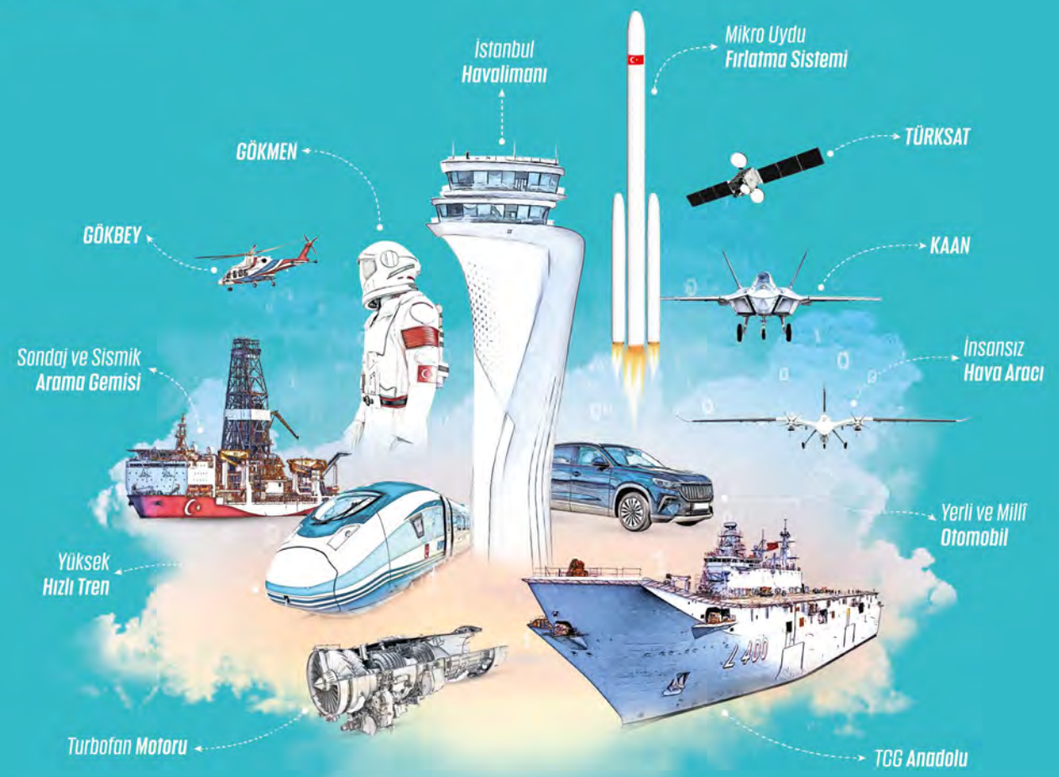
Bu kitaba sığmayan daha neler var!

eba
www.eba.gov.tr

Karekodu okut, bu kitapla ilgili EBA içeriklerine ulaş!

Teknoloji Yolculuğumuz



BU DERS KİTABI MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞINCA
ÜCRETSİZ OLARAK VERİLMİŞTİR.
PARA İLE SATILAMAZ.

ISBN: 978-975-11-6465-0

Bandrol Uygulamasına İlişkin Usul ve Esaslar Hakkında Yönetmeliğin Beşinci Maddesinin İkinci Fıkrası Çerçevesinde Bandrol Taşıması Zorunlu Değildir.

GEMİ YAPIMI ALANI
KOMPOZİT YAT İMALATI 11
DERS MATERYALİ

MESLEKİ VE TEKNİK ANADOLU LİSESİ
GEMİ YAPIMI ALANI



11

DERS MATERYALİ

KOMPOZİT YAT İMALATI

Mesleki ve Teknik Anadolu Lisesi

Gemi Yapımı Alanı

KOMPOZİT YAT İMALATI

11
DERS MATERYALİ

YAZARLAR

GÖKHAN AKYER
ÖZNUR KARSLI
VELİTTİN AKIŞ

MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI YAYINLARI 8643
YARDIMCI VE KAYNAK KİTAPLAR DİZİSİ 2535

Her hakkı saklıdır ve Millî Eğitim Bakanlığına aittir. Ders materyalinin metin, soru ve şekilleri kısmen de olsa hiçbir surette alınıp yayımlanamaz.

HAZIRLAYANLAR

DİL UZMANI
EMEL BARAK

PROGRAM GELİŞTİRME UZMANI
MİNE ERÇİN

ÖLÇME DEĞERLENDİRME UZMANI
DR. ESRA EMİNOĞLU ÖZMERCAN

GÖRSEL TASARIM UZMANI
MUSTAFA GERBİŞ

ISBN: 978-975-11-6465-0

Millî Eğitim Bakanlığının 24.12.2020 gün ve 18433886 sayılı oluru ile Meslekî ve Teknik Eğitim Genel Müdürlüğünce ders materyali olarak hazırlanmıştır.



İSTİKLÂL MARŞI

Korkma, sönmez bu şafaklarda yüzen al sancak;
Sönmeden yurdumun üstünde tüten en son ocak.
O benim milletimin yıldızıdır, parlayacak;
O benimdir, o benim milletimindir ancak.

Çatma, kurban olayım, çehreni ey nazlı hilâl!
Kahraman ırkıma bir gül! Ne bu şiddet, bu celâl?
Sana olmaz dökülen kanlarımız sonra helâl.
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl.

Ben ezelden beridir hür yaşadım, hür yaşarım.
Hangi çılgın bana zincir vuracakmış? Şaşarım!
Kükremiş sel gibiyim, bendimi çiğner, aşarım.
Yırtarım dağları, enginlere sığmam, taşarım.

Garbın âfâkını sarmışsa çelik zırhlı duvar,
Benim iman dolu göğsüm gibi serhaddim var.
Ulusun, korkma! Nasıl böyle bir imanı boğar,
Medeniyyet dediğin tek dişi kalmış canavar?

Arkadaş, yurduma alçakları uğratma sakın;
Siper et gövdeni, dursun bu hayâsızca akın.
Doğacaktır sana va'dettiği günler Hakk'ın;
Kim bilir, belki yarın, belki yarından da yakın.

Bastığın yerleri toprak diyerek geçme, tanı:
Düşün altındaki binlerce kefensiz yatanı.
Sen şehit oğlusun, incitme, yazıktır, atanı:
Verme, dünyaları alsan da bu cennet vatanı.

Kim bu cennet vatanın uğruna olmaz ki feda?
Şüheda fışkıracak toprağı sıksan, şüheda!
Cânı, cânânı, bütün varımı alsın da Huda,
Etmesin tek vatanımdan beni dünyada cüda.

Ruhumun senden İlâhî, şudur ancak emeli:
Değmesin mabedimin göğsüne nâmahrem eli.
Bu ezanlar -ki şehadetleri dinin temeli-
Ebedî yurdumun üstünde benim inlemeli.

O zaman vecd ile bin secde eder -varsa- taşım,
Her cerîhamdan İlâhî, boşanıp kanlı yaşım,
Fışkırır ruh-ı mücerret gibi yerden na'şım;
O zaman yükselerek arşa değer belki başım.

Dalgalan sen de şafaklar gibi ey şanlı hilâl!
Olsun artık dökülen kanlarımın hepsi helâl.
Ebediyyen sana yok, ırkıma yok izmihlâl;
Hakkıdır hür yaşamış bayrağımın hürriyyet;
Hakkıdır Hakk'a tapan milletimin istiklâl!

Mehmet Âkif Ersoy

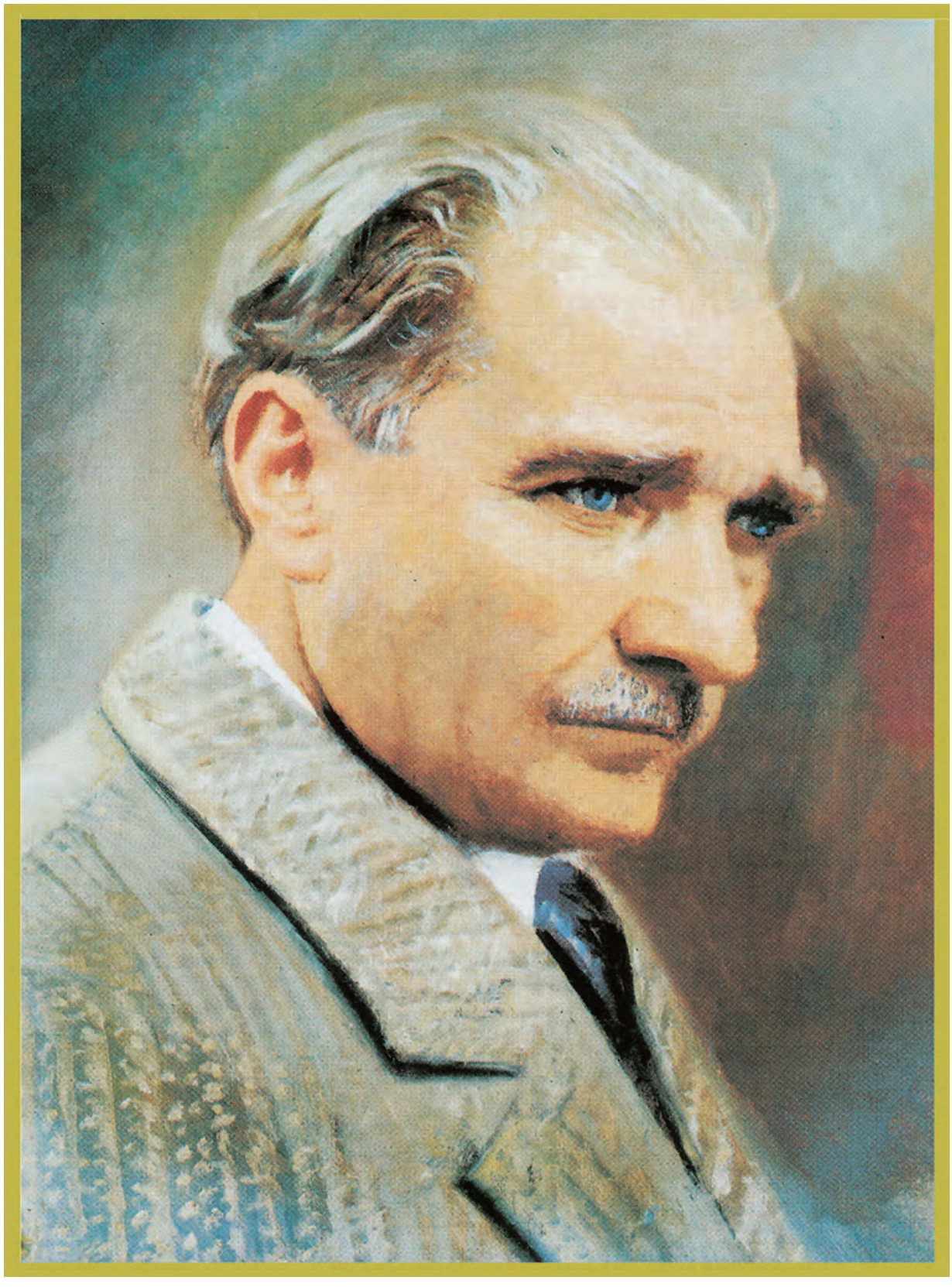
GENÇLİĞE HİTABE

Ey Türk gençliği! Birinci vazifen, Türk istiklâlini, Türk Cumhuriyetini, ilelebet muhafaza ve müdafaa etmektir.

Mevcudiyetinin ve istikbalinin yegâne temeli budur. Bu temel, senin en kıymetli hazinendir. İstikbalde dahi, seni bu hazineden mahrum etmek isteyecek dâhilî ve hâricî bedhahların olacaktır. Bir gün, istiklâl ve cumhuriyeti müdafaa mecburiyetine düşersen, vazifeye atılmak için, içinde bulunacağın vaziyetin imkân ve şeraitini düşünmeyeceksin! Bu imkân ve şerait, çok namüsait bir mahiyette tezahür edebilir. İstiklâl ve cumhuriyetine kastedecek düşmanlar, bütün dünyada emsali görülmemiş bir galibiyetin mümessili olabilirler. Cebren ve hile ile aziz vatanın bütün kaleleri zapt edilmiş, bütün tersanelerine girilmiş, bütün orduları dağıtılmış ve memleketin her köşesi bilfiil işgal edilmiş olabilir. Bütün bu şeraitten daha elîm ve daha vahim olmak üzere, memleketin dâhilinde iktidara sahip olanlar gaflet ve dalâlet ve hattâ hıyanet içinde bulunabilirler. Hattâ bu iktidar sahipleri şahsî menfaatlerini, müstevlîlerin siyasî emelleriyle tevhit edebilirler. Millet, fakr u zaruret içinde harap ve bîtap düşmüş olabilir.

Ey Türk istikbalinin evlâdı! İşte, bu ahval ve şerait içinde dahi vazifen, Türk istiklâl ve cumhuriyetini kurtarmaktır. Muhtaç olduğun kudret, damarlarındaki asil kanda mevcuttur.

Mustafa Kemal Atatürk



MUSTAFA KEMAL ATATÜRK

İÇİNDEKİLER

DERS MATERYALİMİZİ TANIYALIM 12

1. ÜRETİM ÖNCESİ KALİTE KONTROL 14
1.1. KOMPOZİT MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ 14
1.1.1. Kompozit Malzemelerin Uygulama Alanları 15
1.1.2. Kompozit Yapımında Kullanılan Malzemeler 16
1.1.2.1. Reçineler (Matrisler) 16
1.1.2.2. Elyaflar (Takviye Malzemeleri) 18
1.1.2.3. Dolgu ve Yalıtım Malzemeleri 21
1.1.2.4. Kalıp Ayırıcılar 22
1.1.2.5. Jelkot 23
1.2. DEPOLAMA VE İSTİFLEME 23
1.2.1. Depolama Alanının Tasarımı ve Düzeni 24
1.2.2. Kompozit Tekne ve Yat İmalatında Kullanılan Malzemelerin İstiflenmesi 25
1.2.2.1. Elyafların İstiflenmesi 25
1.2.2.2. Reçinelerin istiflenmesi 26
1.2.2.3. Yalıtım Malzemelerinin İstiflenmesi 26
1.3. DEPOLANAN ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ 27
1.3.1. Elyafların Etiketlenmesi 28
1.3.2. Reçinelerin Etiketlenmesi 29
1.3.3. Yalıtım Malzemelerinin Etiketlenmesi 29
UYGULAMA 1: ÜRÜNLERİN DEPODA İSTİFLENMESİ 30
UYGULAMA 2: ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ 31
UYGULAMA 3: ÜRÜNLERİN DEPODA İSTİFLENMESİ VE ETİKETLENMESİ 33

2. JİG İMALATI 36
2.1. JİG ELEMANLARI İMALATI 36
2.1.1. Kompozit Tekne veya Yat İmalatında Taşıyıcılar 37
2.1.2. Kompozit Tekne veya Yat İmalatında Kullanılan Montaj Aparatları (Jig) 38
2.1.3. Jig İmalatı 38
UYGULAMA 4: PORTATİF KARİNA TAŞIYICI PARÇALARININ HAZIRLANMASI 39
UYGULAMA 5: PORTATİF KARİNA TAŞIYICI PARÇALARININ MONTAJLANMASI 41

3. ÜRÜN ALINABİLECEK KALIBI ÜRETİME HAZIRLAMA 44
3.1. KALIP ÖN HAZIRLIĞI VE VAKS UYGULAMASI 44
3.1.1. Kalıp Bakımı 45
3.1.2. Kalıp Çeşitleri 45
3.1.2.1. Ahşap Kalıp 45
3.1.2.2. Kompozit Kalıp 45
3.1.2.3. Tek Parça Kalıp 46
3.1.2.4. Parçalı Kalıplar 47
3.1.2.5. Çift Kalıp 48
3.1.3. Kalıp Ayırıcı Vaks Uygulaması 48
UYGULAMA 6: VAKS UYGULAMASI 49
3.2. JELKOT UYGULAMASI 50
3.2.1. Jelkot Uygulama Araçları 50
3.2.1.1. Jelkot Uygulamadan Önce Yapılması Gerekenler 52
3.2.1.2. Uygulama Sırasında Jelkot Kalite Kontrolü 53
3.2.2. Vakslanmış Yüzeye Jelkot Uygulama 53
3.2.2.1. Püskürtme Teknikleri 55
UYGULAMA 7: JELKOT UYGULAMA 56

4. ELYAF HAZIRLAMA 58
4.1. ELYAF SEÇİMİ 58
4.1.1. Tekne veya Yatın Bölümlerine Göre Elyaf Seçimi 58
4.1.1.1. Cam Elyaf Keçe (Mat Elyaf) 59
4.1.1.2. Multiaksiyel (Çok Yönlü) Örgü Cam Elyaf 60
4.1.1.3. Dokuma Kumaş Elyaflar 60
UYGULAMA 8: ELYAF SEÇİMİ 63
4.1.2. Elyaf Kesimi 64
4.2.1. El Yatırması Yöntemi 65
UYGULAMA 9: ELYAF KESİMİ 66
4.2.1.1 El Yatırması Yöntemi ile Elyaf Serme 67
4.2.1.2. El Yatırması Yönteminde Kullanılan Araç Gereçler 69
UYGULAMA 10: ELYAF SERME 72

5. KÖPÜK HAZIRLAMA 74
5.1. KÖPÜK MALZEMESİNİ SEÇME VE UYGUN ÖLÇÜDE KESME 74
5.1.1. Köpük Malzemesini Seçme ve Uygun Ölçüde Kesme 75
UYGULAMA 11: KÖPÜK SEÇİMİ VE UYGUN ÖLÇÜDE KESME 77
5.2. DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 79
5.2.1. Bordaya Düz Panel Köpük Uygulaması 79
UYGULAMA 12: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 1 80
UYGULAMA 13: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 2 83
UYGULAMA 14: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 3 85
5.3. SANDVİÇ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 88
5.3.1. Kompozit Yat İmalatında Kullanılan Sandviç Paneller 88
5.3.1.1. Cam Elyaf Takviyeli Sandviç Paneller 89
UYGULAMA 15: SANDVİÇ PANEL İMALATI 1 90
UYGULAMA 16: SANDVİÇ PANEL İMALATI 2 92
5.3.2.1 Marin Kontrplak ile Sandviç Panel İmalatı 94
UYGULAMA 17: SANDVİÇ PANEL İMALATI 3 95

6. REÇİNE HAZIRLAMA 98
6.1. Reçine Malzemesini Seçme 98
6.1.1. Termoset Reçineler 99
6.1.2. Reçine Malzemesini Hazırlama 101
UYGULAMA 18: REÇİNE SEÇME VE REÇİNE HAZIRLAMA 102
6.2. MEK-P VE KOBALT MALZEMELERİNİ HAZIRLAMA 104
6.2.1. MEK-P Hazırlama 104
6.2.2. Kobalt Hazırlama 105
UYGULAMA 19: MEK-PEROKSİT HAZIRLAMA 106
6.3. VAKUM (BAG) TORBALAMA VE İNFÜZYON UYGULAMASI 107
6.3.1. Vakum Torbalama ve İnfüzyon Uygulamalarında Kullanılan Sarf Malzemeleri 107
6.3.2. Vakum Torbalama Yöntemi 111
6.3.2.1. Vakum Torbalama Yöntemi İşlem Basamakları 111
6.3.2.2. Vakum Torbalama Yönteminin Avantajları 113
6.3.2.3. Vakum Torbalama Yönteminin Dezavantajları 113
UYGULAMA 20: VAKUM TORBALAMA YÖNTEMİ 114
6.3.3. İNFÜZYON YÖNTEMİ 116
6.3.3.1. İnfüzyon Yönteminin İşlem Basamakları 116
6.3.3.2. İnfüzyon Yönteminin Avantajları 118
6.3.3.3. İnfüzyon Yönteminin Dezavantajları 118
UYGULAMA 21: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE KOMPOZİT İMALATI 119

7. ÜRETİM ESNASINDA KALİTE KONTROL 122
7.1. YAT KALIBININ UYGUNLUK ÖLÇÜMLERİ 122
7.2. ÇALIŞMA ORTAMININ SICAKLIK VE NEM ÖLÇÜMLERİ 124
UYGULAMA 22: KALIBIN VE ÇALIŞMA ORTAMININ UYGUNLUĞU 126

8. YAPI ELEMANLARI İMALATI 128
8.1. GÖVDE KISMI İMALATI 128
8.1.2. Kompozit Tekne veya Yatlarda Karina (Gövde) Yapı Elemanları 129
UYGULAMA 23: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE SPİDER İMALATI 131
8.2. KOMPOZİT YATLARDA GÜVERTE, HAVUZLUK VE ÜST BİNA İMALATI 134
UYGULAMA 24: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE GÜVERTE, HAVUZLUK VE ÜST BİNA İMALATI 137

9. YAPI ELEMANLARINI BİRLEŞTİRME 140
9.1. YAT GÖVDESİ YAPI ELEMANLARI VE GÜVERTE MONTAJI 140
9.1.1. Perde ve Stringer Montajı 141
9.1.2. Güverte Üzerine Kemere İmalatı ve Montajı 142
9.1.3. Güverte ve Havuzluk Montajı 143
UYGULAMA 25: YAT GÖVDESINI GÜVERTE İLE BİRLEŞTİRME 144
9.2. ÜST BİNAYI BİRLEŞTİRME 148
UYGULAMA 26: YAT ÜST BİNASINI GÜVERTE İLE BİRLEŞTİRME 149

10. ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ 152
10.1. YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI 152
10.1.1. Kompozit Malzemede Yüzey Kusurları 152
10.1.2. Macunlar ve Macun Uygulamaları 155
10.1.3. Zımparalama Uygulamaları 157
UYGULAMA 27: YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI 1 159
UYGULAMA 28: YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI 2 161
10.2. Boya Atma Uygulamaları 163
10.2.1. Astar Boyalar 164
10.2.1.2. Son Kat Boyalar 164
10.2.1.3. Zehirli Boyalar 164
UYGULAMA 29: BOYA ATMA UYGULAMALARI 1 166
UYGULAMA 30: BOYA ATMA UYGULAMALARI 2 168

11.ÜRETİM SONRASI KALİTE KONTROL 172
11.1.YAT YÜZEYİ KONTROL VE ÖLÇÜMLERİ 172
11.1.1. Gövde ve Diğer Yat Elemanlarının Kalınlık Ölçümleri 173
11.1.1.1. Borda ve Karina Kalınlığı Kontrolü 174
11.1.1.2. Güverte Kalınlığı Kontrolü 174
11.2. BOYA UYGULAMALARININ KALINLIK VE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ 175
UYGULAMA 31: YAT YÜZEYİ KONTROL VE ÖLÇÜMLERİ 177
UYGULAMA 32: BOYA UYGULAMALARININ KALINLIK VE YOĞUNLUKLARININ ÖLÇÜMÜ 179

KAYNAKÇA 181

DERS MATERYALİMİZİ TANIYALIM



ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRETİM ÖNCESİ KALİTE KONTROL

KONULAR

1. KOMPOZİT MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ
2. DEPOLAMA VE İSTİFLEME
3. DEPOLANAN ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Kompozit malzemelerin özelliklerini ve uygulama alanlarını
b) Ürünlerin depoda istiflenmesini
c) Ürünlerin etiketlenmesini

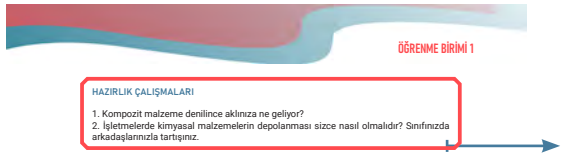
TEMEL KAVRAMLAR

KOMPOZİT	İSTİFLEME
REÇİNE	TASARIM
ELYAF	ETİKETLEME
KALIP AYIRICI	JELKOT

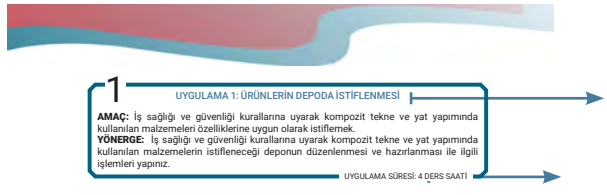
Öğrenme biriminin numarası bu alanda yer almaktadır.

Öğrenme biriminin adı bu alanda yer almaktadır.

Öğrenme birimindeki konular ve temel kavramlar bu alanda yer almaktadır.



Öğrenme biriminin hazırlık çalışmaları bu alanda yer almaktadır.



Uygulama numarası ve adı bu alanda yer almaktadır.

Uygulama süresi bu alanda yer almaktadır.



DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

Uygulamaya ilişkin değerlendirme tablosu bu alanda yer almaktadır.

1 ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRETİM ÖNCESİ KALİTE KONTROL

KONULAR

1. KOMPOZİT MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ
2. DEPOLAMA VE İSTİFLEME
3. DEPOLANAN ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Kompozit malzemelerin özelliklerini ve uygulama alanlarını

b) Ürünlerin depoda istiflenmesini

c) Ürünlerin etiketlenmesini

TEMEL KAVRAMLAR

KOMPOZİT	İSTİFLEME
REÇİNE	TASARIM
ELYAF	ETİKETLEME
KALIP AYIRICI	JELKOT

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

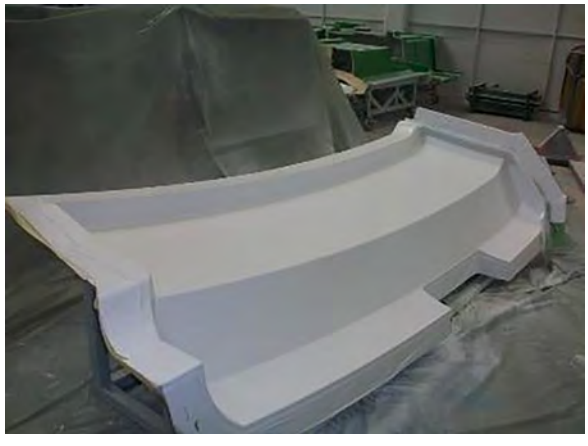
1. Kompozit malzeme denilince aklınıza ne geliyor?
2. İşletmelerde kimyasal malzemelerin depolanması sizce nasıl olmalıdır? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.

1. ÜRETİM ÖNCESİ KALİTE KONTROL

İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemelerin kimyasal ve fiziksel özelliklerine ve kullanım alanlarına göre ayrılarak depolama alanlarında uygun şekilde istiflenmesi ve etiketlenmesi gerekir.

1.1. KOMPOZİT MALZEMELER VE ÖZELLİKLERİ

Uygun yöntemlerle bir araya getirilen en az iki farklı malzemenin kimyasal ve fiziksel birleşimleri sonucu oluşan yeni malzemeye **kompozit malzeme** denir (Görsel 1.1).



Görsel 1.1: Kompozit malzeme

İnsanoğlu, ilk çağlardan beri kırılgan malzemelerin içine bitkisel veya hayvansal lifler koyarak kırılganlık özelliğini gidermeye çalışmıştır. Bu konuda en iyi örnek kerpiçtir. Kerpiç üretiminde killi çamurun içine katılan saman, sarmaşık gibi sap ve lifler kerpicin mukavemetini artırmaktadır.

Kompozit yapımının temel amacı birbirinden farklı iki malzemenin kimyasal veya fiziksel tepkimesinden faydalanarak daha hafif, dayanıklı ve esnek bir ürün meydana getirmektir (Görsel 1.2).

Teknolojik gelişmelere paralel olarak liflerle takviye edilmiş sentetik reçineler, 1950'li yıllardan itibaren endüstride kullanılmaya başlanmıştır. Bu malzemenin en tanınmış grubunu cam elyaf takviyeli polyester (CTP) oluşturmaktadır. Fiberglas olarak adlandırılan bu malzeme, 1960'lı yıllardan itibaren sıvı tankları, çatı levhaları, küçük boy deniz tekneleri gibi yapıların imalatında kullanılmaktadır.

Kompozitler genel olarak reçine (matris) ismi verilen bir ana malzeme ile takviye elemanı (elyaf) ismi verilen daha dayanıklı bir malzemenin birleştirilmesinden oluşur. Takviye malzemesi (elyaf) kompozit malzemenin mekanik etkilere karşı mukavemetini artırarak parçanın üzerine binen yükü taşır. Matris malzeme (reçine) ise plastik deformasyona geçişte oluşabilecek çatlak ilerlemelerini önleyici rol oynayarak kompozit malzemenin kopmasını geciktirir.



Görsel 1.2: Kompozitten yapılmış yat kalıbı

Kompozit malzemeler kullanıcılara çeşitli kolaylıklar sağlamaktadır. Kompozitlerin sağladığı faydaların daha iyi anlaşılması sonucunda tasarımcılar, mühendisler ve tasarımlarını son ürüne dönüştüren ilgili diğer meslek grupları kompozit parça imalatına yönelmişlerdir. Bu durum, işlerini kolaylaştırırken başarıyı da artırmıştır.
Kompozit uygulamalarının üstün yanları şunlardır:

- ***Yüksek Mukavemet:*** Kompozitler yüksek mukavemet değerleri sağlayan malzemeler arasında en etkin olanlardan birisidir. Kompozit parçalar; çekme, eğilme, darbe ve basınç dayanım gibi mekanik değerlerin sağlanmasına yönelik tasarlanır.
- ***Hafiflik:*** Kompozitler hem takviyesiz plastiklere, hem de metallere göre daha dayanıklı ve hafiftir.
- ***Tasarım Esnekliği:*** Kompozitlere bir tasarımcının aklına gelebilecek her türlü karmaşık, basit, geniş, küçük, yapısal, estetik, dekoratif ya da fonksiyonel şekil verilebilir.
- ***Boyutsal Stabilite:*** Baskı ve darbe gibi çeşitli mekanik etkilere karşı şekil değiştirmezler ve ısı dayanımları oldukça güçlüdür.
- ***Korozyon Dayanımı:*** Kompozitler paslanmaz ve aşınmaz. Çeşitli kimyasallara karşı dayanıklı olduklarından uzun ömürlüdür.
- ***Kompozit Parçaların İmalatı:*** Kompozit ürünler, çelik türündeki geleneksel malzemelerde karşılaşılan birçok parçanın birleştirilmesi ve sonradan monte edilmesi işlemini tek parçada kalıplama imkânı ile ortadan kaldırır.
- ***Yüzey Uygulamaları:*** Kompozit uygulamalarının çoğunda renk, kalıplama sırasında ürüne kazandırılabilir ve ürün uzun süre bakım gerektirmeden kullanılabilir.
- ***Düşük Araç Gereç Maliyeti:*** Seçilen kalıplama yöntemi ne olursa olsun kompozit üretimi için seçilen araç gereçlerin maliyeti çelik, alüminyum ve metal alaşımlı geleneksel malzemelere göre daha ucuzdur.

1.1.1. Kompozit Malzemelerin Uygulama Alanları

Kompozit malzeme teknolojisindeki gelişmelerle birlikte, sanayi ve teknoloji uygulamalarında kompozitin kullanımı artmıştır. Özellikle uçak, inşaat, gemi, otomobil sanayisinde ve daha pek çok sektörde önemli ölçüde kullanılan kompozitler üzerindeki bilimsel çalışmalar günümüzde yoğun bir şekilde devam etmektedir (Görsel 1.3).

Denizcilik sektöründe kompozit malzemelerin uygulama alanları şunlardır:

- ⚓ Yelkenli ve motorlu tekneler
- ⚓ Can kurtarma filikaları
- ⚓ Şamandıralar
- ⚓ Kanolar
- ⚓ Dubalar ve iskeleler
- ⚓ Deniz motosikletleri
- ⚓ Sörf tahtaları
- ⚓ Marina donanımları



Görsel 1.3: Kompozit yat

1.1.2. Kompozit Yapımında Kullanılan Malzemeler

Kompozit yapımında reçineler, termoplastikler, polyester reçineler, epoksi reçineler, vinilester reçineler, farklı türlerde elyaflar, dolgu malzemeleri, yalıtım malzemeleri ve kalıp ayırıcı kimyasallar kullanılır.

1.1.2.1. Reçineler (Matrisler)

Kompozit malzeme yapımında elyaf katmanlar arasında bağlayıcı görevini üstlenen maddeye **reçine (matris)** denir. Elyaf katmanlar arasında bağlayıcı madde görevini üstlenir. Kompozitlerde kullanılan reçineler, CTP (cam elyaf takviyeli plastik) uygulamasının başarılı olması için gerekli olan önemli bir malzemedir (Görsel 1.4).

Her bir reçine; performans özellikleri, işlenebilirliği ve maliyeti dikkate alınarak üretilmekte ve satışa sunulmaktadır. Reçineler, termoplastikler ve termosetler olarak iki gruba ayrılır.

Termoplastikler, yeterli ısı ile eriyen ve soğutulduğunda katılaşabilen yapılardır. Termoset reçinelerde, kimyasal etkiler altında ve olağan dışı hava şartlarında dahi yumuşama ya da herhangi bir bozulma meydana gelmez. Bu özelliklerinden dolayı imalatı yapılan tekne veya yatı, denizin ve dış ortamın olumsuz etkilerinden koruyarak tekne veya yatın uzun ömürlü olmasını sağlar. Termoset reçineler sertleştikten sonra tekrar sıvı hallerine dönüştürülemez yani geri dönüşüm imkânsızdır. Kompozit tekne veya yat imalatında termoset reçineler kullanılır. Kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan başlıca termoset reçine türleri şunlardır:

Polyester Reçineler: Doymamış polyester reçineler kompozit endüstrisinin lokomotifi konumunda olup kullanılan reçinelerin yaklaşık %75'ini oluştururlar. Polyester reçinelerin 100 °C'nin altında mekanik ve kimyasal dayanımları iyidir. Düşük viskoziteli polyester reçine sertleşme öncesi cam elyafını iyi ıslattığı için özellikle cam elyaf ile iyi bir kompozit oluşturur. Kullanımı kolay ve maliyeti düşüktür. Polyester reçinelerin çoğu soluk renklidir. Renklendirmek için içerisine istenilen renk pigmenti katılabilir. Polyester reçine, hava ile kimyasal tepkimeye girerek zaman içerisinde kürleştiği için raf ömrü sınırlıdır. Bu özelliklerinden dolayı üretim esnasında jelleşmeyi geciktirmek için küçük oranlarda bazı inhibitörler (yavaşlatıcı) katılır. Malzeme israfına yol açmamak için reçine hazırlanmadan önce planlama yapılmalı ve uygun ölçülerde hazırlanmalıdır.

Kalıplamada üretici firma önerileri dikkate alınarak polyester reçine ile birlikte kimyasal reaksiyonu hızlandırıcı kobalt ve sertleşmeyi sağlamak amacıyla MEKP (Metil Etil Keton Peroksit) katılır. Kimyasal patlamaya ya da yanmaya sebep olmamak için polyester reçine, üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda hazırlanmalıdır.



Görsel 1.4: Polyester reçine

Epoksi Reçineler: Epoksi reçineler, kompozit tekne ve yat imalatında özel tasarımlı işlerde kullanılan iki bileşenli (reçine + sertleştirici) reçinelerdir. Seyreltici (çözücü) içermemesi, fazla kokusunun olmaması, uygulama kolaylığı, çekme problemi oluşturmaması, üstün mekanik özellikleri ve elyaflar ile (takviyelerle) uyumu pek çok uygulama için tercih sebebini oluşturur. Karbon, aramid ve cam elyafı ile birleşmeleri (laminasyonları) neticesinde çok yüksek performanslı kompozit ürünler elde edilebilmektedir. Bu yüzden denizcilik, havacılık, otomotiv, uzay, rüzgâr pervaneleri ve savunma sektörlerinde sıklıkla kullanılmaktadır. Günümüzde mevcut termoset reçineler arasında en yüksek performansa sahip olan reçine epoksi reçinelerdir. Mekanik dayanımları ve dış etkilere karşı dirençleri diğerler reçinelerden daha yüksektir. Yapışma kabiliyetlerinin ve su dirençlerinin (su etkisi ile bozulma) yüksek olması nedeni ile özellikle yat, tekne gibi deniz araçlarında kullanılabilecek en ideal reçinelerdir. Tekne yapımında, ana yapıştırıcı malzeme olarak kullanılırlar. Epoksi reçineler özellikle vakum torba, basınçlı torba, pres, elyaf sarma ve el yatırması gibi kompozit üretim tekniklerinde kullanıma elverişlidir. Polyestere göre daha pahalı olması sebebi ile kompozit tekne ve yat imalatında veya özel tasarımlı üretimlerde tercih edilir (Görsel 1.5).



Görsel 1.5: Epoksi reçine

Vinilester Reçineler: Vinilester (vinylester) reçinelerin kimyasal özellikleri polyestere benzer yapıdadır. Vinilester reçinelerin en önemli avantajı elyaf ve reçine arasında iyileştirilmiş bir bağ mukavemetine sahip olmasıdır. Vinilesterler mekanik dayanım ve mükemmel korozyon dayanımı sağlar. Bu üstün özellikleri sayesinde diğer reçinelerdeki gibi karmaşık reçine hazırlığı veya özel kullanım becerisi gerektirmez. Vinilester reçineler polyestere oranla daha tok ve esnektir. Ayrıca vinilester moleküller daha az ester grubu içerdiğinden bu tür reçineler suya ve başka pek çok kimyasala karşı polyestere oranla daha iyi direnç gösterir. Bu nedenle kompozit tekne veya yatlarda jelkottan sonraki ilk katlarda, boru hatlarında ve kimyasal depolama tanklarında vinilester reçineler kullanılır (Görsel 1.6).



Görsel 1.6: Vinilester reçine uygulaması

1.1.2.2. Elyaflar (Takviye Malzemeleri)

Kompozitlerin gelişmeye başladığı ilk dönemlerde, sadece geleneksel tekstil ve kumaşlardan oluşan takviye malzemeleri bulunmaktaydı. Her gün gelişen ve yenilenen teknoloji, kompozit malzemeye olan ihtiyacı artırmıştır. Bu durum çok sayıda inorganik elyafın geliştirilmesini sağlayarak ticari amaçlı birçok takviye malzemesinin endüstriyel olarak üretilmesinde etkili olmuştur. Bu takviye malzemeleri içinde satışı ve kullanımı en çok olan takviye malzemesi cam elyafıdır.

Kompozit tekne ve yat inşasında sıklıkla cam elyafı kullanılır. Tekne ve yatların güverte üstü bölümlerinde cam elyafına nazaran daha hafif ve dayanıklı (mukavim) olması sebebi ile karbon elyafı tercih edilir.

Kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan başlıca elyaf türleri şunlardır:

Cam Elyafı: Alümina, kireç, borosilikat gibi ana malzemelerden üretilen cam elyafı; yüksek elektriksel yalıtım özellikleri, neme karşı direnç ve yüksek mekanik özellikleri sayesinde polimer matris kompozitleri içinde en çok kullanılan takviye malzemesi durumundadır (Görsel 1.7).

Denizcilik ve ulaştırma sektöründe; el yatırması, püskürtme, reçine infüzyonu, filament sarma, pultrüzyon, basınçla kalıplama, enjeksiyonla kalıplama ve önceden emprenye edilmiş yatırma üretim yöntemleri kullanılmaktadır. Cam elyafı piyasada dokunmuş kumaş, çok uçlu ve tek uçlu fitiller, kırpılmış demetler, öğütülmüş lifler halinde bulunur.



Görsel 1.7: Cam elyafı

Karbon (Grafit) Elyafı: Karbon elyafının üretiminde kullanılan ham maddeler, poliakrilonitril (PAN), zift ve suni ipektir. Karbon elyafı üretiminde birçok yöntem vardır. Ticari amaçlı ilk karbon elyafı yanma ve ısıl işleme tabi tutulan sentetik liflerin karbon elyafına dönüştürülmesi suretiyle üretilmiştir. Karbon elyafı düşük elyaf yoğunluğu, yüksek mukavemet ve yüksek ısılara karşı dayanıklı olması gibi özelliklerinden dolayı uzay araçlarında öncelikle tercih edilen elyaf türüdür (Görsel 1.8).

