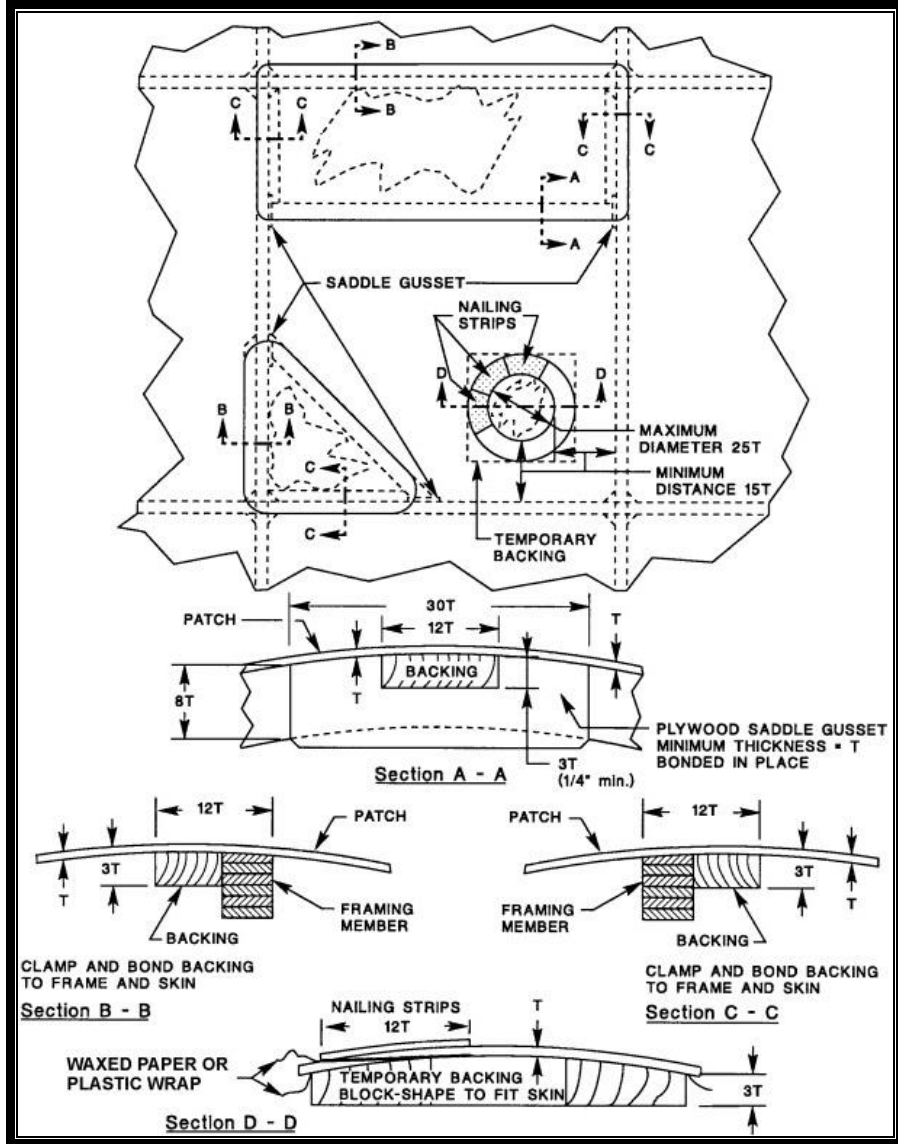
Şekil 2.9: Eğimli yama

- **Yüzey yama (surface):** Frame elemanları arasında ya da bu elemanların üzerinde kontrplak yüzey hasarlanınca Şekil 2.10'daki gibi yama yapılabilir. Ancak yüzey yamalarına hücum kenarları civarında müsaade edilmez. Airfoil yapının kort hattı boyunca arkaya doğru % 10'luk ölçü alanında yapılabilir. Yüzey yamaların çevre uzunluğu 50 inç kadar olabilir. Alan olarak da bir frame veya bir rib boşluğunu doldurabilir. Yamanın lif yönü orijinal yüzeyle aynı yönde olmalıdır.

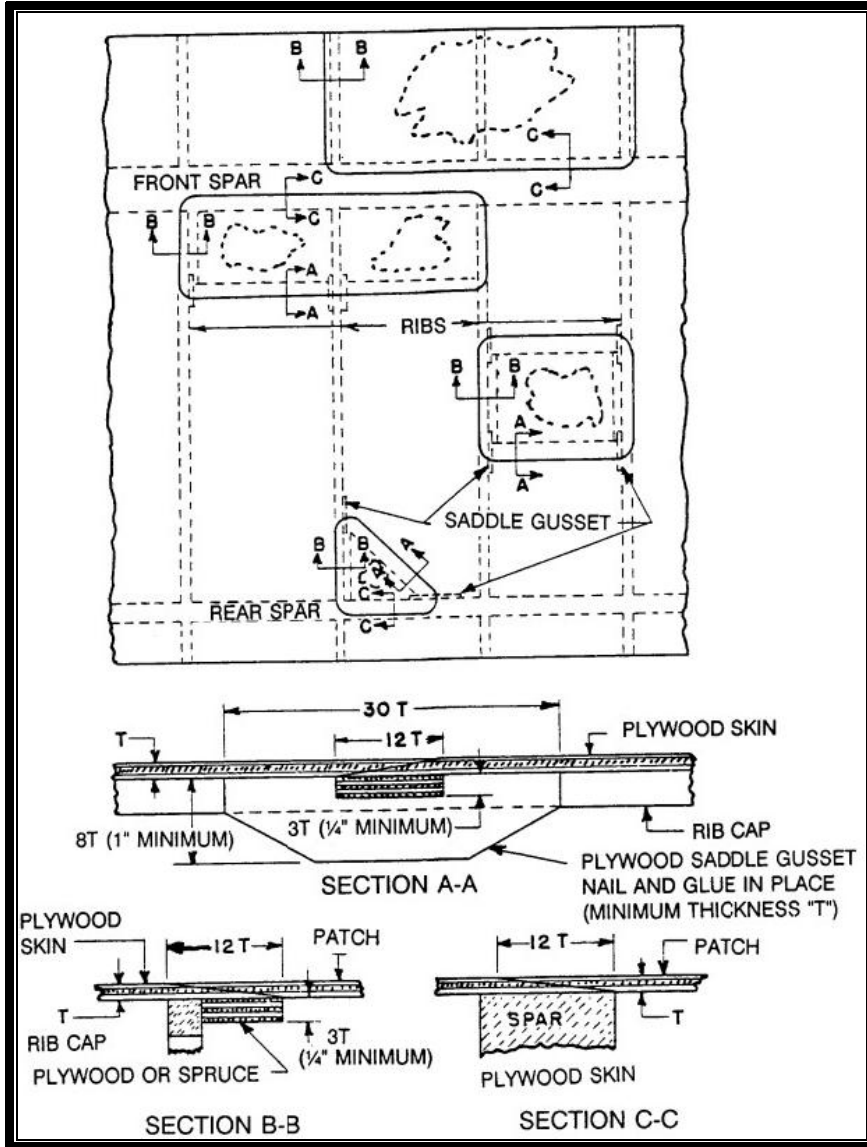


Şekil 2.10: Yüzey yamanın yapılışı

- **Göğüslü bindirme (scarf):** Yüzey eğiminin yarıçap ölçüsü, yüzey kalınlığının 100 katı fazla olduğu yerlerde uygulanır. Arkasına erişilebilir ve arkasına erişilemez bölgeler için ayrı tamir işlemleri uygulanır. Bu tamir bölgeleri ile ilgili tamir yama şekilleri Şekil 2.11 ve Şekil 2.12’de görülmektedir.