Karbon elyafı demet, şerit ve kumaş halinde üretilmektedir. Hazır kalıplama işlemlerinde katkı malzemesi olarak kullanılmak üzere kırpılmış veya öğütülmüş şekilde üretimi de mevcuttur.



Görsel 1.8: Karbon elyafı

Aramid Elyafı: Aramid kelimesi bir çeşit naylon olan aromatik poliamid maddesinden gelmektedir. Aramid elyafının piyasadaki ticari isimleri Kevlar ve Twaron'dır. Genellikle rengi sarıdır. Düşük yoğunluklu hafif bir malzemedir (Görsel 1.9).

Mekanik etkilere ve kimyasallara karşı dirençli olduğu için korozyona uğramaz. Aramid ürünleri piyasada iplik, fitil ve kırpılmış elyaf halinde bulunur. Aramid elyafı iplik olarak farklı desenlerde dokunmuş kumaş şeklinde, fitil olarak elyaf sarma veya şerit şeklinde, kırpılmış lifler ise hazır kalıplama işlemlerinde kullanılmaktadır. Güneş ışınlarına karşı hassas olmaları sebebiyle aramid ürünlerin depolanma ve istiflenmesinde ışık görmeyen karanlık alanlar tercih edilmelidir.



Görsel 1.9: Aramid elyafı

Bor Elyafı: Bor elyafı borun kimyasal buharının çok ince bir tungsten teli üzerinde yoğunlaştırılması ile üretilmektedir. Çok sağlam ve dayanıklı bir takviye malzemesidir. Yüksek yoğunluklu ağır bir malzeme olması ve yüksek maliyeti nedeniyle kullanım alanları sınırlıdır. Piyasada sadece şerit halinde bulunmaktadır (Görsel 1.10).



Görsel 1.10: Bor elyafı

1.1.2.3. Dolgu ve Yalıtım Malzemeleri

Sandviç konstrüksiyonlu ürünler (dolgu malzemeleri) kompozit tekne ve yat imalatında kullanılan temel malzemelerdendir. Sandviç konstrüksiyonlu ürünlerde ara malzeme, yüksek mukavemetli iki cidar (duvar) arasına yapıştırılır. Hafif ve kalın ara malzemelerin gemi bordasına yapıştırılmasıyla mekanik etkilere karşı güçlü, hafif ve oldukça dayanıklı tekne ve yat bordaları imal edilir. Sandviç konstrüksiyonlu yapılarda cidarlardan birinin karşılaşacağı yük, aradaki malzeme aracılığı ile diğer cidara aktarılır. Yükün cidarlar ve ara malzeme tarafından paylaşılması sonucunda ürünün mukavemeti artar. Ara malzemeler; köpükler, bal peteği, balsa ağacı (tahta) olarak üç temel kategoriye ayrılmıştır

Köpükler: Köpük haline getirilmiş su ve ısı yalıtım malzemeleri, açık veya kapalı hücreli ya da rijit yapıda olabilir. Kompozitlerde en çok PVC ve üretan köpükler kullanılır (Görsel 1.11).

Üretan köpükler, yalıtımda ve sörf tahtaları yapımında; PVC'ler ise daha büyük yapılı tekne ve yat uygulamalarında yaygın olarak kullanılmaktadır. Köpükler, su ve neme karşı dirençli olması ve kolay işlenebilmesi sebebiyle tekne ve yatlarda tercih edilir. Kompozit tekne ve yat imalatında dolgu malzemesi olarak kullanılmakla birlikte sızdırmazlığı sağlamak için de kullanılır. (Görsel 1.11).



Görsel 1.11: Köpük

Bal Peteği Görünümlü Ara Malzemeler: Kraft kâğıdı, alüminyum, çelik, karbon, üretan, polyester ve seramik gibi malzemelerden elde edilmektedir. Bal peteği ismi hücre yapısının altıgen şeklinde olmasından kaynaklanmaktadır. Bal peteği ile üretilen sandviç malzemelerin yapımı sırasında cidarlarla temas eden yüzeyin küçük olması, yapıştırmada zorluk yaratabilir. Bu nedenle kullanılacak tutkalın malzeme özelliğine uygun seçilmesine dikkat edilmelidir. Sandviç yapıdaki ürünlerde bal peteği görünümlü ara malzeme kullanıldığında vakum veya otoklav gibi basınçlı kalıplama yöntemleri daha fazla tercih edilmektedir.

Balsa Ağacı: Ara malzeme ürünleri içerisinde en yaygın kullanımı olan ürün balsa ağacıdır. Bazı eğlence (gezinti) teknesi uygulamalarında, kontrplak veya sunta gibi diğer ağaç malzemeler de kullanılmaktadır. Bu tür malzemelerde yaşanan sorun, ağaç içine suyun sızmasından kaynaklanmaktadır. Sızan su, ara malzemenin çürümesine ve cidarlardan ayrılarak boşluk oluşmasına neden olmaktadır. Balsa ağacı ise liflerin cidarlara dikey doğrultuda yönlenmiş olması nedeniyle diğer ağaç malzemelerde yaşanan sorunları yaratmayan bir malzeme olup suyun

cidardan sızmasından itibaren giriş bölgesinde oluşan nemi burada tutsak ederek yayılmasını engellemektedir. Maliyetinin düşük olması nedeniyle en yaygın kullanılan ara malzemedir (Görsel 1.12).



Görsel 1.12: Balsa ağacı

1.1.2.4. Kalıp Ayırıcılar

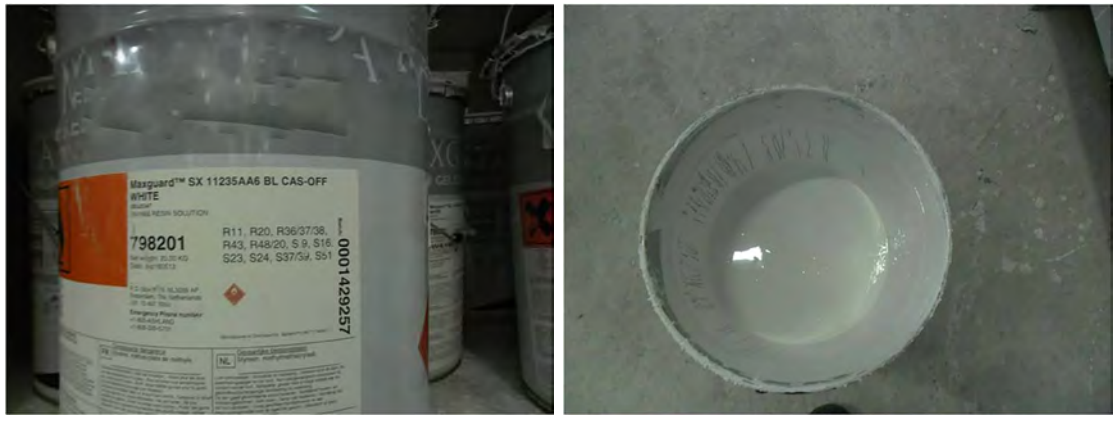
Kompozit tekne ve yat imalatında ürünün kalıba yapışmamasını ve kalıptan kolay ayrılmasını sağlayan malzemelerdir. Kalıp ayırıcılar, reçineye karıştırılarak veya hem reçineye karıştırılıp hem de kalıba sürülerek uygulanabilir. Vakslar, silikonlar ve teflon gibi kalıp ayırıcılar, kalıp yüzeyine doğrudan uygulanabilmektedir. Vaks kalıp ayırıcılar piyasada sıvı halde bulunur (Görsel 1.13). Epoksi reçineler için uygun olan silikon kalıp ayırıcılar piyasada sprey, solüsyon ve yağ şeklinde bulunur.



Görsel 1.13: Vaks

1.1.2.5. Jelkot

İmalatı yapılacak olan ürünle bütünlük oluşturan ve kalıptan alınacak ürünün yüzey düzgünlüğünü sağlarken ürünü dış ortamın olumsuz etkilerine karşı koruyan son kat boya niteliğinde bir malzemedir. Ayırıcı uygulandıktan sonra fırça ya da rulo ile kalıba uygulanır (Görsel 1.14).



Görsel 1.14: Jelkot

1.2. DEPOLAMA VE İSTİFLEME

Depo; üretim için kullanılacak malzemelerin ilerleyen dönemlerde kullanılmak üzere korunması ve stoklanması amacıyla istiflendiği, malzeme özelliklerine göre tasarlanmış kapalı veya açık alandır (Görsel 1.15).

Seri üretim yapan işletmelerde ihtiyaç duyulan açık veya kapalı depo alanlarının tasarımları ile ürünlerin güvenli bir biçimde istiflenmesi ve taşınması, iş sağlığı ve güvenliği açısından önemle ele alınması gereken konulardandır.

İşyerlerinde iyi bir depolama ve istifleme sisteminin faydaları şunlardır:

- Depolama alanı daha verimli kullanılır.
- Depolanan malzemelerin stok kontrolü daha iyi takip edilir.
- Çalışanların sağlığı açısından daha hijyenik ve güvenli çalışma ortamı oluşturulur.



Görsel 1.15: Güvenli depolama

Depolarda özellikle kimyasalların ve diğer tehlikeli malzemelerin depolanması, çalışanların sağlığı açısından risk oluşturabilmektedir. İstifleme ve depolama işlerinin yapıldığı alanlarda çalışanlar, yapılan işin niteliğinden kaynaklanan çok sayıda riskle karşı karşıyadır. Çalışanlar için sağlık ve güvenlik açısından risklerin belirlenmesi ve koruyucu önlemlerle bu risklerin en aza indirilmesi güvenli depolamanın temelini oluşturur.

Malzeme depolamanın ve istiflemenin güvenli bir şekilde yapılması, kaldırma araçlarının kullanımı ve uygun depolama biçimleri çalışanların sağlık ve güvenliği için oldukça önemlidir. Malzemelerin istiflenmesi, yüklenmesi veya boşaltılması sırasında çok sayıda iş kazası meydana gelmektedir. Bu konuda alınması gereken tedbirler 6331 sayılı İş Sağlığı ve Güvenliği Kanunu'nda açıkça belirtilmiştir (Görsel 1.16).



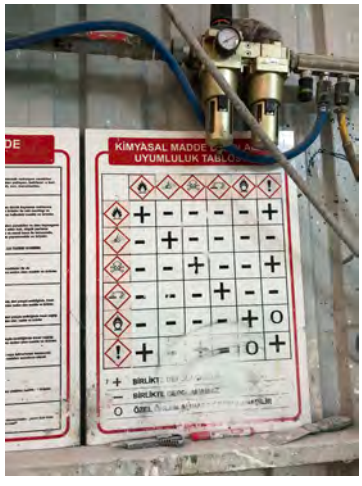
Görsel 1.16: Depolarda iş güvenliği uyarı levhaları

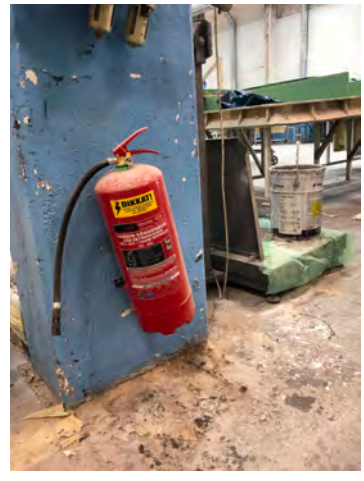
1.2.1. Depolama Alanının Tasarımı ve Düzeni

Depo tasarımında öncelikli olarak depolanacak ürünün özellikleri dikkate alınmalıdır. Malzemenin hacmi, raf ömrü, deponun kullanım amacı, iş güvenliği kuralları, kullanılacak raf şekli gibi birçok unsur da göz önünde bulundurulmalıdır.

İstiflenecek malzemelerin özelliklerine göre ham madde deposu, ürün deposu gibi farklı türlere ayrılan depoların faaliyet alanına bağlı olarak işleyiş biçimi ve özellikleri de birbirinden farklıdır. Depolama alanı düzenlenirken göz önünde bulundurulması gereken bazı hususlar şunlardır:

- Forklift yolu, zemin işaretlemeleri ile belirtilmelidir.
- Çalışanların kaymasına veya düşmesine yol açabilecek faktörler ortadan kaldırılmalıdır.
- Acil kaçış yolları uygun işaretlerle belirtilmelidir.
- Depolanan malzemenin özelliklerine göre ortam sıcaklığı, nemi ve basıncı ayarlanmalıdır. Ortam ölçümlerini yapan cihazlar depolama alanında uygun yerlerde muhafaza edilmelidir.
- Depolanan malzemenin özelliklerine uygun aydınlatma yapılmalıdır.
- Depolanması gereken malzemeler kimyasal ve fiziksel özelliklerine uygun olarak sınıflandırılmalıdır.
- Tehlikeli maddeler veya bir arada bulundukları diğer maddeler için risk oluşturabilecek malzemelerin özelliklerine uygun kimyasal madde depoları oluşturulmalıdır.
- Depolama ve istifleme alanlarındaki raflar duvara sabitlenmelidir. Rafların arası, istiflenen malzemenin ve istiflemede kullanılan araç gerecin özelliğine uygun genişlikte olmalıdır.
- Depolarda yangına karşı gerekli önlemler (yangın tüpü, alarm vb.) alınmalıdır (Görsel 1.17).







Görsel 1.17: Depoların düzenlenmesi

1.2.2. Kompozit Tekne ve Yat İmalatında Kullanılan Malzemelerin İstiflenmesi

Kompozit tekne ve yat imalatında ana malzeme olarak kullanılan elyaflar, reçineler ve yalıtım malzemeleri özelliklerine uygun şekilde sınıflandırılmalıdır. Depolama ve istiflemede malzeme güvenlik bilgi formu mutlaka hazırlanmalıdır (Görsel 1.18).

Depolanan malzemelerin kullanılmasında "ilk depolanan ilk kullanılır" kuralı ile hareket edilerek depolanan malzemelerde meydana gelecek bozulmaların önüne geçilmesi sağlanır.



Görsel 1.18: Malzeme güvenlik bilgi formu

1.2.2.1. Elyafların İstiflenmesi

Elyafların depolanmasında malzeme güvenlik bilgi formu dikkate alınmalıdır. Elyaflar, kimyasal malzemelerle tepkimeye girerek bozulmaz. Bu sebeple yanıcı ve parlayıcı maddelerle birlikte depolanmasında herhangi bir sakınca yoktur. Ancak malzeme kalitesini koruma açısından üretici firma tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Depolarda malzeme özelliklerine uygun havalandırma ve aydınlatma sağlanmalıdır. Elyaf ruloları ısı kaynaklarından uzak tutulmalı, ortam sıcaklığı malzeme özelliğine göre ayarlanmalıdır. Ürünler depolarda orijinal paketinde muhafaza edilmelidir (Görsel 1.19).

Ambalajı açılan elyaf rulosu takip edilmeli, hangi rulonun ne zaman açıldığı kayıt altına alınmalıdır. Uzun süre açıkta kalan elyafta bozulmalar meydana geleceği için ambalajı açılan elyaf depolanmamalı ve en kısa sürede kullanılmalıdır.



Görsel 1.19: Elyafların istiflenmesi

1.2.2.2. Reçinelerin istiflenmesi

Reçineler kimyasal malzeme oldukları için ortamın sıcaklık, nem ve basınç değerlerine bağlı olarak kristalleşip bozulabilir. Bu sebeple reçinelerin üretim tarihi depolamada öncelikli olarak dikkate alınmalıdır. Reçineler malzeme güvenlik bilgi formu dikkate alınarak orijinal ambalajları açılmadan depolanmalıdır (Görsel 1.20).

Reçinelerin istiflenmesinde özellikle solunum sistemini, elleri ve yüzü korumak amacıyla malzeme özelliğine uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.



Görsel 1.20: Reçinelerin istiflenmesi

1.2.2.3. Yalıtım Malzemelerinin İstiflenmesi

Yalıtım malzemelerinin istiflenmesinde iş sağlığı ve güvenliği kurallarına dikkat edilerek malzeme özelliklerine uygun depolama yöntemleri oluşturulmalıdır. Ambalajlar üst üste istiflenmeye müsait değilse kesinlikle istiflenmemelidir. İstif yüksekliği 3 metreyi aşmamalıdır. İstiflerin kaymasına karşı önlem alınmalı, ön kısmına koruyucu şeritler çekilmelidir. İstiflenen malzemelerin önlerine "Dikkat Devrilebilir / Kayabilir" şeklinde uyarı ikaz levhaları asılmalıdır. Ağır malzemelerin kaldırılması, taşınması, istiflenmesi ve depolanmasında mümkünse mekanik araçlar kullanılmalıdır (Görsel 1.21).



Görsel 1.21: Kaldırma ve taşıma aracı

1.3. DEPOLANAN ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ

Etiketleme, depolanacak malzemelerin uygun şekilde kullanılması ve istiflenmesi için önemli bir çalışmadır. Malzemelerin etiketinde bulunan tehlike sembolleri, risk ibareleri ve güvenlik ibareleri kullanıcılar için uyarı niteliğindedir. Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'in 4. bölümünde ve ekinde etiket uygulamaları için yasal gereklilikler açıklanmıştır (Görsel 1.22).



Görsel 1.22: Malzemelerin etiketlenmesi

Geniş kırmızı bir çerçeveye sahip beyaz zemin üzerinde siyah bir piktogramın yer aldığı uyarı ve tehlike işaretleri açıkça görülecek şekilde olmalıdır. Depolanan malzemelerin etiketleri, malzemeler istiflendiğinde gözükecek ve yazıları düzgün okunabilecek şekilde düzenlenmelidir. Malzeme etiketleri Türkçe yazılmalıdır. Aynı bilgileri içermesi şartıyla ek olarak farklı diller de kullanılabilir. Etiketin üzerinde üretici firmanın adı, adresi ve telefon numarası bulunmalıdır. Etiket, malzeme ambalajlandıktan sonra normal konumdayken üzerindeki bilgiler yatay olarak okunabilecek şekilde ambalajın bir veya birkaç yüzeyine sıkıca yapıştırılır (Görsel 1.19).

Malzemelerin etiketlenmesinde kullanılan zararlılık işaretleri, Tablo 1.1'de gösterilmiştir.

Tablo 1.1 Depolarda Kullanılan İşaretler

	İnsan sağlığı için zararlı		Çevre için zararlı
	Aşındırıcı, tahriş edici		Akut toksisite
	Sağlığa ve ozon tabakasına zararlı (ağız, cilt, solunum sistemi, göz)		Parlayıcı madde
	Patlayıcı madde		Oksitleyici madde

1.3.1. Elyafların Etiketlenmesi

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'in ilgili maddelerine göre yapılmalıdır.

Kompozit tekne ve yat imalatında depolanacak takviye malzemeleri etiketlenirken malzemelerin raf ömrü dikkate alınmalıdır. Malzeme etiketi istiflenmiş ürünlerde kolay okunabilecek şekilde düzenlenmelidir. Etiketin üzerinde üretici firmanın adı, adresi ve telefon numarası bulunmalıdır (Görsel 1.23).



Görsel 1.23: Elyafların etiketlenmesi

1.3.2. Reçinelerin Etiketlenmesi

Reçineler tehlikeli kimyasallar oldukları için etiketleme işlemlerinde ikaz işaretleri kolaylıkla görülebilir şekilde hazırlanmalıdır. Etiketleme işlemlerinde özellikle solunum sistemini, elleri ve yüzü korumak amacıyla malzeme özelliğine uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır.

Reçinelerin etiketlenmesi işlemlerinde malzeme güvenlik bilgi formunun yanında Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'in ilgili maddeleri de dikkate alınmalıdır. Malzemelerin etiketlenmesinde ürün özellikleri ve raf ömrü göz önünde bulundurulmalı ve malzeme etiketi istiflenmiş ürünlerde kolay okunabilecek şekilde düzenlenmelidir (Görsel 1.24).



Görsel 1.24: Reçinelerin etiketlenmesi

1.3.3. Yalıtım Malzemelerinin Etiketlenmesi

Maddelerin ve Karışımların Sınıflandırılması, Etiketlenmesi ve Ambalajlanması Hakkında Yönetmelik'in ilgili maddeleri dikkate alınmalıdır. Malzemelerin etiketlenmesinde ürün özellikleri ve raf ömrü göz önünde bulundurulmalı ve malzeme etiketi istiflenmiş ürünlerde kolay okunabilecek şekilde düzenlenmelidir. Büyük işletmelerde malzemelerin etiketlenmesinde barkod sistemi uygulanmaktadır (Görsel 1.25).



Görsel 1.25: Etiketlemede barkod sistemi

1 UYGULAMA 1: ÜRÜNLERİN DEPODA İSTİFLENMESİ

AMAÇ: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemeleri özelliklerine uygun olarak istiflemek.
YÖNERGE: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemelerin istifleneceği deponun düzenlenmesi ve hazırlanması ile ilgili işlemleri yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 4 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1.Raflar
2.Termometre
3.Barometre
4.Aydınlatma araç gereçleri
5.Yangın söndürme tüpleri

İşlem Basamakları

1.İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak tüm araç gereçleri hazırlayınız.
2.Yapacağınız işe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
3.Rafların kontrolünü yapınız.
4.Ortam ölçüm cihazlarının kontrolünü yapınız.
5.Yangın alarm sisteminin ve yangın tüplerinin kontrolünü yapınız.
6.İstiflenecek malzemenin özelliklerine göre rafları sınıflandırınız.
7. İstifleme yaparken her hangi bir karışıklığa meydan vermemek için dikkatli ve titiz davranınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

2 UYGULAMA 2: ÜRÜNLERİN ETİKETLENMESİ

AMAÇ: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemeleri özelliklerine uygun olarak etiketlemek.

YÖNERGE: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemelerin etiketlenmesinde kullanılan zararlılık işaretlerini malzeme özelliklerine göre eşleştirerek etiketleme işlemlerini yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 4 DERS SAATİ

Tablo 1.2 : Zararlılık işaretleri tablosu

1)		a)	Epoksi reçine
2)		b)	Polyester reçine
3)		c)	Cam elyafı
4)		d)	Karbon elyafı
5)		e)	Aramid elyafı
6)		f)	Bor elyafı
7)		g)	Vinilester reçine
8)		h)	Jelkot

Not: Bir madde için birden fazla zararlılık işareti kullanılabilir.

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kalem
2. Etiket
3. Kayıt defteri

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak tüm araç gereçleri hazırlayınız.
2. Yapacağınız işe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
3. Etiketlenecek malzemelerin kontrolünü yaparak zararlılık işaretlerini uygun malzemelerle eşleştiriniz ve malzemeleri özelliklerine göre sınıflandırınız.
4. Etiketlerin üzerine üretici firmanın adı, adresi ve telefon numarası ile malzemenin adı ve son kullanma tarihi gibi bilgileri yazınız.
5. Yaptığınız uygulamalarda arkadaşlarınızla yardımlaşarak işi zamanında bitirmeye gayret ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

3 UYGULAMA 3: ÜRÜNLERİN DEPODA İSTİFLENMESİ VE ETİKETLENMESİ

AMAÇ: İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kompozit tekne ve yat yapımında kullanılan malzemeleri özelliklerine uygun olarak istiflemek.

YÖNERGE 1: Aşağıdaki tabloda isimleri verilen ve kompozit yat imalatında kullanılan malzemeleri özelliklerine göre listeleyiniz.

YÖNERGE 2: Listelediğiniz malzemelerin özelliklerini belirterek nasıl istiflenmesi gerektiğini anlatınız.

YÖNERGE 3: Listesini çıkardığınız malzemeleri etiketleyerek istifleme yönergelerine ve iş güvenliği kurallarına göre malzeme deposunda istifleyiniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Tablo 1.3 : Malzeme bilgileri ve istifleme tablosu

MALZEMENİN ADI	MALZEMENİN MİKTARI	MALZEMENİN ÜRETİM TARİHİ	MALZEMENİN SON KULLANMA TARİHİ	MALZEMENİN İSTİFLEME TARİHİ	MALZEMENİN ÖZELLİĞİ (Katı, sıvı, gaz)
POLYESTER REÇİNE					
EPOKSİ REÇİNE					
VİNİLESTER REÇİNE					
KÖPÜK					
BALSA AĞACI					
KALIP AYIRICILAR					
JELKOT					
CAM ELYAFI					
KARBON ELYAFI					
ARAMİD ELYAFI					
BOR ELYAFI					

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Depo defteri
2. Etiket
3. Silinmez kalem
4. Kaldırma ve taşıma araç gereçleri

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak tüm araç gereçleri hazırlayınız.
2. Yapacağınız işe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
3. Malzeme deposunun güvenlik uyarılarını inceleyiniz. Düzeltilmesi gereken durumlar varsa gerekli ayarlamaları yapınız.
4. İstenilen malzemeleri temin ediniz.
5. Uygulamaya ait tabloyu oluşturunuz.
6. Tabloda istenilen verileri malzemelerin üzerinden okuyarak listenin uygun yerlerine yazınız.
7. İstifleyeceğiniz malzemelerin istiflenmesinde nelere dikkat edeceğinizi anlatınız.
8. Malzemeleri özelliklerine uygun olarak istifleyiniz.
9. Malzemeleri tanıtan kısa ve anlaşılır etiketler (malzemenin adı, istifleme tarihi, son kullanma tarihi vs.) oluşturup raflara yapıştırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

2 ÖĞRENME BİRİMİ

JİG İMALATI

KONULAR

1. JİG ELEMANLARI İMALATI
2. KOMPOZİT TEKNE VE YAT İMALATINDA KULLANILAN TAŞIYICILAR
3. KOMPOZİT TEKNE VE YAT İMALATINDA KULLANILAN MONTAJ APARATLARI
4. JİG İMALATI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Jig imalatını

b) Portatif karina taşıyıcılarının hazırlanmasını

TEMEL KAVRAMLAR

JİG

TAŞIYICILAR

MONTAJ APARATLARI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI
1. Sizce atölyede tekne ve yatlar nasıl taşınabilir?
2. Atölyelerde kullanılan tekne veya yatları taşıyan sistemler hangi malzemelerden üretilebilir? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.

2. JİG İMALATI

Kompozit tekne ve yat imalatında üzerine kalıp inşa edilen craddle (döşek) ve taşıyıcılara **jig elemanları** denir. Jigler, sabit veya altına tekerlek monte edilerek hareketli yapılabilir (Görsel 2.1).



Görsel 2.1: Tekne karinası taşıyıcısı

2.1. JİG ELEMANLARI İMALATI

Jig elemanları, kalıbın özelliğine ve projede belirtilen niteliklerine göre genel olarak metal malzemelerden imal edilir. Jig imalatında kullanılan metal malzemenin ölçüleri kalıbın ağırlığına ve taşıyacağı kompozit yüküne göre değişir. Jig, hareketli yapılacaksa ağır iş yüküne dayanıklı, 360° dönebilen, frenli tekerlekler kullanılmalıdır.

2.1.1. Kompozit Tekne veya Yat İmalatında Taşıyıcılar

İmalatı yapılacak olan tekne veya yat için kullanılacak kalıbın güvenli bir zemin üzerinde dengede durmasını ya da taşınmasını sağlayan, metal parçalardan imal edilmiş ve taşıyıcı olarak kullanılan düzeneklere **craddle** [Craddle (Kredil)] (döşek) denir. Kalıbın üzerinde çalışmayı kolaylaştırması açısından yerden bir metre kadar yüksekte yapılır (Görsel 2.2).



Görsel 2.2: Tekne taşıyıcı

Craddle imal edilirken yapılacak olan teknenin ölçüleri, ağırlığı, tersanenin durumu ve kapasitesi gibi kriterler dikkate alınır. İmalatta kullanılan metal profillerin ölçüleri taşıyıcı sistemin bütün bölümlerinde aynı ölçü ve özelliklerde değildir. Üzerine binecek yük miktarına bağlı olarak metal profillerin en, boy, kalınlık ölçüleri ve özellikleri belirlenir (Görsel 2.3). Örneğin makine dairesinin bulunduğu kısmı taşıyacak profiller ile yaşam alanlarının bulunduğu kısmı taşıyacak profiller aynı özellikte değildir.



Görsel 2.3: Tekerlekli taşıyıcı

2.1.2. Kompozit Tekne veya Yat İmalatında Kullanılan Montaj Aparatları (Jig)

Kompozit tekne veya yat imalatında özellikle karina, spider, üst bina gibi büyük ebatlı parçaların montajında jig ve fikstür gibi montaj aparatlarının kullanımı önerilmektedir. Kullanılan montaj aparatları, montaj süresini kısaltır ve kalıptan alınan ürünlerin birbiri ile aynı olmasını sağlayarak seri üretimi destekler.

Montaj aparatı; imalatı yapılacak iş parçası için güvenli bir montaj noktası oluşturmak, imalatı yapılmış parçaların ölçülerinde bire bir eşitlik, hassasiyet ve güvenilirlik sağlamak amacıyla kullanılır. Montaj aparatları, kalıbın "craddle"e hızlı kurulumunu sağlayarak parçadan parçaya geçiş sürecini hızlandırır ve buna bağlı olarak çalışma süresini minimuma indirir. Seri üretim yapan işletmelerde kurulu hazır sistemler sayesinde yapılan her imalat için tekrar tekrar hazırlığa ihtiyaç duyulmadan kısa sürede daha hassas ve güvenli imalat yapılabilir.

Ekonomik açıdan bakıldığında jig ve fikstür gibi montaj aparatlarının en önemli işlevi işçilik maliyetlerini düşürmektir.

2.1.3. Jig İmalatı

Jig, parçanın iç gövde operasyonları tamamlandıktan sonra diğer iç yapısal parçaların, spiderlerin, arka-ön desteklerin ve perdelerin montajı için hazırlanan sistemdir. İmalatı yapılan her teknede aynı standartlarda sonuç almak için jig aparatları kullanılır.

Ana parçaya (karina, güverte vb.) monte edilecek alt parçaların (spiderler, iç yapısal parçalar, ön-arka destekler, perdeler) konumları ve geometrik şekilleri dikkate alınarak ana parça (karina, güverte) kalıbı üzerine jig merkezleme konikleri yerleştirilir. Montajı yapılacak alt parçaların ana şekilleri üzerinde aparatın referans alınabileceği ve monte edilebileceği noktalar oluşturulur. Monte edilecek alt parçanın geometrisi, kullanılacak montaj aparatının hareket yönüne göre düzenlenir.

Montajı yapılacak yapı elemanı, gövde ya da güverte üzerinde belirlenen koniklere göre vinç yardımıyla yerleştirilir.

4 UYGULAMA 4: PORTATİF KARİNA TAŞIYICI PARÇALARININ HAZIRLANMASI

AMAÇ: Portatif karina taşıyıcı parçalarının listesini çıkarıp kesimini yapmak.
YÖNERGE: Teknik çizimi verilen portatif karina taşıyıcı parçalarını kesip hazırlayınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 12 DERS SAATİ

Not:

- Portatif karina taşıyıcı iki adet yapılacaktır.
- Portatif karina taşıyıcı parçaları 60x60x3 mm ölçülerindeki galvanizli kutu profilden kesilecektir.

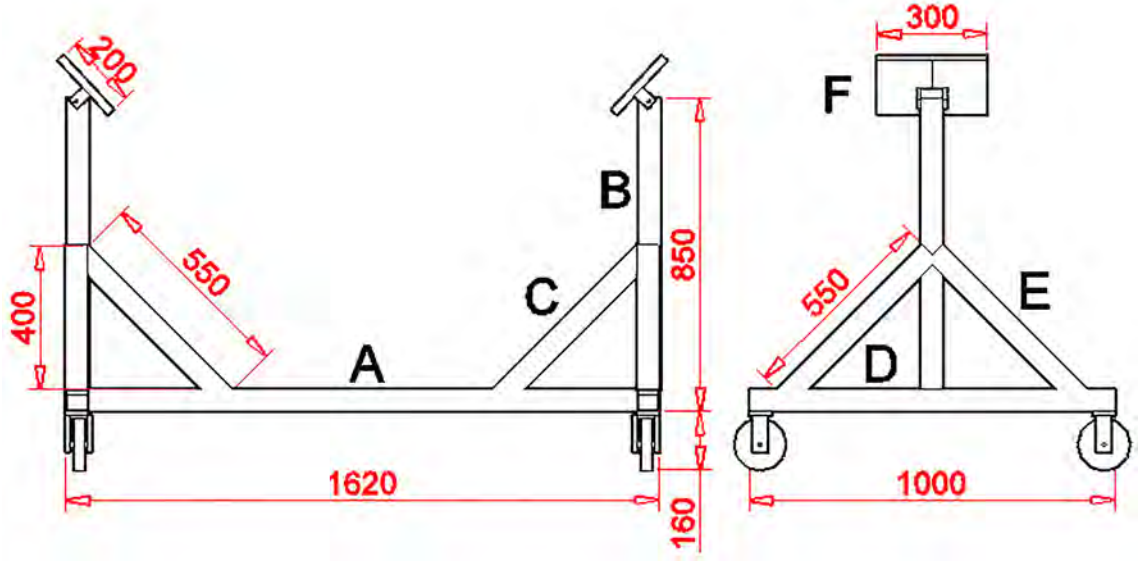
Kesim listesi:

A. 1500x60x60= 2 ADET
B. 790X60X60= 4 ADET
C. 550X60X60=4 ADET
D. 1000X60X60=4 ADET
E. 550X60X60= 8 ADET
F. 300X200X5= 2 ADET DÜZ SAC LEVHA

Not: Ölçüler milimetre cinsinden yazılmıştır.

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Tepsi testere makinesi
2. Giyotin makinesi
3. Avuç içi taşlama makinesi



Görsel 2.4: Portatif karina taşıyıcısı teknik resmi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kullanılacak araç gereçleri hazırlayıp son kontrollerini yapınız.
2. Kesim listesine göre kutu profil parçalarının kesimini yapınız.
3. Kesilen kutu profillerinde oluşan çapakları temizleyiniz.
4. Tekne karinasının oturduğu hareketli kısımların sac parçalarını kesiniz.
5. Sac parçasının çapaklarını temizleyiniz.
6. Uygulama sonunda kullandığınız malzemelerin temizliğini ve bakımını yaparak aldığınız yere düzenli bir şekilde bırakınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

5 UYGULAMA 5: PORTATİF KARİNA TAŞIYICI PARÇALARININ MONTAJLANMASI

AMAÇ: Portatif karina taşıyıcı parçalarının montajını yapmak.
YÖNERGE: Teknik çizimi verilen portatif karina taşıyıcı parçalarının montajını yapınız.

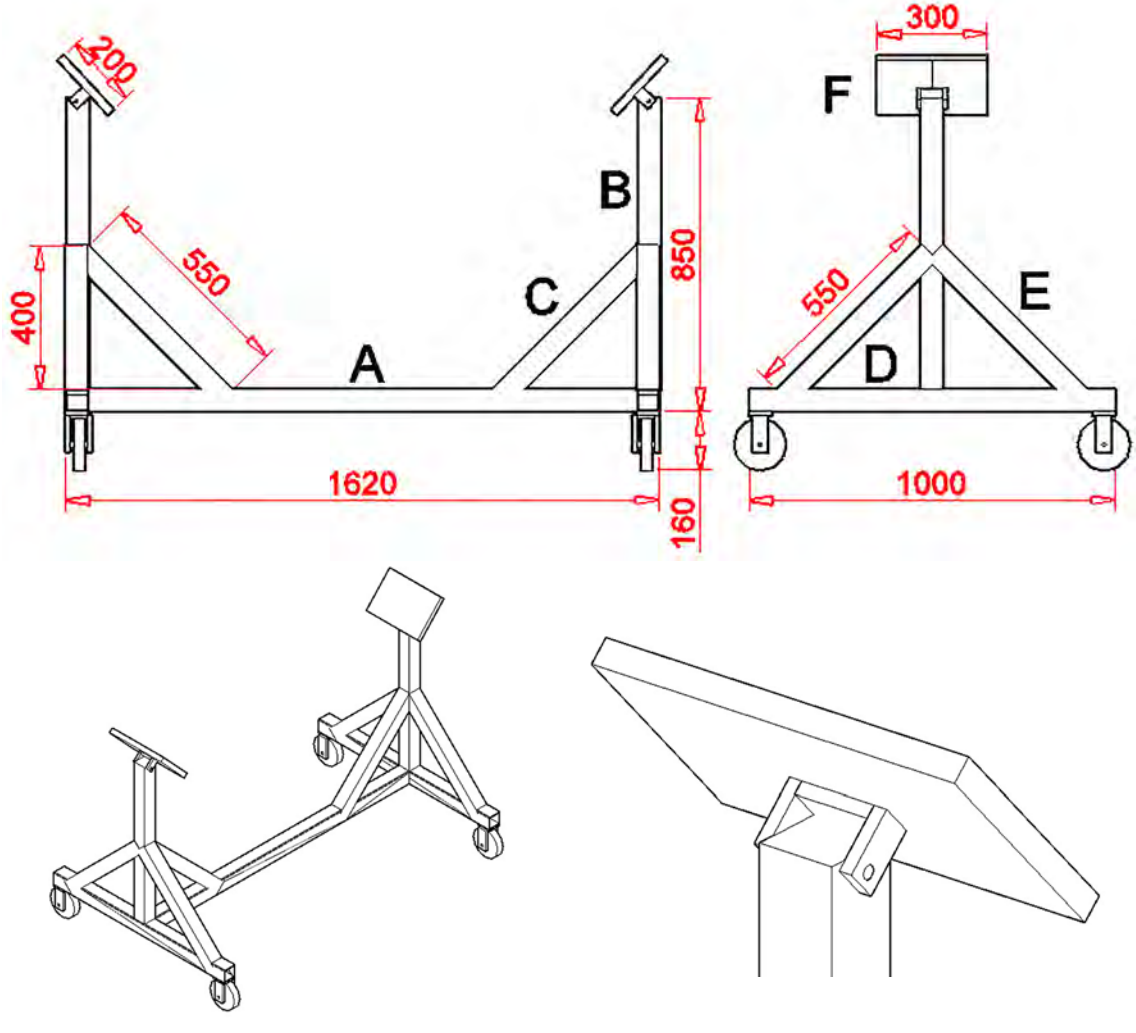
UYGULAMA SÜRESİ: 12 DERS SAATİ

Not:

- Portatif karina taşıyıcı iki adet yapılacaktır.
- Profillerin montajını örtülü elektrot veya MİG kaynağı ile yapabilirsiniz.

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kaynak makinesi
2. Avuç içi taşlama makinesi
3. Yıldız ağızlı anahtar takımı
4. Kompresör makinesi
5. Boya tabancası



Görsel 2.5: Portatif taşıyıcısı imalat ve montaj resmi

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak kullanılacak araç gereçleri hazırlayıp son kontrollerini yapınız.
2. Kesim listesine göre en az fire verecek şekilde profillerin kesim şekillerini çıkarınız.
3. Taşıyıcının taban kısmından başlayarak profillerin montajını yapınız.
4. Karina kısmının oturacağı hareketli kısmı cıvata ile profile bağlayınız.
5. Taşıyıcının hareketli tekerleklerinin montajını yapınız.
6. Kaynak çapaklarını temizleyip boyasını yapınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

3 ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRÜN ALINABİLECEK KALIBI ÜRETİME HAZIRLAMA

KONULAR

1. KALIP ÖN HAZIRLIĞI VE VAKS UYGULAMASI
2. JELKOT UYGULAMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Kalıp ayırıcı vaks uygulamasını

b) Vakslanmış yüzeye jelkot uygulamasını

TEMEL KAVRAMLAR

VAKS

JELKOT

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kompozit kalıp sizce ne işe yarar?
2. Kaliteli bir kalıp size göre nasıl olmalıdır? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.

3. ÜRÜN ALINABİLECEK KALIBI ÜRETİME HAZIRLAMA

İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uygun olarak kalıplar üzerinde vaks ve jelkot uygulaması yapmak için ürünlerin kullanımı, güvenlik önlemleri ve koruyucular hakkında bilgi sahibi olmak gerekir.

3.1. KALIP ÖN HAZIRLIĞI VE VAKS UYGULAMASI

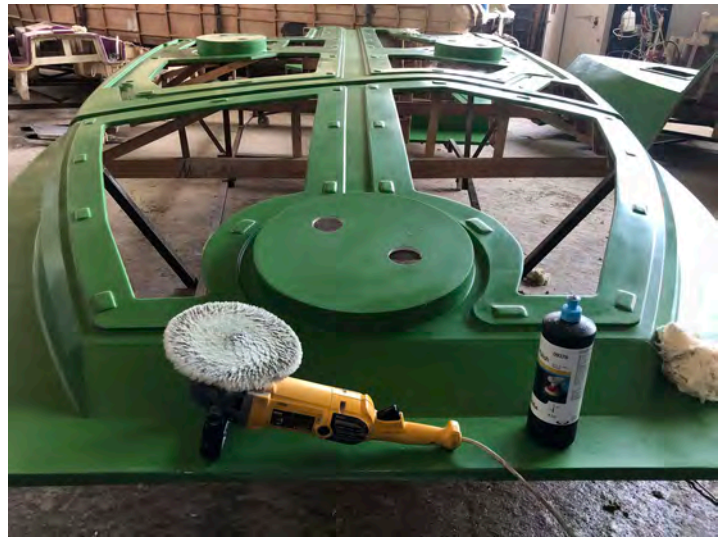
Atölyelerde kullanılan tekne ve yat kalıplarının yüzeyinde çizik, toz, yağ, kimyasal vb. bulunması mamul üründe yüzey kusurlarına sebep olur. Bu yüzden kalıp daha önce kullanılmışsa üzerindeki kalıp ayırıcı kalıntılarından arındırılmalıdır. Kalıbın döküme hazırlanmasında zımpara, tiner, spatula, pamuklu bez vb. malzemeler kullanılır (Görsel 3.1).



Görsel 3.1: Kompozit kalıbın üretime hazırlanması

3.1.1. Kalıp Bakımı

Kompozit kalıplar devamlı kullanıldıkları için her üretimden sonra kalıbın üstünde kalan artık malzemeler yüzeylerde hatalara ve pürüzlülüğe sebep olur. Kalıp yüzeylerinde oluşan hataları gidermek için 600 ve üstü numaralarda zımpara ile kalıp yüzeyi düzeltildikten sonra pasta ve cila kullanılarak parlatılır. Kalıp, kullanılmadığı zamanlarda toz ve nemden uzak bir ortamda tutulmalıdır. Keskin aletler kalıp yüzeyine dokundurulmamalıdır. Herhangi bir şekilde hasar gören kalıp yüzeyi, macun ile tamir edildikten sonra yüzey düzeltme ve parlatma işlemleri tekrarlanmalıdır. Kalıp bakımı ne kadar özenle yapılırsa kalıbın kullanım ömrü o kadar uzun olur. Kalıpların bakımı el makineleri ve kimyasallar yardımıyla yapılır (Görsel 3.2).



Görsel 3.2: Kalıp bakımı

3.1.2. Kalıp Çeşitleri

Kalıplar, yapılacak işin özelliği ve kalitesine göre çok farklı malzemelerden üretilebilir. Kalıp üretiminde en çok kullanılan malzemeler şunlardır:

3.1.2.1. Ahşap Kalıp

Kompozit tekne veya yat imalatında kullanılacak ahşap kalıplar, masif ahşaptan olabileceği gibi sıkıştırılmış levhalar kullanılarak da yapılabilir. Masif ahşap kalıplar için en ideal ağaç cinsi ıhlamurdur. Ahşap model veya kalıplarda yüzey çok düzgün hâle getirilinceye kadar zımparalanmalı, yüzey üzerine selüloz asetat, polyester veya epoksi reçine sürülmeli ve yüzeyin kuruması beklenmelidir. Hazırlanan yüzeyin üzerine silikonsuz vaks birkaç kat uygulanmalı ve son kat iyice parlatılmalıdır.

3.1.2.2. Kompozit Kalıp

Kompozit kalıplamasında el yatırması yöntemi veya püskürtme yöntemi ile yapılmış kompozit kalıp kullanımı en yaygın olanıdır. Kompozit kalıbın hazırlanması sırasında kalıp temizliği ve bakımının yanı sıra dikkat edilmesi gereken konulardan biri de sertleşme sırasında kompozit malzemede görünen çekmedir. Polyester reçinenin çekme özelliklerine göre model hazırlanmalıdır. Kompozit kalıp alınmaya başlanmadan önce modele en az beş altı kez silikonsuz vaks uygulanmalı ve parlatıldıktan sonra polivinil alkol çözeltisi sürülmelidir (Görsel 3.3).



Görsel 3.3: Kompozit Kalıp

3.1.2.3. Tek Parça Kalıp

Kompozit tekne ve yatlarda kullanılan küçük bölgeler için tek parça kalıplar kullanılır (Görsel 3.4).



Görsel 3.4: Tek parça kalıp

Tek parçalı kompozit kalıplarda, model üzerine kalıp ayırıcı uygulandıktan sonra yaklaşık 0,6 mm kalınlığında ve üç ayrı renkli tabaka hâlinde jelkot uygulanmalıdır. Jelkot, hafif yapışkan hâle gelinceye kadar sertleştikten sonra sırasıyla yüzey tülü, 300 g/m²lik keçe ve diğer takviye katları hava kabarcığı vb. kalmayacak şekilde rulo ile ezilmelidir. Uygulanan her cam elyaf tabakasından sonra reçinenin jelleşmesini beklemek, ekzotermik reaksiyonla oluşan ısının kalıbı deforme etmemesi açısından gereklidir. Kalıp et kalınlığı genellikle yapılacak ürünün et kalınlığının iki katı olmalıdır. Kalıbın ömrünü uzatmak amacı ile ısıya dayanıklı reçine kullanılması yararlıdır. Tüm kalıp üretimi bittikten sonra model üzerinde kalıbın en az iki hafta süre ile sertleşmeye bırakılması gereklidir. Ayrıca 65-70 °C'de birkaç saat post cure (fırınlama) işlemine tabi tutulmalıdır (Görsel 3.5).

Büyük boyutlu kalıplarda mutlaka takviye elemanları kullanılmalıdır. Takviye elemanı olarak plastik, köpük, metal veya ahşap malzeme kullanılabilir. Takviyelerin bütün kalıp kalınlığı elde edildikten sonra yerleştirilmesi, kalıp yüzeyinde deformasyon olmaması için gereklidir.



Görsel 3.5: Post cure (post kür) fırını

3.1.2.4. Parçalı Kalıplar

Tek parça olarak kalıptan çıkarılamayacak ürünler için kalıbın parçalı olarak üretilmesi gerekir. Parçalı kalıp üretiminde bazı konulara dikkat edilmelidir. Model üzerinde geçici bir set oluşturulur ve kalıbın bir parçasının flanşlı (çektirme vida) olarak elde edilmesi sağlanır. Bu parçanın sertleşmesinden sonra set kaldırılır ve ikinci parça elde edilir. Her iki parçanın bitiminden sonra 150 mm ara ile delik açılır ve somun cıvata ile kalıp parçaları birleştirilir. Kalıp yüzeyindeki düzgün olmayan kısımların düzeltilmesi için çok ince su zımparası kullanılır. Zımparadan sonra kalıp yüzeyi pasta cila ile parlatılır. Kullanımdan önce silikonsuz kalıp ayırıcı vaks kullanılmalı ve kalıp yüzeyi iyice parlatılmalıdır (Görsel 3.6).



Görsel 3.6: Parçalı kalıp

3.1.2.5. Çift Kalıp

Reçine enjeksiyonu ve soğuk pres yöntemleri kullanıldığı zaman çift kalıp kullanılmalıdır. Böyle bir kalıp sistemi için kalıbın her iki parçasının birbiriyle tam uyuşması ve enjeksiyon deliği ile hava çıkış deliklerinin kalıp bünyesine alınması gerekir. Böyle bir kalıbın kompozit malzemeden yapılması mümkündür. Kalıbın formu parçalı kalıpta olduğu gibi elde edilir ve boş kalan kısım, beton veya dolgulu reçine ile doldurulur (Görsel 3.7).



Görsel 3.7: Çift kalıp

3.1.3. Kalıp Ayırıcı Vaks Uygulaması

Kompozit tekne ve yat imalatında ürünün kalıba yapışmamasını ve kalıptan kolay ayrılmasını sağlayan malzemelere **kalıp ayırıcı** denir. Kalıp ayırıcılar reçineye karıştırılarak veya hem reçineye karıştırılıp hem de kalıba sürülerek uygulanabilir (Görsel 3.8).

Vaks kalıp ayırıcılar piyasada sıvı veya krem hâlinde bulunur. Epoksi reçineler için uygun olan silikon kalıp ayırıcılar piyasada sprey, solüsyon ve yağ şeklinde bulunur.



Görsel 3.8: Vaks uygulanmış yüzey

Kalıp ayırıcılar kalıba pamuklu bez ya da sünger ile sürülür. Kalıp ayırıcı, üretici firmanın tavsiyelerine göre kalıba uygulanmalıdır. Katlar arası bekleme süreleri yine üretici firma tavsiyelerine göre belirlenir. Sıvı vaks uygulamalarında yeterli uygulama yapıldıktan sonra 4-6 saat beklenerek uygulanan vaksın kuruması sağlanır. Aksi takdirde pürüzsüz bir yüzey oluşmaz ve alınacak ürün kalıba yapışır. Bu durum hem kalıba zarar verir hem de alınacak ürünün yüzey kalitesini bozar ve fazladan üst yüzey işlemleri gerektirir.



Görsel 3.9: Sıvı ve krem vaks

6 UYGULAMA 6: VAKS UYGULAMASI

AMAÇ: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ve kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak ürün alınacak kalıbı üretime hazırlamak.
YÖNERGE: Gerekli bakım onarımı yapılmış kalıp üzerine vaks uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Sıvı vaks
3. Kalıp
4. Plastik kap
5. Pamuklu bez ya da sünger

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak tüm araç gereçleri hazırlayınız.
2. Yapacağınız işe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
3. Uygulama yapılacak kalıbın ölçüsünü dikkate alarak plastik kaba yeterli miktarda vaks hazırlayınız.
4. Pamuklu bezi vaksın bulunduğu kaba daldırıp çıkardıktan sonra yığılma olmaması için hafif sıkarak pamuklu bezin vaks ile nemlenmesini sağlayınız.
5. Vaksı pamuklu bez yardımı ile kalıba iyice yediriniz.
6. İlk uygulamadan sonra 4-6 saat bekleyerek vaksın kalıba nüfuz etmesini sağlayınız.
7. 4-6 saat sonra ikinci uygulamayı yapınız.
8. Vaks uygulamasını üç defa tekrarlayınız.
9. Uygulamayı tamamladıktan sonra çevrenizi temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

3.2. JELKOT UYGULAMASI

Kompozit ya da cam elyafı destekli kompozit malzemelerin üst katmanını oluşturan, yüzeyin görüntü kalitesini artıran ve dış ortam dayanıklılığını üst seviyelere çıkaran malzemelere **jelkot** denir. Jelkotlar genellikle epoksi ve polyester reçine esaslı olarak üretilir (Görsel 3.10).

Reçinelerin içine belirli oranlarda kimyasal malzeme karıştırılarak jelkotlar oluşturulur. Jelkotlar, fırça veya havasız püskürtme sistemi ile yüzeye uygulanır.



Görsel. 3.10: Jelkot

Denizcilik sektöründe birçok araç (tekne, yat, katamaran vb.), hafif ve korozyona dayanıklı olması için kompozit malzemelerden üretilir. Kompozit malzemelerden yapılan bu araçların üst yüzey işlemlerinde jelkot kullanılır. Jelkot son kat boya gibi düşünülebilir. Jelkotlar tekne veya yata estetik açıdan güzel bir görünüm sağlarken tekne veya yatı denizin olumsuz etkilerine karşı da korur.

3.2.1. Jelkot Uygulama Araçları

Jelkot, yüzeylere fırça veya rulo ile sürülebileceği gibi püskürtülerek de uygulanabilir (Görsel 3.11). Püskürtme ile jelkot uygulamalarında çoğunluğu havasız püskürtme sistemiyle çalışan, çeşitli püskürtme tabancaları kullanılır. Bunlar katalizör enjeksiyon veya çift kap sisteminde çalışabilirler. Karıştırma işlemi, homojen bir karışım elde etmek amacı ile püskürtme memesinde veya karışımın kalıp yüzeyine değmemesi şartıyla dışarıda yapılabilir. Jelkot yüzeyinde oluşacak olan pütürlülüğü önlemek amacı ile ısıtma tertibatları da bulunmaktadır. Basınçlı kap sisteminde jelkot ve katalizörün her ikisi de basınçlı kaplarda bulunur ve püskürtme tabancasına basınç altında verilir (Görsel 3.12).



Görsel 3.11: Jelkot uygulaması



Görsel 3.12: Basınç ayar vanaları

Jelkot, bir boru vasıtasıyla çekilirken katalizör, atomize hava içine enjekte edilir. Püskürtme memesinde meydana gelen karışım dışarı püskürtülür. Yer çekimi ile çalışan tek kaplı püskürtme tabancaları da mevcuttur. Bu tür tabancalar kullanıldığında, jelkot önceden karıştırılmalı ve oldukça uzun jelleşme süresine sahip olmalıdır.

Jelkot ve katalizörler büyük işletmelerde farklı tanklarda muhafaza edilerek püskürtme sistemine dâhil edilir (Görsel 3.13).



Görsel 3.13: Jelkot tankları

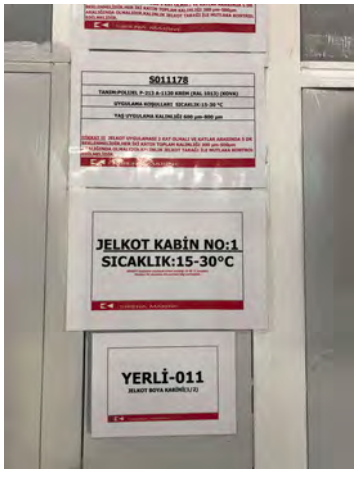
3.2.1.1. Jelkot Uygulamadan Önce Yapılması Gerekenler

- Ürünün üretim kodu ve tarihi kontrol edilmelidir.
- Jelkotun, katalizörün (MEK-P) ve kalıbın oda sıcaklığına getirildiği kontrol edilmelidir.
- Jelkotun 24 saat içinde yeterli ölçüde karıştırılmış olduğu kontrol edilmelidir.
- Düşük devirli, kanatlı bir varil karıştırıcısı ile 20-30 dakika karıştırılmalıdır.
- Jelkot püskürtülmeden önce 30 dakika kadar dinlendirilmelidir.
- Hava hattındaki su kapanlarında biriken su boşaltılmalıdır.
- Basınç kabı ve sevk hortumu kontrol edilmeli ve temizlenmelidir.
- Basınç kabı, pompa, hortumlar ve tabanca kontrol edilmeli, tüm bağlantıların yapıldığından ve sızdırma olmadığından emin olunmalıdır.
- Basınç ayarları kontrol edilmelidir.
- Test püskürtmesi yapılarak püskürme hüzmesi ve akışkanlığı kontrol edilmelidir.
- Jelleşme süresi kontrol edilmelidir.
- Daima filtreli hava hattı kullanılarak su ve yağ kaçaklarının kalıp yüzeyine gelmesi engellenmelidir (Görsel 3.14).



Görsel 3.14: Püskürtme basınç mekanizmaları

Jelkot ve boya kabinlerinde kullanımı kolaylaştırmak ve çalışmaları olumsuz etkileyecek durumlarla karşılaşmamak için uyarı levhaları asılmalı ve bu uyarılara mutlaka uyulmalıdır (Görsel 3.15).

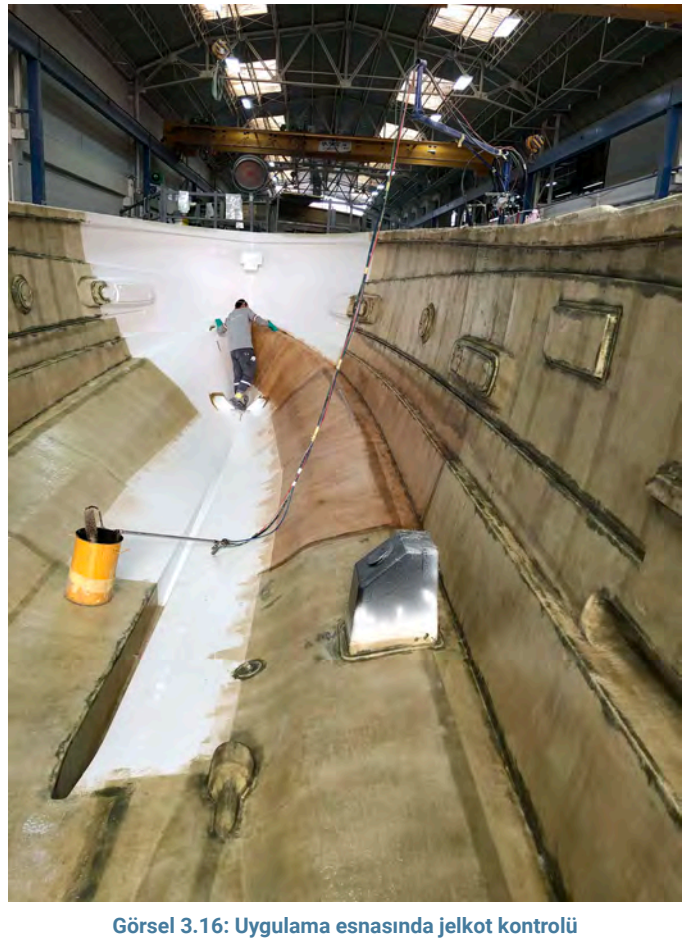


Görsel 3.15: Jelkot boya kabini uyarı levhaları

3.2.1.2. Uygulama Sırasında Jelkot Kalite Kontrolü

Yapılan işlemi test etmek için aşağıdaki kontroller yapılmalıdır:

- Film kalınlığının uygunluğu
- Akma veya sarkma olmadığı
- Sertleşme süresinin uygunluğu
- Sertleşme mekanizmasının sabitliği
- Buruşma olup olmadığı
- Kalıptan ayrışma olup olmadığı
- Gözeneklilik, küçük delikler ve balık gözü hatalarının olup olmadığı (Görsel 3.16).



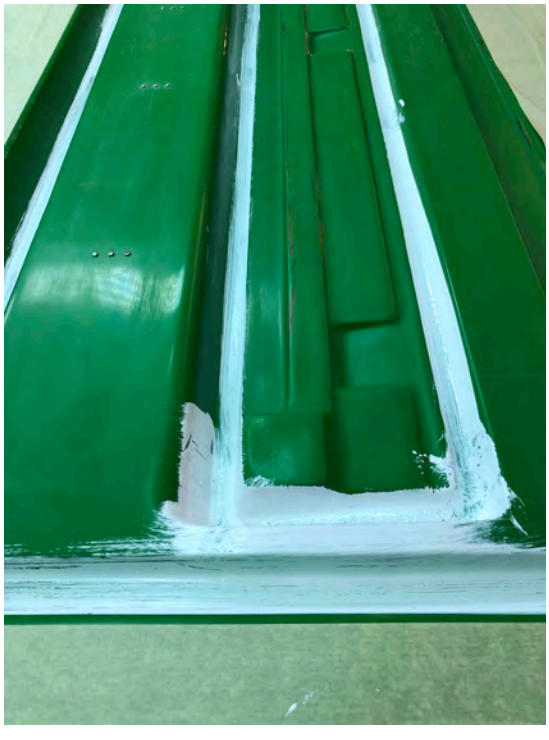
Görsel 3.16: Uygulama esnasında jelkot kontrolü

3.2.2. Vakslanmış Yüzeye Jelkot Uygulama

- Katalizör (MEK-P) oranı, ortalama %1,5 olmak üzere %1,2 ile %3 arasında olmalıdır.
- Püskürtme hüzmesi, düzgün akışı sağlayan en düşük hızda olmalıdır.
- Püskürtme işlemi, kalıbın en yakın olunan tarafından başlanarak merkeze doğru yapılmalıdır. Böylece herhangi bir katalizör fazlasının açık kalıp yüzeyine damlaması engellenmiş olur (Görsel 3.17).
- Püskürtme hüzmesinin kalıp yüzeyine mümkün olduğu kadar dik açıyla gelmesine dikkat edilmelidir.
- Püskürtme sırasında her biri 0,15-0,18 mm kalınlık oluşturacak ve üç geçişte toplam 0,45-0,5 mm kalınlık elde edilecek şekilde püskürtme sağlanmalıdır.
- Düzgün kaplamayı sağlamak için kalıbın zor bölümlerinde spot püskürtme yöntemi ya da fırça kullanılabilir (Görsel 3.18).



Görsel 3.17: Püskürtme yöntemi



Görsel 3.18: Köşeli bölgelere fırça ile jelkot uygulanması

3.2.2.1. Püskürtme Teknikleri

Püskürtme tekniği, her kalıp için kalıbın boyutuna, şekline ve dönüşlerine göre değişir. Bu nedenle devamlılığı sağlamak amacı ile her kalıp için püskürtme hüzmesi şekli saptanmalı ve korunmalıdır.

Değişik alan ve şekiller için genel püskürtme metodları şunlardır:

Düz Alanlar

En yakın olan kenardan başlanarak kalıp merkezine doğru, birbiri üzerine gelecek paralel şeritler halinde püskürtülmelidir. Düzgün kaplama sağlamak amacı ile diğer geçişlerde bir öncekine dik veya diyagonal olarak püskürtülmelidir.

Köşeler

Köşenin her iki tarafına birer kez jelkot püskürtülmeli, daha sonra yaklaşık otuzar santimetrelik bölgelere spot püskürtme yapılmalıdır. Köşenin tam ortasına püskürtmemeye ve kenarlara aşırı jelkot biriktirmemeye dikkat edilmelidir.

Eğriler veya Geniş Radüsler

Tabanca, kalıp yüzeyine dik olarak tutulmalı ve püskürtme hüzmesinin yay oluşturmasına dikkat edilmelidir. Açılı püskürtmekten kaçınılmalıdır.

Kanallar veya Oluklar

Jelkot, önce kanal veya oluk kenarlarına püskürtülmeli ve püskürtme fazlasının kanal diplerine akması sağlanmalıdır. Gerekli ise zor bölgelerde fırça kullanılmalıdır.

Derin ve Dar Kanallar

Püskürtme işlemi uzaktan, el bilekten hareket ettirilerek kanal boyunca hızlı ve kısa spotlar hâlinde yapılmalıdır. Önce kanal kenarındaki düz bölgelere püskürtülmeli ve püskürtme fazlasının kanal diplerini kaplaması sağlanmalıdır. Kanal kenarlarında fazla jelkot birikmesine neden olacağı için püskürtme hüzmesini kanal boyunca kanala paralel olarak yöneltmekten kaçınılmalıdır. Gerekli ise zor bölgelerde fırça kullanılmalıdır.

Küçük Parçalar

Püskürtme işlemi uzak mesafeden, kısa ve çabuk spotlar halinde yapılmalıdır. Tek seferde çok jelkot püskürtülmemeli, azar azar birkaç geçiş ile gerekli kalınlık elde edilmelidir.

7 UYGULAMA 7: JELKOT UYGULAMA

AMAÇ: İş sağlığı ve güvenliği tedbirlerini alarak ve kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak vaks uygulaması yapılmış tekne veya yata jelkot uygulaması yapmak.
YÖNERGE: Vaks uygulaması yapılmış yüzeye uygun ölçüde jelkot hazırlayarak uygulayınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske vb.)
2. Jelkot
3. Vaks uygulaması yapılmış tekne veya yat
4. Karıştırma kabı
5. Püskürtme tabancası, fırça ya da rulo
6. Varil jelkot karıştırıcısı
7. Katalizör (MEK-P)
8. Katalizör ölçü kabı

İşlem Basamakları

1. İş sağlığı ve güvenliği kurallarına uyarak tüm araç gereçleri hazırlayınız.
2. Yapacağınız işe uygun kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
3. Uygulama yapılacak yüzeyin ölçüsünü dikkate alarak karıştırma kabına jelkotu dökünüz.
4. Hazırlama esnasında katalizör ve jelkotun karışım oranlarına dikkat ediniz ve üretici firmanın tavsiyelerini dikkate alınız.
5. Uygulama yapılacak ortamın sıcaklık ve nem değerlerini kontrol ediniz.
6. Hazırladığınız jelkotu vakslanmış yüzeye fırça ya da püskürtme yöntemi ile uygulayınız.
7. Uygulama esnasında fırça ya da püskürtme sisteminin gerekli kontrollerini yapınız.
8. Uygulama sırasında zamanlamaya dikkat ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

4 ÖĞRENME BİRİMİ

ELYAF HAZIRLAMA

KONULAR

1. ELYAF SEÇİMİ
2. TEKNE VEYA YATIN BÖLÜMLERİNE GÖRE ELYAF SEÇİMİ
3. ELYAF KESİMİ
4. EL YATIRMASI YÖNTEMİYLE ELYAF SERME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Tekne ve yatın bölümlerine göre elyaf seçmeyi

b) Elyafı kesmeyi

c) El yatırması yöntemiyle elyaf sermeyi

TEMEL KAVRAMLAR

CAM ELYAF

EL YATIRMASI

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce elyaf malzeme, kompozit malzemenin sağlamlığını nasıl sağlar? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.

4. ELYAF HAZIRLAMA

İş sağlığı ve güvenliği önlemlerini alarak elyaf malzemesini seçmek, uygun ölçüde kesmek ve el yatırması yöntemiyle elyafı sermek için elyafları ve elyaf çeşitlerini tanımak, elyafları el yatırması yöntemi ile yüzeye serme işlemlerini bilmek gerekir.

4.1. ELYAF SEÇİMİ

1940'lı yıllardan bu yana değişik elyaf tipleri, kompozitlerde takviye malzemesi olarak kullanılmaktadır. Kompozit malzemede cam, karbon ve hibrit elyaf kullanımı; kompozit malzemenin çekme ve eğilme direncini, rijitlik (şeklini koruma) ve darbe dayanımı gibi fiziksel özelliklerini artırmaktadır.

Kompozit tekne veya yat yapımında kullanılacak elyaf türünü belirlerken elyafın tekne veya yatın hangi bölümünde kullanılacağı, imalatı yapılacak olan teknenin hangi amaçla kullanılacağı, imal edilen aracın kullanılacağı denizin ve havanın özellikleri gibi bazı hususlara dikkat edilmelidir (Görsel 4.1).



Görsel 4.1: Kumaş elyaf çeşitleri

4.1.1. Tekne veya Yatın Bölümlerine Göre Elyaf Seçimi

Kompozit tekne ve yat imalat sektöründe en yaygın kullanılan türler cam, karbon ve hibrit elyaftır.

Aramid elyaf, daha çok savunma sanayisinde kullanılan bir malzemedir.

Kumaş elyaf ürünler düz tabakalar hâlinde, boyu 25-275 m ve genişliği 7 cm - 3 m arasında değişen ölçülerde üretilebilmektedir. Tabaka hâlinde üretilen ürünler elle işlenebilmeye, kesilebilmeye ve kalıba taşınabilmeye uygun olmalıdır. Aynı zamanda kalıp şekline ve dönüşlerine uyacak biçimde yeterince esnek olmalıdır.

Kumaş elyaf ürünlerde kumaşın reçine tarafından ıslatılması ve reçinenin lifler arasına nüfuz etmesi, kısa sürede gerçekleşir. Ayrıca, kumaş elyafa reçine uygulandığında kumaş elyaf kalıp içinde sürüklenmez ve yerinde sabit olarak kalır. Bu durumu öğütülmüş lifler veya kırpılmış elyaf ile sağlamak mümkün değildir. Birçok kumaş elyafta, elyafın devamlılık özelliği sayesinde mukavemet/ağırlık oranı, kesilmiş ve kırpılmış elyaf türlerine oranla daha yüksektir.

4.1.1.1. Cam Elyaf Keçe (Mat Elyaf)

Cam elyaf keçe ürünleri düşük yoğunluklu takviye malzemeleridir (Görsel 4.2). Cam elyaf keçeler genellikle birim alan ağırlığına veya keçeyi bir arada tutan bağlayıcının miktarı ve türüne göre isimlendirilir.



Görsel 4.2: Elyaf çeşitleri

Cam elyaf keçe ürünleri, daha çok el yatırması yöntemi ile üretilen ürünlerde ve sürekli levha üretiminde yoğun olarak kullanılmaktadır. Hızlı ve kolay işlenebilme özelliğine sahiptir. Düşük yoğunluklu olduklarından dolayı daha güçlü takviye malzemeleri ile birlikte kullanıldığında yüksek mukavemetli ürünler elde edilir. Kompozit tekne veya yat imalatında jelkottan sonra ilk kat olarak örgülü elyaf kullanılırsa alınan ürünün dış yüzeyinde örgü elyafın izleri kalabilir. Bu sebeple jelkottan sonra ilk kat olarak cam elyaf kullanılır. Ayrıca kompozit tekne veya yat imalatında ağırlık merkezini aşağı çekmek için örgülü elyafa kıyasla daha ağır bir malzeme olması sebebi ile alt bölümlerde yine cam elyaf kullanılır. Kompozit tekne veya yat imalatında alt bölümlerde 300 g/m², 450 g/m² ve 600 g/m² toz bağlayıcılı cam elyaf keçe türleri en çok tercih edilen takviye malzemeleridir (Görsel 4.3).



Görsel 4.3: Keçe elyaflar

4.1.1.2. Multiaksiyel (Çok Yönlü) Örgü Cam Elyaf

Multiaksiyel cam elyaflar çok yönlü örme kumaşlar sınıfında yüksek performanslı, bir ya da daha fazla tek yönlü elyaf katmanından oluşan kumaşlardır (Görsel 4.4). Bu katmanlar genelde yapısal olmayan polyester bir dikiş ipliği ile bir arada tutulmaktadır.

Tek yönlü (uniaxial), çift eksenli (biaxial), üç eksenli (triaxial), dört eksenli (quadraxial) ve kombi ürünler gibi çeşitleri mevcuttur. Yüksek teknoloji ile üretilen kompozit ürünlerde takviye malzemesi olarak kullanılır. Havacılık, uzay, rüzgâr enerjisi, denizcilik, otomotiv, spor malzemeleri gibi alanlarda üretilen kompozit ürünlerin vazgeçilmez takviye malzemesidir.

Tekne ve yatlarda ağırlık merkezinin alt bölümlerde olması teknenin dengesi için oldukça önemlidir. Multiaksiyel elyaflar, mat keçe elyafa kıyasla daha hafif bir malzeme oldukları için tekne ve yatlarda daha çok üst bölümlerde kullanılır. Tüm üst güverte bölümlerinde, karina cam kenarlarında, lombozlarda, bacalarda, şaft bağlantı yerinde, dümen palası yataklarında ve bakım onarım işlemlerinde kullanılır.



Görsel 4.4: Çok yönlü örgü cam elyaf

4.1.1.3. Dokuma Kumaş Elyaflar

Dokuma kumaşların E-cam, aramid, hibrit ve karbon elyaf gibi çeşitleri mevcuttur. Bütün reçine sistemlerinde kullanılabilecek, birbirinin içinden geçirilmiş iki eksenli dokuma kumaşlardır (Görsel 4.5). Yüksek mukavemet, düşük yoğunluk, iyi ısıl iletkenlik, yüksek germe çekme dayanımı, düşük lif çapı, yüksek elektriksel öz direnç gibi önemli özellikleri sebebi ile özellikle savunma sanayisinde, hava araçlarında, yarış arabalarında ve özel tasarımlı deniz araçlarında kullanılmaktadır. Sınırsız raf ömrü, korozyona karşı dayanıklılığı, inorganik asit ve bazlardan etkilenmemesi de önemli özellikleri arasındadır.



Görsel 4.5: Elyaf çeşitleri

Dokuma Cam Elyaf

Cam elyaflar kolemanit, soda, silika ve alüminyum oksit gibi pek çok farklı malzemeden üretilmektedir (Görsel 4.6).

Dokuma cam elyaf kumaşların kompozit tekne veya yat yapımında sıklıkla tercih edilen bir ürün olmasında hafif ve yüksek mukavemetli bir malzeme olması etkili olmuştur. Ayrıca düşük gramajlı dokuma cam elyafların ahşap teknelerin su ile temas eden yüzeylerinde reçine ile birlikte kullanılması ahşap yüzeylerin deniz suyu ile temasını engelleyerek teknenin daha uzun ömürlü olmasını sağlar.



Görsel 4.6: Dokuma cam elyaflar

Dokuma Karbon Elyaf

Ana bileşimleri karbonlaşmış akrilik elyaf, katran ve naylondur. Kumaş inceliğinde ipliksi bir teknoloji ürünüdür (Görsel 4.7). Yapılara fazladan ağırlık bindirmeyen ve çok ince olması nedeniyle alan kaybettirmeyen, çelikten daha güçlü ama çok daha hafif bir elyaf çeşididir. Korozyon ve paslanmaya karşı dayanıklı, kolay şekil alabilen bir malzemedir. Bilinen en sağlam malzemelerden biridir. Hafifliğin ve dayanımın çok önemli olduğu yerlerde, yatlarda, uçak kanadı ve pervanesinde, özel tasarımlı deniz araçlarında, medikal ürünlerde, makine parçalarında kullanılır.



Görsel 4.7: Dokuma karbon elyaf

Dokuma Aramid (Kevlar) Elyaf

Geleneksel malzemelerin yerini giderek hafif ve dayanıklı kompozit malzemelerin aldığı günümüz teknolojisinde aramid elyaf, kompozit üretiminde önemli bir rol oynamaktadır. Kevlar veya Twaron olarak da adlandırılan aramid elyaf, organik bir polimer malzemedir (Görsel 4.8). Düşük yoğunluk ve yüksek mukavemete sahip olan iplikler dokunarak kumaş hâlinde üretilir. Darbe mukavemetinin ve aynı zamanda esnekliğin istendiği endüstriyel uygulamalarda sıklıkla tercih edilmektedir. Epoksi reçineler ile birlikte kompozit parça imalatında ve özellikle savunma sanayisinde, balistik uygulamalarda çelik yelek, kask ve zırh yapımında kullanılmaktadır. Epoksi reçinesi ile infüzyon uygulaması için uygundur.



Görsel 4.8: Aramid elyaf

Dokuma Hibrit Elyaf

Hibrit kumaşların dokuma işleminde, değişen oranlarda karbon, aramid ve cam gibi iplikler kombine edilir (Görsel 4.9). Uygulamada spesifik özelliklere uygun kumaşlar oluşturmak için farklı lifler birlikte kullanılır.

Aramid, aşınma ve darbelere karşı dayanıklılık sağlarken karbon kumaşlar yüksek mukavemet ve sertlik sağlar. Kompozit tekne veya yat imalatında özel amaçlı tasarımlarda kullanılır.



Görsel 4.9: Karbon ve cam iplikleri ile dokunmuş hibrit elyaf

8 UYGULAMA 8: ELYAF SEÇİMİ

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak hazırlanan kalıbın özelliğine uygun elyaf seçimi yapmak.
YÖNERGE: Yapılan işin niteliğine uygun kişisel koruyucu donanımları kullanarak elyafın kullanılacağı bölgelerin özelliğine göre uygun elyafı seçiniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Cam elyaf keçe
3. Dokuma elyaf
4. Hazırlığı yapılmış kalıp

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Jelkottan sonraki ilk kat için uygun elyafı seçiniz.
3. Ara katlar için uygun elyafı seçiniz.
4. Teknenin ağırlık merkezini dikkate alarak uygun elyafı seçiniz.
5. Elyaf seçiminde arkadaşlarınızla yardımlaşınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

4.1.2. Elyaf Kesimi

Kalıptan alınacak ürün için elyaf seçimi yapıldıktan sonra en az fire ile elyaf kesimi yapmak için üretilecek olan parçaların ölçülerine uygun şablonlar hazırlanarak kesim yapılmalıdır (Görsel 4.10).



Görsel 4.10: Şablon ile elyaf kesimi

Elyaflar, kesim tezgâhına uygun numaralarda ve düzgün bir şekilde yerleştirilmelidir (Görsel 4.11). Hazırlanan kalıp ölçülerine uygun elyaf kesimi için lazer, maket bıçağı ya da makas kullanılır. Makas ve maket bıçağı ile elyaf kesimi geleneksel kesim yöntemlerindendir.

Lazer kesim, geleneksel kesim yöntemlerine kıyasla daha avantajlıdır. Temassız kesim sayesinde elyaf dokuda deformasyon meydana gelmez. Lazer kesimde toz oluşumunun minimum seviyede olmasından dolayı temizlik için ayrılan süre de minimum seviyededir. Geleneksel kesim yöntemlerinde kullanılan kesicilerin zamanla aşınmaya uğrayarak körelmesi gibi olumsuz durumlar lazer kesimde görülmez. Sürekli ve değişmeyen oranda kesim kalitesi ile büyük çaplı üretim yapan işletmelerde kullanılır (Görsel 4.12).

Bazı işletmeler geleneksel kesim yöntemlerine kattıkları yenilikler sayesinde insan ergonomisine uygun olarak geliştirdikleri kaldırma ve taşıma sistemleri ile iş akışını daha seri hale getirmiş ve elyaf kesim işlemindeki süre kaybını minimuma indirmişlerdir.



Görsel 4.11: Elyafın kesim tezgâhına yerleştirilmesi

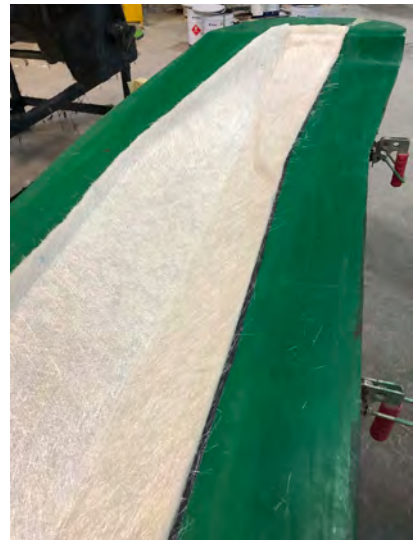


Görsel 4.12: Elyafın kesilmesi

4.2.1. El Yatırması Yöntemi

El yatırması yöntemi, herhangi bir mekanik basınç uygulaması olmadan fırça ve rulo kullanılarak reçinenin elyafa yedirilmesi işlemidir. Bu yöntem takviye malzemesinin yani elyafın kalıba yatırılması ve açık kalıp üzerine sıvı reçine uygulanması temel prensibine dayanır (Görsel 4.13).

Kolay işlenebilirlik, yöntemin kolaylığı ve düşük maliyet gibi avantajlı yönleri vardır. Bu üretim yöntemi, karmaşık ve yüksek kalitede üretim imkânı sunan diğer kompozit üretim yöntemlerine göre daha basittir. El yatırması yöntemi genellikle denizcilikte tekne dış yüzeylerinde bakım onarım amacı ile ya da karmaşık şekilli parçaların üretiminde kullanılmaktadır.



Görsel 4.13: El yatırması yöntemi

El yatırması yöntemi, kompozit endüstrisi kalıplama yöntemleri arasında en uygulanabilir yöntem olarak kabul edilmektedir.