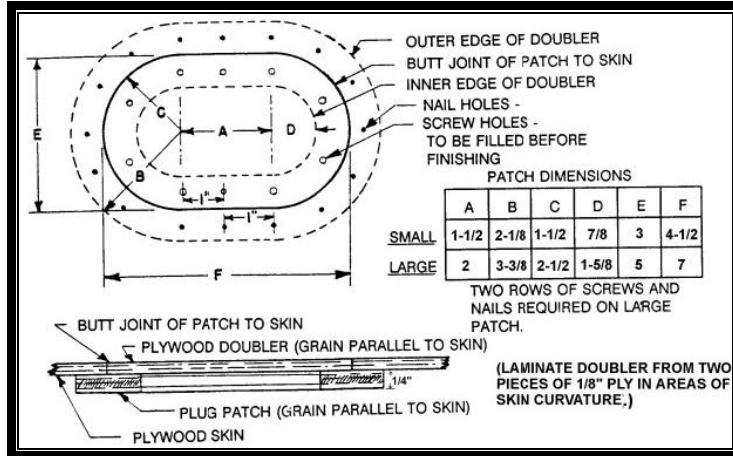


Şekil 2.11: Arkasına erişilebilir yerlerde scarf yama

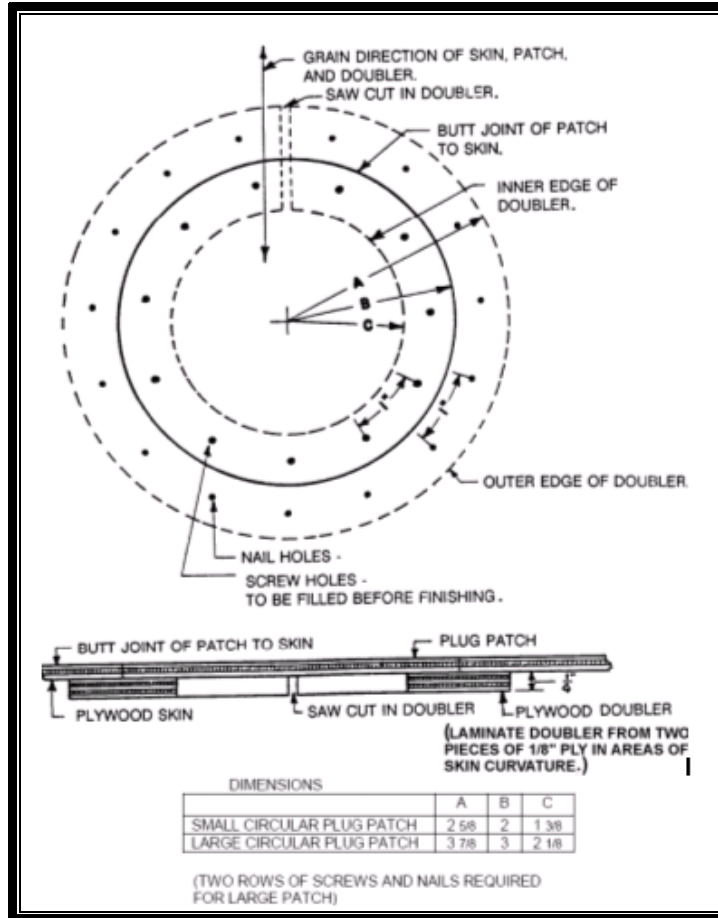


Şekil 2.12: Arkasına erişilemeyen yerlerde scarf yama

- Tapa yama (plug):** Oval ya da yuvarlak şekilde yapılan tapa yamalar kontrplak yüzeyde oluşan hasarlarda Şekil 2.13 ve Şekil 2.14'te verilen ölçüleri örtebilen boyuttakilere izin verilir. Tapa yama bir yüzey tamiri olup altında yapısal destek elemanı olan yüzeylerde kullanılmaz. Yama yüzeyi lifleri, yapı yüzey lifleri ile aynı olmalıdır. İki yamanın da yapılışı aynı olup yuvarlak tip için eğer gövdenin arkasına erişilemiyorsa yamanın doubler'ı bölünmelidir.



Şekil 2.13: Oval tapa yama yapılışı



Şekil 2.14: Yuvarlak tapa yamanın yapılışı

- **Finish işlemleri:** Herhangi bir tamir işleminde son işlem olarak finish yapılır. Finish işlemi için genellikle cila kullanılır. Bu ürünler sivil havacılık otoriteleri ve imalatçıları tarafından kabul edilir olmalıdır. Finish işlemleri:
- Finish yapmadan önce yapıştırma yerlerindeki taşan yapıştırıcılar temizlenmelidir.
 - Kir, yağ vb. yabancı maddeler temizlenmelidir.
 - Talaş, çapak vb. yabancı maddeler temizlenmelidir.
 - Yapışkan sürülmüş bölgeler seal yapmaya uygun değildir. Uygulanacaksa yapıştırıcı sürülüp kurduktan sonra her yandan 1/4" boşluk bırakıp çevresine seal yapılması daha uygundur.
 - Rib, spar ve kontrplak yüzey içi bölgelerinde, tahta ve metali de içine alan yerlerde ince bir kat vernik, daha sonra iki kat vernik uygulanır. İniş takımı yuvası gibi daha iyi korunması gereken yerlerde alüminyum içerikli seal'ler kullanılır.
 - Finish işleminde son kat boyanın açık renkli olması güneş ışığından korunmak için faydalı olacaktır.
 - Lif sonu (spar uçları, yüzey kenarlar, vent deliklerin etrafı vb.) yüzeyleri daha fazla nem aldıklarından finish işlemleri için 3-4 kat vernik-cila sürülür. Son kat olarak alüminyum içerikli seal yapılır.
 - Cıvata delikleri en hassa nem girişi olan noktalardır. Cıvata etrafındaki nem değişikliği çürümeye ve ayrılmalara sebep olur. Ek olarak aşırı nem cıvataların korozyonuna sebep olur. Cıvata için tahta delik cidarları vernik-cila veya uygun bir seal uygulanır. Cıvata takılmadan önce seal'in kuruması beklenir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Uçakta kullanılan tahta yapıların hatalarını tespit ederek tamir ve bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Uçağı uygun nem oranına getiriniz.	➤ Uçağı kurutup ve havalandırınız.
➤ Nem oluşumunu araştırınız.	➤ Nem girebilecek açıklıklara bakınız.
➤ Malzeme tokluğunu kontrol ediniz.	➤ Plastik çekiç veya bir tornavida sapı ile tıklama metodunu uygulayınız.
➤ Çürüme ve bozulmaları kontrol ediniz.	➤ Keskin bir metal ile yapıyı hafifçe kazıyarak malzemenin dokusunu inceleyiniz.
➤ Birleşme yerlerindeki gevşekliğı kontrol ediniz.	➤ Birleşme yerlerini hafifçe esneterek gevşekliğı gözlemleyiniz.
➤ Koku araştırması yapınız.	➤ Kontrol kapakları ilk kez açılınca ağır bir koku olup olmadığını araştırınız.
➤ Gözle kontrol yapınız.	➤ Tahta yapının içten ve dıştan fiziksel hasarı olup olmadığına gözle bakınız (özellikle kir birikintilerine, kuş ve kemirgen yuvalarına).
➤ Nem oranını ölçünüz.	➤ Nem oranı % 8-16 arasında olmalıdır. Uygun bir nemölçer ile ölçme yapınız.