9

UYGULAMA 9: ELYAF KESİMİ

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak hazırlanan kalıbın ölçülerine uygun elyaf kesmek.
YÖNERGE: Uygun kişisel koruyucu donanımları kullanarak yapılan işin niteliğine göre geleneksel yöntemle elyaf kesimi yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Mat keçe cam elyaf
3. Dokuma elyaf
4. Makas ya da maket bıçağı
5. Hazırlığı yapılmış kalıp

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Jelkottan sonraki ilk kat için seçilmiş olan mat keçe cam elyafı, serilecek bölgenin ölçülerine göre makas ya da maket bıçağı ile kesiniz.
3. Ara katlar için seçilmiş olan dokuma elyafı, serilecek bölgenin ölçülerine göre makas ya da maket bıçağı ile kesiniz.
4. Tekne veya yatın ağır olması gereken bölgeleri için seçilmiş mat keçe cam elyafı, uygulanacak bölgenin ölçülerine uygun olarak makas ya da maket bıçağı ile kesiniz.
5. Tekne veya yatın hafif olması gereken bölgeleri için seçilmiş dokuma elyafı, uygulanacak bölgenin ölçülerine uygun olarak makas ya da maket bıçağı ile kesiniz.
6. Kesilmiş elyafları katlayarak isimlendiriniz.
7. Maket bıçağı ile kesim sırasında dikkatli olunuz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

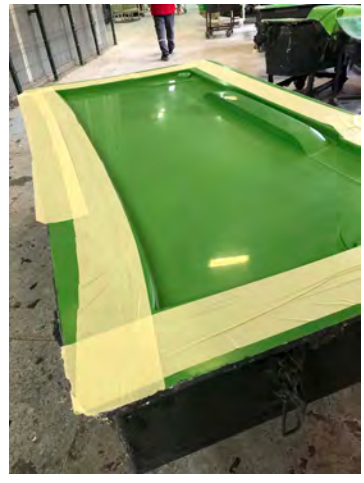
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN
Adı Soyadı :
İşe Başlama (Tarih/Saat) :
İşi Bitirme (Tarih/Saat) :

ÖĞRETMENİN
Adı Soyadı :
Tarih :
İmza :

4.2.1.1 El Yatırması Yöntemi ile Elyaf Serme

Kalıbı reçine, jelkot ve elyaf gibi malzemelerden korumak için üretimin başlangıç aşamasında kalıp kenarları kâğıt bant ile kapatılır (Görsel 4.14). Renk pigmenti katkılı jelkot, temizliği yapılmış ve vaks uygulanmış kalıba püskürtme tabancası, rulo veya fırça ile uygulanır.



Görsel 4.14: Kalıp kenarlarının kapatılması

Jelkot yeterli derecede sertleştiğinde reçine uygulanır. Reçine uygulaması yapılmış yüzeye uygun ölçülerde kesilip hazırlanan elyaf yerleştirilir (Görsel 4.15). Reçine, elyafa fırça yardımıyla yedirilir.

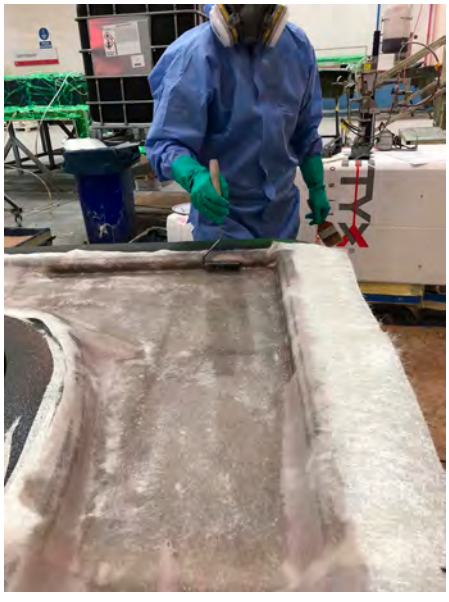


Görsel 4.15: El yatırması yöntemiyle elyaf serme

İlk kat cam elyaf keçe uygulamasından sonra diğer katı atmak için reçinenin jelleşmesini beklemeye gerek yoktur. Hatta katları reçine ıslakken atmak daha doğru bir uygulamadır. Bu sayede daha homojen bir kalıplama yapılmış ve alınacak ürünün mukavemeti artırılmış olur.

Bazı istisna durumlarda örneğin üst üste fazla elyaf kullanılacak ise malzeme özelliğine bağlı olarak kalınlık yaklaşık 5-7 mm'ye kadar artırılabilir. Ancak daha kalın uygulamalarda ortaya çıkan ekzotermik reaksiyon sebebi ile ürün aşırı ısınır ve bu da istenmeyen durumlara yol açar. Kalın laminasyon uygulamalarında ilk katların jelleşme süresine dikkat edilerek beklenmeli daha sonra diğer katların uygulaması yapılmalıdır.

Takviye malzemesi, üzerine tatbik edilen reçine sertleşene kadar rulolama işlemine tabi tutulur. Rulolama sayesinde elyaf tabakaları arasında kalan hava kabarcıkları giderilir, reçine kalıp yüzeyine dengeli dağılır ve reçine fazlalıkları kalıp dışına çıkarılır. Rulolama işlemi, aralıklı olarak her kat takviye malzemesi uygulamasının ardından tekrarlanmalıdır (Görsel 4.16).



Görsel 4.16: Rulo ile reçine fazlalığının ve hava kabarcığının alınması

Takviye malzemesinin kalınlığı ve çeşidi için projede alınan kararlara dikkat edilir. Kompozit tekne veya yat imalatında jelkottan sonra ilk kat olarak mat keçe elyaf daha sonraki katlarda ise ürün mukavemetini artırmak ve hafifliği sağlamak amacı ile dokuma elyaflar kullanılır. Bu uygulama sayesinde alınacak ürünün yüzeyinde dokuma elyaf kumaştaki örgü izlerinin oluşmasının önüne geçilmiş olunur.

Elyafın kıvrımlı yüzeylere yatırılması ciddi bir sorun teşkil etmez fakat sert köşeleri olan kalıplarda elyaflar şeritler halinde kesilip serilebilir (Görsel 4.17).



Görsel 4.17: Birleşme yerlerinin ayarlanması

4.2.1.2. El Yatırması Yönteminde Kullanılan Araç Gereçler

El yatırması yöntemiyle kompozit tekne veya yat imalatında kullanılan araç gereçler; fırça, rulo, kâğıt bant, ölçü kapları, karıştırma ve ölçme makineleri ile yapılan işin özelliğine göre kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlardır (Görsel 4.18).



Görsel 4.18: El yatırması yönteminde kullanılan el aletleri

Karıştırma ve Ölçme Makineleri

Ölçme ve karıştırma makineleri, el yatırması yöntemlerinde kullanılan reçineyi istenilen ölçülerde hazırlamak ve karışım hatalarını minimuma indirmek amacı ile üretilmiştir (Görsel 4.19). Karıştırıcılar, reçineye katılan katalizörün kap içerisinde homojen dağılımını sağlar. Ayrıca katalizör ölçme aygıtına ihtiyaç duyulmaz, makineler ölçme ve karıştırma işlemini bir arada yapar.



Görsel 4.19: Ölçme ve karıştırma makinesi

Katalizör Ölçme Aygıtları

Reçine hazırlanırken katalizörün ölçülü şekilde karıştırılması ve karışım hatalarının minimuma indirilmesi amacı ile katalizör ölçme aygıtları kullanılır (Görsel 4.20). Piyasada değişik tür ve nitelikte aygıtlar mevcuttur. En basit tipi sıkılabilen plastik şişedir. Bu aygıtta, plastik bir şişenin içinden, şişe sıkıldıkça dışarıya katalizör püskürtebilen bir tüp çıkar ve ölçeği doldurur. Şişe sıkıldıkça ölçek içerisine dolan katalizör, istenen miktara ulaşınca ölçek kısmından reçineye boşaltılır.

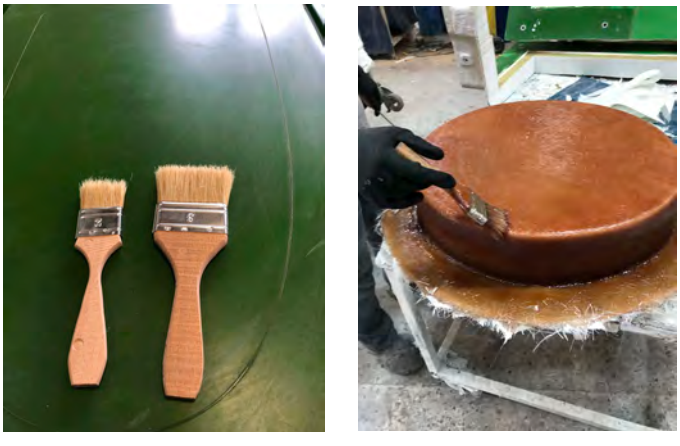


Görsel 4.20: Katalizör ölçme kabı

Fırçalar ve Kullanımı

El yatırması yönteminde kullanılan fırça, daha çok küçük parçaların üretiminde ve rulo ile uygulama yapılamayacak dar kavisli bölgelerde tercih edilir (Görsel 4.21). Uygulama yapılacak bölgenin ölçülerine uygun fırça seçilmelidir. Küçük parçaların üretiminde genellikle 3 numara fırça tercih edilir. Fırça her kullanımdan sonra aseton ile temizlenmelidir.

Açık renkli kompozit tekne veya yat üretimi için açık renk fırçalar kullanılmalıdır. Böylelikle sertleşmiş reçine sistemi üzerinde fırçadan düşen kılların görünmesi engellenebilir. Jelkot uygulamalarında fırça izlerini ve çizgilerini engellemek için uzun kıllı geniş fırçalar kullanılmalıdır.



Görsel 4.21: El yatırma yönteminde kullanılan fırçalar ve kullanımı

Rulolar ve Kullanımı

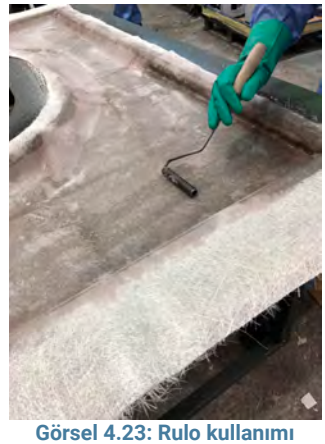
El yatırması yöntemiyle yapılan üretimde kullanılan rulolar uygulama yapılan parçada hava kabarcığı oluşmaması, reçinenin yüzeye daha dengeli dağılması ve reçine fazlalıklarının alınması gibi amaçlarla kullanılır (Görsel 4.22, 4.23). El yatırması üretim yönteminde kullanılan rulolar da fırçalar gibi kullanımdan hemen sonra aseton ile temizlenmelidir.



Görsel 4.22: Islatma ve yatırma ruloları

Islatma ruloları ve yatırma ruloları olmak üzere iki çeşit rulo vardır. Genellikle yünden yapılan ıslatma ruloları, hem kalıp yüzeyine hem laminanta reçine sürülmesi için kullanılır. Kullanıcının ihtiyaçlarını karşılamak amacı ile değişik çap ve boyutlarda üretilir.

Yatırma ruloları laminantın sıkıştırılması ve yatırma sırasında laminant katları arasında kalan hava kabarcıklarının çıkarılması için kullanılır.



Görsel 4.23: Rulo kullanımı

El yatırması yönteminin avantajları şunlardır:

- ⚓ Üretim maliyeti düşüktür.
- ⚓ Üretilen parçaların boyutlarında teorik olarak kısıtlama yoktur.
- ⚓ Gerekirse tasarımda kolaylıkla değişiklik yapılabilir.
- ⚓ Diğer yöntemlere göre en düşük yatırım maliyetine sahiptir.
- ⚓ Çeşitli renklerde dekoratif yüzey elde edilebilir.
- ⚓ Yerinde kalıplama olanağı sağlar.
- ⚓ Prototip üretimine ve büyütmeye uygundur.
- ⚓ Maksimum tasarım esnekliği ile belirli bölgeleri daha mukavim yapabilme olanağı sağlar ve özel ekleme yapılabilir.
- ⚓ Montaj kolaylığı sağlar.

El yatırması yönteminin dezavantajları şunlardır:

- ⚓ Tek yüzü düzgün ürün elde edilir.
- ⚓ İş gücü yoğun bir yöntemdir.
- ⚓ Üretim kalitesi işçi yeteneklerine bağlıdır.
- ⚓ Açık kalıp uygulamasından dolayı reçine sistemi içindeki kimyasalların uçuculuğu ile birlikte sitiren gazının açığa çıkması çalışanların sağlığı açısından risk oluşturur.

10 UYGULAMA 10: ELYAF SERME

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak hazırlanan kalıbın ölçülerine uygun elyaf sermek.

YÖNERGE: Yapılan işin niteliğine uygun kişisel koruyucu donanımları kullanarak el yatırması yöntemiyle elyaf seriniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Mat keçe cam elyaf
2. Dokuma elyaf
3. Fırça veya rulo
4. Kâğıt bant
5. Reçine (epoksi, vinilester ya da polyester)
6. Reçine hazırlama kabı
7. Katalizör ölçme kabı
8. Hazırlığı yapılmış kalıp (vaks ve jelkot uygulanmış)
9. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Çalışma ortamının nem, basınç ve sıcaklık değerlerini kontrol ediniz.
3. Kalıp kenarlarını kâğıt bant ile kapatınız.
4. Jelkotlu yüzey üzerine fırça ile vinilester reçineyi sürünüz.
5. Jelkottan sonraki ilk kat için daha önceden kesilip hazırlanmış mat keçe cam elyafı serip fırça ile darbeler yaparak reçineyi elyafa yediriniz
6. Rulo ile reçinenin fazlasını kalıp kenarlarına çıkarınız.
7. Hava kabarcıklarını rulo ile alınız.
8. Reçinenin kalıba dengeli dağıldığından emin olunuz.
9. Birkaç kat daha aynı işleme devam ediniz.
10. Ara katlar için seçilmiş olan dokuma elyafı sererek rulo ile ıslatınız.
11. Reçinenin dengeli dağılması, kalıp üzerinde hava kabarcığı bulunmaması ve fazla reçinenin kalıp dışına alınması gibi işlemleri dikkatle yapınız.
12. Belirlenen kalınlığı elde edinceye kadar elyaf serme işlemine devam ediniz.
13. Dar ya da kavisli bölgelerde fırça kullanınız. Fırçayı elyaf üzerinde ileri geri hareket ettirmeyiniz, tek hareket kuralına dikkat ediniz.
14. İşlem bittikten sonra fırça ve ruloyu aseton ile temizleyiniz.
15. Kullanılan kişisel koruyucu donanımları (maske, eldiven vs.) kimyasal atık kutusuna atınız.

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

5 ÖĞRENME BİRİMİ

KÖPÜK HAZIRLAMA

KONULAR

1. DÜZ PANEL KÖPÜK HAZIRLAMA
2. SANDVİÇ PANEL HAZIRLAMA

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Düz panel köpük hazırlamayı ve yüzeye uygulamayı

b) Cam elyaf takviyeli köpük imalatını

c) Marin kontrplak ile sandviç panel imalatını

TEMEL KAVRAMLAR

DÜZ PANEL

SANDVİÇ PANEL

MARİN KONTRPLAK

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Köpük şeklinde bildiğiniz malzemeler nelerdir? Arkadaşlarınızla bilgilerinizi paylaşınız.
2. Size göre tekne veya yat imalatında köpük malzemelerin sağladığı avantajlar nelerdir? Arkadaşlarınızla tartışınız

5. KÖPÜK HAZIRLAMA

İş sağlığı ve güvenliği kurallarını göz önünde bulundurarak köpük malzemelerini seçip uygun ölçüde kesmek ve düz panel köpük uygulaması ile sandviç panel uygulamasını yapabilmek için bu malzemelerin tanınması ve uygulama tekniklerinin bilinmesi gerekir.

5.1. KÖPÜK MALZEMESİNİ SEÇME VE UYGUN ÖLÇÜDE KESME

Kompozit tekne veya yat imalatında düz panel ve sandviç panel uygulamaları kompozit malzemeye kalınlık vermek, malzemede hafifliği sağlamak ve kompozit malzemenin mekanik özellikler açısından mukavemetini artırmak amacıyla yapılır. Köpük malzemenin kullanımı ile tekne ve yatlarda ısı ve ses yalıtımı da sağlanmış olur.

Köpük malzemeler istiflenirken özellikleri ve ebatlarına göre ayrılmalı, kırılma olmaması için kolay ulaşılabilecek bir biçimde istiflenmelidir. (Görsel 5.1).



Görsel 5.1: Kompozit tekne ve yat imalatında kullanılan köpük malzemeler

5.1.1. Köpük Malzemesini Seçme ve Uygun Ölçüde Kesme

Kompozit yat imalatında kullanılan yalıtım malzemelerini seçerken uygulama yapılacak bölgenin özellikleri dikkate alınmalıdır. Suya maruz kalacak bölümlerde ve makine dairesinde ısı ve su yalıtımını sağlamak amacıyla poliüretan köpükler, kompozit parça imalatında kalınlık verilmek istenen bölgelerde ise hafifliği sağlamak amacıyla PVC köpükler tercih edilmelidir.

Köpük seçiminde köpüğün kullanılacağı parçanın ölçüleri, imalatı yapılacak parçanın kullanım amacı ve uygulama için tercih edilen imalat yöntemi önemlidir. El yatırması ve infüzyon yöntemi ile sandviç panel imalatı için farklı yapılarda köpük malzemeleri üretilmiştir. Köpük seçiminde bu durum dikkate alınmalıdır.

Köpük malzemelerinin kesimi için genellikle maket bıçağı kullanılır (Görsel 5.2). Teknolojinin değişimi ve gelişimine paralel olarak yeni kesim cihazları da üretilmiştir fakat maliyetlerinin yüksek olması ve seri üretime uygun imal edilmelerinden dolayı bu cihazlar kompozit tekne ve yat imalatı yapan işletmelerde fazla kullanılmamaktadır.



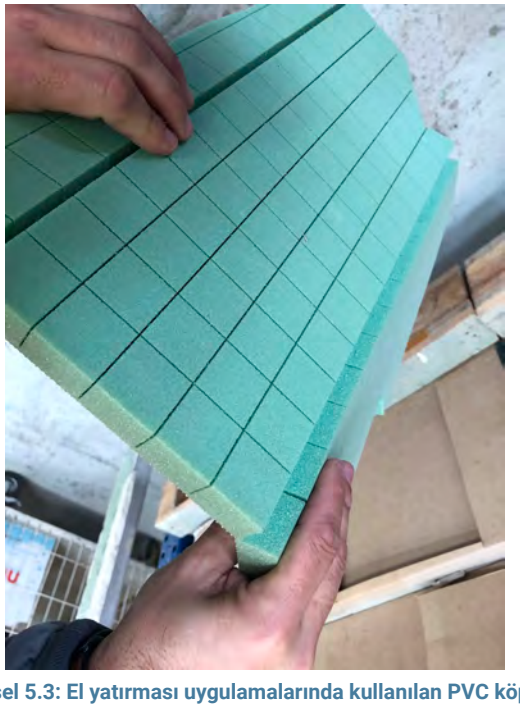
Görsel 5.2: Köpük malzemenin maket bıçağı ile kesimi

PVC Panel Köpük

PVC Poli-Vinyl-Chlorid (Poli-Vinil-Klorid) kimyasal isimlerinin baş harfleridir. Kompozit tekne veya yatlarda parçaya kalınlık vermek ve kompozit malzemede hafifliği sağlamak için çekirdek malzeme olarak kullanılmaktadır. Polyester, vinilester ve epoksi reçine sistemleriyle uyumludur. Denizcilik sektöründe, kompozit tekne veya yatların gövde, güverte ve üst binalarının imalatında kalınlık malzemesi olarak kullanılır.

PVC panel köpük kapalı hücre yapısından dolayı el yatırması, infüzyon, vakum torbalama ve RTM gibi kompozit imalat yöntemlerinde kullanılır. PVC panel köpük, el yatırması yöntemi için piyasada fileli olarak bulunur ve yüzeye macun ile yapıştırılır.

Kompozit malzemeye kalınlık verirken malzemenin mekanik özellikleri açısından mukavemetini artırır, hafifliği sağlar ve maliyeti düşürür. PVC panel köpük malzemelerin reçine emilimi yok denecek kadar azdır. Bu özelliği ile uygulandığı bölgede ağırlığı minimuma indirir. Piyasada farklı en, boy ve kalınlık ölçülerinde bulunur. Sarı, yeşil, mavi, kırmızı, siyah gibi farklı renkleri mevcuttur (Görsel 5.3).



Görsel 5.3: El yatırması uygulamalarında kullanılan PVC köpük

Poliüretan Köpük

Poliüretan köpük, polyol ve izosiyanurat isimli iki ana bileşenin katalizör malzemelerle yüksek basınç altında karışımıyla oluşan sert malzemedir. Kapalı hücre yapısına sahip olması sebebiyle ısı yalıtımı kuvvetlidir.

Kompozit tekne veya yat motorlarında ısı yalıtımı için kullanılan yalıtım malzemeleri, motorlar çalışınca ortaya çıkan sıcaklığın etkisiyle herhangi bir kimyasal patlama ya da yangına sebebiyet verebilir. Kompozit tekne veya yatlarda makine dairesinde meydana gelebilecek yangına karşı en iyi izolasyon malzemesi poliüretan köpüklerdir.

Su ve neme karşı dirençli olması sebebi ile tekne veya yatın suya maruz kalacak bölümlerinde daha çok poliüretan köpükler tercih edilir.

Poliüretan köpükler ses, ısı ve suya karşı bilinen en güçlü yalıtım malzemesidir. Bu sebeple sandviç panellerin imalatında kullanılır. Bütün elyaf türleri (cam, karbon,hibrit, aramid, bor) ve bütün reçine sistemleri (polyester, vinilester, epoksi) ile uyumludur. El yatırması, vakum torba, infüzyon ve RTM gibi kompozit malzeme üretim yöntemleri ile sandviç panellerin imalatında ara malzeme olarak kullanılır.

11

UYGULAMA 11: KÖPÜK SEÇİMİ VE UYGUN ÖLÇÜDE KESME

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak hazırlanan kalıp özelliğine uygun köpüğü seçmek ve köpük uygulaması yapılacak bölgenin ölçülerine göre kesmek.
YÖNERGE 1: Ders öğretmeninin uygulama için verdiği köpüklerin özelliklerini açıklayarak yapacağınız imalata uygun olan köpüğü seçiniz.
YÖNERGE 2: Köpük uygulaması yapılacak olan bölgenin ölçülerine göre maket bıçağı kullanarak köpük malzemesini kesiniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ



Görsel 5.4: Köpük malzemenin seçimi



Görsel 5.5: Köpük malzemenin kesimi

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. PVC panel köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Hazırlığı yapılmış kalıp

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Köpük uygulaması yapılacak bölgeye ve tercih edilen imalat yöntemine göre uygun olan köpük malzemesini seçiniz (Görsel 5.4).
3. Seçtiğiniz köpüğü, köpük uygulaması yapılacak kalıbın ölçülerine göre kesiniz (Görsel 5.5).
4. Kestiğiniz köpükleri numaralandırarak dikkatli bir şekilde kalıbın üzerine yerleştiriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

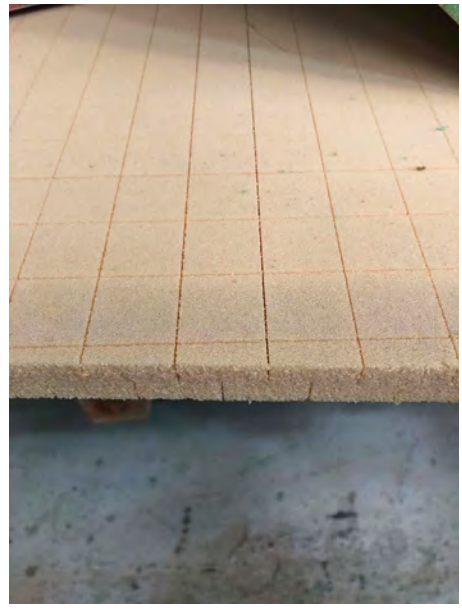
DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

5.2. DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI

Kompozit tekne veya yat imalatında kompozit parçaya köpük malzemesi ile kalınlık verilerek hafifliği sağlamak amacıyla düz panel köpük uygulanabilir (Görsel 5.6).



Görsel 5.6: Düz panel köpük

5.2.1. Bordaya Düz Panel Köpük Uygulaması

Kompozit tekne veya yat imalatında tekne veya yatın bordasında kalınlık oluşturmak ve hafiflik sağlamak amacıyla düz panel köpük uygulaması yapılır (Görsel 5.7).

Düz panel köpük uygulaması yapmak için, kullanılacak alana uygun özellikte köpük malzemesi seçilip bölgenin ölçülerine göre kesilir. Kesilen köpük önce yalıtım yapılacak alana alıştırılır, daha sonra el yatırması, vakum torba, infüzyon ya da RTM yöntemlerinden herhangi biri ile yapıştırılır.

Köpük uygulaması için sadece el yatırması yönteminde macun kullanılır. Vakumla imalat yöntemlerinde macun kullanılmaz.



Görsel 5.7: Bordaya düz köpük panel uygulanması

12 UYGULAMA 12: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 1

AMAÇ: Kalıp özelliğine uygun olarak seçilen düz panel köpük malzemesini kesip kalıba uygulamak

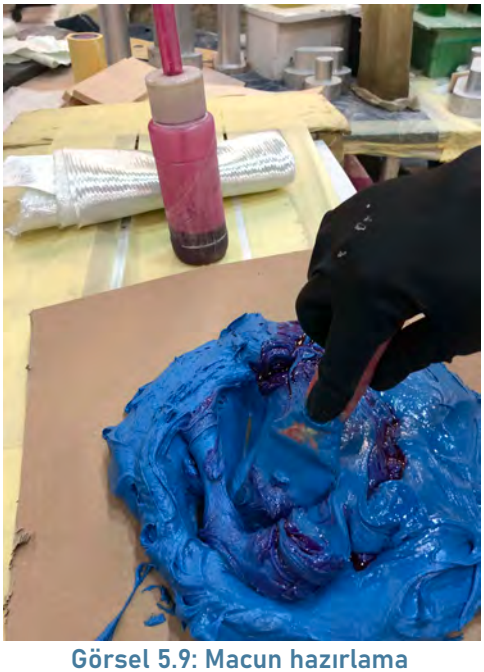
YÖNERGE: Düz panel köpük seçerek kalıba el yatırması yöntemiyle köpük uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.8: Düz panel köpük uygulaması

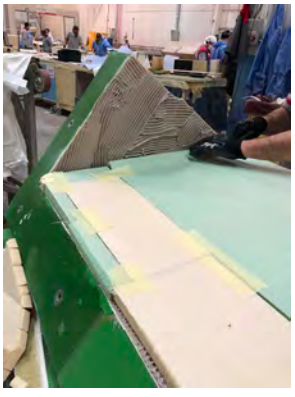


Görsel 5.9: Macun hazırlama





Görsel 5.10: Macun uygulamaları



Görsel 5.11: Köpük yerleştirme



Görsel 5.12: Köpük malzemesine pah kırma



Görsel 5.13: Kenarına pah kırılmış köpük üzerine elyaf serme

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. PVC köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Macun (hızlandırıcısı üretici firma tarafından karıştırılmış)
5. Hazırlığı yapılmış (vaks ve jelkot) kalıp
6. Vinilester reçine
7. Polyester reçine
8. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
9. MEK-P
10. Reçine hazırlama kabı
11. Reçine ölçü kabı
12. Katalizör ölçü kabı
13. Macun hazırlama ve uygulaması için spatula
14. Fırça ve rulo
15. Reçine karıştırma çubuğu
16. Spatula

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Köpük uygulaması yapılacak bölgenin ölçülerine göre düz panel köpük malzemesini kesip hazırlayınız.
3. Kestiğiniz köpüğü uygulama yapılacak bölgeye alıştırınız (Görsel 5.8).
4. Uygun ölçüde vinilester reçineyi ölçme kabı kullanarak hazırlama kabına alınız.
5. MEK-P'yi katalizör ölçme kabına alınız.
6. Katalizör ölçme kabı kullanarak uygun ölçüde MEK-P'yi vinilester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız (Görsel 5.9-10).
7. Hazırlığı yapılmış kalıba ilk olarak vinilester reçineyi spatula yardımıyla sürünüz.
8. Reçine uygulaması yapılmış kalıba ilk kat olarak mat keçe cam elyafı sererek fırça darbeleriyle elyafı ıslatınız (Görsel 5.11).
9. İlk üç kat için mat keçe cam elyaf ile birlikte vinilester reçine kullanınız.
10. Dokuma cam elyafı kalıba yerleştiriniz.
11. Uygun ölçüde polyester reçineyi ölçme kabı kullanarak hazırlama kabına alınız.
12. Katalizör ölçme kabı kullanarak uygun ölçüde MEK-P'yi polyester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
13. Elyafı polyester reçine ile ıslatarak reçinenin elyaf üzerinde dengeli dağılmasına dikkat ediniz.

14. Uygulama sırasında arkadaşlarınızla yardımlaşınız.
15. Hazırlanan sisteme köpük uygulaması yapmak için reçinenin kürleşmesini bekleyiniz.
16. Reçine tam kürleştikten sonra zımpara yaparak yüzeyi düzeltiniz.
17. Uygulama yapılacak bölgeye göre belirlenen miktarda macunu hazırlama kabına alarak uygun oranlarda sertleştirici ilavesiyle hazırlayınız.
18. Hazırladığınız macunu spatula ile elyaflar üzerine uygulayınız.
19. Kalıp ölçülerine uygun olarak kesip alıştırdığınız düz panel köpük malzemesini uygun yere yerleştiriniz. Macunun kuruma süresi normal şartlarda maksimum 1 saattir. Uygulamada en sağlıklı olanı macun kurumadan hemen elyaf reçine işlemine devam edilmesidir. Macun kuruduktan sonra ayrıca zımpara vs. gibi yüzey düzeltme işlemleri yapılmalıdır.
20. Düz panel köpüğün kenarlarına pah kırarak üzerine serilecek elyafın tam oturmasını sağlayınız (Görsel 5.12).
21. Köpük malzemesinin üzerine tekrar macun uygulayarak uygun dokuma elyafı seriniz (Görsel 5.13).
22. Elyafı reçine ile ıslatarak reçinenin elyaf içerisinde dengeli dağılımını sağlayınız.
23. Aynı işlemi istediğiniz parça kalınlığını elde edene kadar tekrarlayınız.
24. Kalıp üzerinde hava kabarcığı kalmaması için rulo ile reçine fazlalıklarını kalıbın dışına alınız.
25. Uygulamayı tamamladıktan sonra reçine hazırlama kabını, ölçü kaplarını, fırça ve ruloları aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
26. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımlardan tek kullanımlık olanları (maske, eldiven gibi) kimyasal atık kutularına atınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

13 UYGULAMA 13: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 2

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak hazırlanan ve kalıp özelliğine uygun olarak seçilen düz panel köpük malzemesini keserek kalıba uygulamak.
YÖNERGE: Düz panel köpüğü seçerek, kalıba vakum yöntemiyle köpük uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.14: Köpük yerleştirme



Görsel 5.15: Kalıbın vakum torba yöntemine göre hazırlanması

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. PVC köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Hazırlığı yapılmış (vaks ve jelkot) kalıp
5. Vinilester reçine
6. Polyester reçine
7. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
8. MEK-P
9. Reçine hazırlama kabı
10. Reçine ölçü kabı
11. Katalizör ölçü kabı
12. Vakum sarf malzemeleri (vakum battaniyesi, soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
13. Vakum pompası
14. Reçine devridaim tankları
15. Vakum kaçak dedektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Köpük uygulaması yapılacak bölgenin ölçülerine göre düz panel köpük malzemesini kesip hazırlayınız.
3. Kestiğiniz köpüğü uygulama yapılacak bölgeye alıştırınız (Görsel 5.14).
4. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız.
5. Vakum pompasını kontrol ederek tekne kalıbının yanına hazırlayınız.
6. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanına getirerek hazırlayınız.
7. Soyma kumaşı, vakum battaniyesi, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp

ölçülerine uygun olarak kesip hazırlayınız (Görsel 5.15).
8. Vinilester reçineyi ölçme kabı kullanarak reçine hazırlama kabına alınız.
9. Katalizör ölçme kabı kullanarak uygun oranda MEK-P'yi vinilester reçineye ilave ediniz Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
10. Polyester reçineyi ölçme kabı kullanarak reçine hazırlama kabına alınız.
11. Katalizör ölçme kabı kullanarak uygun oranda MEK-P'yi polyester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
12. Hazırlığı yapılmış kalıp üzerine elyafları uygun reçine ile ıslatarak seriniz.
13. İlk katlarda mat keçe cam elyaf ile birlikte vinilester reçine kullanınız.
14. Ara katlarda polyester reçine ile birlikte dokuma elyaf kullanınız.
15. Birkaç kat elyaf serdikten sonra düz panel köpük malzemesini yerleştiriniz.
16. Köpüğün kenarlarına pah kırınız.
17. Elyafları reçine ile tekrar ıslatarak köpüğün üzerine yerleştiriniz.
18. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı, vakum battaniyesi ve akış filesini yerleştiriniz.
19. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
20. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
21. En üst katman için vakum naylonunu kalıbın üzerine sererek sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
22. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
23. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum dedektörü ile kontrol ediniz.
24. Vakum pompasını tekrar çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılmasını sağlayınız. Vakumlama esnasında vakum kaçak dedektörü ile sızdırmazlığı kontrol ediniz.
25. Tam kürleşme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürleşmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
26. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz.
27. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
28. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN
Adı Soyadı :
İşe Başlama (Tarih/Saat) :
İşi Bitirme (Tarih/Saat) :

ÖĞRETMENİN
Adı Soyadı :
Tarih :
İmza :

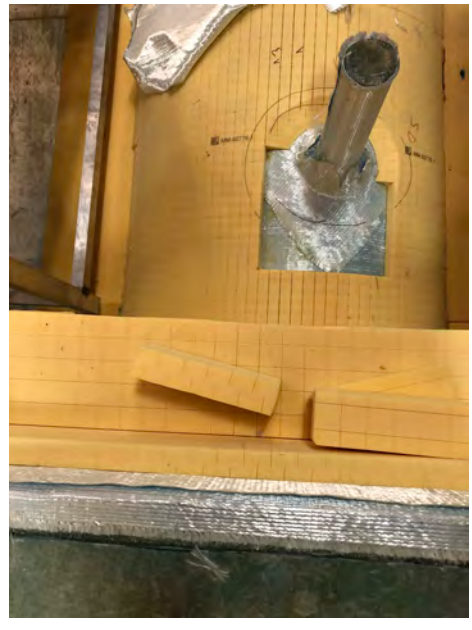
14 UYGULAMA 14: DÜZ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI 3

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak hazırlanan kalıbın özelliğine uygun olarak seçilen düz panel köpük malzemesini uygulamak.

YÖNERGE: Düz panel köpük seçerek kalıba infüzyon yöntemiyle köpük uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

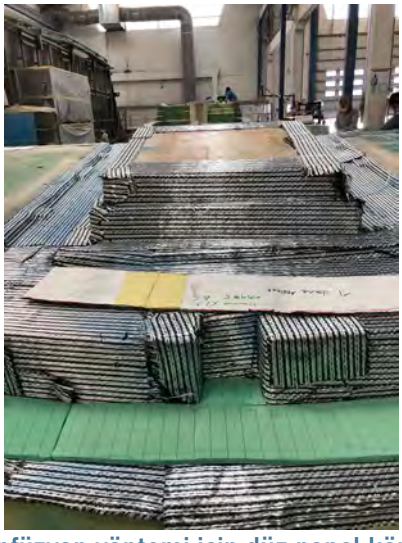
Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.16: İnfüzyon yöntemiyle köpük uygulama 1



Görsel 5.17: İnfüzyon yöntemiyle köpük uygulama 2



Görsel 5.18: İnfüzyon yöntemi için düz panel köpük hazırlığı

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. PVC köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Vaks ve jelkot kalıp
5. Vinilester reçine
6. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
7. MEK-P
8. İnfüzyon sarf malzemeleri (soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
9. İnfüzyon makinesi
10. Vakum pompası
11. Reçine devridaim tankları
12. Vakum kaçak dedektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Köpük uygulaması yapılacak bölgenin ölçülerine göre düz panel köpük malzemesini kesip hazırlayınız.
3. Kestiğiniz köpüğü uygulama yapılacak bölgeye alıştırınız (Görsel 5.16).
4. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız (Görsel 5.17-18).
5. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanına hazırlayınız.
6. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanına getirerek hazırlayınız.
7. Soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun olarak kesip hazırlayınız. (İnfüzyon yöntemiyle kompozit malzeme imalatında battaniye kullanılmaz.)
8. Vinilester reçine ve MEK-P'yi infüzyon makinesi ile uygun oranda hazırlayınız.
9. Hazırlığı yapılmış kalıp üzerine elyafları kuru olarak seriniz.
10. İlk katlarda mat keçe cam elyaf kullanınız.
11. Elyafları sererken kaymayı önlemek amacı ile sprey yapıştırıcı kullanarak elyafları sabitleyiniz.
12. Ara katlarda dokuma elyaf kullanınız.
13. Birkaç kat elyaf serdikten sonra düz panel köpük malzemesini yerleştiriniz.
14. Köpük üzerine elyafları kuru olarak tekrar yerleştiriniz.

15. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş ve akış filesini yerleştiriniz.
16. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
17. Vakum ve reçine besleme hatlarını sisteme bağlayınız.
18. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
19. En üst katman için vakum naylonunu kalıbın üzerine sererek sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
20. Çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini kontrol ederek infüzyon için uygun ortam şartlarını sağlayınız.
21. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
22. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum dedektörü ile kontrol ediniz.
23. Reçine hortumlarını reçine besleme vanalarına takınız.
24. İnfüzyon makinesini çalıştırarak reçine besleme vanalarını açınız.
25. Reçine verme işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompasını bir süre daha çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılımını kontrol ediniz.
26. Tam kürleşme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürleşmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
27. Reçine için belirlenmiş kürleşme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz.
28. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
29. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
30. Uygulama sırasında zamanlamaya dikkat ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

5.3. SANDVİÇ PANEL KÖPÜK UYGULAMASI

Sandviç panel, hafif malzemeden yapılan özün araya konulması ve üzerine iki tekil tabakanın konularak birbirine bünyesel olarak birleştirilmesi suretiyle oluşan malzeme şeklinde tanımlanabilir. Sandviç panel; kompozit panel veya yapısal yalıtım paneli olarak da isimlendirilir.

Farklı sanayi alanlarında sandviç panel imalatında ana malzemenin alt ve üst kısımlarında MDF, yonga levha, ahşap, HDF, OSB, GRP, alüminyum, galvaniz, mermer, granit, doğal taş, deri, kumaş, kontrplak ve elyaf (cam, karbon ve aramid gibi) gibi malzemeler kullanılmaktadır. Sandviç panel imalatında ara malzeme olarak PVC, balsa ağacı, polyester, polyizosiyonat ve poliüretan gibi çeşitli yalıtım malzemeleri kullanılır (Görsel 5.19).

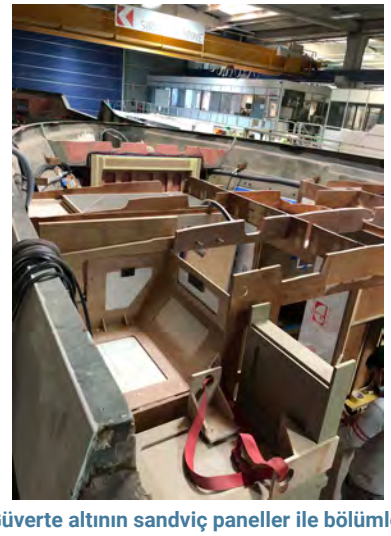


Görsel 5.19: Cam elyaf ile imal edilmiş sandviç panel

5.3.1. Kompozit Yat İmalatında Kullanılan Sandviç Paneller

Kompozit tekne veya yat imalatında, yaşam alanlarının bölümlere ayrılmasında ve makine dairesinin ayrılmasında elyaf ve kontrplak gibi çeşitli malzemelerden imal edilmiş sandviç paneller kullanılır (Görsel 5.20).

Kompozit tekne veya yat imalatı yapan işletmeler imkânları ölçüsünde sandviç panel imalatı yapar. Genelde üretimde kullanılan kontrplak takviyeli sandviç paneller üretici firmalardan hazır olarak alınır. Cam elyaf takviyeli sandviç paneller işletmelerde infüzyon yöntemi ile imal edilebilir. Kompozit yat imalatında genellikle cam elyaf ve kontrplak ile imal edilmiş sandviç paneller kullanılır.



Görsel 5.20: Güverte altının sandviç paneller ile bölümlere ayrılması

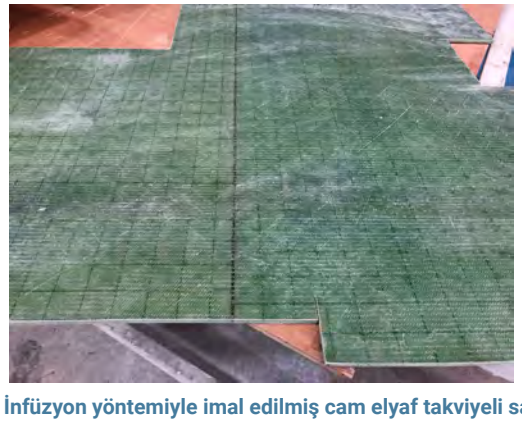
Poliüretan, sandviç panel üretiminde yaklaşık elli yıldır kullanılmakta olup en güvenilir yalıtım malzemesi olarak bilinmektedir. Poliüretan köpük; hafifliği, esnekliği, rutubete karşı yüksek direnç özelliği, yangına karşı direnci ve kullanım yerine uygun direnç özellikleri göstermesinden dolayı sandviç panel imalatında çoğunlukla kullanılan ara malzemedir. Poliüretan köpüğün mekanik özellikleri açısından diğer ara malzemelere kıyasla daha mukavemetli olması ve çok güçlü yapışma sağlaması tercih edilme sebeplerindendir.

5.3.1.1. Cam Elyaf Takviyeli Sandviç Paneller

Cam elyaf takviyeli plastik sandviç paneller, poliüretan ya da PVC gibi herhangi bir yalıtım malzemesinin alt ve üstüne cam elyafın uygun bir reçine yardımıyla yapıştırılması ile imal edilir (Görsel 5.21, 5.22). Reçine, elyaf ve poliüretan gibi güçlü özelliklere sahip yalıtım malzemeleri kullanılarak mekanik özellikleri oldukça mukavim cam elyaf takviyeli sandviç paneller imal edilebilir.



Görsel 5.21: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş cam elyaf takviyeli sandviç panel



Görsel 5.22: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş cam elyaf takviyeli sandviç panel

Cam elyaf takviyeli sandviç panellerin avantajları şunlardır:

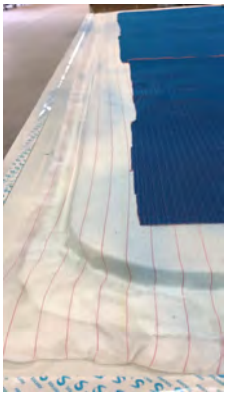
- Maliyeti uygundur.
- Üretim aşamasında istenilen renk seçeneği tüm dış malzemeye uygulanabilir.
- İstenilen kalınlıkta malzeme bulma imkânı vardır.
- Dikişsiz geniş yüzeylerin imalatına imkân sağlar. / Dikişsiz geniş yüzeyler imal edilebilir.
- Isı, yangın, su ve ses yalıtımı sağlar.
- Korozyona karşı yüksek direnç özelliği vardır.
- Kullanım kolaylığı vardır/sağlar.
- Hava sızdırmazlığı vardır/sağlar.
- Kimyasal ve biyolojik etkilere karşı dirençlidir.

15 UYGULAMA 15: SANDVİÇ PANEL İMALATI 1

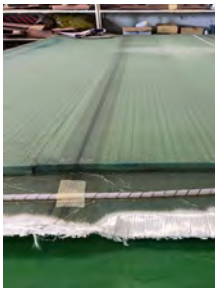
AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak hazırlanan kalıp ölçülerine uygun cam elyaf takviyeli sandviç panel imalatını infüzyon yöntemiyle yapmak.
YÖNERGE: Kalıp ölçülerine uygun olarak cam elyaf takviyeli sandviç panel imalatını infüzyon yöntemiyle yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

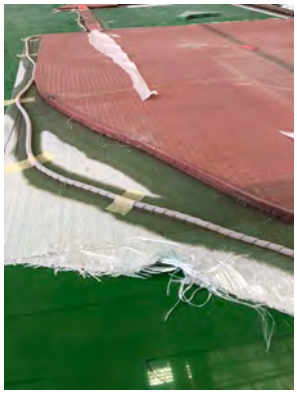
Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.23: Sarf malzemelerinin yerleştirilmesi



Görsel 5.24: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş cam elyaf takviyeli sandviç panel hazırlama 1



Görsel 5.25: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş cam elyaf takviyeli sandviç panel hazırlama 2

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. PVC köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Hazırlığı yapılmış kalıp (düz panel)
5. Vinilester reçine
6. Elyaf
7. MEK-P
8. İnfüzyon sarf malzemeleri (soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
9. İnfüzyon makinesi
10. Vakum pompası
11. Reçine devridaim tankları
12. Vakum kaçak dedektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Uygulama yapılacak panel kalıbın ölçülerine göre düz panel köpük malzemesini kesip hazırlayınız.
3. Kestiğiniz köpüğü uygulama yapılacak bölgeye alıştırınız.
4. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız (Görsel 5.23).
5. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanına hazırlayınız.
6. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanına getirerek hazırlayınız.
7. Soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun olarak kesip hazırlayınız (Görsel 5.24, 5.25).

8. Vinilester reçine ve MEK-P'yi infüzyon makinesi ile uygun oranda hazırlayınız.
9. Hazırlığı yapılmış kalıp üzerine elyafları kuru olarak seriniz.
10. İlk katlarda mat keçe cam elyaf kullanınız.
11. Elyafları sererken kaymayı önlemek amacı ile sprey yapıştırıcı kullanarak elyafları sabitleyiniz.
12. Ara katlarda dokuma elyaf kullanınız.
13. Birkaç kat elyaf serdikten sonra düz panel köpük malzemesini yerleştiriniz.
14. Köpük kenarlarına pah kırarak elyafın köpük üzerine tam oturmasını sağlayınız.
15. Köpük üzerine elyafları kuru olarak tekrar yerleştiriniz.
16. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı ve akış filesini yerleştiriniz.
17. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
18. Vakum ve reçine besleme hatlarını sisteme bağlayınız.
19. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
20. En üst katman için vakum naylonunu kalıbın üzerine sererek sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
21. Çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini kontrol ederek infüzyon için uygun ortam şartlarını sağlayınız.
22. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
23. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum dedektörü ile kontrol ediniz.
24. Reçine hortumlarını reçine besleme vanalarına takınız.
25. İnfüzyon makinesini çalıştırarak reçine besleme vanalarını açınız.
26. Reçine verme işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompasını bir süre daha çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılımını kontrol ediniz.
27. Tam kürleşme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürleşmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
28. Reçine için belirlenmiş kürleşme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz.
29. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
30. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
31. Uygulama sırasında arkadaşlarınızla yardımlaşınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

16

UYGULAMA 16: SANDVİÇ PANEL İMALATI 2

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak hazırlanan kalıp ölçülerine uygun olarak imal edilen cam elyaf takviyeli sandviç panel malzemesinin imalatını ve montajını yapmak.

YÖNERGE: Kalıp ölçülerine uygun olarak cam elyaf takviyeli sandviç panel imalatını el yatırması yöntemiyle yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.26: Cam elyaf takviyeli sandviç panel imalatı ve montajı

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Cam elyaf takviyeli sandviç panel
3. Hazırlığı yapılmış kompozit tekne veya yat
4. Montaj macunu
5. Vinilester reçine
6. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
7. MEK-P
8. Reçine hazırlama kabı
9. Reçine ölçü kabı
10. Katalizör ölçü kabı
11. Fırça ve rulo
12. Reçine karıştırma çubuğu

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Hazırlığı yapılmış yatın ölçülerine uygun imal ettiğiniz cam elyaf takviyeli sandviç paneli uygulanacak bölgeye alıştırarak hazırlıkları yapınız.
3. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız.

4. Uygun ölçüde vinilester reçineyi ölçme kabı kullanarak hazırlama kabına alınız.
5. MEK-P'yi katalizör ölçme kabına alınız.
6. Katalizör ölçme kabı kullanarak uygun ölçüde MEK-P'yi vinilester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
7. Montaj macunu kullanarak sandviç paneli montaj yapılacak yere sabitleyiniz.
8. Sandviç panel montajı yapılacak bölgeye ilk olarak vinilester reçineyi fırça yardımıyla sürünüz.
9. Reçine uygulanmış yüzeye elyaf sererek reçineyi elyafa yediriniz.
10. Aynı işlemi yapısal elyaf planı doğrultusunda tekrar ediniz.
11. Sistem üzerindeki hava kabarcığını rulo ile dışarı alınız ve reçinenin dengeli dağılımını sağlayınız (Görsel 5.26).
12. Uygulamayı tamamladıktan sonra reçine hazırlama kabını, ölçü kaplarını, fırça ve ruloları aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
13. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımlardan tek kullanımlık olanları (maske, eldiven gibi) kimyasal atık kutularına atınız.
14. Malzemelerin kullanım zamanlamalarına dikkat ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

5.3.2.1 Marin Kontrplak ile Sandviç Panel İmalatı

Kompozit tekne veya yat imalatında kullanılacak kontrplak takviyeli sandviç panelin imalatı için sandviç panelin uygulanacağı bölgenin ölçülerinde iki adet marin kontrplak, daire testere makinesinde kesilir. Ara malzeme olarak kullanılacak yalıtım malzemesi, kesilen marin kontrplaklar ile aynı ölçüde kesilir. Uygun reçine sistemi ile yalıtım malzemesinin alt ve üst tarafına kontrplaklar yapıştırılır (Görsel 5.27).

Sandviç panel imalatında en yaygın kullanılan reçine türleri; üre formaldehit, fenolformaldehit, resorsinol-formaldehit, epoksi, poliüretan, polyizosiyonat, polyester ve vinilester reçinelerdir. Ahşap sandviç panellerin imalatında kullanılacak reçinenin seçimi yapılırken sandviç panelin kullanılacağı yerin ortam şartları, taşıyacağı yük miktarı gibi durumlar dikkate alınmalıdır. Kullanılacak reçine sisteminin yüzey katmanlarda kullanılan malzeme ve orta katmanda kullanılan yalıtım malzemesi ile uyumlu olmasına dikkat edilmelidir. Aksi takdirde bir panelde çok iyi yapışma özelliği gösteren bir reçine sistemi farklı bileşenlerden oluşan başka bir sandviç panel imalatında istenilen sonuçları veremeyebilir. Bu durum mekanik özellikler açısından imalatı yapılan sandviç panelin mukavemetini düşürür.



Görsel 5.27: Kontrplak ile imal edilmiş sandviç panel

17 UYGULAMA 17: SANDVİÇ PANEL İMALATI 3

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak hazırlanan kalıp ölçülerine uygun olarak imal edilen cam elyaf takviyeli sandviç panel malzemesinin imalatını ve montajını yapmak.

YÖNERGE: Kalıp ölçülerine uygun olarak cam elyaf takviyeli sandviç panel imalatını pres yöntemiyle yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 5.28: Sandviç panel imalatı için kesilmiş marin kontrplak

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Düz panel köpük
3. Köpük kesimi için maket bıçağı
4. Marin kontrplak
5. Daire testere makinesi
6. Epoksi reçine
7. Fırça ve rulo
8. İşkenceler

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Köpük (ara malzeme) malzemesini planda belirlenen ölçülere göre keserek hazırlayınız.
3. Marin kontrplakları daire testere makinesinde keserek hazırlayınız (Görsel 5.28).
4. Epoksi reçineyi fırça ile kontrplak üzerine sürünüz.
5. Köpük malzemesini reçine sürülmüş yüzeye yerleştiriniz.
6. Köpük malzemesinin üzerine epoksi reçine sürünüz.
7. İkinci marin kontrplağı reçine sürülmüş yüzeye yerleştiriniz.
8. İşkence kullanarak sistemi presleyiniz.
9. Uygulama sırasında arkadaşlarınızla yardımlaşınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

6 ÖĞRENME BİRİMİ

REÇİNE HAZIRLAMA

KONULAR

1. REÇİNE MALZEMELERİNİ SEÇME VE HAZIRLAMA
2. MEK-P VE KOBALT MALZEMELERİNİ HAZIRLAMA
3. VAKUM (BAG) TORBALAMA VE İNFÜZYON UYGULAMASI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Reçine ve MEK-P malzemelerini seçmeyi ve uygulamaya hazırlamayı

b) Vakum (bag) torbalama malzemelerini seçmeyi ve uygulamaya hazırlamayı

c) İnfüzyon yöntemiyle kompozit malzeme imalatını

TEMEL KAVRAMLAR

MEK-P

KOBALT

VAKUM

İNFÜZYON

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Günlük hayatta kullandığınız hava boşaltarak vakumlama işlemi yapan makinelerden örnekler veriniz. bu makinelerin çalışma prensipleri hakkında bildiklerinizi arkadaşlarınızla paylaşınız.

6. REÇİNE HAZIRLAMA

Vakum torbalama ve infüzyon uygulaması yapabilmek için uygun reçine seçilip MEK-P ve kobalt malzemeleri uygun oranda hazırlanmalıdır. (Görsel 6.1).



Görsel 6.1: Reçine karışım malzemeleri

Kalıplama işlemiyle kompozit tekne veya yat imalatında istenilen özelliklerde sonuç alınabilmesi için kompozit malzemelerde kullanılan reçine özellikleri ve hazırlama işlemleri öncelikle dikkate alınması gereken konulardır. Bu bakımdan kalıplama işlemine başlamadan önce kompozit malzemelerde kullanılan reçineler ve özellikleri ayrıntılarıyla bilinmelidir.

6.1. Reçine Malzemesini Seçme

Kalıplama işleminde kullanılan reçineler, termoset ve termoplastik olarak iki gruba ayrılır. Termoplastik reçineler ısıtıldıklarında yumuşar ve ısıtılmış yarı sıvı haldeyken kalıplanabilir. Termoset reçineler bunun aksine ilk hallerinde genelde sıvıdır veya düşük ergime noktasındaki halleri katıdır. Kompozit tekne veya yat imalatında genellikle termoset reçineler kullanılır.

6.1.1. Termoset Reçineler

Termoset reçineler bir katalizörün, ısının ya da her ikisinin yardımıyla sertleşme aşamasına geçer. Sertleşme tamamlandıktan sonra katılaşır ve tekrar orijinal sıvı hallerine döndürülemez yani değişim kalıcıdır. Termoset reçinelerde kimyasal etkiler altında ve olağan dışı hava şartlarında dahi yumuşama ya da herhangi bir bozulma meydana gelmez. Bu özelliklerinden dolayı imalatı yapılan tekne veya yatı denizin ve dış ortamın olumsuz etkilerinden koruyarak tekne veya yatın uzun ömürlü olmasını sağlar.

Polyester ve epoksi reçine sistemlerinde olduğu gibi vinilester reçine de piyasada kobalt ile birlikte karıştırılmış olarak hazır satılır. Sertleştirici olarak kullanılan MEK-P, üretici firma önerileri dikkate alınarak reçine kullanıma hazırlanırken karıştırılır.

Termoset reçineler; polyesterler, epoksiler, vinilesterler, poliüretanlar ve fenoliklerdir. Kompozit tekne veya yat imalatında genellikle polyester reçineler kullanılır.

Polyester Reçineler

Kompozit tekne veya yat imalatında kullanılan reçinelerin büyük bir çoğunluğunu polyester reçineler oluşturur. Polyester reçineler, içeriğindeki kimyasallara bağlı olarak genel ve özel amaçlı olmak üzere iki gruba ayrılır. Kompozit tekne veya yat imalatında el yatırması ve püskürtme yönteminde genel amaçlı polyester reçineler kullanılır. Vakum, RTM (reçine transfer kalıplama) ve infüzyon gibi kalıplama yöntemleri için ise özel amaçlı polyester reçineler tercih edilir. Kompozit tekne veya yat imalatında genelde jelkottan sonraki ilk katlarda tercih edilmez, ara katlarda kullanılır.

Polyester reçinelerin maliyetinin düşük olması ve kullanım kolaylığı gibi avantajlarının yanında zehirli sitiren gazı açığa çıkarma ve kısa raf ömrü gibi dezavantajları da vardır. (Görsel 6.2).



Görsel 6.2: Polyester reçine

Epoksi Reçineler

Epoksi reçineler maliyetinin yüksek olması sebebiyle tekne veya yat imalatında özel tasarımlı üretimlerde tercih edilir. Epoksi reçineler üstün mekanik özellikleri, aşındırıcı kimyasallara ve dış ortam şartlarına dayanımı, elektrik yalıtımı, yüksek ısılarda dahi hiçbir şekilde bozulmaya uğramaması gibi özelliklerinden dolayı yüksek performanslı kompozit malzemelerin üretiminde kullanılır.

Epoksi reçineler; cam, karbon ve aramid gibi çeşitli elyaf takviye malzemeleriyle birlikte vakum torba, basınçlı torba, pres, elyaf sarma ve el yatırması gibi kompozit malzeme üretim yöntemlerinde kullanılabilir. (Görsel 6.3).



Görsel 6.3: Epoksi reçine

Vinilester Reçineler

Polyester reçineye kıyasla mekanik özellikler açısından daha üstündür. Bu özelliğinden dolayı kompozit tekne veya yat imalatında jelkottan sonraki ilk iki kata vinilester reçine uygulanır. Kompozit tekne veya yatlarda deniz suyuna maruz kalacak bölgelerde özellikle gövdenin alt kısımlarında vinilester reçine tercih edilir. Polyester reçineye kıyasla maliyeti daha yüksektir. Vinilester reçineler genellikle el yatırması yöntemiyle yüzeye uygulanır (Görsel 6.4).



Görsel 6.4: Vinilester reçine uygulaması

6.1.2. Reçine Malzemesini Hazırlama

Reçine sistemlerinde kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı olarak kullanılan malzemeler genellikle üretici firma tarafından reçineye karıştırılır ve piyasada bu şekilde hazır olarak bulunur. Hızlandırıcı, firma tarafından eklenmediyse üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda reçineye karıştırılır. Bazı özel durumlarda reçinenin içine renk pigmenti ya da reçine macun şeklinde kullanılacaksa bu amaç için kullanılan katkı maddelerinin eklenmesi gerekir. Bu malzemeler reçineye eklendikten sonra reçine iyice karıştırılmalı, karışımın içindeki hava kabarcıkları giderilip homojen bir karışım elde edilmelidir.

Reçine hazırlamada en önemli ve dikkat edilmesi gereken konu hızlandırıcının karıştırılmasıdır. Hızlandırıcı olarak kullanılan kobalt çok tehlikeli ve patlayıcı kimyasal bir malzemedir. Eğer kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı olarak kullanılan malzeme, üretici firma tarafından reçineye karıştırılmadıysa üretici firmanın belirlediği karışım oranlarına dikkat edilerek ve kimyasal maddelerle çalışma yönetmeliği dikkate alınarak reçine içerisine karıştırılmalıdır. Reçinelerin hazırlanması oldukça dikkat edilmesi gereken bir çalışma olduğundan reçine hazırlama sistemleri geliştirilmiştir (Görsel 6.5).



Görsel 6.5: Reçine karıştırma makinesi

Katalizör (MEK-P), reçine uygulamaya hazırlanırken eklenmelidir. Sertleştirici eklendikten sonra reçinenin raf ömrü çok kısadır. Bu sebeple uygulama yapılacak bölgeye göre reçine miktarı belirlenmelidir. Katalizörün (MEK-P) karıştırılma oranı genelde reçinenin %3'ü kadardır fakat mevsimsel koşullara göre bu oran artırılıp azaltılabilir.

18 UYGULAMA 18: REÇİNE SEÇME VE REÇİNE HAZIRLAMA

AMAÇ: Hazırlanan kalıbın özelliğine uygun reçineyi seçerek hazırlamak.
YÖNERGE 1: Reçinelerin özelliklerini açıklayınız.
YÖNERGE 2: Reçine uygulanacak bölgenin özelliklerine göre reçineyi uygun oranda hazırlayınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 6 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.6: Reçinenin hazırlanması

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Polyester, vinilester ve epoksi reçine
3. Reçine hazırlama kabı
4. Hazırlığı yapılmış kalıp
5. MEK-P
6. Katalizör ölçü kabı
7. Reçine ölçü kabı
8. Karıştırma çubuğu

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Kimyasal maddelerle çalışma yönetmeliği maddelerine uygun olarak uygulamada kullanılacak kimyasalların özelliğine göre yapılan iş güvenliği ile ilgili planlamalar doğrultusunda hazırlıklarınızı yapınız.
3. Seçtiğiniz reçineyi, hazırlığı yapılmış kalıbın özelliğini dikkate alarak ve reçine ölçü kabı kullanarak reçine hazırlama kabına alınız.
4. MEK-P'yi ölçme kabına alınız.
5. MEK-P karışım oranını belirlerken çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini dikkate alınız.
6. Hazırlama kabına aldığınız reçinenin içine sertleştirici olarak MEK-P ilave ediniz ve karıştırma çubuğu ile homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız (Görsel 6.6).
7. Kullandığınız ölçü kaplarını ve karıştırma çubuğunu aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
8. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımları uygun atık kutusuna atınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

6.2. MEK-P VE KOBALT MALZEMELERİNİ HAZIRLAMA

Bütün reçine sistemlerinde hızlandırıcı olarak kullanılan kobalt malzemesi reçine içerisine genellikle üretici firma tarafından katılır ve piyasada hazır olarak bulunur. Sertleştirici olarak kullanılan MEK-P ise reçine uygulamaya hazırlanırken üretici firmanın önerileri doğrultusunda reçineye katılır.

Bütün kimyasallarda olduğu gibi kobalt ve MEK-P malzemelerinde de insan sağlığına zararlı maddeler mevcuttur. Bu sebeple kimyasal maddelerle çalışmalarda öncelikle üretici firmanın tavsiyeleri dikkate alınmalıdır. Kimyasal madde üreticileri, insan sağlığını ve çevreyi korumak için çalışmalar yaparak ürettikleri kimyasallara ait MSDS (Malzeme Güvenlik Bilgi Formu) hazırlamaktadır. Kimyasallar ile yapılan çalışmalarda uygulamanın başında olan kişiler, üretici firmaların hazırladığı MSDS'yi dikkatlice incelemeli, uyarı ve önlemlere dikkat etmelidirler. Kobalt ve MEK-P ile yapılan çalışmalarda bu iki malzeme birbirine doğrudan temas ettirilmemelidir. Kobalt ve MEK-P birbirine temas ederse kimyasal tepkime sonucu yanıcı, parlayıcı, patlayıcı özellik taşıyan yeni bir malzeme ortaya çıkar. Her iki kimyasalda da metal ölçü kabı kesinlikle kullanılmamalıdır. Aynı ölçü kabı iki kimyasal için ortak kullanılmamalı, kimyasallar ısı ve ışığa doğrudan maruz bırakılmamalıdır.

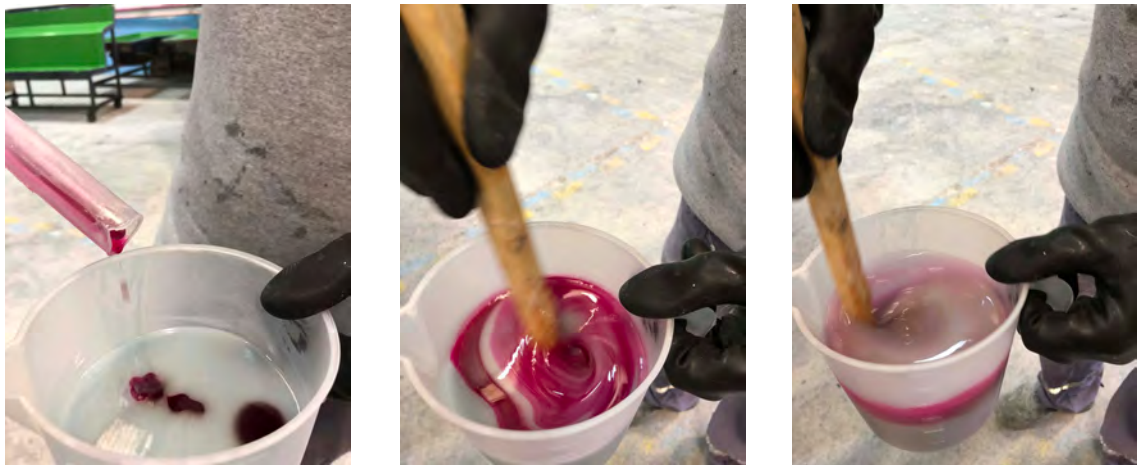
6.2.1. MEK-P Hazırlama

Reçinelerdeki en önemli katkı malzemesi katalizörlerdir (Görsel 6.7). Oda sıcaklığında sertleşmenin sağlanabilmesi için genel olarak MEK-P gibi bir organik peroksit kullanılmaktadır. Reçine sertleştiriciler, ısıtıldığında veya kobalt gibi kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı bir malzeme ile bir araya geldiğinde reaktif hale geçerek reçinenin kimyasal tepkime ile sertleşmesini sağlar.



Görsel 6.7: Katalizör (MEK-P)

MEK-P hazırlanırken üretici firmanın tavsiyeleri doğrultusunda ve hava sıcaklığı, nem vb. etkenler dikkate alınarak yeterli miktarda MEK-P'yi polyester reçinenin içine eklenip dikkatli bir şekilde karıştırılmalıdır (Görsel 6.8).



Görsel 6.8: MEK-P polyester reçine hazırlığı

6.2.2. Kobalt Hazırlama

Kimyasal tepkimeyi hızlandırıcı olarak kullanılan kobalt, kobalt metalinin solvent ile %6 konsantrasyonda seyreltilmesinden oluşan koyu mavi renkli sıvıdır. Jelkotun, polyester ve vinilester reçinelerin oda sıcaklığında MEK-P yardımıyla sertleştirilerek kurutulmasında hızlandırıcı olarak kullanılır. Kobalt, yüzeyde kurutucu etki yapar ve havanın bozucu etkisine karşı koyar. Bu sebeple kobalt reaksiyon hızlandırıcı ile ince tabakalarda bile yapışkan olmayan yüzey elde edilebilir.

Başlıca hızlandırıcılar kobalt naftanat, kobalt oktoat, dimetil anilin (DMA) ve dietilen anilindir (DEA).

Kobaltın kullanım miktarı; üretim yöntemi, şekli, imalatı yapılacak olan parçanın kalınlığı, atölye ortamı ve hava şartlarına bağlı olmakla beraber genel kullanım miktarı 25 °C'de %0,1 ile %0,5 arasında değişir.

19 UYGULAMA 19: MEK-PEROKSİT HAZIRLAMA

AMAÇ: Hazırlama kabına alınan reçinenin ölçüsüne göre uygun oranda MEK-P hazırlamak.
YÖNERGE: Hazırlama kabına alınan reçine için uygun oranda MEK-P hazırlayınız.
NOT: Uygulama için verilen reçinenin kimyasal tepkimeyi hızlandırıcısı (kobalt) üretici firma tarafından reçine içine karıştırılmıştır.

UYGULAMA SÜRESİ: 6 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Polyester reçine
3. Reçine hazırlama kabı
4. Hazırlığı yapılmış kalıp
5. MEK-P
6. Katalizör ölçü kabı
7. Karıştırma çubuğu

İşlem Basamakları

1. Kimyasal maddelerle çalışma yönetmeliği maddelerine uygun olarak uygulamada kullanılacak kimyasalların özelliğine göre yapılan iş güvenliği ile ilgili planlamalar doğrultusunda hazırlıklarınızı yapınız.
2. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
3. MEK-P'yi ölçme kabına alınız.
4. MEK-P'nin karışım oranını belirlerken çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini dikkate alınız.
5. Hazırlama kabına alınan reçineye, ölçüsüne uygun oranda MEK-P ilave ederek homojen bir karışım elde edene kadar karıştırma çubuğu ile karıştırınız.
6. Kullandığınız ölçü kaplarını ve karıştırma çubuğunu aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.
7. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımları uygun atık kutusuna atınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

Alınan Değerler / Sonuç

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

6.3. VAKUM (BAG) TORBALAMA VE İNFÜZYON UYGULAMASI

Teknolojinin hızla ilerlediği günümüzde ihtiyaçlar doğrultusunda çeşitli kompozit malzeme üretim yöntemleri geliştirilmiştir. Vakum torbalama ve infüzyon yöntemi, kompozit malzeme üretiminde seri üretimi desteklemek adına geliştirilmiştir. Her iki uygulamanın da temeli basınçla kalıplama yöntemine dayanır. İki uygulamada da kullanılan araç gereçler genel anlamda aynıdır fakat uygulama aşamalarında bazı farklılıklar vardır.

Vakum torbalama ve infüzyon uygulamaları için kullanılan reçine hazırlama ve uygulama makineleri sayesinde reçine/katalizör oranları ayrı ölçme kapları kullanılmadan ayarlanabilir. Makineler; reçine karıştırma ve uygulama için imal edilmiş farklı hacimlerde reçine tankları, basınç ayar göstergesi, MEK-P ölçme kabı gibi bölümlerden oluşur (Görsel 6.9). Makine aynı zamanda vakum yaparak reçinenin laminasyon içerisinde dengeli dağılımıyla homojen malzeme imal etme olanağı da sağlar.



Görsel 6.9: İnfüzyon reçinesi hazırlama ve uygulama makinesi

6.3.1. Vakum Torbalama ve İnfüzyon Uygulamalarında Kullanılan Sarf Malzemeleri

Vakum torbalama ve infüzyon sistemi karmaşık bir sistem olduğu için birçok malzeme ve makinenin kullanılması gerekir. Bu malzeme ve makineler şunlardır:

Soyma Kumaşı [Peel ply (Piyıl pılay)]: RTM (reçine transfer metodu), infüzyon ve vakum torbalama yöntemlerinde kullanılmak üzere tasarlanmış, kalıptan alınacak ürünün yüzey düzgünlüğünü koruyan ve kalıptan kolay ayrılma sağlayan, sıkı dokunmuş, naylon esaslı ve silikon kaplı, yüzeye ince dokulu görünüm veren bir kumaştır. Takviye olarak kullanılan elyaf katmanların üzerine yerleştirilir.

Delikli Ayırıcı Film: Delikli ayırıcı film, vakum keçesinin ve diğer sarf malzemelerinin hazırlanan laminasyona yapışmasını önlemek amacıyla kullanılır. Genellikle kompozit laminant ile geri kalan vakum torbalama malzemeleri arasındaki ilk bariyer olarak kullanılır. Vakum torbalama işlemi

bittikten sonra soyma kumaşı üzerindeki vakum keçesi, akış filesi ve vakum torbasının kolaylıkla sökülmesini sağlar. Delikleri sayesinde ıslak laminasyon yüzeyi ile vakum keçesi arasında ideal reçine akışı sağlayarak fazla reçinenin laminasyondan aşırı akmadan dengeli dağılımını sağlar. Bu kumaş reçineye yapışmadığı için laminasyon ile kumaşın üzerinde bulunan vakum keçesinin yapışmasını önler. Fazla reçine bu kumaşın üzerine çıkar ve laminasyon kürleştikten sonra kumaşla beraber laminasyonun üzerinden soyulur. Laminasyon yüzeyinden ayrıldıktan sonra tırtıklı bir tabaka bırakır, bu da laminasyon üzerine yapılacak ekstra bağlamalar için yüzey hazırlığı gerektirmez.

Akış Filesi (Mesh): Reçine infüzyon işlemi sırasında laminasyon boyunca reçinenin akışına yardımcı olmak için bir akış ortamı olarak kullanılan polipropilen esaslı bir ağdır. Çift düzlemli yapısı, tam vakum altında bile reçine akış yolunun korunmasını sağlar.

Vakum torbalama veya reçine infüzyon uygulamalarında kullanılan diğer sarf malzemeleri gibi üzerinden reçine aktıktan sonra ikinci bir uygulamada kullanılamadığı için tek kullanımlık sarf malzemelerindendir.

Vakum Torbası: Vakum torbalama ve infüzyon uygulamalarında laminasyonun bir yüzeyinin etrafına sarılarak sistemin hava izolasyonunu sağlar.

Vakum Keçesi (Battaniyesi): Vakum keçesi, vakum torbalama uygulamalarında hava akışının sağlanması ve fazla reçinenin tutulması (emilmesi) amacıyla kullanılır. İnfüzyon yöntemiyle kalıplamada vakum keçesi kullanılmaz.

Vakum Pompası: Vakum pompası, mekanik olarak hava kompresörleri ile benzerlik gösterir (Görsel 6.10). Vakum pompası, kalıplama düzeneği içindeki havayı dışarı vakumlar. Böylece havanın kalıplama düzeneği içerisinden emilerek dışarı verilmesini sağlar. Vakum pompası gözetim altında çalıştırılmalı, her kullanımdan sonra pompanın bakımı yapılmalı ve yağ seviyesi kontrol edilmelidir.



Görsel 6.10: Vakum pompası

Vakum Kaçak Dedektörü: Vakum kaçak dedektörü, gaz ve hava kaçaklarının olduğu bölgenin tespitini yapmak için kullanılır (Görsel 6.11). Vakum torbalama ve infüzyon uygulamalarında hazırlığı yapılmış kalıba elyaflar ve sarf malzemeleri yerleştirildikten sonra vakum sızdırmazlık (macunu) bandı ile hava sızdırmazlığı sağlanır, vakumlama yapılır ve sızdırmazlık kontrol edilir. Tam sızdırmazlık sağlanmayan vakum torbalama ve infüzyon uygulamalarından elde edilecek kompozit parça istenilen değerleri sağlamayacağı için hava sızdırmazlığı oldukça önemlidir.



Görsel 6.11: Vakum kaçak dedektörü

Vakum-İnfüzyon Hortumu: Vakum torbalama ve infüzyon uygulamalarında vakum torbasının altına yerleştirilen ve reçine için akış kanalı olarak görev yapan hortumlardır (Görsel 6.12).



Görsel 6.12: Vakum-infüzyon hortumu

Sızdırmazlık Bandı (Macunu): Vakum naylonu ile kalıp çevresindeki hava sızdırmazlığını sağlamak amacıyla kullanılan, çift taraflı yapıştırıcı özelliğe sahip izolasyon bandıdır (Görsel 6.13). Yapışkan bant veya basınç bandı olarak da isimlendirilir.



Görsel 6.13: Sızdırmazlık Bandı

Reçine Devridaim Tankı: Vakum torbalama ve infüzyon uygulamalarında sistem içerisindeki reçine fazlasının devridaimi için kullanılır (Görsel 6.14). Sistem içerisindeki reçine, devridaim tanklarına vakum ile aktarılır, tanklara aktarılan reçine tekrar reçine besleme hattına verilir.

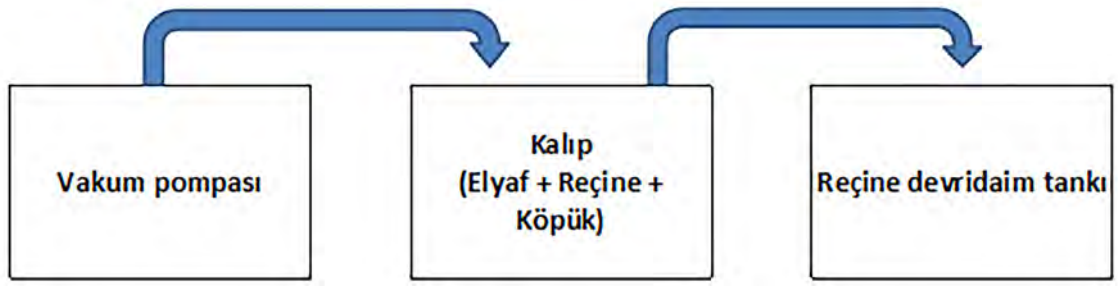


Görsel 6.14: Reçine devridaim tankı

6.3.2. Vakum Torbalama Yöntemi

Vakum torbalama yöntemi laminasyon yöntemine göre elyafla kaplanan kalıbın reçine karışımlarının kimyasal tepkimeyle sertleşene kadar atmosferik basınç altında sıkıştırılmasıdır. Teknolojinin gelişmesine paralel olarak geliştirilen, hızlandırıcısı (kobalt) üretici firmalar tarafından karıştırılan ve oda sıcaklığında sertleşerek kuruyabilen reçinelerin üretilmesiyle bu yöntem küçük çaplı üretim yapan işlemelerde bile kullanılmaktadır. Kompozit malzeme üretiminde kullanılan her türlü elyaf, reçine ve köpük gibi malzemeler vakum torbalama yöntemiyle bir araya getirilerek kompozit ürünler elde edilebilir.

Vakum torbalama yöntemi, kompozit tekne veya yat imalatında gövde ve güverte gibi geniş yüzeylerde kullanılamaz. Tek parça ve küçük ebatlı kalıplama işlemlerinde uygulanır. Şekil 6.1'de basit vakum torbalama şeması gösterilmektedir.

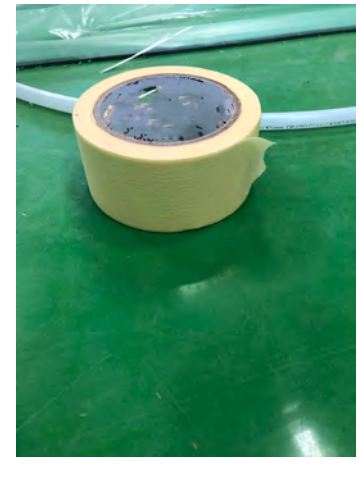


Şekil 6.1: Basit vakum torbalama şeması

6.3.2.1. Vakum Torbalama Yöntemi İşlem Basamakları

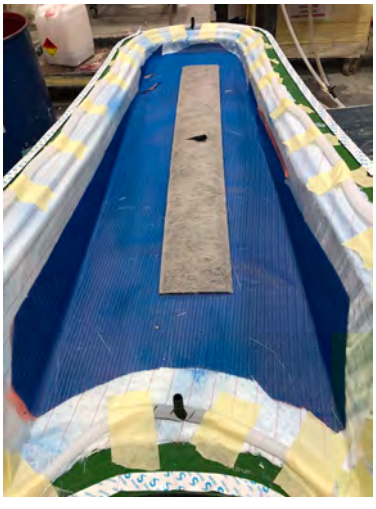
1. Uygulamanın özelliğine göre kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlar hazırlanır ve kimyasal maddelerle çalışma yönetmeliğine uygun olarak iş güvenliği ile ilgili planlamalar yapılır.
2. Uygulamada kullanılacak olan elyaflar, kullanılacağı yerin ölçülerine göre uygun şekilde kesilerek hazırlanır. Reçine ile ıslatılması ve kolayca kalıba yerleştirilmesi için kalıba yakın uygun bir yere konulur.
3. Vakum naylonu, hava geçirici kumaş, soyma kumaşı ve delikli ayırıcı kumaş kalıba uygun olarak kesilir ve katlanıp kalıba yakın uygun bir yere konulur.
4. Uygulamada kullanılacak vakum pompası kontrol edilir.
5. Tüm sarf malzemelerinin hazırlığı kontrol edilir (Görsel 6.15).