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
Uçağı uygun nem oranına getirdiniz mi?		
Nem oluşumunu araştırdınız mı?		
Malzeme tokluğunu kontrol ettiniz mi?		
Çürüme ve bozulmaları kontrol ettiniz mi?		
Birleşme yerlerindeki gevşekliği kontrol ettiniz mi?		
Koku araştırması yaptınız mı?		
Gözle kontrol yaptınız mı?		
Nem oranını ölçtünüz mü?		

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. Uçak gövdelerinde, kumaş kaplama uygulamaları aşağıdaki hangi malzeme ile başlamıştır?
A) Cam fiber kumaş B) Polyester C) İpek D) Keten
2. Aşağıdakilerden hangisi zamanla kumaş kaplamalarda macun filmin zamanla plastikleştirici yapısını kaybetmesine sebep olur?
A) Havadaki nem miktarının fazla olması
B) UV güneş ışığına maruz kalması
C) Kapalı ortamda bulunulması
D) Sıcaklığın yüksek olması
3. Uçaklarda kullanılan kumaş malzemenin dayanım durumu kaç uçuş saati aralıklarla kontrol edilmelidir?
A) 50 saat B) 100 saat C) 250 saat D) 500 saat
4. Aşağıdakilerden hangisi kumaş yapılara uygulanan tamir uygulamalarından biri değildir?
A) Yırtık tamiri B) Macunlu kumaş tamiri
C) Tahta yapıların tamiri D) Dikişli yama tamiri
5. Rib bağlantısında kullanılan güçlendirme bandının kesilme dayanımı en az kaç lb olmalıdır?
A) 20 lb B) 40 lb C) 60 lb D) 80 lb
6. Kumaş kaplamadan önce yapının hazırlanmasında batarya kutularının bulunduğu yerler hangi maddeye karşı kauçuk esaslı asfalt ile kaplanır?
A) Yağ B) Yakıt C) Baz D) Asit
7. Yırtık tamirinde aşağıdaki yöntemlerden hangisi kullanılır?
A) Düz dikiş B) Baseball dikişi
C) Overlock dikişi D) Gerdirmeli düz dikiş
8. Aşağıdakilerden hangisi “rib bağcıkları”nın görevidir?
A) Kanat üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini engelleyen bir elemandır.
B) Kanat üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini sağlayan bir elemandır.
C) Gövde üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini engelleyen bir elemandır.
D) Gövde üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini sağlayan bir elemandır.

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

Uçaklarda kullanılan kumaş kaplamaların hatalarını tespit ederek tamir ve bakımını (SRM) standartlarına uygun olarak yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Havacılık sektöründe kullanılan kumaş yapıları araştırınız.
- Bu malzemeyi kullanarak ne gibi parçalar yapıldığını tespit etmeye çalışınız.
- Edindiğiniz bilgileri sınıf ortamında arkadaşlarınıza sununuz.

3. KUMAŞ KAPLAMA

3.1. Uçaklarda Kullanılan Kumaşların Nitelikleri, Özellikleri ve Tipleri

1950’li yıllarda uçak yapılarında, kumaş kaplama olarak genellikle pamuk ve İrlanda keteni kullanılmıştır. Daha sonraları ise pahalı ve kısa ömürlü oluşlarından dolayı uçak yapısındaki kumaşların % 100’ü yapay tür kumaşlar ile değiştirilmiştir. Sivil havacılık otoritelerinin onayladığı bu kumaş türleri, polyester ve cam filament (tel, iplik) türü kumaşlardır.

Polyester tür kumaşlardaki deformasyon, ultraviyole (UV) ışınlar maruz kalmaktan meydana gelir. Yapı üzerindeki kumaşlara ait koruyucu kaplamalar iyi yapıldığı zaman, kumaş bu tür bozulmalardan etkilenmez. Koruma işleminden önce ağaç malzemelerin çürüme ve haşarat istilasına karşı kontrolleri yapılmalıdır. Uçaklarda kullanılan kumaş türlerini şu şekilde sıralayabiliriz:

- **Uçak sentetik kumaşları:** Genellikle polyester olarak isimlendirilen uçak örtü malzemelerinin çok farklı türleri bulunmaktadır. Kumaşların denye (9000 metre uzunluğundaki iplik veya lifin gram cinsinden ağırlığı), sağlamlık, iplik sayısı, ağırlık, çekme (büzulme), gerilme ve örme stilleri gibi değişik karakteristikleri mevcuttur. Polyester kumaşlar kaplanırken biraz gevşek yapılıdır.
- **Uçak doğal kumaşları:** Uçak tamir ve kaplamasında kullanılan doğal kumaşlar; doğal fiber kumaş, keten ve pamuktur. Pamuk ve keten cinsi kumaşlara ait dayanım özellikleri ve diğer fiziksel özellikleri Tablo 3.1’de görülmektedir.

Malzeme	Minimum Çekme Dayanımı (Yeni kumaş)	Minimum Yırtılma Dayanımı (Yeni kumaş)	Minimum Çekme Dayanımı (Yıpranmış kumaş)	1 inçteki iplik sayısı
Merserize pamuk A sınıfı (TSO-C15d)	80 Pound/inç	5 Pound	56 Pound/inç	Min 80 Max 84
Merserize pamuk (TSO-C14b)	65 Pound/inç	4 Pound	46 Pound/inç	Min 80 Max 94
Merserize pamuk (SAE-AMS3802)	50 Pound/inç	3 Pound	35 Pound/inç	Max 110
Keten	80 Pound/inç	5 Pound	80 Pound/inç	Min 80 Max 84

Tablo 3.1: Pamuk ve keten kumaşların özellikleri

3.2. Kumaş Yapıların Bakım ve Onarımı

Kumaş yapılar, gevşek olmayan ve kırışmayan bir şekilde düzgün gerilmiş olmalı fakat aşırı gerilmiş de olmamalıdır. Aşırı gerilme uçak gövde yapısının (longeron, kanat ribi vb.) çarpılmasına ve hasar görmesine neden olur.

Pamuk, keten ve cam fiber kumaş ile kaplamadaki aşırı gerilme, genellikle yeni bir kumaşa yapılan aşırı macunlamada veya orijinal bir macun filminin sürekli çekmesinden meydana gelir. Macun film zamanla plastikleştirici yapısını kaybeder. Bu durumu güneş ışığı hızlandırır. Polyester kumaşlarda ise aşırı gerilme; ısı germeli polyester türünde ve macun filminin plastikleştirici yapısının kaybolmasından meydana gelir.

Pervaneden gelen hava akımının oluşturduğu titreşim ve dalgalanma ile uçuş esnasındaki statik konumdan dolayı gövde yapılarında oluşan negatif basınç etkisi sonucunda, normalde istenmeyen bir durum olan gevşek kumaş yapılarının oluşmasına neden olur.

3.2.1. Kumaşların Muayene Metotları ve Hata Türleri

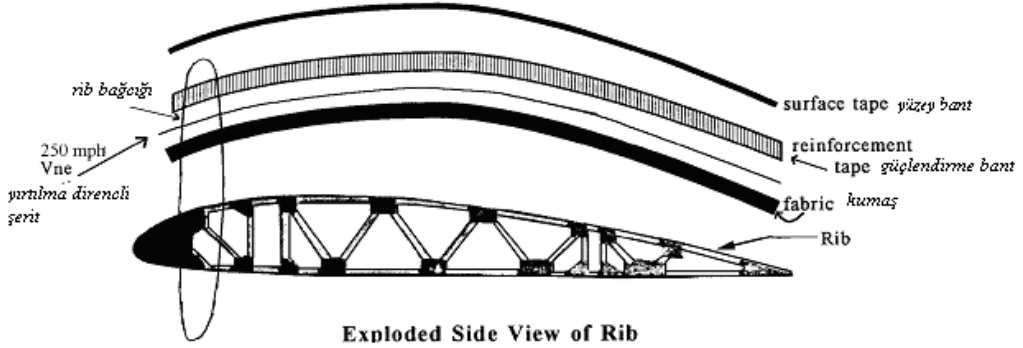
Pamuk, keten veya cam fiber kumaş malzemelerde oluşan gevşekliğin sebepleri; yetersiz macun filmi, kalitesiz macun kullanılması, aşırı gevşek yapılmış kaplama, bükülmüş, kırılmış veya çarpılmış yapı elemanlarıdır. Polyester kumaşlarda oluşan gevşekliğin sebepleri ise uygun olmayan finish kaplama yapılması, yetersiz veya aşırı ısı uygulanması, aşırı gevşek yapılmış kaplama veya yapı elemanlarının bozulması ile oluşur.