Görsel 6.15: Sarf malzemeleri

6. Reçine içine eklenen sertleştiriciye ve ortam sıcaklığına göre maksimum çalışma zamanı hesaplanmalıdır. Bu hesaplamada alınan sonuçlara göre reçine uygun oranda hazırlanmalıdır.
7. Çalışma ortamının sıcaklığı, nemi ve basınç değerleri kontrol edilir.
8. Elyaflar, hazırlığı yapılmış kalıbın üzerine reçine ile ıslatılarak serilir.
9. Hazırlanan sistemde elyaf katlar arasında meydana gelebilecek kaymaları önlemek için sprey yapıştırıcı kullanılarak elyaflar sabitlenir.
10. İmalatı yapılacak tekne veya yatın özelliğine göre yalıtım malzemesi kullanılacak ise yalıtım malzemesi yerleştirilir.
11. Kalıp üzerine serilen elyafların üzerine delikli ayırıcı film yerleştirilir.
12. Düzgün bir yüzey elde etmek amacıyla elyafların üzerine soyma kumaşı ve en üste reçine akışını sağlayacak akış filesi yerleştirilir (Görsel 6.16).



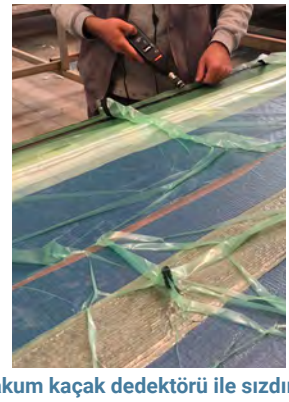
Görsel 6.16: Vakum (bag) uygulamasında sarf malzemelerinin yerleştirilmesi

13. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumlar laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitlenir (Görsel 6.16).
14. Reçine devridaim tankları bağlanır.
15. Vakum torbası sisteme en üst katman olarak yerleştirilir ve vakum torbasının kenarları sızdırmazlık bandı ile kapatılır (Görsel 6.17). Buradaki amaç vakumlama esnasında kalıp ile torba arasındaki hava sızdırmazlığını sağlamak ve reçinenin bütün elyaf katmanlarını ıslatarak homojen dağılımı sağlamaktır.



Görsel 6.17: Sistemin vakum torbası ile kapatılması

16. Vakum pompası çalıştırılarak sistem içerisindeki hava boşaltılır ve ortamın vakum altında kalması sağlanır. İşlem süreci takip edilir. Gerekirse vakumlama işlemi geçici olarak durdurulur ve naylon düzeltilir. Havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığı kontrol edilir.
17. Sistem içerisindeki fazla reçine, reçine devridaim tanklarına aktarılarak reçinenin elyaflar arasında dengeli dağılımı sağlanır.
18. Vakumlama esnasında vakum kaçak dedektörü ile sızdırmazlık kontrol edilir (Görsel 6.18).



Görsel 6.18: Vakum kaçak dedektörü ile sızdırmazlık kontrolü

19. Kürlenme sağlanana kadar vakum basıncı kontrol altında tutulmalıdır. Tam kürlenmeden emin olunduktan sonra vakum kapatılır.
20. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemeleri kalıptan sökülür ve ürünün imalatı için yapılan işlem tamamlanmış olur.

6.3.2.2. Vakum Torbalama Yönteminin Avantajları

1. Baskı tüm kalıp yüzeyine homojen olarak dağılır.
2. Ara (yalıtım) malzeme zarar görmez.
3. Elyaf, reçine ve ara malzeme arasındaki bağlanma daha mukavemetli olur.
4. İnce ve hafif, içerisinde hava boşluğu olmayan parçalar imal edilebilir.
5. Uygulanan basıncın etkisi ile reçinenin sızmaya çalıştığı bağlantı noktalarına bile basınç uygulanır.
6. Vakum torbalama yöntemi ortamdaki fazla reçineyi de kontrol ederek elyaf/reçine oranını en iyi ölçüde ayarlar. Böylece yüksek mukavemet/ağırlık oranı ile üreticiye düşük maliyet olanağı sağlanır.
7. Vakum torbalama yöntemi kolay uygulanabilir ve çok çeşitli küçük kalıplarda kullanılabilir bir yöntemdir.
8. Bu yöntemde sadece ürün yüzeyine değil, ürünün bütününe baskı yapılarak alt tarafın da kalıbın baskısına maruz kalması sağlanır.

6.3.2.3. Vakum Torbalama Yönteminin Dezavantajları

1. Reçinenin kısa bir süre içinde kullanılması gerektiği için geniş yüzeyli ve kalın parçalarda sağlıklı sonuçlar alınamayabilir.
2. Geniş yüzeylerde elyafların tamamını ıslatmak zaman alır. Bu durum reçinenin erken kürlenmesine sebep olur.
3. Kalın parçalarda vakum işlemi parçanın bütün bölümlerinde etkili olamayabilir. Bu durumda reçine, elyaf katları arasında dengesiz dağılır ve hava kabarcıkları oluşur.
4. Tek tarafı temiz parça alınması bu yöntemin kısıtlı yanlarından biridir.
5. Elyafların reçine ile ıslatılması esnasında ortaya çıkan sitiren gazı insan sağlığı ve çevre için ciddi tehlike oluşturur.

20 UYGULAMA 20: VAKUM TORBALAMA YÖNTEMİ

AMAÇ: Vakum torbalama yöntemiyle kompozit parça imalatı yapmak.
YÖNERGE: Kompozit tekne veya yat imalatı için vakum torbalama yöntemini uygulayınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 6 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.19: Vakum (bag) torba yöntemiyle parça imalatı



Görsel 6.20: Vakumlama işlemi

Kullanılan Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Hazırlığı yapılmış (vaks ve jelkot) kalıp
3. Vinilester reçine
4. Polyester reçine
5. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
6. MEK-P
7. Reçine hazırlama kabı
8. Reçine ölçü kabı
9. Katalizör ölçü kabı
10. Vakum sarf malzemeleri (vakum battaniyesi, soyma kumaşı, delikli ayırıcı film, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
11. Vakum pompası
12. Reçine devridaim tankları
13. Vakum kaçak dedektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız (Görsel 6.19).
3. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanına getiriniz.
4. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanına getirerek hazırlayınız.
5. Soyma kumaşı, vakum battaniyesi, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun olarak kesip hazırlayınız.

6. Vinilester reçineyi ölçme kabı kullanarak reçine hazırlama kabına alınız.
7. Katalizör ölçme kabını kullanarak uygun oranda MEK-P'yi vinilester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
8. Polyester reçineyi ölçme kabı kullanarak reçine hazırlama kabına alınız.
9. Katalizör ölçme kabını kullanarak uygun oranda MEK-P'yi polyester reçineye ilave ediniz. Homojen bir karışım elde edene kadar karıştırınız.
10. Hazırlığı yapılmış kalıbın üzerine elyafları uygun reçine ile ıslatarak seriniz.
11. İlk katlarda mat keçe cam elyaf ile birlikte vinilester reçine kullanınız.
12. Ara katlarda polyester reçine ile birlikte dokuma elyaf kullanınız.
13. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı, vakum battaniyesi ve akış filesini yerleştiriniz.
14. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
15. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
16. En üst katman için vakum naylonunu kalıbın üzerine sererek sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
17. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
18. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum dedektörü ile kontrol ediniz.
19. Vakum pompasını tekrar çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılmasını sağlayınız. Vakumlama esnasında vakum kaçak dedektörü ile sızdırmazlığı kontrol ediniz.
20. Tam kürlenme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürlenmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız (Görsel 6.20).
21. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz.
22. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
23. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....

.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....

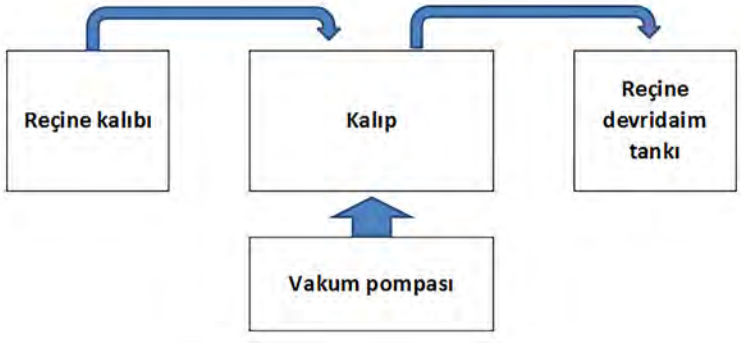
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

6.3.3. İNFÜZYON YÖNTEMİ

İnfüzyonun kelime anlamı enjekte etme, dışarıdan herhangi bir araçla içeriye sıvı vermektir. İnfüzyon tekniğinin temeli, kompozit malzemedeki matrisi oluşturan reçinenin kalıp üzerine önceden hazırlanan sistem içindeki elyaf katmanların arasına vakum basıncıyla aktarılmasına dayanır (Şekil 6.2). Kompozit tekne veya yat imalatında infüzyon yöntemi kullanılarak gövde ve güverte gibi geniş yüzeylerde mekanik özellikler açısından diğer yöntemlere kıyasla daha mukavim parçalar imal edilebilir.



Şekil 6.2: Basit infüzyon şeması

Açık kalıplama yöntemleri ile imalatı yapılan kompozit malzemelerin tamamı infüzyon yöntemiyle de imal edilebilir. Boyut ve diğer kısıtlamalardan dolayı RTM, vakum torbalama ve sıcak kalıplama yöntemleri ile imalatı yapılamayan tekne gövdeleri, yat inşası ve savunma sanayi araçlarının imalatı için infüzyon yöntemi standart bir yöntem olarak kabul edilmektedir.

İnfüzyon yönteminde kullanılan malzemeler vakum torbalama yönteminde kullanılan malzemeler ile hemen hemen aynıdır. Bu yöntemin en önemli farkı elyafların kuru olarak yerleştirilmesi yani reçinenin sistem içerisine sonradan verilmesidir.

6.3.3.1. İnfüzyon Yönteminin İşlem Basamakları

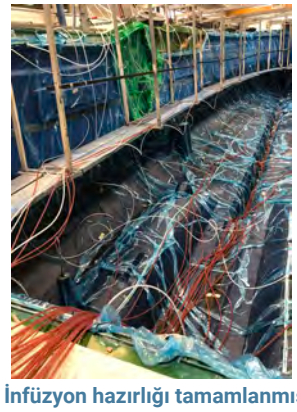
1. Uygulamanın özelliğine göre kullanılması gereken kişisel koruyucu donanımlar hazırlanır ve kimyasal maddelerle çalışma yönetmeliğine uygun olarak iş güvenliği ile ilgili planlamalar yapılır.
2. Uygulamada kullanılacak olan elyaflar kullanılacağı yerin ölçülerine göre uygun şekilde kesilerek hazırlanır (Görsel 6.21).



Görsel 6.21: Kalıp Ölçülerine Göre Kesilmiş Elyaflar

3. Vakum naylonu, soyma kumaşı ve delikli ayırıcı kumaş kalıba uygun olarak kesilir ve hazırlanır.
4. Uygulamada kullanılacak infüzyon makinesi kontrol edilir.
5. Tüm sarf malzemelerinin hazırlığı kontrol edilir.
6. Reçine içine eklenen sertleştiriciye ve ortam sıcaklığına göre maksimum çalışma zamanı

hesaplanmalıdır. Bu hesaplamada alınan sonuçlara göre reçine uygun oranda hazırlanmalıdır.
7. Reçine hazırlanırken hortum içinde kalacak reçine miktarı da dikkate alınmalıdır.
8. Çalışma ortamının sıcaklığı, nemi ve basınç değerleri kontrol edilir.
9. İnfüzyon yönteminde hazırlığı yapılmış kalıp üzerine genelde ilk katlar için birkaç kat cam mat keçe elyaf serilir. Ara katlarda dokuma elyaf tercih edilir.
10. Yapısal elyaf planına göre imalatı yapılacak alana köpük (pvc), balsa ve monolotik (sadece elyaflı alan) sertlik ve kalınlıklarına göre uygun malzeme yerleştirilir.
11. Köpük üzerine tekrar elyaf serilir.
12. Hazırlanan sistemde elyaf katlar arasında meydana gelebilecek kaymaları önlemek için sprey yapıştırıcı kullanılarak elyaflar sabitlenir. Spreyin aşırı derecede kullanılması infüzyon kalitesini düşürür, reçinenin elyafı ıslatmadan atlamasına neden olur.
13. Elyaflardan sonraki ilk kata soyma kumaşı yerleştirilir.
14. Soyma kumaşından sonra sıra ile delikli ayırıcı film ve akış filesi yerleştirilir.
15. Kompozit tekne veya yat imalatında reçine hattı kalıbın alt kısmında, vakum hattı ise yukarıda olmalıdır. Bu şekilde reçine önce tabana yayılır sonra yukarıya, vakum hatlarına doğru ilerler.
16. Merkezden dışarı olacak şekilde reçine verilir. Reçine verilen noktalara reçine kanalı yerleştirilir. Bu, reçinenin istenen alanlara doğrudan taşınmasını sağlar.
17. Vakum torbası yerleştirilmeden önce bütün elyafların ve yalıtım (köpük) malzemelerinin doğru yerleştirildiği kontrol edilmelidir.
18. Vakum torbası sisteme en üst katman olarak yerleştirilir ve vakum torbasının kenarları sızdırmazlık bandı ile kapatılır (Görsel 6.22). Buradaki amaç vakumlama esnasında kalıp ile torba arasındaki hava sızdırmazlığını ve reçinenin bütün elyaf katmanlarını ıslatarak homojen dağılımını sağlamaktır.



Görsel 6.22: İnfüzyon hazırlığı tamamlanmış yat gövdesi

19. Kalıbın çevresine göre reçine hatları ve vakum hatları ayarlanır. Vakum devridaim tankları hatlara bağlanır.
20. Vakum torbasında kaçak olup olmadığı vakum göstergesi ve kaçak dedektörü ile kontrol edilir.
21. İnfüzyon uygulaması için hazırlanan düzeneğe vakum göstergesi bağlanır. Vakum pompası açılır ve basınç belli bir değere geldikten sonra vakum makinesi durdurulur. Vakumlama işlemi esnasında reçine akışını sağlayacak olan boru, hava akışını kesmek için bir kilit yardımıyla sıkıştırılmalıdır.
22. Vakum makinesi durdurulduktan sonra yaklaşık 10-15 dakika beklenerek sistem kontrol edilmelidir. Eğer basınç göstergesinde bir düşüş gözlenmezse sistemin hava sızdırmazlığı sağlanmış ve sistem reçine akışı için işleme hazır demektir. Fakat basınç değerinde düşüş olursa vakum torbası tekrar kontrol edilmelidir çünkü bu düşüş torbada kaçak olduğu anlamına gelir.
23. Reçine hortumları reçine besleme vanalarına takılarak reçine akışı başlatılır.
24. Reçine akışı, reçine hattına en uzak olan vakum hattından başlatılmalıdır (Görsel 6.23).



Görsel 6.23: Reçine besleme hattı

25. Reçine verme işleminin ardından vakum makinesi bir süre daha çalıştırılarak sistem içerisinde kalan reçine, devridaim tanklarına alınır.
26. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemeleri kalıptan sökülür ve işlem tamamlanmış olur.

6.3.3.2. İnfüzyon Yönteminin Avantajları

1. İnfüzyon yönteminde özellikle el yatırması gibi diğer yöntemlere kıyasla elyaf oranı reçine oranına göre daha yüksektir. Bu durum imalatı yapılan kompozit tekne veya yatın mekanik özellikler açısından daha mukavim ve uzun ömürlü olmasını sağlar.
2. El yatırması gibi geleneksel yöntemlerde görülen aynı ürünün imalatında farklı oranlarda reçine ve elyaf kullanımı bu yöntemde görülmez. Yani uygulamada kullanılan reçine miktarı çalışan kişiye göre değişmez.
3. İnfüzyon yönteminde vakumlama işlemi sayesinde reçine elyaflar arasında dengeli dağılır, reçine birikmeleri ve elyafların katlanması gibi olumsuz durumlar meydana gelmez. Bu durum imalatı yapılan ürünün yapısında ve görüntüsünde homojenlik sağlar.
4. Vakum naylonu altında kalan reçine içerisindeki zararlı sitiren gazı çalışma ortamına dağılmaz. Bu durum çalışan sağlığını koruma için oldukça önemlidir.
5. Reçine, sistem içerisine borularla verildiği için bu yöntem işletmede temiz bir çalışma ortamının oluşmasına imkân sağlar.
6. İnfüzyon yöntemi diğer yöntemlere kıyasla daha az işçilikle mekanik ve estetik değerler açısından daha pürüzsüz ürünlerin imalatına imkân sağlar.
7. İnfüzyon yönteminde vakumlama işlemi sayesinde imalatı yapılacak olan kompozit tekne veya yat içerisinde boşluklar oluşmaz. Vakumlama işlemi bütün boşlukları reçine ile doldurur.
8. İnfüzyon yöntemi özellikle kompozit tekne veya yat imalatında gövde, güverte ve üst bina gibi geniş yüzeyli parçaların üretiminde oldukça güzel sonuçlar verir.

6.3.3.3. İnfüzyon Yönteminin Dezavantajları

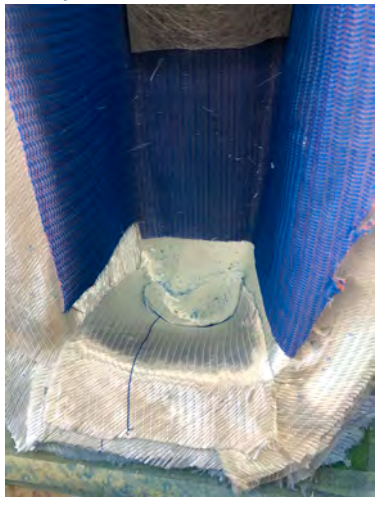
1. Kullanılan makine ve ekipman maliyeti diğer yöntemlere kıyasla yüksektir.
2. İmalatı yapılacak olan kompozit tekne veya yat için çok dikkatli planlamalar yapılmalıdır. Üretime hazırlık aşamasında yapılan en küçük hata dahi yapılan bütün işlemde geri dönüşü olmayan ve telafi edilemeyecek durumlara sebep olabilir. Bu da ciddi manada iş gücü ve zaman kaybıyla birlikte mali kayıplara sebep olur.

21 UYGULAMA 21: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE KOMPOZİT İMALATI

AMAÇ: İnfüzyon yöntemiyle kompozit parça imalatı yapmak.
YÖNERGE: Kompozit tekne veya yat imalatı için infüzyon yöntemiyle kompozit parça imal ediniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 6 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 6.24: Elyafın kalıp üzerine alıştırılması



Görsel 6.25: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş parçalar

Kullanılan Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Hazırlığı yapılmış (vaks ve jelkot) kalıp
3. Vinilester reçine
4. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
5. MEK-P
6. İnfüzyon sarf malzemeleri (soyma kumaşı, delikli ayırıcı film, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
7. İnfüzyon makinesi
8. Vakum pompası
9. Reçine devridaim tankları
10. Vakum kaçak dedektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımlarınızı kullanınız.
2. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız (Görsel 6.24).
3. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanına hazırlayınız.
4. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanına getirerek hazırlayınız.
5. Soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun olarak kesip hazırlayınız.
6. Vinilester reçine ve MEK-P'yi infüzyon makinesi ile uygun oranda hazırlayınız.
7. Hazırlığı yapılmış kalıbın üzerine elyafları kuru olarak seriniz.
8. İlk katlarda mat keçe cam elyaf kullanınız.
9. Elyafları sererken kaymayı önlemek amacı ile sprey yapıştırıcı kullanarak elyafları sabitleyiniz.

10. Ara katlarda dokuma elyaf kullanınız.
11. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı ve akış filesini yerleştiriniz.
12. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
13. Vakum ve reçine besleme hatlarını sisteme bağlayınız.
14. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
15. En üst katman için vakum naylonunu kalıbın üzerine sererek sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
16. Çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini kontrol ederek infüzyon için uygun ortam şartlarını sağlayınız.
17. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
18. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum dedektörü ile kontrol ediniz.
19. Reçine hortumlarını reçine besleme vanalarına takınız.
20. İnfüzyon makinesini çalıştırarak reçine besleme vanalarını açınız.
21. Reçine verme işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompasını bir süre daha çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılımını kontrol ediniz.
22. Tam kürlenme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürlenmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
23. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökerek ürünü çıkarınız (Görsel 6.25).
24. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
25. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

7 ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRETİM ESNASINDA KALİTE KONTROL

KONULAR

1. YAT KALIBININ UYGUNLUK ÖLÇÜMLERİ
2. ÇALIŞMA ORTAMININ SICAKLIK VE NEM ÖLÇÜMLERİ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Yat kalıbının ve çalışma ortamının sıcaklığını ölçmeyi

b) Yat kalıbının ve çalışma ortamının nem oranını ölçmeyi

TEMEL KAVRAMLAR

KALİBRASYON

MİKROMETRE

TERMOMETRE

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Size göre ürün alınacak kalıbın yüzeyi nasıl olmalıdır?
2. Kalıbın yüzeyinin düzgünlüğü nasıl ölçülebilir? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız?

7. ÜRETİM ESNASINDA KALİTE KONTROL

İş sağlığı ve güvenliğiyle ilgili tedbirler alındıktan sonra kompozit tekne veya yatın imalatı esnasında yat kalıbının ve çalışma ortamının ölçümleri kontrol edilerek ortaya çıkacak ürünün kalite kontrolü yapılmalıdır.

7.1. YAT KALIBININ UYGUNLUK ÖLÇÜMLERİ

Kompozit tekne veya yat imalatında kalıplar model üzerinden alınır. Kalıbın uygunluk ölçümleri için model incelenerek model tarama işlemi yapılır. Model tarama işleminde gövde, güverte ve yapı elemanlarının ölçülerinin belirlenen tolerans değerleri içerisinde olduğuna ve çekme payının belirlenen bu tolerans değerlere dâhil edildiğine bakılır (Görsel 7.1). Bu değerler, imalatı yapılacak model tekne projesi hazırlanırken mühendisler tarafından belirlenmiştir. Kalite kontrol ekibi modelin düzgünlüğü, ölçüleri, yüzey pürüzsüzlüğü, köşelerin ve kavisli yüzeylerin düzgünlüğü gibi birçok faktörü dikkate alarak tüm analizleri yaptıktan sonra modele onay verir. Bundan sonraki aşamada model üzerinden kalıp almak için işlemlere başlanır.



Görsel 7.1: Yat kalıbının yüzey pürüzsüzlüğünün sağlanması

Kalıp malzemesinin seçiminde kalıbın boyutları, kalıptan alınacak ürün sayısı ve kalıbın yüzey düzgünlüğü dikkate alınmalıdır. Kompozit yat imalatında bakım onarım işlemlerinin kolaylığı ve kalıbın kullanım ömrünü uzatmasından dolayı genellikle cam elyaf takviyeli kalıp türleri tercih edilir.

Kalıbın kalınlığı normal şartlarda kalıptan alınacak ürünün kalınlığından daha fazla yapılmalıdır. İnce yapılmış kalıp seri üretime uygun değildir, kısa sürede deforme olur ve kullanılamaz hâle gelir. Kalıp yapımında parça kalınlığı, reçinenin erken kürlenmesi ya da bütün model üzerinde dengeli dağılamaması gibi olumsuzluklara sebep olduğu için infüzyon, vakum, RTM gibi yöntemler yerine el yatırması yöntemi kullanmak daha uygundur (Görsel 7.2).



Görsel 7.2: El yatırması yöntemiyle yapılan kalıp imalatı

El yatırması yöntemiyle istenilen kalınlıkta kompozit parça imal edilebilir. Kalıp yüzeyindeki kusurların daha net bir şekilde görünmesini sağlamak için kalıp yapımında genelde koyu renkli jelkotlar kullanılır. Kalıp yapımında kullanılan malzemelerin kalitesi kalıbın kullanım ömrünü belirler. Bundan dolayı reçine ve elyaf seçiminde mekanik değerleri yüksek malzemeler tercih edilmelidir. Kalıp yapımında mekanik değerler açısından kalıbın dayanımını artırması sebebiyle epoksi reçine kullanılır. Kalıp yüzeyi ne kadar hatasız olursa kalıptan alınacak ürün de o kadar hatasız olur.

Kalıbın kalınlık ölçümü için kalibrasyonlu dijital mikrometre kullanılır (Görsel 7.3). Kalibrasyon; belirli koşullar altında doğruluğu bilinen bir referans ölçüm standardı veya ölçüm sistemi kullanılarak doğruluğu aranan diğer bir standart, test/ölçü aleti ya da sistemin doğruluğunun ölçülmesi, sapmalarının belirlenmesi ve rapor edilmesi işlemidir.



Görsel 7.3: Kalibrasyonlu dijital mikrometre

Kalıbın türüne göre kalıp flanşı, sızdırmazlık contalarının bütünlüğü ve uygunluğu kontrol edilir. Flanş, iki makine veya tesisat elemanının sızdırmaz şekilde birleştirilmesine yarayan genelde standart olarak üretilen bir konstrüksiyon elemanıdır.

7.2. ÇALIŞMA ORTAMININ SICAKLIK VE NEM ÖLÇÜMLERİ

El yatırması uygulamalarında ideal ortam sıcaklığı en az 10 °C olmalıdır. Eğer sıcaklık bu değerin altındaysa katalizör (MEK-Peroksit) veya sertleştirici oranı %4'e çıkarılmalı veya kış için kullanılan katkı maddeleri eklenmelidir. Ortam sıcaklığı 5 °C'nin altındaysa hiçbir şekilde uygulama yapılmamalıdır.



Görsel 7.4: Ortam sıcaklık, nem ve basınç değerleri

Jelkot uygulaması yapılan kalıp, kuruma kabinlerinde bekletilir. Buradaki amaç kuruma süresini kısaltmaktır. Jelkot kabin sıcaklığı 15-30 °C arasında olmalıdır (Görsel 7.4).



Görsel 7.5: Kurutma kabini sıcaklık ve nem ölçümleri

Kışlık katkı malzemeleri, reçinenin jelleşmesini ve soğuk havada reaksiyona girmesini kolaylaştırabilir ancak hiçbir zaman alınacak ürünün tam olarak kürleneceğinin garantisi olamaz. Önemli konulardan biri de havanın yeterli ölçüde kuru olmasıdır. Kalıplama işlemi hiçbir zaman nemli ortamlarda yapılmamalıdır. Çünkü havadaki nemden dolayı ortamda bulunan su zerrecikleri reçineden beklenen performansı düşürür ve bu durum ürün kalitesini bozar. Buna bağlı olarak üründe kısa sürede çatlama ve kırılmalar meydana gelir.

Çalışma ortamının sıcaklık ve nem oranı gibi bilgileri kalıp üretim atölyelerinin ilgili kısımlarına kolaylıkla görülebilir bir yere asılmalı ve bu değerler elektronik ölçüm cihazlarıyla kontrol edilmelidir (Görsel 7.5, Görsel 7.6).



Görsel 7.6: Ortam ölçümleri uyarı levhası

Ortam sıcaklık değeri 18 °C'nin altında ve 30 °C'nin üstündeyse infüzyon uygulaması yapılamaz. Kompozit yat imalatı için çalışma ortamının nemi %80'in altında olmalıdır. Reçinenin kürlenmesini sağlamak amacıyla fan ya da iklimlendirme yapılabilir.

22 UYGULAMA 22: KALIBIN VE ÇALIŞMA ORTAMININ UYGUNLUĞU

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımlarını kullanarak imalat yapılacak çalışma ortamının nem, basınç ve sıcaklık değerlerini tercih edilen imalat yöntemine göre uygun hale getiriniz.

YÖNERGE : Tercih edilen imalat yöntemine göre çalışma ortamının basınç, sıcaklık ve nem değerlerini kontrol ederek uygun ortam şartlarını sağlayınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar
2. Dijital barometre
3. Dijital termometre
4. Dijital higrometre

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. barometre ile çalışma ortamının basıncını ölçünüz.
3. Termometre ile ortamın sıcaklığını ölçünüz.
4. Ortamın sıcaklığı uygun değerlerde değilse ortamın sıcaklığını iklimlendirme yöntemiyle ayarlayınız.
5. Ortamın nemini higrometre ile ölçünüz ve projede belirtilen nem oranına uygun olup olmadığını kontrol ediniz.
6. Yaptığınız ölçümlerin projede belirtilen referanslar arasında olup olmadığını kontrol ediniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

8

ÖĞRENME BİRİMİ

YAPI ELEMANLARI İMALATI

KONULAR

1. GÖVDE KISMI İMALATI
2. KOMPOZİT YATLARDA GÜVERTE, HAVUZLUK VE ÜST BİNA İMALATI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) İnfüzyon yöntemiyle spider imalatı yapmayı

b) İnfüzyon yöntemiyle güverte, havuzluk ve üst bina imalatı yapmayı

TEMEL KAVRAMLAR

SPİDER

GÜVERTE

HAVUZLUK

ÜST BİNA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce tekne ve yatların yapı elemanları neler olabilir ? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Tekne veya yatların yapı elemanları hangi yöntemlerle imal edilebilir? Arkadaşlarınızla beyin fırtınası yapınız?

8. YAPI ELEMANLARI İMALATI

Kompozit tekne ve yatlarda yapı elemanları imalatı genel olarak iki bölüme ayrılarak uygulama yapılır. İlk bölüm gövde kısmı imalatı ikinci kısım ise güverte, havuzluk ve üst bina olarak imal edilir (Görsel 8.1).

Kompozit tekne veya yatlarda yapı kısımları, iş güvenliği kurallarına dikkat edilerek uygun yöntemlerle imal edilmelidir.



Görsel 8.1: Kompozit tekne

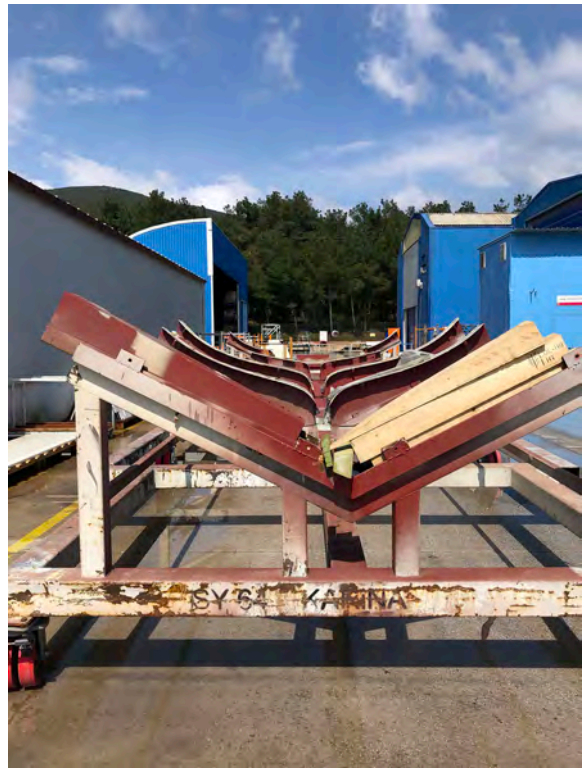
8.1. GÖVDE KISMI İMALATI

İnşa edilecek kompozit bir tekne veya yatın elyaf planına, gövde ve güvertesinin et kalınlığına Tekne veya yat klaslama kuruluşlarının koyduğu kurallar ve belirlediği sınırlar çerçevesinde tasarım yapan mühendisler karar verirler. Kompozit tekne veya yat imalatı için projeden sorumlu mühendisler imalatta kullanılacak bütün malzemelerin listesini hazırlar, imalat yapılacak yöntemleri ve bu yöntemler doğrultusunda kullanılacak ekipmanları belirler. Projenin ne kadar sürede tamamlanacağını, işçilik ve maliyet hesaplarını da yine proje sorumlusu mühendisler ve üretim ekibi iş birliği yaparak belirler.

Kompozit tekne veya yatlarda gövde imalatı, imalatı yapılacak kompozit parça boyutlarının büyük olması sebebiyle genelde el yatırması ya da infüzyon yöntemi ile yapılır. İmalata başlamadan önce kalıp kontrol edilerek kalıbın gerekli bakım ve onarımı yapılır. Kalıp yüzeyi ne kadar temiz ve pürüzsüz olursa kalıptan alınacak ürün yani tekne veya yat gövdesi de o kadar düzgün ve hatasız imal edilmiş olur. Bu sebeple kalıbın bakım ve onarımı dikkatle yapılmalıdır. Kalıp ne kadar kusursuz olursa imal edilecek ürünün üst yüzey işlemleri o kadar azalmış olur. Bu da maliyeti, işçiliği ve işin yapımında harcanacak zamanı minimuma indirir.

Kompozit tekne veya yat imalatında motor donanımının ağırlığı veya pervanelerin tekne tabanına uygulayacağı kuvvetler nedeniyle tekne veya yat gövdesinin kıç kısmı metal ve pirinç plakalar gibi yapı malzemeleri ile desteklenmelidir.

Gövde imalatına başlamadan önce kalıp ölçü ve özelliğine göre cradle imalatı yapılır. İmalatı yapılan cradle üzerine belirlenen jig sistemine göre kalıp yerleştirilir (Görsel 8.2).



Görsel 8.2: Gövde craddle

Kalıba vaks uygulaması, üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda en az üç defa yapılır. İmalatı yapılacak tekne veya yatın projesinde belirlenen gövde rengine göre jelkot hazırlanır. Jelkot uygulaması fırça ve ruloyla ya da tabanca kullanılarak püskürtme yöntemiyle yapılabilir.

Gövde kalıbı hazırlandıktan sonra tercih edilen imalat yöntemi ve yapısal plan doğrultusunda kullanılacak elyaf, reçine ve köpük gibi yapı malzemeleri belirlenir. Kalıbın ölçülerine göre elyaflar kesilir ve kullanılacak bölgeye göre isimlendirilir. Köpük malzemesi, kullanılacak yerin ölçülerinde kesilip hazırlanır. Kullanılacak reçine sistemi gövde kalıbının ölçülerine uygun miktarda hazırlanır. İnfüzyon yöntemi ile imalat yapılacak ise infüzyon makinesi, vakum pompası, kaçak detektörü, reçine devridaim tankları, infüzyon sarf malzemeleri hazırlanır. İnfüzyon sarf malzemeleri gövde kalıbının ölçülerinde kesilerek hazırlanır.

İnfüzyon uygulaması için gerekli hazırlıklar yapıldıktan sonra ortamın sıcaklık, nem ve basınç değerleri kontrol edilir. İnfüzyon uygulaması için çalışma ortamı hazır hâle getirilir. Yapılan işe ve kullanılan malzemelere uygun gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılır. Yapısal plan doğrultusunda gövde imalatına başlanır.

8.1.2. Kompozit Tekne veya Yatlarda Karina (Gövde) Yapı Elemanları

Kompozit yat gövde imalatında spider, tülani, kemere, stringer gibi yapı elemanları, gövde kalıbının özelliğine göre kalıptan ayrı uygun imalat yöntemiyle yapıldıktan sonra karinaya infüzyon ya da el yatırması yöntemiyle basılabilir. Spider, imal edildikten sonra uygun imalat yöntemiyle gövdeye birleştirilir. Bazı kalıp türlerinde gövde üzerinde bulunması gereken bütün yapı elemanları kalıp ile bir bütün olduğu için imalatın ilk aşamasında gövde ile birlikte diğer bütün yapı elemanları da imal edilmiş olur. Bu özellikteki kalıp türlerinde gövde üzerindeki yapı elemanları gövdeden ayrı olarak imal edilemez.

Spider (Sıpaydır): Sözlük anlamı "örümcek" olan spider, yat imalatında "kalıp altında kullanılan metal destek ağı" için kullanılan İngilizce bir terimdir. Kompozit yat imalatında gövde içerisinde baştan kıça kadar uzanan temel hat üzerinde enine boyuna bloklardan oluşan, gövdenin mekanik etkilere karşı mukavemetini artıran yapı elemanıdır (Görsel 8.3). Gövde üzerinde bir bütün olarak imal edilebildiği gibi gövdeden ayrı imal edilip önceden hazırlanan jig sistemi yardımıyla uygun niteliklerde macun kullanılarak gövdeye birleştirilebilir.



Görsel 8.3: Spider

23 UYGULAMA 23: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE SPİDER İMALATI

AMAÇ: İnfüzyon yöntemiyle kompozit tekne veya yat gövdesinin imalatını yapmak.
YÖNERGE : İnfüzyon yöntemiyle kompozit tekne veya yat gövdesinin imalatını yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 24 DERS SAATİ

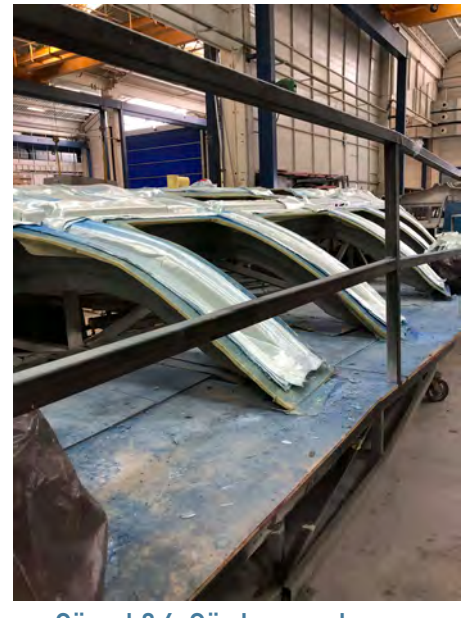
Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 8.4: Spider kalıbı ve taşıma arabası



Görsel 8.5: İnfüzyon uygulamasına hazırlık



Görsel 8.6: Gövde yapı elemanı spiderin infüzyon yöntemiyle imalatı

Kullanılan Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Hazırlığı yapılmış spider (vaks ve jelkot) kalıbı
3. Vinilester reçine
4. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
5. MEK Peroksit
6. İnfüzyon sarf malzemeleri (soyma kumaşı, delikli ayırıcı film, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
7. İnfüzyon makinesi
8. Vakum pompası
9. Reçine devridaim tankları
10. Vakum kaçak detektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Kullanacağınız spider kalıplarını kontrol ederek hazırlıklarını yapınız (Görsel 8.4).
3. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanında hazır bulundurunuz (Görsel 8.5).
4. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanında hazır bulundurunuz.
5. Soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun bir şekilde keserek hazırlayınız.
6. Vinilester reçine ve MEK-P'yi infüzyon makinesi ile uygun oranda hazırlayınız.
7. Hazırlığı yapılmış kalıp üzerine elyafları kuru olarak seriniz.
8. İlk katlarda mat keçe cam elyaf kullanınız.
9. Elyafları sererken kaymayı önlemek amacı ile sprey yapıştırıcı kullanarak elyafları sabitleyiniz.
10. Ara katlarda dokuma elyaf kullanınız.
11. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş ve akış filesini yerleştiriniz.
12. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
13. Vakum ve reçine besleme hatlarını sisteme bağlayınız.
14. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
15. En üst katman olarak vakum naylonunu kalıbın üzerine seriniz ve sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
16. Çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini kontrol ederek infüzyon için uygun ortam şartlarını sağlayınız.
17. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
18. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum detektörü ile kontrol ediniz.
19. Reçine hortumlarını reçine besleme vanalarına takınız.
20. İnfüzyon makinesini çalıştırarak reçine besleme vanalarını açınız.
21. Reçine verme işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompasını bir süre daha çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılımını kontrol ediniz.
22. Tam kürlenme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürlenmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
23. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz (Görsel 8.6).
24. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
25. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

8.2. KOMPOZİT YATLARDA GÜVERTE, HAVUZLUK VE ÜST BİNA İMALATI

Kompozit tekne ve yatlarda inşa planı hazırlanırken güvertenin, havuzluğun ve üst binaların şekli, insan ergonomisi ve personelin kullanım alanları dikkate alınarak tasarlanır. Güverte, üzerinde personelin yürüdüğü bir zemin olmasının yanında geminin kamarasının tavanını oluşturduğundan dayanıklı malzemelerden ve sağlam yapılardan oluşacak bir şekilde tasarlanıp inşa edilmelidir. Havuzluk, genellikle tekne ve yatın kıç kısmında dinlenme ve yemek yeme gibi etkinliklerin yapıldığı kısımdır. Ayrıca kıç platformdan üst güverteye çıkışı sağladığı için geçiş mesafeleri ve yemek, eğlence vs. etkinlikler için ayrılan alanların ölçüleri ergonomik kullanım için doğru hesaplanmalıdır (Görsel 8.7).

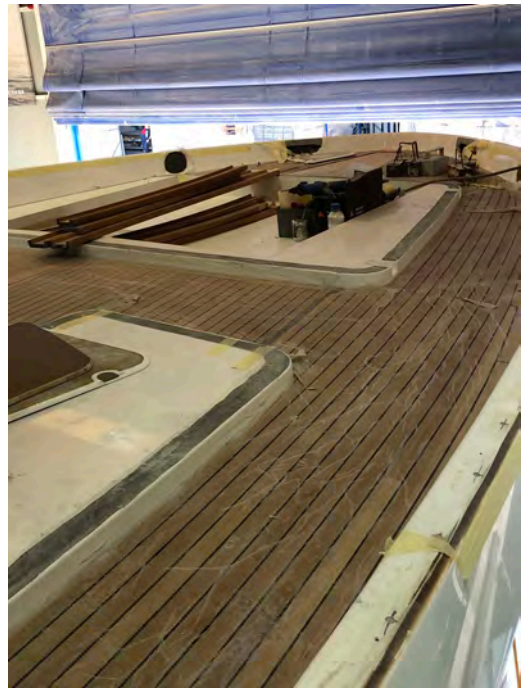


Görsel 8.7: Güverte ve havuzluk imalatı

Güverte, havuzluk ve üst bina imalatı için kalıp yüzeyleri temizlenerek vaks ve jelkot uygulaması yapılır. Hazırlığı yapılmış kalıp için belirlenen yapısal elyaf planı dâhilinde kalıplama malzemeleri hazırlanır. Planda belirlenen elyaflar uygun ölçülerde kesilerek kullanılacağı bölgeye göre isimlendirilir. Parçaya kalınlık vermek için kullanılacak köpük malzemesi, kullanılacak bölge ölçülerinde kesilir ve isimlendirilir. Yapısal elyaf planında belirlenen reçine sistemi planlanan ölçüde hazırlanır. İmalat için tercih edilen yöntem doğrultusunda ortamın sıcaklık, nem ve basınç değerleri kontrol edilir. Uygulama için uygun değerler sağlandıktan sonra tercih edilen imalat yöntemi doğrultusunda imalatta kullanılacak malzemeler ve ekipmanlar hazırlanarak parça basım işlemine başlanır. Basım işlemi tamamlandıktan sonra ortaya çıkan ürünün kalite kontrolü yapılır. Kalite kontrolünden geçen ürünün montajı için gerekli hazırlıklar yapılır.

Ağırlık merkezinin doğru hesaplanıp teknenin omurgaya yakın bir noktasında olmasına dikkat edilmelidir. Ağırlık merkezinin alt kısımlarda olması teknenin suyun içinde daha dengeli durmasını sağlar. Bunun için tekne ve yatın alt kısmı ağır, üst kısmı hafif olmalıdır. Kompozit tekne veya yatlarda güverte ve üst yapının imalatı için hafif ve mukavemetli olması sebebiyle sandviç malzemeler tercih edilir. Güverte ve üst bina imalatında mat elyaf gibi ağır malzemeler yerine daha çok hibrit ve karbon elyafı gibi örgülü dokuma elyaflar tercih edilir.

Güverte imalatı yapıldıktan sonra güvertenin zemin döşemesi işlemine geçilir. Güverte zemini ahşap görünümlü yapay malzemelerden döşenebildiği gibi gerçek ahşap (Genellikle teak ahşap kullanılır.) malzemeden de döşenebilir. Güverte döşemesi merkezden kenara doğru, kenardan merkeze doğru veya düz olacak şekilde yapılır (Görsel 8.8).



Görsel 8.8: Güverte zemin döşeme işlemi

Güverte döşemesi tamamlandıktan sonra yüzey düzgünlüğünün sağlanması için polisaj işlemleri yapılır (Görsel 8.9).



Görsel 8.9: Güverte polisaj işlemi

Kompozit tekne veya yat imalatında güverte, havuzluk ve üst binayı oluşturan parçaların imalatı el yatırması ya da infüzyon yöntemiyle ayrı ayrı yapılıp kurulum işlemine geçilir.

Üst binanın temelini oluşturacak iskelet parçalar projedeki ölçü ve biçimde imal edilerek uygun montaj aparatları ile yerlerine monte edilir (Görsel 8.10).



Görsel 8.10: Güverte üst bina kurulumu

Üst binanın iskeleti oluşturulduktan sonra infüzyon yöntemi ile hazırlanmış parçalar bu iskelet üzerine monte edilir (Görsel 8.11).



Görsel 8.11: İnfüzyon yöntemiyle imal edilmiş üst bina

Kompozit parça imalatında güvenli çalışma ortamı oluşturmak, çalışan sağlığını ve çevreyi korumak için işletmede görevli iş güvenliği uzmanı tarafından çalışanlara işletmede sıklıkla kullanılan zararlı kimyasal malzemelerin özellikleri, risk ve tehlike boyutları hakkında belirli aralıklarla eğitimler verilmelidir.

24 UYGULAMA 24: İNFÜZYON YÖNTEMİYLE GÜVERTE, HAVUZLUK VE ÜST BİNA İMALATI

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak infüzyon yöntemiyle kompozit tekne veya yat güvertesinin, havuzluğunun ve üst binasının imalatını yapmak.

YÖNERGE : İnfüzyon yöntemiyle kompozit tekne veya yat güvertesinin, havuzluğunun ve üst binasının imalatını yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 24 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görsel



Görsel 8.12: İnfüzyon yöntemi ile imal edilen üst bina

Kullanılan Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Hazırlığı yapılmış spider (vaks ve jelkot) kalıbı
3. Vinilester reçine
4. Elyaf (kalıp ölçülerine göre kesilmiş mat keçe cam elyaf ve dokuma elyaf)
5. MEK Peroksit
6. İnfüzyon sarf malzemeleri (soyma kumaşı, delikli ayırıcı film, akış filesi, vakum naylonu, sızdırmazlık bandı, sprey yapıştırıcı, vakum infüzyon hortumu, kâğıt bant)
7. İnfüzyon makinesi
8. Vakum pompası
9. Reçine devridaim tankları
10. Vakum kaçak detektörü

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Uygulamada kullanılacak tüm elyafları keserek kalıp üzerinde kullanılacak yerlere göre isimlendirip katlayınız.
3. Vakum pompasını kontrol ederek kalıbın yanında hazır bulundurunuz.
4. Vakum devridaim tanklarını kalıbın yanında hazır bulundurunuz.
5. Soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş, akış filesi ve vakum naylonunu kalıp ölçülerine uygun bir şekilde keserek hazırlayınız.
6. Vinilester reçine ve MEK-P'yi infüzyon makinesi ile uygun oranda hazırlayınız.
7. Hazırlığı yapılmış kalıp üzerine elyafları kuru olarak seriniz.
8. İlk katlarda mat keçe cam elyaf kullanınız.
9. Elyafları sererken kaymayı önlemek amacı ile sprey yapıştırıcı kullanarak elyafları sabitleyiniz.

10. Ara katlarda dokuma elyaf kullanınız.
11. Amaçlanan kat kalınlığına ulaştıktan sonra sırası ile soyma kumaşı, delikli ayırıcı kumaş ve akış filesini yerleştiriniz.
12. Reçine akışını sağlayacak spiral hortumları laminasyon üzerine kâğıt bant ile sabitleyiniz.
13. Vakum ve reçine besleme hatlarını sisteme bağlayınız.
14. Reçine devridaim tanklarını hazırlanan sisteme bağlayınız.
15. En üst katman olarak vakum naylonunu kalıbın üzerine seriniz ve sızdırmazlık bandıyla kalıp kenarlarını kapatınız.
16. Çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerini kontrol ederek infüzyon için uygun ortam şartlarını sağlayınız.
17. Vakum pompasını sisteme bağlayınız ve çalıştırarak sistem içerisindeki havayı boşaltınız.
18. Ortamın vakum altında kalmasını sağlayarak sistem içerisindeki havanın tamamına yakını sistemden dışarı alındığında düzenek üzerinde, kalıp kenarlarında ve hortum bağlantısında hava kaçağı olup olmadığını vakum detektörü ile kontrol ediniz.
19. Reçine hortumlarını reçine besleme vanalarına takınız.
20. İnfüzyon makinesini çalıştırarak reçine besleme vanalarını açınız.
21. Reçine verme işlemi tamamlandıktan sonra vakum pompasını bir süre daha çalıştırarak sistem içerisindeki fazla reçinenin devridaim tanklarına aktarılmasını ve reçinenin sistem içerisinde dengeli dağılımını kontrol ediniz.
22. Tam kürlenme sağlanana kadar vakum basıncını kontrol ediniz. Tam kürlenmeden emin olduktan sonra vakum pompasını kapatınız.
23. Reçine için belirlenmiş kürlenme süresi tamamlandıktan sonra ayırma filesinden itibaren bütün sarf malzemelerini kalıptan sökünüz.
24. Kullandığınız sarf malzemeleri, maske ve eldiven gibi atıkları uygun atık kutularına atınız.
25. Reçine hazırlamak için kullandığınız malzemeleri aseton ile temizleyerek yerlerine kaldırınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

9 ÖĞRENME BİRİMİ

YAPI ELEMANLARINI BİRLEŞTİRME

KONULAR

1. YAT GÖVDESİ ELEMANLARI VE GÜVERTE MONTAJI
2. YAT ÜST BİNASINI GÜVERTEYLE BİRLEŞTİRME

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Yat gövdesini güverte ile birleştirmeyi

b) Yat üst binasını güverteyle birleştirmeyi

TEMEL KAVRAMLAR

PERDE

STRİNGER

KEMERE

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Sizce tekne ve yatların yapı elemanları nasıl ve hangi noktalardan birleştirilebilir ? Sınıfınızda arkadaşlarınızla tartışınız.
2. Tekne veya yatların yapı elemanlarının birleştirilmesinde hangi bağlantı gereçleri kullanılabilir? Araştırınız. Sonuçları arkadaşlarınızla paylaşınız.

9. YAPI ELEMANLARINI BİRLEŞTİRME

Tekne veya yatların kompozit malzemelerden imal edilen yapı elemanlarının montajında kullanılan teknikleri öğrenip uygulamak gereklidir (Görsel 9.1).

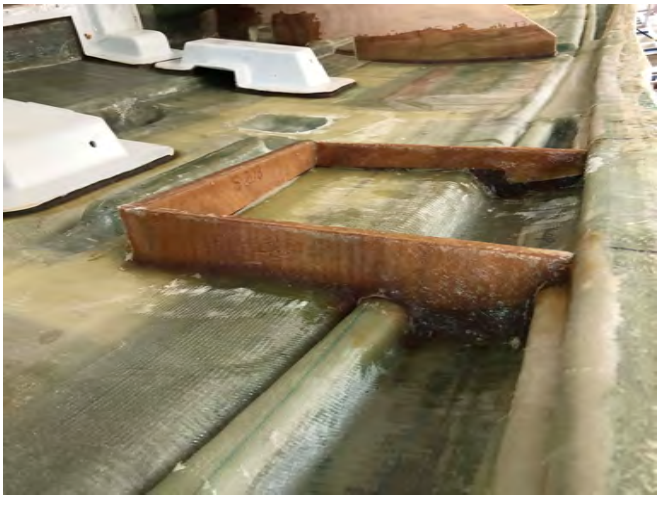


Görsel 9.1: Yapı elemanları birleştirilmeye hazır kompozit tekne

9.1. YAT GÖVDESİ YAPI ELEMANLARI VE GÜVERTE MONTAJI

Yat gövdesi yapı elemanları, gövdeden ayrı olarak imal edilip gövdenin üzerine sonradan monte edilen ya da gövde ile bir bütün olarak imal edilmiş spider, tülani, kemere ve stringer gibi destek elemanlarıdır. Yapı elemanları mekanik etkilere karşı tekne veya yatın mukavemetini artırır.

Kompozit yat imalatında yapı elemanlarının gövde üzerine montajı, infüzyon ve el yatırması yöntemiyle ya da yapıştırıcı montaj macunu ile yapılabilir (Görsel 9.2).



Görsel 9.2: El yatırması yöntemiyle kompozit yat gövdesinin ve yapı elemanlarının montajı

El yatırması ile yapılan montaj işlemlerinde öncelikle montajı yapılacak parça, gövde üzerine yerleştirilir ve markalama işlemleri yapılır (Görsel 9.3).



Görsel 9.3: Gövdenin montaja hazırlanması

Montaj için belirlenen ölçülerde kesilip isimlendirilerek hazırlanmış elyaflar, yapısal elyaf planında belirlenen reçine sistemiyle ıslatılarak sırayla gövde ve yapı elemanı üzerine yerleştirilir. Fırça ve rulo kullanılarak reçinenin elyaflar arasında dengeli dağılımı ve sistem içerisinde oluşan hava kabarcıklarının dışarı alınması sağlanır.

9.1.1. Perde ve Stringer Montajı

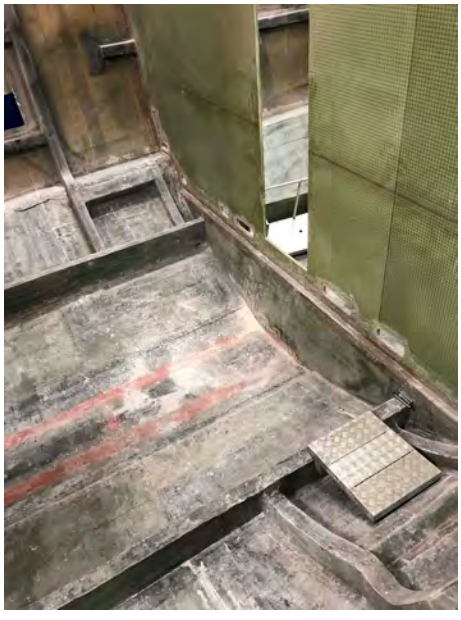
Kompozit tekne veya yatlarda güverte altı bölümlerde yaşam alanlarını ve makine dairesini oluşturmak için sandviç malzemeden imal edilen yapı malzemesine **perde** denir. Perdeler kompozit yapılarda güverte altında duvar oluşturma amacı ile kullanılır. Sandviç panellerin imalatı el yatırması ya da infüzyon yöntemiyle yapılır. Sandviç malzeme imalatında kontrplak malzemeler kullanılabilir (Görsel 9.4).

Sandviç malzeme imalatı için öncelikle montaj yapılacak alanın kalıbı çıkarılır. Çıkarılan kalıba göre kontrplak kesilerek sandviç panel imalatı yapılır. Perde montajı, macun veya cam elyaf ve reçine kullanılarak infüzyon veya el yatırması yöntemleri ile yapılabilir.



Görsel 9.4: Marin kontrplak perde montaj detayı

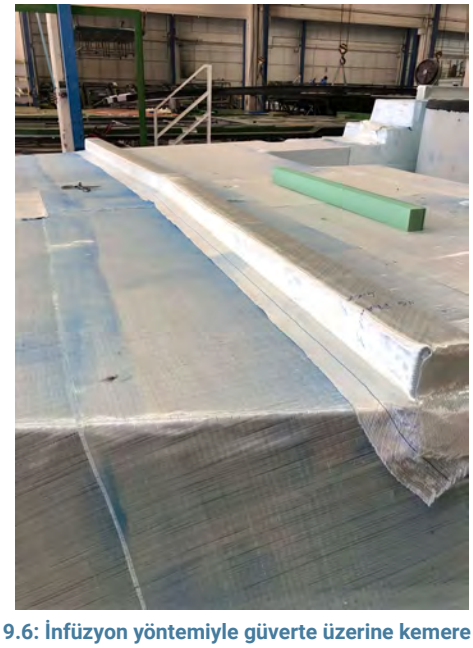
Kompozit tekne veya yatlarda gövde üzerinde ve kompozit yapıda boy yönünde ilerleyen yapı elemanına **stringer** denir. Boy yönünde alınan darbelere karşı teknenin direncini artırır. Stringerler, gövde kalıbı üzerinde gövdeyle bütün olarak imal edilebildiği gibi ayrı imal edilip gövdeye sonradan montaj yapılabilir. (Görsel 9.5). Stringer imalatı el yatırması ya da infüzyon yöntemiyle elyaf, reçine ve köpük kullanılarak yapılır. Gövdeden ayrı imal edilen stringer montajı ise infüzyon ya da el yatırması ile yapılabilir.



Görsel 9.5: Gövde, perde ve stringer montajı

9.1.2. Güverte Üzerine Kemere İmalatı ve Montajı

Güverte üzerine kemere yapı elemanı imalatı cam elyaf, köpük ve reçine kullanılarak infüzyon ya da el yatırması yöntemiyle yapılabilir. İmalatı yapılan sandviç malzemenin montajında genelde el yatırması ve infüzyon yöntemleri kullanılır (Görsel 9.6).



Görsel 9.6: İnfüzyon yöntemiyle güverte üzerine kemere montajı

9.1.3. Güverte ve Havuzluk Montajı

Birleştirilecek yüzeylerin temizliği yapılarak güverte ve havuzluk montaja hazırlanır (Görsel 9.7). Montaj işleminde yapıştırıcı montaj macunu kullanılır. Macun yapısal planda belirlenen ölçüde, MVP macun hazırlama makinesi ile hazırlanır. Hazırlanan macun belirlenen ölçülerde poşetlere alınır. Montajda kullanılacak olan işkence, vida, zımpara, spatula gibi aletler hazırlanır. Büyük parçaların montajında vinçler kullanılır.



Görsel 9.7: Güvertenin montaja hazırlığı

Güverte ve havuzluk montajı için macun uygulanacak yüzeylerin hazırlığı yapılır. Planda belirlenen ölçüde ve miktarda macun hazırlanır. Vinçler yardımıyla montaj işlemi yapılır. Montajda vida, metal profiller ve işkenceler kullanılır. Montaj işlemi tamamlandıktan sonra vidalar uygun bir macun çeşidi ile kapatılır. Metal profiller ve işkenceler sökülür (Görsel 9.8).



Görsel 9.8: Güverte ve havuzluk montajı

25

UYGULAMA 25: YAT GÖVDESINI GÜVERTE İLE BİRLEŞTİRME

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak kompozit tekne veya yat gövdesi ile güverteyi birleştirmek.

YÖNERGE: Projeye göre kompozit tekne veya yat gövdesini uygun montaj macunu kullanarak güverte ile birleştiriniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 16 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.9: Macun uygulanacak yüzeylerin sıcaklık kontrolü



Görsel 9.10: Macunlanacak yüzeyin çapraz zımparalanması



Görsel 9.11: Macun uygulanacak yüzeyin alkollü bezle silinmesi



Görsel 9.12: Macunun sıcaklık değerinin ölçülmesi



Görsel 9.13: Sertleştirici akışının kontrolü



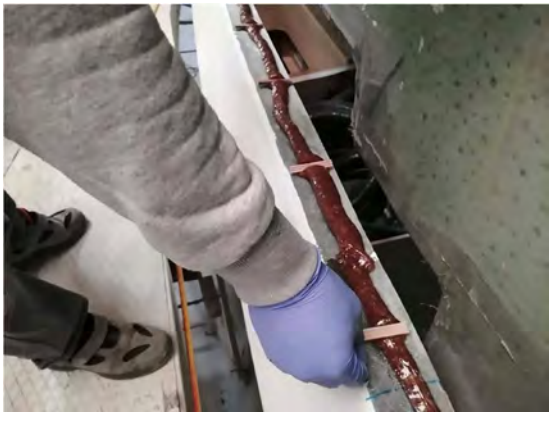
Görsel 9.14: Makinede macunun hazırlanması



Görsel 9.15: Hazırlanan macunun poşetlenmesi



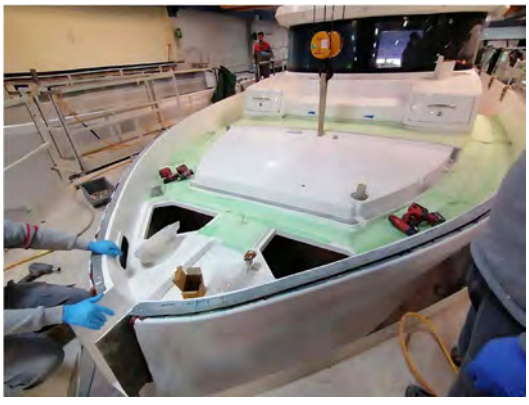
Görsel 9.16: Birleşim yerlerine macunun elle uygulanması



Görsel 9.17: Macun arasına kontrplak parçaların yerleştirilmesi



Görsel 9.18: Yüzeyin birleştirmeye hazırlanması



Görsel 9.19: Gövde ile güvertenin birleştirilmesi



Görsel 9.20: Belirli aralıklarla işkence kullanılarak parçaların birbiri üzerine sıkılması





Görsel 9.21: Birleşim yerlerinin vida deliklerinin açılması

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat gövdesi
3. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat güvertesi
4. Ortamın nem, sıcaklık ve basınç değerlerini ölçen cihazlar (Termometre, barometre ve higrometre)
5. 40'lık zımpara
6. Vinçler
7. Alkol ve pamuklu bez
8. Yapıştırıcı montaj macunu
9. MEK-P
10. Macun poşeti
11. Macun hazırlama makinesi (MVP macun makinesi)
12. İşkence, metre, matkap ve vida

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Macun uygulanacak yüzeylerin sıcaklığını kontrol ediniz (Görsel 9.9).
3. Ortamın nem, sıcaklık ve basınç değerlerini kontrol ediniz.
4. Macun uygulaması yapılacak yüzeylere 40'lık zımpara ile çapraz zımpara yapınız (Görsel 9.10).

5. Macun uygulanacak yüzeyleri alkollü bezle siliniz ve macun uygulamadan önce 5 dakika bekleyerek alkolün yüzeyden tam ayrılmasını sağlayınız (Görsel 9.11).
6. Macunun ilk sıcaklık değerini kontrol ediniz (Görsel 9.12).
7. Yapıştırıcı montaj macunu bilgilerini inceleyerek üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda macun hazırlama işlemine başlayınız.
8. Kullanılan MEK-P bilgilerini inceleyerek üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda MEK-P'yi macun hazırlığı için sertleştirici kabına alınız.
9. Macun hazırlama makinesini kontrol ederek macunu macun haznesine alınız. Sertleştirici oranını %20 olarak ayarlayınız (Görsel 9.13).
10. Sertleştirici akışını kontrol ediniz (Görsel 9.14).
11. Hazırlanan macunu poşetlere alınız (Görsel 9.15).
12. Macun uygulama işlemine başlayınız (Görsel 9.16).
13. 4 mm marin kontrplak parçaları belli aralıklarla macun arasına kimyasalsız olarak yerleştiriniz (Görsel 9.17).
14. Gövde üzerine güverteyi vinç yardımıyla yerleştiriniz (Görsel 9.18).
15. Flanş ölçülerini şablonlara ve ölçüye göre ayarlayarak işkence ve vidalar sıkınız (Görsel 9.19, 9.20).
16. İki parçanın birleştirilmesi için belli aralıklarla vidalama işlemine devam ediniz (Görsel 9.21).
17. Belirli aralıklarla işkence kullanarak parçaları birbiri üzerinde sıkıştırınız.
18. Macun kuruma süresi tamamlandıktan sonra kullanılan işkenceleri sökerek yerine kaldırınız.
19. Vida başlarını uygun macun ile kapatarak zımpara yapınız.
20. Macun uygulamak için kullanılan araç gereçleri temizleyerek yerine kaldırınız.
21. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımlardan tek kullanımlık olanları kimyasal atık kutularına atınız.
22. Uygulama sırasında ölçümleri titizlikle yapınız

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

9.2. ÜST BİNAYI BİRLEŞTİRME

Gövde üzerine güverte montaj işlemi tamamladıktan sonra üst binanın montaj işlemine geçilir. Bunun için işkenceler ve destekleyici profiller sökülür. Üst binanın güverte üzerine montajı için vinçler kullanılır (Görsel 9.22).

Montaj işleminde yapıştırıcı montaj macunu kullanılır. Macun, MVP macun hazırlama makinesinde hazırlanır. Macun katalizör oranları için malzeme güvenlik bilgi formuna bakılır. Üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda karışım oranları belirlenir. Yapıştırıcı macun için MEK-P kullanılır. Macun uygulanacak yüzeylere zımpara yapılarak yüzey uygulamaya hazırlanır. Macun uygulamasından sonra montaj için parçalar birleştirilir ve vidalama yapılır. İhtiyaç halinde metal profiller ile montaj desteklenir. Macun kuruma süresi tamamlandıktan sonra kullanılan yardımcı profiller sökülür. Vida başları uygun macun ile kapatılarak zımpara yapılır.



Görsel 9.22: Üst binanın güverteye birleştirilmesi

26 UYGULAMA 26: YAT ÜST BİNASINI GÜVERTE İLE BİRLEŞTİRME

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak kompozit tekne veya yat üst binasını birleştirmek.
YÖNERGE: Projeye göre kompozit tekne veya yat üst binasını uygun montaj macunu kullanarak güverte ile birleştiriniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 16 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 9.23: Gövde, güverte ve üst bina montajı



Görsel 9.24: Üst bina, güverte ve havuzluk montajı

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat gövdesi
3. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat güvertesi
4. Ortamın nem, sıcaklık ve basınç değerlerini ölçen cihazlar (Termometre, barometre ve higrometre)
5. 40'lık zımpara
6. Vinçler
7. Alkol ve pamuklu bez
8. Yapıştırıcı montaj macunu
9. MEK-P
10. Macun poşeti
11. Macun hazırlama makinesi (MVP macun makinesi)
12. İşkence, metre, matkap ve vida

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Macun uygulanacak yüzeylerin sıcaklığını kontrol ediniz.
3. Ortamın nem, sıcaklık ve basınç değerlerini kontrol ediniz.
4. Macun uygulaması yapılacak yüzeylere 40'lık zımpara ile çapraz zımpara yapınız.
5. Macun uygulanacak yüzeyleri alkollü bezle siliniz ve macun uygulamadan önce 5 dakika bekleyerek alkolün yüzeyden tam ayrılmasını sağlayınız.
6. Macunun ilk sıcaklık değerini kontrol ediniz.
7. Yapıştırıcı montaj macunu bilgilerini inceleyerek üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda macun hazırlama işlemine başlayınız.
8. Kullanılan MEK-P bilgilerini inceleyerek üretici firma tavsiyeleri doğrultusunda MEK-P'yi macun

hazırlığı için sertleştirici kabına alınız.
9. Macun hazırlama makinesini kontrol ederek macunu macun haznesine alınız. Sertleştirici oranını %20 olarak ayarlayınız.
10. Sertleştirici akışını kontrol ediniz.
11. Hazırlanan macunu poşetlere alınız.
12. Macun uygulama işlemine başlayınız.
13. 4 mm marin kontrplak parçaları belli aralıklar ile macun arasına kimyasalsız olarak yerleştiriniz.
14. Güverte üzerine üst binayı vinç yardımıyla yerleştiriniz (Görsel 9.23).
15. Flanş ölçülerini şablonlara ve ölçüye göre ayarlayarak işkence ve vidalar sıkınız.
16. İki parçanın birleştirilmesi için belli aralıklarla vidalama işlemine devam ediniz.
17. Belirli aralıklarla işkence kullanarak parçaları birbiri üzerinde sıkıştırınız (Görsel 9.24).
18. Macun kuruma süresi tamamlandıktan sonra kullanılan işkenceleri sökerek yerine kaldırınız.
19. Vida başlarını uygun macun ile kapatarak zımpara yapınız.
20. Macun uygulamak için kullanılan araç gereçleri temizleyerek yerine kaldırınız.
21. Kullandığınız kişisel koruyucu donanımlardan tek kullanımlık olanları kimyasal atık kutularına atınız.
22. İşlemler tamamlandıktan sonra çalıştığınız makine ve el aletlerinin bakımını yaparak uygun bir şekilde yerlerine bırakınız.
23. Atık olan malzemeleri uygun atık kutularına bırakarak çevreyi temizleyiniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN	
Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:

ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:
Tarih	:
İmza	:

10

ÖĞRENME BİRİMİ

ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ

KONULAR

1. YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI
2. BOYA ATMA UYGULAMALARI

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Yüzey düzeltme işlemlerini

b) Astar, son kat ve zehirli boya uygulamalarını

TEMEL KAVRAMLAR

ASTAR BOYA

SON KAT BOYA

ZEHİRLİ BOYA

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Pürüzsüz bir yüzey nasıl olmalıdır?
2. Günlük hayatta her hangi bir yüzeyi boyadınız mı? Arkadaşlarınızla deneyimlerinizi paylaşınız.
3. Günlük hayatta her hangi bir yüzeyi boyadınız mı? Arkadaşlarınızla deneyimlerinizi paylaşınız.

10. ÜST YÜZEY İŞLEMLERİ

İş güvenliği kurallarına dikkat edilerek kompozit tekne veya yatların yüzeylerini düzeltmek için gerekli iş ve işlemlerin yapılıp yüzeylerin boyanması için zemin oluşturulması gerekir. Boya için hazırlıklar yapılarak yüzeylerin boyaması yapılır.

10.1. YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI

Mühendisler tarafından yapılan teorik hesaplamalara ve planlamalara göre kalıptan alınacak ürün yüzeyinde kusur olmamalıdır. Fakat teoride belirlenen hatasız ürün pratikte neredeyse imkânsızdır. Kompozit tekne veya yat imalatında kalıptan çıkarılan ürünün yüzeyinde imalattan kaynaklı kusurlar olabilir. Kusurlu yüzeylere uygulanacak macun, zımpara, astar boya ve son kat boya gibi üst yüzey işlemlerinden oluşan bir süreç ile ürün yüzeyindeki kusurlar düzeltilebilir.

10.1.1. Kompozit Malzemede Yüzey Kusurları

Kompozit tekne veya yat imalatında hava kabarcıkları, çekmeler, beyaz lekeler, yüzeyde matlık, jelkotun kalkması, kısmi kuru bölgeler ve elyaf görünmesi gibi kusurlardan biri veya birkaçı oluşabilir. Bu kusurların belirlenmesi ve düzeltilmesi için farklı tekniklerin titizlikle uygulanması ve uygun malzemelerin kullanılması oldukça önemlidir. Ürün kalıptan çıktıktan sonra kontrol edilir. Kontrol sırasında ürün üzerinde tespit edilen kusurlar, silinebilir bir kalem yardımıyla işaretlenir ve gerekirse kusurun adı ürünün üzerine yazılır.

Hava Kabarcıkları: Kompozit malzeme imalatında hava kabarcığı oluşumuna sebep olan durumlar şöyle sıralanabilir:

- İyi yapılmayan rulo işlemi sonucu elyaf katmanları arasındaki hava kabarcıklarının alınamaması
- Katalizör ile yeterli kıvamda karışmamış macun kullanımı
- Kalıp yüzeyinde bulunan toz, çizik ya da diğer kusurlar
- Jelkota katılan katalizörün oranında hata olması
- Macuna gereğinden fazla miktarda eklenen katalizör

Yukarıdaki hatalardan biri veya birkaçının yapılması yüzeyde hava kabarcığı oluşmasına neden olur (Görsel 10.1).



Görsel 10.1: Hava kabarcığı oluşumu



Görsel 10.2: Hava kabarcığının açığa çıkartılması

Hava kabarcıkları tespit edildikten sonra düzeltme işlemlerini uygulamak için kabarcıklar kazınarak açığa çıkartılmalıdır (Görsel 10.2).

Çekmeler: Kompozit malzeme imalatında kalıptan çıkarılan ürünün yüzeyinde görülen çekmelere genellikle macun ya da reçinenin fazla kullanımına bağlı ıslak kalan katmanlar sebep olmaktadır (Görsel 10.3).



Görsel 10.3: Fazla reçine birikmesinden kaynaklanan çekme

Beyaz Lekeler: Kompozit malzeme imalatında kalıptan çıkarılan ürünün yüzeyinde görülen beyaz lekelerin sebebi, güçlendirmeler ya da henüz kurumamış reçine üzerinde meydana gelen su veya aseton damlacıklarıdır.

Yüzeyde Matlık: Kompozit imalatında ürünün kalıptan tam kurumadan erken çıkarılması veya kalıp ayırıcı vaksın jelkota karışması sebebiyle ürün yüzeyinde matlıklar oluşur (Görsel 10.4).

Bu duruma karşı alınabilecek önlemler şunlardır:

- Kalıp yüzeyine gereğinden fazla vaks uygulanmamalı ve jelkot uygulamasından önce kalıp mutlaka parlatılmalıdır.
- Ürün yeterince kurumadan kalıptan çıkarılmamalıdır.



Görsel 10.4: a) Normal yüzey



Görsel 10.4: b) Matlaşmış yüzey

Jelkotun Kalkması: Kompozit üretiminde elyafın ve reçinenin jelkota yeterince yapışmamasından dolayı ürün, üzerinden jelkot kalkmış olarak kalıptan çıkar (Görsel 10.5).
Bu duruma sebep olan hatalı uygulamalar şunlardır:

- Kalıba yeterince vaks uygulaması yapılmamışsa jelkot kalıba yapışabilir ve ürün kalıptan çıkarılırken jelkot yüzeyden ayrılır.
- Jelkotlu ürün yüzeyi, elyaf uygulamasından önce kirlenmiş olabilir ve kalıp yüzeyindeki kirli tabaka elyaf katmanının jelkota yapışmasını engelleyebilir.
- Jelkotlu yüzey elyaf uygulamasından önce çok fazla kurumuş olabilir.
- Jelkotlu yüzeye ilk kat olarak kalitesiz reçine uygulanmış olabilir.



Görsel 10.5: Jelkotun kalkması

Kısmi Kuru Bölgeler: Kısmi kuru bölgeler oluşmasının en temel sebebi elyafın reçineyle yeterince ıslatılamamasıdır (Görsel 10.6). Kuru bölge oluşumunun diğer sebepleri ise elyaf üzerine reçine uygulaması yapılırken yeterince rulo yapılmamış olması, elyafın birkaç kat üst üste kuru olarak serilmesi ve jelleşme süresinin çok kısa olması gibi hatalardır.



Görsel 10.6: Kısmi kuru bölgeler

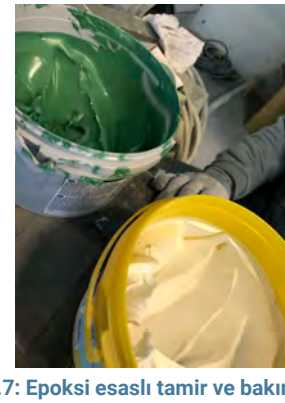
Elyaf Görünümü: Ürünü kalıptan çıkardıktan sonra jelkot üzerinde elyafın belirgin olarak görülmesi durumudur. Bu duruma neden olan uygulamalar şunlardır:

- Olması gerekenden (en az 0,4 mm) daha ince jelkot sürülmesi.
- Jelkot yeterince sertleşmeden elyaf uygulamasına başlanması.
- Ürünün kalıptan erken çıkarılması.

10.1.2. Macunlar ve Macun Uygulamaları

Macunlar; kompozit tekne imalatında yüzey düzeltme amacıyla tamir ve bakım işlemlerinde, montaj uygulamalarında ise kompozit parçaların birbirine yapıştırılması işlemlerinde kullanılan çeşitli kimyasal malzemelerdir. Piyasada epoksi, polyester, poliüretan, vinilester bazlı çeşitli amaçlarla kullanılan macun sistemleri mevcuttur. Macunlar; yüzeye yapışma gücü, esnekliği, çekme dayanımı, kürleşme esnasında çökme seviyesi, tam kürleştikten sonra ısıl genleşme özelliği, sürekli darbe karşısında yorulma direnci ve su emme seviyesi gibi kimyasal özelliklerine göre birbirinden ayrılır. Macun sistemlerindeki bu farklılıklar macunların kullanım amacını ve yerini belirler.

Tekne ve yatlarda yüzey düzeltme uygulamalarında kullanılması tavsiye edilen macun sistemi çift komponentli epoksi macunudur. Çift komponentli epoksi macunlar, polyester macunlara kıyasla suyun olumsuz etkisine ve solventlere karşı daha dirençli olması nedeniyle tercih edilir. Epoksi sistemlerin sertlikleri ve esneklikleri de diğer macun sistemlerine kıyasla daha iyidir (Görsel 10.7).



Görsel 10.7: Epoksi esaslı tamir ve bakım macunları

Tekne veya yatlarda pürüzsüz bir görünüm sağlayan son kat boyanın başarısı için doğru macun seçimi ve yüzey hazırlığının iyi yapılması oldukça önemlidir. Bunların yanında çalışma ortamının sıcaklık, nem ve basınç değerlerinin üretici firmanın tavsiye ettiği aralıklarda olması, dolgu macununun tekniğine uygun olarak uygulanması, zımparalama işlemlerinin tekniğine uygun yapılması, yoklama ve ince polisaj macun uygulaması işlemlerinin titiz ve tekniğine uygun bir şekilde yapılması gerekir (Görsel 10.8).



Görsel 10.8: Polisaj macunu

Macun hazırlama işlemlerinde katalizör tipi ve oranları için üretici firmanın tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

Macun uygulamasına başlamadan önce kompozit malzeme yüzeyi kazınarak zımpara ve macun işlemine hazırlanır. İlk olarak dolgu macunu uygulaması yapılır. Dolgu macunu kürleştikten sonra yüzey üzerine zımpara işlemi kalından inceye doğru devam etmeli (örneğin 40-60-80-100-120 gibi), her zımparalama işleminde bir önceki zımparalama işleminin izleri tamamen yok edilene kadar zımparalamaya devam edilmelidir (Görsel 10.9).

Zımparalama işleminden sonra uygun ortam şartları sağlanarak yoklama macunu uygulanır. Macun kürleştikten sonra tekrar ince zımpara yapılır. Gerekli yüzey kalınlığını elde etmek için birkaç kez macun uygulamak gerekebilir. İstenen kalınlığı elde ettikten sonra ince macun uygulanır ve 400'lük ya da 600'lük ince zımpara ile zımpara yapılır. Yüzey düzeltme işlemleri yapılarak boya uygulamasına hazırlanan yüzeyin boyanması için çalışmalara başlanır.