- **Kaplama çatlakları:** Çatlaklara maruz kalmış kumaş kaplamalarındaki bozulmaların kontrolü için başparmak yardımıyla kumaş yapıya baskı yapılır. Bu baskı sayesinde kumaşın dayanımı kontrol edilmiş olur. Doğal fiber; UV ışınlarına maruz kalmaktan, nem dolayısı ile mantar oluşumu, küf, asit yağmuru, çiy, sis, kirlilik ve zamanla yaşlanma neticesinde bozulabilir. Polyester filamentler ise sadece UV ışınlarına maruz kalmaktan bozulabilir.
- **Kumaşın belirlenmesi:** Kumaş türünün tespit edilebilmesi için kumaşın renk ve dokuma şekli ile iplik sayıları gözle veya gerektiğinde bir mercek yardımıyla kontrol edilebilir. Ayrıca bir kumaş numunesi yakılarak yanma olayının tecrübeli bir teknisyen tarafından gözlenmesi ile de anlaşılabilir.
 - Merserize pamuk kumaşlarda; grimsi beyaz renk görülüp TSO C14b için 80-94 iplik sayısı, TSO C15d için 80-84 iplik sayısı mevcuttur.
 - Keten türünde ise biraz daha koyu bir renk bulunup iplik sayısı TSO C15d ile aynıdır. Ayrıca keten türü kumaşlarda düzensiz iplik aralığı fark edilebilir şekildedir. Bu düzensiz iplik ölçüleri bir sıra tam, bir sıra yarım olacak şekildedir.
 - Pamuk ve keten türü için iplik bitimindeki tüylenmeler kumaşın arka yüzünde fark edilebilir. Ayrıca pamuk ve keten tür kumaşların arka yüzünde görülebilecek açık mor renk; kumaşa mantar ve küf direnci kazandırmak için bir mantar ilacı kullanıldığını gösterir.
 - Polyester türü kumaşlarda ise pamuk ve ketene kıyasla daha parlak bir beyaz renk hâkimdir. Çok farklı iplik sayılarında imal edilebilir. Ayrıca polyester türü kumaşlar monofilament yapıya sahip olup filament uçlarında tüylenme oluşmaz.
 - Cam kumaşı beyaz renklidir. Bazı türleri ise taşıma ve nakliye amacı ile açık mavi renkte primer kaplamalı olarak imal edilmiştir.
 - Yakma testi: Küçük bir parça kumaş numunesi yakılarak kumaş numunesi anlaşılabilir. Pamuk ve keten türü kumaş, kuru bir kül ile yanar. Polyester filament ise sıvı şekilde erir ve sürekli yanan kömürleşmiş bir kül bırakır. Cam filament ise yanmayı desteklemez ve alev üzerinde akkor bir tabaka oluşur.
- **Kaplamanın belirlenmesi:** Kumaş gerilimini geliştirmek için kullanılan macun kaplamalardan nitrat veya bütrat esaslı olanı tespit etmek için bir numune parçası yakılır. Bütrat esaslı macunun nitrat esaslıya göre yanması ve alev alması daha yavaştır. Polyester türü kumaşlarda ise kumaşın altındaki onaylı üreticinin mührüne bakılabilir.
- **Dayanım özelliği:** Uçaklarda kullanılan kumaş malzemenin dayanım durumuna her 100 saatte ve yıllık kontrollerde bakılmalıdır. Çünkü kumaşın dayanım özelliği uçak uçuşa elverişliliğinde belirleyici bir faktördür. Kumaş dayanımına bakılırken uçağın kanat yükü ve Vne hızı (uçağın asla geçilmemesi gereken hızı) dikkate alınır. Dayanım değerleri ise inç ölçüsünde genişliğe düşen lb (libre) cinsinden yüküdür. Ancak genel olarak kumaşlar, dayanımını % 30 kadar kaybetmedikçe uçuşa elverişli kabul edilir.
- **Kumaşın tahribatlı muayenesi:** Kumaşın dayanımı hakkında teknisyene bilgi vermek amacıyla kullanılan mekanik test cihazları bulunmaktadır. Bu cihazlar

FAA onaylı olmamakla beraber teknisyene bilgi vermek amacıyla kullanılabilir. Bu cihazlar kumaşı yırtılmaya karşı baskıya alan bir yapıdadır. Delme testinin hassasiyeti, cihazın kalibrasyonuna, toplam kaplama kalınlığına, kumaşın tipine bağlıdır. Cam kumaş türü bu testlere uygun değildir. Kumaş numunesi 1 ¼ inç genişlik ve 4 inç uzunlukta hazırlanır. Numune her iki uçtan clamp alınır ve Tablo 3.1’de görülmekte olan değerlerde kuvvet uygulanır. Sonuçlar şüpheliyse daha iyi bir sonuç için onaylı test laboratuvarlarına numune test ettirilir.

3.2.2. Kumaş Kaplamanın Onarımı

Kumaş yapılara uygulanan tamir işlemleri; yırtık tamiri, macunlu kumaş tamiri ve dikişli yama tamiri olmak üzere genel olarak üç grupta toplanabilir. Ancak kumaş yapıların tamir işlemlerinden önce kumaş yapı elemanları, yapının tamire hazırlanması, dikiş türleri ve kumaş örtü yöntemleri hakkında bilgi donanımına sahip olmak gerekir. Şekil 3.1’de kanat yapısı üzerindeki kumaş kaplama işleminde kullanılan, kumaş yapı elemanları görülmektedir.



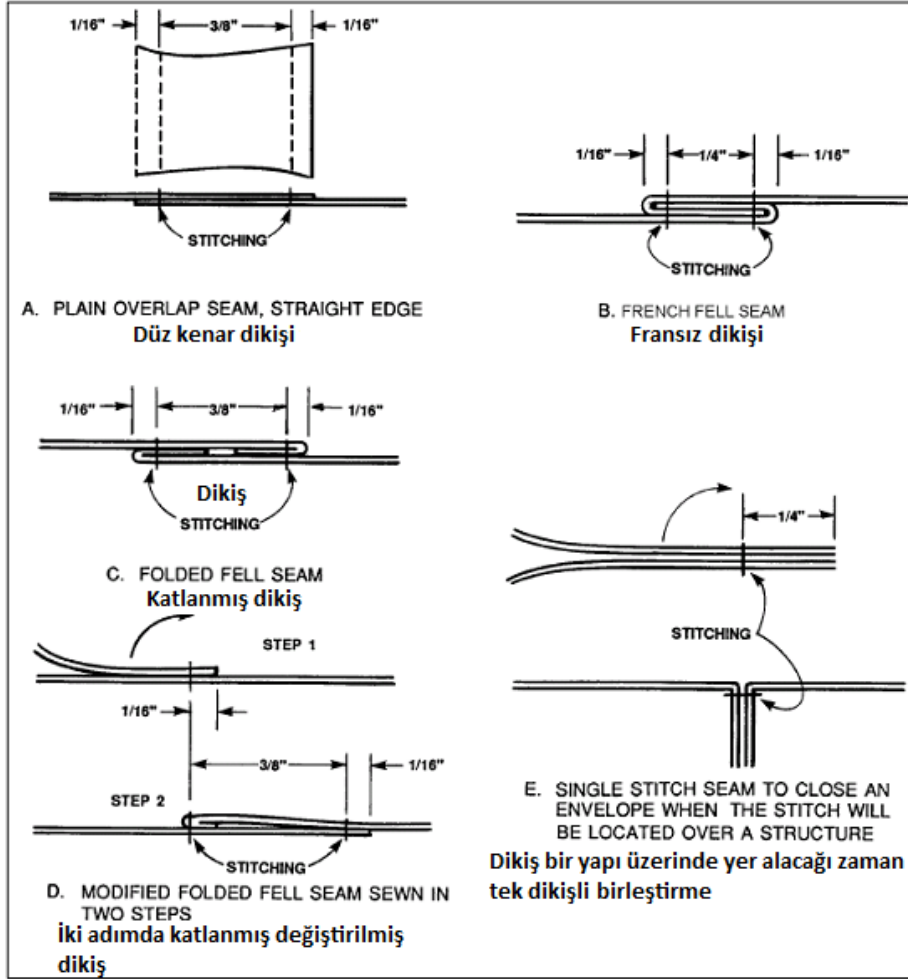
Şekil 3.1: Kumaş yapı elemanları

Şekilde görülen güçlendirme bandı yapısal dayanıklılık sağlayan bir eleman olup kesilme dayanımı en az 40 lb olmalıdır. Yüzey bandı (finish bandı) ise kaplama kumaşı ile aynı özellikte olması gereken ve finish işleminden önce dikiş yerlerine yapılan bir kaplamadır. Rib bağcıkları, kanat üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini engelleyen bir elemandır.

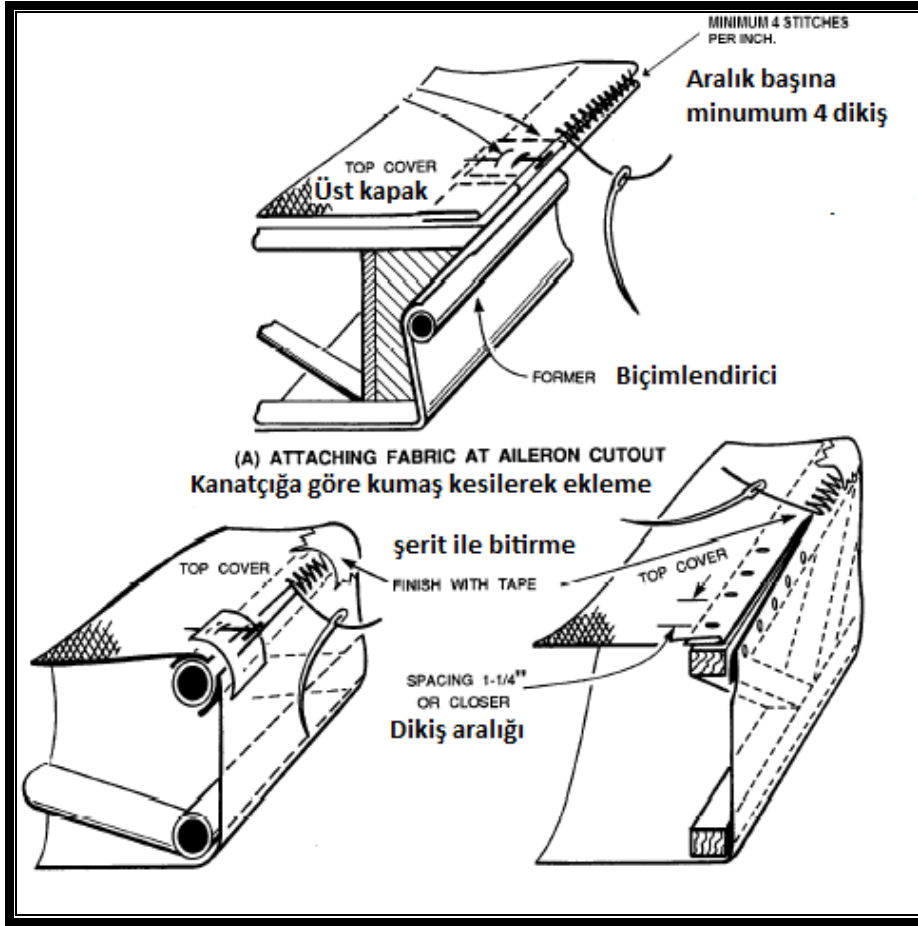
Kullanılan dikiş iplikleri makine için en az 5 lb, elle dikiş için en az 14 lb dayanımda olmalıdır. Kumaş örtünün ek yerlerinde yapılan dikişlerin dikiş aralığı ise orijinal dikişlerin aralığından büyük olmamalıdır. Yapılan kaplama işlemi neticesinde yapının statik ve dinamik balansının bozulması sonucunda meydana gelecek titreşimler dikkate alınmalıdır. Ayrıca yapının orijinali dışında bir kumaş ile kaplanması onay gerektiren bir uygulamadır.

- **Yapının hazırlanması:** Kumaş kaplamadan önce yapının hazırlanması ile ilgili dikkat edilecek noktalar şunlardır:
- Batarya kutularının bulunduğu yerler, asit dayanımlı ve kauçuk esaslı asfalt ile kaplanır. Bu bölgelerdeki kontrol kabloları ise paralketone ile kaplanır.
 - Aşınmış delikler yerine orijinalinden 1 ½ inç mesafede, delik çapına dikkat ederek yenisi delinebilir.
 - Alüminyum hücum kenarı kaportaları değişik yük ve ısı etkileri ile boyutsal değişime uğrayabilir. Bu durum kumaş yapının buruşmasına sebep olur.
 - Kumaş kaplamada kullanılan nitrat ve bütrat esaslı macunlar tahta yapıya nüfuz ederek yapıya zarar verir. Bu yerlerde alüminyum folyo, selüloz bant veya macun dayanıklı kaplama ile korunur. Veya solvent dayanıklı epoksi cila yapılabilir. Kaplanmış alüminyum veya paslanmaz çelik yüzeylerde bu işlemlere gerek yoktur.
 - Kumaş üzerindeki tüm keskin kenarlı metal vida çıkıntıları, çivi, perçin, cıvata başları kesme aşınmaya karşı özel bantlar ile korunur. Kontrol kablolarının geçtiği yerler deri, plastik yamalar kullanılarak ekstra korumaya alınır.
 - Kontrplak yüzeyler, kumaş kaplamadan önce zımpara ile temizlenir. Zımparalandıktan sonra iyi bir yapışma yüzeyi elde etmek için yağ, gres ve benzeri kirler uygun bir solvent (örneğin nafta) ile temizlenir. Küçük pürüzlü ve düzensiz yüzeyleri uygun bir tahta dolgu ile düzeltmek gerekir. Geniş kontrplak yüzeylerde çarpılma ve göçükleri görünüş amaçlı tahta dolgu ile düzeltmek uygun değildir. Daha sonra kontrplak tahta yüzeyin lifleri solvent dayanıklı bir epoksi cila kullanarak iki kat cilalamak gerekir. Cila kuruyunca spreysel veya fırça kullanarak yüzeye iki kat macun katı yapılır.

- **Kumaş ek yerleri:** Ek yerlerinin doğrultusunun uçuş hattına paralel olması tercih edilir, bununla birlikte spanwise (hava akımının kanat üzerinde takip ettiği yol; hücum kenarından firar kenarına doğru, kanat kökünden kanat ucuna doğru uzaklaşan) doğrultuda olabilir.
 - **Dikişli ek yeri:** Makine ile yapılan dikiş uygulamaları Şekil 3.2’de görülmektedir. Elle yapılan dikişli ek yerlerinde ise baseball dikişi denilen yöntem ile en az 4 dikiş/inç olacak şekilde yapılır. Her 10 dikişte bir çift yarım dikiş ile dikiş hattının emniyeti için bağlama yapılır. Dikiş bitince geçici olarak yapılan teyeller sökülebilir (Şekil 3.3).



Şekil 3.2: Kumaş ek yerleri (makine dikişi)



Şekil 3.3: Elle dikiş yöntemi ile yapılan kumaş ek yerleri

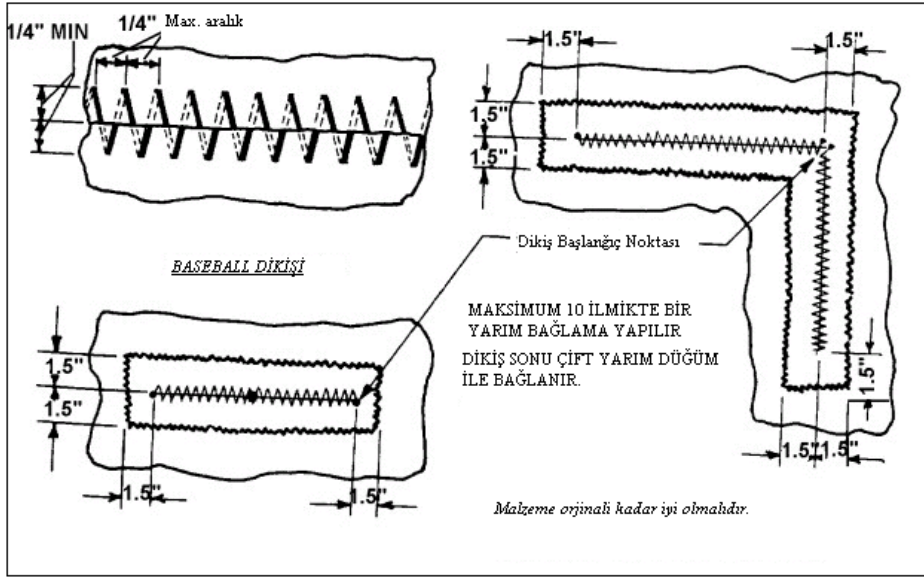
- **Macunlu ek yeri:** Macunlu ek yerlerinde; kumaş ek yerleri üst üste gelecek şekilde bindirilerek macunla eklenir ve üzerine yüzey bandı uygulanır. Tablo 3.3'te kumaşa macunlu ekleme yapıldığı yerin üst üste bindirme ölçüsü ve yüzey bandı genişlik değerleri görülmektedir.

Kumaşın Ekleme Yapıldığı Yer	Üst üste Bindirme Ölçüsü (inç)	Yüzey Bandının Genişliği (inç)
Spanwise doğrultuda hücum kenarında	4	4
Spanwise doğrultuda firar kenarında	3	4
Kanat kökü, kanat ucu, kuyruk takımı yüzeyinde, tüm gövde üzerinde	2	3
$V_{ne} \leq 150$ mph ve kanat hücum kenarında	2	3
$V_{ne} \leq 150$ mph ve diğer yüzeylerde	1	3

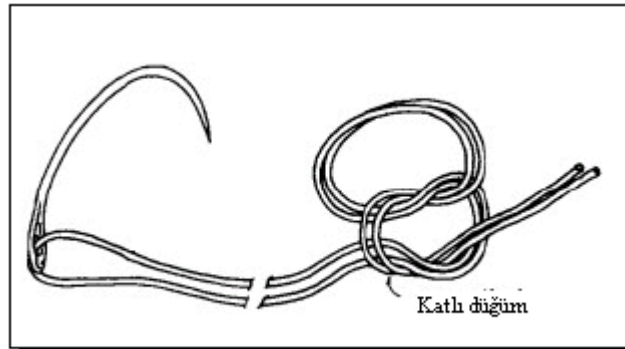
Tablo 3.3: Macunlu ek yerlerinin özellikleri

- **Kumaş örtü metotları:** Kumaş kaplama yapılırken kumaş yönünün uçağın uçuş doğrultusuna paralel olması tercih edilir. Kumaşın örtülmesinde 2 farklı yöntem vardır. Bunlar envelope (zarf, torba) metodu ve blanket (battaniye) metotlarıdır.
- **Envelope metodu:** Birden fazla kumaş parçası yan yana dikilerek birleştirilir. Daha sonra birleştirilen envelope firar kenarından başlayarak tekrar firar kenarında sonlanacak şekilde, kılıf gibi kanat etrafına sarılır ve kanat üzerine T başlı pimler ile sabitlenir. T başlı pimler kanat ucu ve firar kenarına gelecek şekilde sabitlenir. Ardından daha önce büyükçe hazırlanan kumaşın fazlalık kısımları kesilerek envelope tam ölçüye getirilir. Envelope yüzeyden alınarak kenarları makine ile dikilir ve tekrar yerine yerleştirilir. Dikişsiz kalan kenar elle dikilerek kumaş ek yerleri tamamlanmış olur.
 - **Blanket metodu:** Birleştirilen kumaş parçaları yüzey üzerine hücum kenarından yerleştirilir. Yapılan örtünün kalan üç kenarı yüzey üzerinde elle dikilir.
 - **Kumaş üzerindeki delikler:** Bunlar perçin, civata vb. bağlantı elemanlarına ait yapının üzerindeki delikler olabilir. Bu gibi deliklerin yerleri kumaş üzerine, kumaş yarı gergin durumdayken ve kumaş üzerindeki birçok macun katı stabilize olmadan asla kesilmez.
- **Tamir yöntemleri:** Tamir için kullanılan kumaş malzeme en az orijinal malzeme kadar kaliteli olmalıdır. Uygulanacak tamir yöntemi, kumaş örtünün tekrar uçuşa elverişli şartlara gelmesini sağlayacak şekilde yapılmalıdır. Herhangi bir yöntemle kumaş ek yerleri birleştirilebilir. Kumaş örtüdeki macun kaplamalar temizlenir. Bir fırça yardımıyla tiner kullanılarak eski macun kaplama yumuşatılır. Macunu yumuşatmak için kullanılan tiner veya başka bir solvent kumaşın arka yüzündeki diğer kumaş örtüye damlayarak buradaki örtüye zarar vermemelidir. Ardından keskin olmayan şekilde bilenmiş bir bıçak yardımıyla yumuşatılmış macun kaplama temizlenir. Bu işlem yapılırken kumaşın arka yüzü desteklenmelidir. Tercihen zımparalama işlemi de yapılabilir. Birbirine yakın iki kanat rib'i üzerindeki kumaş bölge tamiri bir major tamir olup sivil havacılık otoritesince onaylanmalıdır. Tamir işleminde kullanılan kumaş yamaların kenarları finish bandı ile kaplanır.
- **Yırtık tamiri:** Kumaş örtü tamamen bozulmamış ve bir bütün hâlindeyse meydana gelen küçük yırtılmalar Şekil 3.4 ve 3.5'teki gibi tamir edilebilir. Bu tamir yönteminde; bir eğri iğne kullanılarak yırtık baseball dikişi denilen yöntemle dikilerek birleştirilir. Yırtık yerin dikilmesinde kumaş uçları çekilerek gerilmeli ve kırışıklığa meydan vermemelidir. Dikişten önce yırtık bölgenin bulunduğu açıklık, her iki taraftan 2 inç mesafede temiz kaplama yüzeyi çıkana kadar, kaplama yüzeyi temizlenir. Elle yapılacak dikişte kullanılan iplik kalitesi standartlara uygun kalite ve

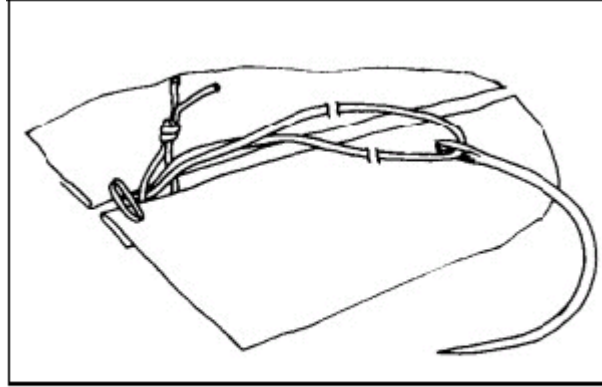
dayanımda olmalıdır. Dikiş yapılırken iplik için parafinsiz balmumu kullanılarak aşınması önlenmelidir. Dikişten sonra temiz bir kat macun yapıldıktan sonra, dikiş yeri merkezlenecek şekilde 3 inç genişlikte finish (yüzey) bandı yapılır. Yapılan finish bandına macun iyice yedirilerek (ıslandırılmış) pürüzsüz ve kırışksız olmalıdır. Bu işlemin ardından yüzeyin yaklaşık 70 °F sıcaklıkta 1 saat süreyle kuruması beklenir. Daha sonra ilave katlar ve renk katı uygulanır. Yırtık bölgenin açıklık boyu 8 ila 16 inç arasındaysa finish bandı 4 inç genişlikte olur. Eğer açıklık ölçüsü 16 inçten fazla ise finish bandı 6 inç genişlikte olmalıdır.



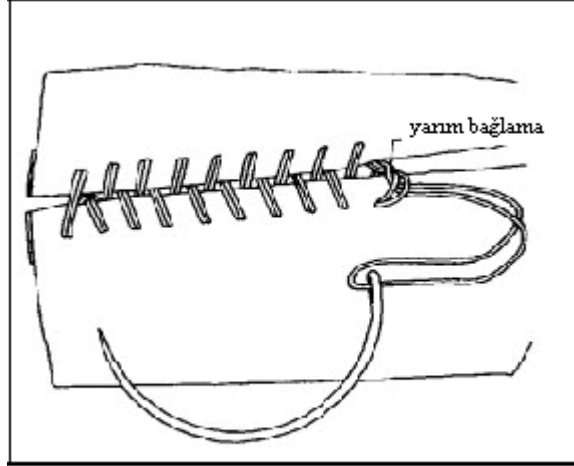
Şekil 3.4: Kumaş yırtıklarının tamiri



ADIM 1: İPLİK UCUNU KATLI DÜĞÜM İLE BAĞLAYINIZ.



ADIM 2: KATLI DÜĞÜMÜ İÇ KISIMDA KALACAK ŞEKİLDE İĞNEYİ İLMİK İÇİNDEN GEÇİREREK ŞEKİLDEKİ GİBİ BAŞLAYIYIZ.



ADIM 3: HER 10 DİKİŞTE VE DİKİŞ SONUNDA ŞEKİLDEKİ GİBİ YARIM BAĞLAMA YAPIYIZ.

Şekil 3.5: Elle yapılan dikişin detayları

- **Dikişli yama tamiri:** Dikilerek tamir edilemeyecek büyüklükteki açıklıklar bir kumaş parçası ile tamir edilebilir. Kumaş üzerindeki açıklık dört bir yandan düzgün bir şekilde kesilerek alınır. Bu şekilde kesilerek daha sonra atılacak finish bandının yüzeye düzgün bir şekilde (flush) olması sağlanır. Tamir için kullanılacak yeni kumaş parçası ½ inç daha büyük yapılarak uygulanacak dikişin tutunma dayanımı artırılır. Dikiş yapılmadan önce geçici olarak dört köşeden yama parçası teyellenir. Teyel dikişler daha sonra sökülme şartıyla yama parçasını düzgün konumlandırmak için kullanılır. Dikiş işleminden sonra yırtık tamirinde olduğu şekilde macun ve finish bantları uygulanır ve yüzeye diğer finish işlemleri yapılır.

- **Üzeri macunlanmış yama:** Genellikle macun yamalar, uçak Vne hızı (uçanın aşmaması gereken hız) 150 mph'dan az ve hasarın açıklığı da 8 inç ölçüden küçük olmak şartıyla yapılabilir. Yama yapılacak açıklık düzgünce kesilerek işlenir. Kenarlardaki düzensizlikler işlenir. Açıklık üzerine getirilecek yama parçası üst üste bindirme yapılacak şekilde açıklık ölçüsünden daha büyük kesilir. Üst üste bindirme ölçüsü en az 2 inç olmalıdır. Daha sonra yama, macunlanarak kumaş yapıya sabitlenir. Yama yapılırken konumlanmanın düzgün olabilmesi için iplikler ile açıklığın bir kenarından diğer kenarına geçici olarak sabitlenebilir. Kumaşların üst üste gelen yerlerinden fırçalayarak kumaş katları arasındaki boşluk ve kırışıklıklar yedirme yöntemiyle atılır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Bir kumaş yapı üzerinde yırtık tamiri yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
➤ Uygun araç ve malzemeyi hazırlayınız.	➤ Eğri iğne, uygun standart ve dayanımda dikiş ipliği, zımpara, balmumu, finish (yüzey) bandı ve finish malzemeleri
➤ Dikiş yapılacak yeri temizleyiniz.	➤ Her iki taraftan 2 inç mesafede kaplamayı temizleyiniz.
➤ Kumaş dikiş yerinde gerginliği ayarlayınız.	➤ Dikilecek kumaşın iki ucunu gererek birleştiriniz.
➤ İplik ve iğneyi hazırlayınız.	➤ Eğri iğneye takılacak ipliği balmumu ile siliniz. İplik iğneye takılınca ucuna katlı düğüm atınız (Şekil 3.5).
➤ Baseball dikişini Şekil 3.5'teki gibi uygulayınız.	➤ Her 10 dikişte bir bağlama yapınız.
➤ Finish bandını dikiş yeri merkezlenecek şekilde yerleştiriniz.	➤ Finish bandı en az 3 inç genişlikte olmalıdır. Bant yerleştirilmeden dikiş üstüne temiz bir kat macun atınız.
➤ Finish bandının pürüzlerini ve kırışıklarını atınız.	➤ Islandırılmış bir macun katını yedirerek uygulayınız ve uygun koşullarda kurummasını bekleyiniz.
➤ İlave kat macun ve boya katlarını atınız.	➤ Boya katını uygularken açık renkler tercih edilir.

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
Uygun araç ve malzemeyi hazırladınız mı?		
Dikiş yapılacak yeri temizlediniz mi?		
Kumaş dikiş yerinde gerginliği ayarladınız mı?		
İplik ve iğneyi hazırladınız mı?		
Baseball dikişini Şekil 3.5'teki gibi uyguladınız mı?		
Finish bandını dikiş yeri merkezlenecek şekilde yerleştirdiniz mi?		
Finish bandının pürüzlerini ve kırışıklarını attınız mı?		
İlave kat macun ve boya katlarını attınız 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. Aşağıdakilerden hangisi tahta malzemelerde ve yapılarda meydana gelebilecek hata türlerinden biri değildir?
A) Çürüm B)Hasar C)Yapıştırma hatası D) Korozyon
2. Uçak tahta yapılarındaki hataların tespitinde aşağıdaki kontrollerden hangisi yapılmaz?
A) Tıklama B)Tahribatsız muayene C) Esnetme D)Koku
3. Kontrplaklara çok fazla sayıda küçük yarıçaplı bükme işlemi seri olarak yapılacaksa ısıtılmış bükme kalıpları yüzey sıcaklığı kaç °C'ye kadar yükseltilir?
A) 79 °C B)129 C)149°C D) 179 °C
4. Uçak tahta yapılarında yüzey yamalarının çevre uzunluğu ne kadar olmalıdır?
A) 20" B)30" C)40" D)50"
5. Uçak tahta yapılarında "finish" işlemi için genellikle aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Ağaç tutkal B) Reçine C)Cila D)Boya
6. Uçak tahta yapılarında nem oranı hangi oranlarda olmalıdır?
A)%6-8 B)%12-18 C)%18-22 D)%22-25

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru "Modül Değerlendirme"ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki soruları dikkatlice okuyunuz ve doğru seçeneği işaretleyiniz.

1. Aşağıdakilerden hangisi bağlayıcı değildir?
A) Polimer B) Seramik C) Fiber D) Metal
2. Aşağıdakilerden hangisi katı hâle geldikten sonra ısı ile yumuşamaz?
A) Termoset B) Termoplastik C) Seramik D) Metal
3. Aşağıdaki cam elyaflardan hangisi uçakçılıkta kullanılmaz?
A) E-glass B) S-glass C) C-glass D) Hiçbiri
4. Uçakların kanat ve kontrol yüzeylerinde hangi tip fiber kullanılır?
A) Aramid fiber B) Cam fiber C) Karbon fiber D) Hiçbiri
5. Aşağıdakilerden hangisi sürtünme ve aşınma nedeniyle oluşan hasar tipidir?
A) Crack B) Allowable C) Corrosion D) Abrasion
6. Aşağıdakilerden hangisi karmaşık bir elektrokimyasal olay sonucu oluşan hasardır?
A) Corrosion B) Deleminasyon C) Nick D) Puncture
7. Aşağıdaki hasar tiplerinin hangisinde genellikle malzeme yorulması ile çatlak oluşur?
A) Crack B) Allowable C) Corrosion D) Abrasion
8. Dent uzunluğu nedir?
A) Bir kenardan diğer kenara olan en kısa mesafedir.
B) Bir kenardan diğer kenara olan en uzun mesafedir.
C) Kısa kenardan uzun kenarın çıkarılması ile elde edilen mesafedir.
D) Uzun kenardan kısa kenarın çıkarılması ile elde edilen mesafedir.
9. Kompozit malzemelerde hasarlı bölge alınırken aşağıdakilerden hangisi kullanılır?
A) Korozyon keski
B) Havalı matkap
C) Korozyon sinyali
D) Boroskop
10. Temizlenmiş kompozit malzemelere yama katları konulmasından sonra hangi işlem yapılır?
A) Basınç altında sıkıştırılır.
B) Soğumaya bırakılır.
C) Vakumlama yapılır.
D) Parçaların yerine oturması için çekiçlenir.

11. Uçak gövdelerinde, kumaş kaplama uygulamaları aşağıdaki hangi malzeme ile başlamıştır?
A) Cam fiber kumaş B) Polyester C) İpek D) Keten
12. Aşağıdakilerden hangisi kumaş kaplamalarda macun filmin zamanla plastikleştirici yapısını kaybetmesine sebep olur?
A) Havadaki nem miktarının fazla olması
B) UV güneş ışığına maruz kalması
C) Kapalı ortamda bulunulması
D) Sıcaklığın yüksek olması
13. Uçaklarda kullanılan kumaş malzemenin dayanım durumu kaç uçuş saati aralıkla kontrol edilmelidir?
A) 50 saat B) 100 saat C) 250 saat D) 500 saat
14. Aşağıdakilerden hangisi kumaş yapılara uygulanan tamir uygulamalarından biri değildir?
A) Yırtık tamiri
B) Macunlu kumaş tamiri
C) Tahta yapıların tamiri
D) Dikişli yama tamiri
15. Rib bağlantısında kullanılan güçlendirme bandının kesilme dayanımı en az kaç lb olmalıdır?
A) 20 lb B) 40 lb C) 60 lb D) 80 lb
16. Kumaş kaplamadan önce yapının hazırlanmasında batarya kutularının bulunduğu yerler hangi maddeye karşı kauçuk esaslı asfalt ile kaplanır?
A) Yağ B) Yakıt C) Baz D) Asit
17. Yırtık tamirinde aşağıdaki yöntemlerden hangisi kullanılır?
A) Düz dikiş
B) Baseball dikişi
C) Overlock dikişi
D) Gerdirmeli düz dikiş
18. Aşağıdakilerden hangisi “rib bağcıkları”nın görevidir?
A) Kanat üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini engelleyen bir elemandır.
B) Kanat üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini sağlayan bir elemandır.
C) Gövde üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini engelleyen bir elemandır.
D) Gövde üzerinde aerodinamik kuvvetler etkisi ile kumaş dokuda balon tesiri meydana gelmesini sağlayan bir elemandır.

19. Aşağıdakilerden hangisi tahta malzemelerde ve yapılarda meydana gelebilecek hata türlerinden biri değildir?

- A) Çürüme B) Hasar C) Yapıştırma hatası D) Korozyon

20. Uçak tahta yapılarındaki hataların tespitinde aşağıdaki kontrollerden hangisi yapılmaz?

- A) Tıklama B) Tahribatsız muayene C) Esnetme D) Koku

21. Kontrplaklara çok fazla sayıda küçük yarıçaplı bükme işlemi seri olarak yapılacaksa ısıtılmış bükme kalıpları yüzey sıcaklığı kaç °C'ye kadar yükseltilir?

- A) 79 °C B) 129 °C C) 149 °C D) 179 °C

22. Uçak tahta yapılarında yüzey yamalarının çevre uzunluğu ne kadar olmalıdır?

- A) 20" B) 30" C) 40" D) 50"

23. Uçak tahta yapılarında "finish" işlemi için genellikle aşağıdakilerden hangisi kullanılır?

- A) Ağaç tutkal B) Reçine C) Cila D) Boya

24. Uçak tahta yapılarında nem oranı hangi oranlarda olmalıdır?

- A) % 6-8 B) % 12-18 C) % 18-22 D) % 22-25

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 ANAHTARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

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

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	D
2	B
3	C
4	D
5	C
6	B

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

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

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	C
2	A
3	C
4	C
5	D
6	A
7	A
8	B
9	B
10	C
11	D
12	B
13	C
14	D
15	C
16	B
17	D
18	B
19	B
20	C
21	B
22	D
23	B
24	A

KAYNAKÇA

- AIRBUS, A310 Structural Repair Manuel (SRM), Germany, 2002.
- ATEŞ Osman, Teknik Temel Genel Uçak Bilgisi, THY Yayınları, İstanbul, 2002.
- BOEING, Boeing 737 Maintenance Manuel Chapter 56, USA, 2000.
- BOEING, Boeing 737 Structural Repair Manuel Chapter 51-60, USA, 1971.
- GÜNGÖR Yasin, Malzeme Bilgisi, Nesil Matbaacılık, İstanbul, 2003.
- SERFİÇELİ Y. Saip, Malzeme Bilgisi, Millî Eğitim Yayınevi, İstanbul, 2000.
- ŞAHİN Kaya, Uçaklar ve Helikopterler, İnkılap Kitabevi, İstanbul, 1999.
- THY, Sealant Uygulamalı Eğitimi, THY Uygulamalı Eğitim Müdürlüğü, İstanbul, 2004.