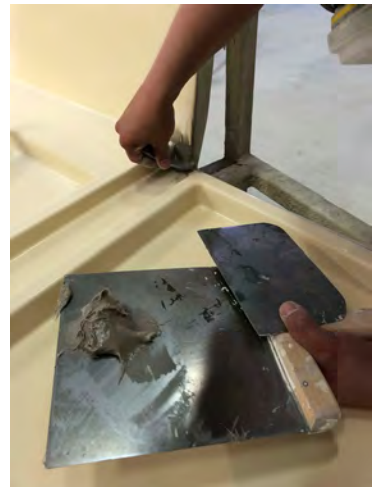


Görsel 10.9: Macun uygulanmış yüzeyin zımparalanması işlemi

Macun uygulamasında ideal ortam şartlarının sağlanması yüzey düzeltme uygulamalarından istenilen sonucun alınmasında doğrudan etkilidir. Uygulama yapılan ortamın sıcaklık değeri sonuç için çok önemlidir. Geceleri ve kış aylarında bile sıcaklık en az 10 °C olmalıdır. En ideal ortam sıcaklık değerleri ise 20-25 °C aralığıdır. Bu sıcaklıklarda macun daha akışkan olduğundan katalizör ile karıştırılması daha kolaydır. Bu durum daha pürüzsüz bir yüzey elde edilmesini sağlar. Macun uygulamalarında ortam sıcaklık değerlerinin yanında çalışma ortamının temiz olması da oldukça önemlidir. Uygulanan macun üzerine toz, kir, yağ, metal tozu ve solvent gibi kimyasalların yapışması engellenmelidir.

Macun uygulamasında mastar, tiriz, macun küreği, spatula ve naylon torbalar kullanılmaktadır (Görsel 10.10).

Seri üretim yapan işletmeler macun ve katalizörü karıştırmak için macun hazırlama makineleri kullanmaktadır. Macun hazırlama makineleri macun ve katalizör oranlarının doğru ayarlanmasını ve homojen bir karışım elde etmeyi sağlar.



Görsel 10.10: Spatula ile macun uygulaması

Macun uygulaması aşamalar halinde yapılmalıdır. İnce kat macun uygulaması yapılıp macun tam kürleştikten sonra zımparalama yapılmalı ve birkaç kat daha aynı işleme devam edilmelidir (Görsel 10.11).

Macun uygulamasının tek seferde kalın bir tabaka hâlinde yapılması doğru bir uygulama değildir. Eğer uygulama tek seferde kalın yapılırsa macunun kürleşmesi yavaşlayacaktır. Malzemenin yüzeyi kurusa dahi alt katmanlarda kimyasal reaksiyon devam edeceği için tam kürleşme tamamlanmadan zımpara ve boya uygulamalarına devam edilmesi hâlinde son kat boya uygulanıp tekne güneş ışınlarına maruz kaldığı zaman düzgün bir yüzey sağlanamayacaktır. Kalın macun uygulamaları malzeme yüzeyinde hava boşlukları kalmasına sebep olabilir. Bu da son kat boyanın yüzeyden kısa sürede ayrılmasına ve dökülmelere sebep olur.



Görsel 10.11: Macun uygulaması

10.1.3. Zımparalama Uygulamaları

Pürüzlü yüzeylerin düzeltilmesi için yapılan işlemlerde kullanılan aşındırıcı malzemeye **zımpara** denir. Piyasada kullanım amaçlarına göre el zımparaları ve makine zımparaları olarak bulunur. El zımparaları genellikle takoz, kauçuk, sünger vb. malzemelere sarılarak kullanılır. Makineye takılarak kullanılan zımparalar ise bant, levha, disk, fırça ve profilli zımpara olarak üretilir. Geniş uzun bantlı profil zımparalar, diskli ve hava yastıklı zımpara makineleri, titreşimli el zımpara makineleri, diskli zımpara makineleri gibi çeşitli zımpara makineleri yüzey düzeltme işlemlerinde kullanılmak-

tadır. Seri üretim yapan işletmelerde hava ile çalışan disk zımpara makineleri kullanılır. Kuru zımpara yaparken mutlaka tam yüz maskesi takılmalıdır (Görsel 10.12).



Görsel 10.12: Disk zımpara makinesi ile zımparalama işlemi

Kompozit tekne veya yat imalatında ve üst yüzey işlemlerinde kullanılan malzemeler tehlikeli kimyasallar oldukları için uygulamalarda kullanılan kimyasalların atıkları ve tek kullanımlık kişisel koruyucu donanımlar işlem tamamlandıktan sonra belirlenen atık kutularına atılmalıdır (Görsel 10.13). Uygulamalarda kullanılan ekipmanlar aseton ile temizlenerek kaldırılmalıdır.



Görsel 10.13: Geri dönüşüm atık kutusu

27

UYGULAMA 27: YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI 1

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak uygun yöntem ve tekniklerle yüzey düzeltme uygulamaları yapmak.

YÖNERGE: Görselde örneği verilen hava kabarcığı oluşumundan kaynaklanan yüzey kusurlarının düzeltme uygulamalarını yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.14: Hava kabarcıkları



Görsel 10.15: Hava kabarcığının açığa çıkartılması

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Avuç içi taşlama makinesi
3. Kesici düz kalem
4. Avuç içi taşlama flap zımparası (80, 100 ve 120 kum)
5. Macun küreği
6. Saplı macun spatulası
7. Epoksi esaslı tamir macunu (dolgu, yoklama ve ince özellikli)
8. Epoksi esaslı tamir macunu katalizörü
9. Havalı disk zımpara makinesi
10. Silinebilir kalem
11. Disk zımparalar (80, 120, 400 ve 600 numara)

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Kullanacağınız tüm malzemeleri hazırlayarak malzemelerin miktarını ve özelliklerini kontrol ediniz.
3. Hazırladığınız macunların üzerindeki üretici firma tavsiyelerini dikkatlice okuyunuz.
4. Hava kabarcığı oluşmuş yüzeyleri tespit ederek silinebilir bir kalemle işaretleyiniz.
5. Avuç içi taşlama makinesine 80 kum flap zımparayı takınız.
6. İşaretlediğiniz hava kabarcıklarının bulunduğu bölgeyi kesici düz kalem veya avuç içi taşlama makinesi ile kazıyınız (Görsel 10.14, 10.15).
7. Dolgu macununu hazırlayarak macun küreğine alınız.
8. Hazırladığınız dolgu macununu macun spatulası ile sürünüz.
9. Dolgu macunu kürleştikten sonra zımpara yaparak macun spatulası ile yoklama macununu sürünüz.
10. Yoklama macunu kürleştikten sonra tekrar zımpara yaparak ince macun sürünüz.

11. İnce macun kürleştikten sonra avuç içi flap zımpara ile (400 ve 600 kum) daha önceki zımparalamanın izleri silininceye kadar zımparalayınız.
12. Zımparalama işlemlerini titizlikle yapınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

28 UYGULAMA 28: YÜZEY DÜZELTME UYGULAMALARI 2

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak uygun yöntem ve tekniklerle yüzey düzeltme uygulamaları yapmak.

YÖNERGE: Görselde verilen kısmi kuru bölge oluşumundan kaynaklanan yüzey kusurlarının düzeltme uygulamalarını yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.16: Hava kabarcıkları



Görsel 10.17: Yüzeyin zımparalanması

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Avuç içi taşlama makinesi
3. Kesici düz kalem
4. Avuç içi taşlama flap zımparası (80, 100 ve 120 kum)
5. Macun küreği
6. Saplı macun spatulası
7. Epoksi esaslı tamir macunu (dolgu, yoklama ve ince özellikli)
8. Epoksi esaslı tamir macunu katalizörü
9. Havalı disk zımpara makinesi
10. Silinebilir kalem
11. Disk zımparalar (80, 120, 400 ve 600 numara)

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Kullanacağınız tüm malzemeleri hazırlayarak malzemelerin miktarını ve özelliklerini kontrol ediniz.
3. Hazırladığınız macunların üzerindeki üretici firma tavsiyelerini dikkatlice okuyunuz.
4. Kısmi kuru bölge oluşmuş yüzeyleri tespit ederek silinebilir bir kalemle işaretleyiniz.
5. Avuç içi taşlama makinesine 80 kum flap zımparayı takınız.
6. İşaretlediğiniz hava kabarcıklarının bulunduğu bölgeyi kesici düz kalem veya avuç içi taşlama makinesi ile kazıyınız (Görsel 10.16).
7. Dolgu macununu hazırlayarak macun küreğine alınız.
8. Hazırladığınız dolgu macununu macun spatulası ile sürünüz.
9. Dolgu macunu kürleştikten sonra zımpara yaparak macun spatulası ile yoklama macununu sürünüz.
10. Yoklama macunu kürleştikten sonra tekrar zımpara yaparak ince macun sürünüz (Görsel 10.17).

11. İnce macun kürleştikten sonra avuç içi flap zımpara ile (400 ve 600 kum) daha önceki zımparalamanın izleri silininceye kadar zımparalayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

10.2. Boya Atma Uygulamaları

Kompozit tekne veya yat imalatında son kat boya olarak işlev gören jelkot, imalatın ilk aşamalarında kalıp yüzeyine uygulanır. Ürün, kalıptan yüzeyi boyalı (jelkotlu) olarak çıkar. Kalıptan çıkarılan ürün yüzeyinde imalat hatalarından kaynaklı bazı yüzey kusurları meydana gelebilir. Bu durumda kusurlu yüzeyler kazınıp temizlenerek macunlama ve zımparalama gibi yüzey düzeltme uygulamalarıyla boyaya hazırlanır.

Tekne veya yatların deniz suyuna maruz kalan bölgelerinde sürtünmeyi en aza indiren ve deniz canlılarının tekne veya yat yüzeyine yapışmasını engelleyen boya sistemleri kullanılır. Deniz canlıları tekne veya yat yüzeyine yapışarak tekne veya yatı ağırlaştırır. Bu durum tekne veya yatın hızını düşürür ve kullanılan yakıt miktarını artırır. Bu gibi olumsuz durumlara çözüm bulma amacıyla zehirli boya sistemleri geliştirilmiştir.

Kompozit malzemenin boyanması için boya tabancası, rulo, fırça, su zımparası, karıştırma çubuğu, boya hazırlama kovası, maskeleme bandı gibi malzemeler hazır bulundurulmalıdır. Uygulamaya başlamadan önce yapılacak işin ve kullanılacak malzemelerin özelliğine uygun kişisel koruyucu donanımlar kullanılmalıdır. Boyama işlemine başlamadan önce boyanacak yüzeyler maskelenmelidir. Tekne yüzeyinde en iyi sonuçları almak için boyanın belli bir kalınlığı sağlaması gerekmektedir. Bu sebeple birkaç kat boya uygulaması yapılabilir. Yapılan her boya uygulamasından sonra boyanın kürleşmesi beklenmeli ve tam kürleşme gerçekleştikten sonra yüzey ince su zımparası ile zımparalanarak bir sonraki boya uygulamasına hazırlanmalıdır.

Zımpara işlemi tamamlandıktan sonra son kat uygulaması için hazırlıklara başlanır. Son kat boya uygulamasından önce yüzeyin temizlenmesi, toz ve zımpara kalıntılarından arındırılması pürüzsüz bir yüzey için çok önemlidir. Yüzeyin son kat boyaya hazırlanmasında temizlik solventi kullanımı istenilen temizlik seviyesine ulaşılmasında yardımcı olacaktır. Yüzey temizlenirken solventin ya da suyun yüzeyde kendiliğinden kuruması beklenmemelidir. Yüzey mutlaka kuru bezle temizlenmelidir. Yüzey üzerinde kalan en küçük kir ya da toz taneciği dahi boya uygulamasından sonra son kat yüzeyinde kolaylıkla görülebilir ve rahatsız edici bir görüntü ortaya çıkarabilir. Koyu renklerde bu durum daha çok ortaya çıkacağı için koyu renk son kat uygulamalarında yüzey temizliğine özellikle dikkat edilmelidir.

Son kat boya uygulamasından önce yapılan temizlik işleminde iki bez metodu uygulanmalıdır. İki bez kullanarak temizleme yöntemiyle yüzey son kat uygulamasına daha kusursuz hazırlanabilir. Kullanılan kumaşlar toz ve iz bırakmayan kumaş türünden olmalıdır.

İki Bez Metodu ile Temizlik

İki bez metodu, solventle nemlendirilmiş bez ve kuru bir bezin kullanılması ile uygulanır. İşe başlamadan önce yapılan işe uygun gerekli kişisel koruyucu donanımlar kullanılarak çalışma ortamının yeteri kadar havalandırılması sağlanmalıdır. Temizlik işleminin başında yüzeyi silmek için solventle hafifçe ıslatılmış bir bez kullanılmalı ve yüzey kendiliğinden kurumadan kuru bez yardımıyla hemen silinmelidir. Solventin yüzeyde kendiliğinden kurumasını önlemek amacıyla her seferinde sadece küçük alanlar silinmeli ve uygulamadan en iyi sonucu alabilmek için yan yana iki kişi birlikte çalışılmalıdır. Bezlerden yüzeye kir ve toz kalıntısı bulaşmaması için bezler sık sık değiştirilmelidir. Temizlik yapıldıktan sonra yüzeyin mumlu bezle son kez silinmesi son kat boya yapılan yüzeyin kalitesini artıracaktır.

Çalışma Ortamının Sıcaklık ve Nem Değerleri

Çalışma ortamının sıcaklık ve nem değerleri boya uygulaması için belirlenen aralıklarda olmalıdır. Çalışma ortamının ve boyanacak yüzeylerin sıcaklığı minimum 10 °C maksimum 35 °C olmalıdır. Ortam sıcaklık değerinin düşük olması boyanın kuruma süresini uzatır. Zımpara ya da diğer kat uygulamalarında öncelikle ilgili katın uygulanması için gerekli ortam sıcaklık değerleri kontrol edilmelidir. Direkt güneş ışığı altında uygulama yapılırsa boya uygulanacak yüzeyde artan sıcaklık, uygulamayı ve boyanın kuruma özelliklerini olumsuz yönde etkileyeceği için bu şartlarda uygulama yapılmamalıdır. Bu durumda yüzey sıcaklığını ölçen termometrelerle yüzey sıcaklık değerleri ölçülmelidir.

Çalışma ortamının nem oranı dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli hususdur. Çalışma ortamının nem oranı boyama esnasında, boyama işlemi bittikten sonra ve boya tamamen kuruyuncaya kadar geçen süre içerisinde kontrol edilmelidir. Çalışma ortamının fanlar yardımıyla havalandırılması ve aydınlatılması çalışanların boya uygulanan yüzeyi daha net görmesini sağlar. Bu durum da boya uygulanan yüzeyin kalitesini artırır. Uygulamanın tüm aşamalarında üretici firmanın tavsiyeleri dikkate alınmalıdır.

10.2.1. Astar Boyalar

Yüzeyin son kat boyaya hazırlanması için son kat boyadan önce kullanılan renksiz boyalara **astar boya** denir. Epoksi, poliüretan, alkid ve klor kauçuk astar boyalar kompozit tekne veya yatların üst yüzey işlemlerinde tercih edilen astar boya sistemleridir. Son kat boyanın yüzeye iyi yapışmasını sağlayabilmesi ve pürüzsüz bir yüzey oluşturması için boyanacak yüzeye astar boya uygulanmalıdır. Astar boyanın seçimi boya uygulanacak yüzeye göre yapılmalıdır. Hangi tür astarın kullanılacağına dair tavsiyeler ürün etiketlerinde veya malzeme güvenlik bilgi formlarında bulunabilir (Görsel 10.18).



Görsel 10.18: Zehirli boya astarı

10.2.1.2. Son Kat Boyalar

Asıl işlevleri tekneyi denizin ve dış ortamın olumsuz etkilerine karşı koruyarak teknenin kullanım ömrünü uzatmak olan son kat boya sistemleri, tekne veya yatlarda yüzeyin pürüzsüzlüğünü sağlayarak tekne veya yatın estetik değerini de artırır. Kompozit tekne veya yatların üst yüzey işlemlerinde genellikle epoksi, poliüretan ve zehirli boya sistemleri tercih edilir.

10.2.1.3. Zehirli Boyalar

Denizde yaşayan canlıların teknenin altına yapışmasını engellemek için kullanılan, insan sağlığına zararlı, kimyasal boyalardır. Zehirli boyalar, tekne yüzeyinde herhangi bir canlı oluşmasını ve tekne gövdesine yapışan canlıların yaşamasını engellemenin yanı sıra tekne yüzeyini dış etkilerden korumak için kullanılır. Zehirli boyalar kompozit tekne veya yatlarda astar boya veya son kat boya olarak kullanılır.

Zehirli boyalar; kendi kendine eriyen, sert ve geleneksel/yumuşak zehirli boyalar olmak üzere üç kategoriye ayrılır. Ayrıca zehirli boyalar bileşiğindeki kimyasallara göre sınıflandırılır (Görsel 10.19).



Görsel 10.19: Zehirli boyalar

Kendi Kendine Eriyen Zehirli Boyalar

Günümüzde en fazla kullanılan zehirli boya tipidir. Kendi kendine eriyen zehirli boyalar, bileşiğindeki kimyasalların özelliğine göre farklı erime hızlarına sahiptir. Tekne veya yat suya indirildikten sonra tekne yüzeyindeki zehirli boya sürekli ve kontrollü bir şekilde eriyerek tekne yüzeyinde canlı organizma oluşumunu engeller ve tekne yüzeyini korur. Bu sayede boyanın aktif olma süresince tekneden sürekli ve iyi bir performans sağlanır.

Geleneksel/Yumuşak Zehirli Boyalar

Geleneksel yumuşak zehirli boya sistemleri kompozit tekne veya yatların üst yüzey işlemlerinde çok eski yıllardan beri kullanılan boya sistemleridir. Maliyetinin düşük olması çok tercih edilmesinin sebepleri arasındadır. Geleneksel zehirli boyalar yüzeye uygulandıktan sonra zımparalama işlemi yapılmamalıdır. Yumuşak zehirli boyalar, tekne yüzeyine uygulandıktan sonra tekne kısa sürede suya indirilmelidir. Geleneksel yumuşak boya sisteminin üzerine sert ya da kendi kendine eriyen boya sistemi uygulanamaz. Boya uygulamalarında bütün katmanlar için aynı sistem boyalar kullanılmalıdır. Uygulamalarda daima malzeme güvenlik bilgi formlarına bakılmalıdır.

Sert Zehirli Boyalar

Sert zehirli boya sistemleri sürtünmeyle erime prensibine dayalı boya sistemleridir. Sürtünmeye karşı dayanıklıdır. Bu özelliklerinden dolayı genellikle yarış teknelerinde kullanılır. Özellikle sürat teknelerinde, istenilen pürüzsüzlükte bir yüzey için tekne suya indirilmeden hemen önce teknenin yüzeyi ıslak zımparayla zımparalanmalıdır.

29

UYGULAMA 29: BOYA ATMA UYGULAMALARI 1

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak uygun yöntem ve tekniklerle yüzeye astar boya uygulamaları yapmak.

YÖNERGE: Pürüzsüz hale getirdiğiniz kompozit yüzeye astar boya uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görsel



Görsel 10.20: Astar boya yapılmış yüzey

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Astar boya
3. Astar boya incelticisi
4. Astar boya hazırlama kabı
5. Kompresör makinesi
6. Boya tabancası
7. Solvent
8. Kuru bez
9. Havalı zımpara makinesi ve 800 kum zımpara

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Kullanacağınız tüm malzemeleri hazırlayarak malzemelerin miktarını ve özelliklerini kontrol ediniz.
3. Hazırladığınız astar boya ve inceltici üzerindeki üretici firma tavsiyelerini dikkatlice okuyunuz.
4. Solventle ıslatılmış bez ile yüzeyi siliniz.
5. Kuru bezle solventli alanları hızlıca siliniz.
6. Kompresör makinesini çalıştırarak havanın dolmasını sağlayınız.
7. Kullanacağınız kadar astar boyayı boya hazırlama kabına alarak kıvamını kontrol ediniz.
8. Astar boyanın kıvamı koyu ise bir miktar inceltici ekleyerek kıvamlanmasını sağlayınız.
9. Hazırladığınız astar boyayı boya tabancasına alınız.
10. Gereksiz bir malzeme üzerinde deneyerek boya tabancasının ayarını yapınız.
11. Boyanacak yüzeye astar boyayı püskürtünüz (Görsel 10.20).
12. Astar boyanın kürleşmesini ve tamamen kurumasını bekleyiniz.

13. Astar boya kuruduktan sonra 800 kum sulu zımpara ile yüzeyi zımparalayarak boya işlemine hazırlayınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

30

UYGULAMA 30: BOYA ATMA UYGULAMALARI 2

AMAÇ: Kişisel koruyucu donanımları kullanarak uygun yöntem ve tekniklerle yüzeye astar boya uygulamaları yapmak.

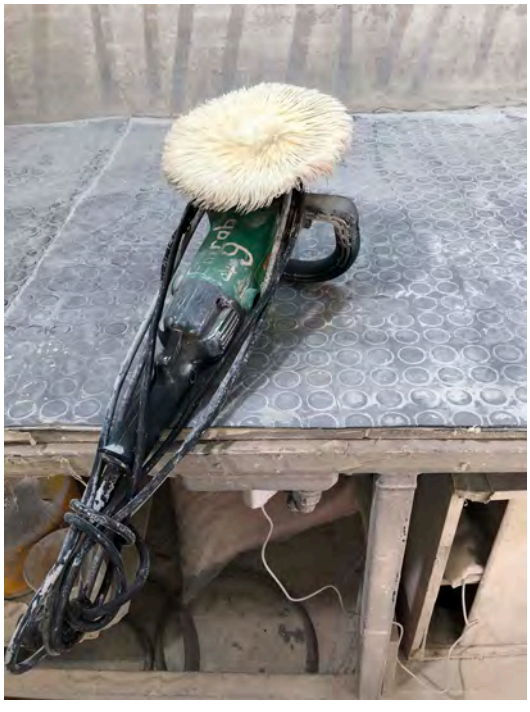
YÖNERGE: Pürüzsüz hale getirdiğiniz kompozit yüzeye astar boya uygulaması yapınız.

UYGULAMA SÜRESİ: 8 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Görseller



Görsel 10.21:Boya tabancası



Görsel 10.22: Polisaj makinesi



Görsel 10.23: Son kat boyası yapılmış yat yüzeyi

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. Son kat boya
3. Son kat boya incelticisi
4. Boya hazırlama kabı
5. Maskeleme bandı
6. Maskeleme folyosu
7. Kompresör makinesi
8. Boya tabancası
9. Havalı zımpara makinesi ve 1000 kum zımpara
10. Polisaj makinesi

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Kullanacağınız tüm malzemeleri hazırlayarak malzemelerin miktarını ve özelliklerini kontrol ediniz (Görsel 10.21, 10.22).
3. Hazırladığınız son kat boya ve inceltici üzerindeki üretici firma tavsiyelerini dikkatlice okuyunuz.
4. Farklı renklerde boya yapacağınızda boyanmasını istemediğiniz kısımları maskeleme bandı ve folyosu ile kapatınız.
5. Kompresör makinesini çalıştırarak havanın dolmasını sağlayınız.
6. Kullanacağınız kadar son kat boyayı boya hazırlama kabına alarak kıvamını kontrol ediniz.
7. Boyanın kıvamı koyu ise bir miktar inceltici ekleyerek kıvamlanmasını sağlayınız.
8. Hazırladığınız boyayı boya tabancasına alınız.
9. Gereksiz bir malzeme üzerinde deneyerek boya tabancasının ayarını yapınız.
10. Boyanacak yüzeye astar boyayı püskürtünüz.
11. İkinci defa son kat boya yapılacaksa birinci kat boyanın kürlenip kurumasını bekleyiniz.
12. Birinci kat boya kuruduktan sonra 1000 kum zımpara ile zımparalayınız.
13. Zımparaladıktan sonra son kat boyayı yapınız (Görsel 10.23).

14. Son kat boyanın kürleşmesini ve tamamen kurumasını bekleyiniz.
15. Son kat boya tamamen kuruduktan sonra yüzeyi pürüzsüz ve kusursuz hale getirmek için polisaj uygulaması yapınız.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

11

ÖĞRENME BİRİMİ

ÜRETİM SONRASI KALİTE KONTROL

KONULAR

1. YAT YÜZEYİ KONTROL VE ÖLÇÜLERİ
2. BOYA UYGULAMALARININ KALINLIK VE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

NELER ÖĞRENECEKSİNİZ

a) Yatın yüzey kalitesinin kontrolünü ve ölçümlerini yapmayı

b) Boya uygulamalarının kalınlığını ve yoğunluğunu ölçmeyi

TEMEL KAVRAMLAR

ET KALINLIĞI

KOMPARATÖR

NİTROMETRE

HAZIRLIK ÇALIŞMALARI

1. Kompozit yatlarda üretim sonrasında hangi konularda kalite kontrol yapılabilir? Sınıfta arkadaşlarınızla tartışınız.

11.ÜRETİM SONRASI KALİTE KONTROL

İş güvenliği kurallarına uyularak kompozit tekne veya yatlarda üretim sonunda yat yüzeyinin kontrol ve ölçümleri ile boya uygulamalarının kalınlık ve yoğunluklarının ölçümü yapılmalıdır.

11.1.YAT YÜZEYİ KONTROL VE ÖLÇÜMLERİ

Doğru kalite kontrolü, üretim sürecinde yapılan bir gözlem metodudur. Bu metotla üretim sırasında oluşan sorunlar düzeltme imkânı varken belirlenmiş olur. Kalite kontrolü, genel olarak üretim sonrasında yapılan bir muayene ve incelemedir.

Kompozit yat üretim sürecinde atölye işletmelerinin yapısı gereği kalite kontrolünden ilk kademe yöneticileri sorumludur. Kalite kontrol için muayeneler günlük üretim faaliyetleri sırasında yapılmalıdır. Kalite kontrolünde üst yöneticiler dâhil bütün çalışma ekibinin bağlı olduğu birçok endüstri standardı bulunmaktadır. Bu standartlar aşağıdaki şartların sağlandığı varsayılarak belirlenmektedir:

1. Standartlara uygunluğu doğrulanmış ham madde kullanıldığı
2. Bütün araç gerecin düzgün çalıştığı
3. Kalıpların iyi durumda olduğu

Kompozit tekne veya yatların gövde, karina, borda, güverte, üst bina gibi diğer kısımları kalıptan çıkarıldıktan sonra bu kısımların kalınlıklarının ve yüzey özelliklerinin projede belirtilen referans aralıklarında olup olmadığı kontrol edilir. Ürünün yüzey kalınlığı, pürüzlülüğü, boya kalınlıkları ve jelkot katmanının kalınlığı çeşitli ölçme araçlarıyla kontrol edilmelidir.

İşletmelerde yüzey kontrolü için kalite kontrol birimi tarafından hazırlanan kontrol tabloları hazırlanmaktadır (Tablo 11.1). Bu kontrol listelerinde firma hakkında bilgiler, teknik bilgiler ve kontrol edilmesi gereken yerlerin bilgileri yer alır. Kontrol görevlisi yatın yüzeyini kontrol ettikten sonra listedeki belirlenen yerlere gerekli işaretlemeleri yapar ve hatalar hakkında bilgileri yazar. İmal edilen tekne veya yatın kalite kontrolü yapılıp kontrol listeleri oluşturulduktan sonra tekne veya yat, belirlenen hatalar ile ilgili birimlere gönderilerek hataların giderilmesi sağlanır.

Tablo 11.1: Yat Yüzeyi Kontrol Tablosu

TARİH		FİRMA ADI	UYGULANAN ATÖLYE/BİRİM
REVİZYON NO			

TEKNİK BİLGİLER

JELKOT UYGULAMA TARİHİ		JELKOTUN MARKASI	
UYGULAYAN OPERATÖR SİCİLLERİ		JELKOTUN BATCH KODU	
LAMİNASYON UYGULAYAN OPERATÖR SİCİLLERİ		JELKOT SON KULLANMA TARİHİ	
KULLANILAN JELKOT MİKTARI			

KONTROL LİSTESİ

	KARİNA	BORDA	GÜVERTE
HAVA KABARCIKLARI			
ELYAFIN KURU KALDIGI BÖLGELER			
ELYAF VE MACUN KALINTILARI			
EKSIK JELKOT KULLANIMI SONRASI ELYAF GÖRÜNÜMÜ			
ÜRÜNDE KALIP ATMASI			
EKSİK ELYAF UYGULAMASI			
FAZLA REÇİNE UYGULAMASI			
JELKOT VE REÇİNE AKINTILARI			
DİĞER HATALAR			

11.1.1. Gövde ve Diğer Yat Elemanlarının Kalınlık Ölçümleri

Ürünlerin imal edildiği malzemenin kalınlığına **et kalınlığı** denir. Sağlamlık açısından tekne veya yatların tüm kısımlarının et kalınlıkları aynı değildir. Tekne veya yatların tüm kısımlarının et kalınlıkları projede açıkça yer almalı ve kabul edilebilir referans aralıkları belirtilmelidir. Türk Loydunun belirlediği kurallara göre projede belirtilen tekne kalınlıkları ile gerçekte imal edilen kalınlıklar arasındaki fark en fazla %15 olabilir.

İşletmelerde et kalınlığı ölçümlerinin yapılabilmesi için dijital veya analog kalınlık komparatörü kullanılır (Görsel 11.1, Görsel 11.2). Kalınlık komparatörünün çene derinliği ve ölçüm aralıkları farklılıklar gösterir. Okuma hassasiyeti ise genellikle 0,01 mm'dir.



Görsel 11.1: Dijital kalınlık komparatörü



Görsel 11.2: Analog kalınlık komparatörü

Kalınlık komparatörleri ile ölçülen et kalınlıkları kontrol listelerine yazılarak projede belirtilen referans aralıklarına uygun olup olmadığı kontrol edilir.

11.1.1.1. Borda ve Karina Kalınlığı Kontrolü

Yatın gövdesinin her yerinde et kalınlıkları aynı olmadığı için kalınlık ölçümleri yapılırken borda ve karina ayrı ayrı ve farklı yerlerden yeterli sayıda ölçülmelidir. Borda ve karinaların kalınlıkları kontrol listesindeki alanlara yazıldıktan sonra projede belirtilen kalınlık referans aralıklarına uygunluğu kontrol edilmeli ve gerektiğinde kalınlaştırma veya güçlendirme yapılmalıdır.

11.1.1.2. Güverte Kalınlığı Kontrolü

Yatların güverteleri çok katlı elyaflar ile inşa edilen yüzeylerden ve bunları sağlamlaştırmak için kullanılan destek elemanlarından oluştuğundan dolayı güvertenin her yerinde kalınlıklar aynı olmaz. Bunun için yat güvertelerinin hangi bölgesinde hangi et kalınlığı olması gerektiği yat planında belirtilir. Yat güvertelerinin farklı bölgelerinin kalınlıklarının projede belirtilen kalınlık

referans aralıklarına uygun olup olmadığı kontrol edilir. Güverteden alınan kalınlık değerleri istenilen aralıklarda değilse kalınlaştırma veya güçlendirme çalışmaları yapılır. Yat üretimi seri üretim yapılan bir işletmede yapılıyorsa oluşan hatalar not edilerek bundan sonra inşa edilecek yatlarda aynı hataların oluşmaması için gereken tedbirler alınır.

11.2. BOYA UYGULAMALARININ KALINLIK VE YOĞUNLUK ÖLÇÜMÜ

Boyalar yat gövdesini kaplayarak yüzeyi dış etkilerden, kimyasal oluşumlardan ve yüzey organizmaları gibi olumsuzluklardan korumanın yanında yüzeye estetik bir görünüm kazandırır. Boyaların kalitesi, uygulanan yüzeye iyi tutunması ve boyanın sağladığı faydaların uzun sürmesi ile ilgilidir.

Boyaların yüzeyi iyi tutması için boyanacak yüzeyin temizliği, zımparası gibi önemli uygulamaların yerine getirilmesi gerekir. Boyanın yüzeye iyi tutunması ve yüzeyin daha iyi korunması için astar boya uygulaması yapılır. Astar boya uygulaması yapıldıktan sonra yüzeyin istenilen kalitede boyanması için birinci kattan sonra aynı boya türünden son kat boya da yapılması gerekebilir. Boyanan yat yüzeyinin pürüzsüz olmasını sağlamak için mikro aşındırıcı malzemeler ile polisaj işlemi yapılır.

Yapılan tüm işlemler yat yüzeyinin boyasının kalınlığını etkiler. Yat yüzeyine uygulanacak üst yüzey işlemleri projede sırasıyla belirtilir. Yat projesinde üst yüzey işlemlerinin sırasının yanında yatın gövde, güverte ve üst bina gibi kısımlarında boya kalınlıklarının kaç mikron olacağı ve boya kalınlıklarının kabul edilebilir referans aralıkları belirtilir.

İşletmelerde boya kalınlıkları ve yoğunluğunun istenilen değerlere uygun olup olmadığı yat parçalarının birden fazla noktasından ölçüm alınarak örnekleme yöntemi ile belirlenir. Ölçüm değerlerinin tespiti boya ölçüm tabloları hazırlanarak yapılır (Tablo 11.2). Yatın farklı kısımlarından alınan ölçüm değerleri tablonun ilgili yerlerine yazılarak "UYGUNLUK" başlıklı sütunda olumlu veya olumsuz olarak belirtilir.

Tablo 11.2: Boya Ölçüm Kontrol Tablosu

TARİH		FİRMA ADI	UYGULANAN ATÖLYE/BİRİM
FAALİYET NO			

ÖLÇÜM DEĞERLERİ KONTROL LİSTESİ

KONTROL EDİLEN KISIM		KARİNA	BORDA	GÜVERTE	UYGUNLUK
ÖN	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				
ORTA	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				
ARKA	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				

Yat yüzeyindeki boya kalınlıklarının ölçülmesi için nitrometerler kullanılır (Görsel 11.4). Nitrometerlerin ölçüm kapasitesi milimetrenin binde birine karşılık gelen mikron ile ifade edilir.



Görsel 11.3: Nitrometer

Nitrometerlerin kullanımı oldukça basit olup boyanın üzerinde kısa bir süre tutmak yeterlidir (Görsel 11.4).



Görsel 11.4: Nitrometer ile boya kalınlık ölçümü

Kompozit yatlarda ürünün dış yüzeyine uygulanan jelkotun film kalınlığı 600-800 mikron arasında olmalıdır. Kompozit ürünün üzerinde macun kullanılması gerekiyorsa her bir kat macunun kalınlığı da 3 mm olarak hesaplanır. Macun kalınlığı projede belirtilen kalınlığa ulaştıktan sonra yüzeye astar uygulanır. Astar boyanın kalınlığı yaklaşık 0,7-0,8 mm arasındadır. Astardan sonra atılan son kat boya kalınlıkları kuru film olarak 90-100 mikron arası olmalıdır.

31 UYGULAMA 31: YAT YÜZEYİ KONTROL VE ÖLÇÜMLERİ

AMAÇ: Yat projesine uygun olarak yat yüzeyi kontrol ve ölçümlerini yapmak.
YÖNERGE: Projeye göre kompozit tekne veya yatın karina, borda ve güvertesinin yüzey kontrolünü ve ölçümlerini yapınız. Kontrolünü yaptığınız kısımların ölçümlerini aşağıda verilen yat yüzeyi kontrol listesinin uygun yerlerine işaretleyerek öğretmeninizi bilgilendiriniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 4 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Tablo

Tablo 1.5: Yat yüzeyi kontrol tablosu

OKUL:.....			
TARİH	...../...../202... ..... ALANI	UYG. ATÖLYE:.....	
TEKNİK BİLGİLER			
JELKOT UYGULAMA TARİHİ		JELKOTUN MARKASI	
UYGULAYAN ÖĞRETMEN VE ÖĞRENCİLER		JELKOTUN BATCH KODU	
		JELKOT SON KULLANMA TARİHİ	
KULLANILAN JELKOT MİKTARI			

KONTROL LİSTESİ			
	KARİNA	BORDA	GÜVERTE
HAVA KABARCIKLARI			
ELYAFIN KURU KALDIĞI BÖLGELER			
ELYAF VE MACUN KALINTILARI			
EKSİK JELKOT KULLANIMI SONRASI ELYAF GÖRÜNÜMÜ			
ÜRÜNDE KALIP ATMASI			
EKSİK ELYAF UYGULAMASI			
FAZLA REÇİNE UYGULAMASI			
JELKOT VE REÇİNE AKINTILARI			
DİĞER HATALAR			

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. İnşa edilmiş yat planı ve teknik şartname
3. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat gövdesi
4. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat güvertesi
5. Dijital veya analog komparatör (kalınlık ölçüm cihazı)
6. Yat yüzeyi kontrol tablosu

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Yat yüzeyi kontrol tablosunu alınız (Tablo 1.5).
3. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile karinanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.
4. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile bordanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak

listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.

5. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile karinanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.
6. Aldığınız boya kalınlık ölçülerinin ve yüzey kalitesinin yat planı ile şartnamede istenilen değerler arasında olup olmadığını kontrol ediniz.
7. Planda belirtilen boya kalınlığı referans değerlerine uygun olmayan kısımları işaretleyerek öğretmeninize bilgi veriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

32 UYGULAMA 32: BOYA UYGULAMALARININ KALINLIK VE YOĞUNLUKLARININ ÖLÇÜMÜ

AMAÇ: Yat projesine uygun olarak boya uygulamalarının kalınlık ve yoğunluklarının ölçümlerini yapmak.

YÖNERGE: Projeye göre kompozit tekne veya yatın karina, borda ve güvertesinin boyasının kalınlık ve yoğunluk kontrolünü yapınız. Kontrolünü yaptığınız kısımların ölçümlerini aşağıda verilen ölçüm değerleri kontrol listesinin uygun yerlerine işaretleyerek öğretmeninizi bilgilendiriniz.

UYGULAMA SÜRESİ: 4 DERS SAATİ

Uygulamaya Ait Tablo

Tablo 1.6: Boya kalınlığı kontrol tablosu

OKUL:.....

TARİH	...../...../202..	ALANI	.....

ÖLÇÜM DEĞERLERİ KONTROL LİSTESİ

ÖLÇÜM YAPAN ÖĞRETMEN VE ÖĞRENCİLER		ÖLÇÜM YAPILAN ATÖLYE/BİRİM			
KONTROL EDİLEN KISIM		KARİNA	BORDA	GÜVERTE	UYGUNLUK
ÖN	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				
ORTA	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				
ARKA	ÖRNEK 1				
	ÖRNEK 2				
	ÖRNEK 3				

Kullanılacak Araç Gereçler

1. Kişisel koruyucu donanımlar (eldiven, maske, koruyucu elbise vb.)
2. İnşa edilmiş yat planı ve teknik şartname
3. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat gövdesi
4. İmalatı yapılmış kompozit tekne veya yat güvertesi
5. Dijital nitrometer (boya kalınlık ölçme cihazı)
6. Boya kontrol tablosu

İşlem Basamakları

1. Kişisel koruyucu donanımları kullanınız.
2. Boya kalınlığı kontrol tablosunu alınız (Tablo1.6)
3. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile karinanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.
4. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile bordanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.
5. Boya kalınlık ölçüm cihazı ile karinanın boya kalınlık ölçüsünü alıp boya kontrolü yaparak listedeki ilgili yerleri işaretleyiniz.
6. Aldığınız boya kalınlık ölçülerinin ve yüzey kalitesinin yat planı ile şartnamede istenilen

değerler arasında olup olmadığını kontrol ediniz.

7. Planda belirtilen boya kalınlığı referans değerlerine uygun olmayan kısımları işaretleyerek öğretmeninize bilgi veriniz.

Uygulamaya İlişkin Değerlendirmeler

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

Alınan Değerler / Sonuç

.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....
.....

DEĞERLENDİRME TABLOSU		
DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ	ÖLÇÜTLERE VERİLEN PUAN	ÖĞRENCİNİN ALDIĞI PUAN
Bilgi	25	
İşlemler	35	
Temizlik/Düzen	20	
İş Sağlığı ve Güvenliği	10	
Süre Kullanımı	10	
TOPLAM	100	

ÖĞRENCİNİN		ÖĞRETMENİN	
Adı Soyadı	:	Adı Soyadı	:
İşe Başlama (Tarih/Saat)	:	Tarih	:
İşi Bitirme (Tarih/Saat)	:	İmza	:

KAYNAKÇA

Enşici, A. (2008). Endüstriyel Tasarımda Polimer Esaslı Kompozit Malzemeler. Gemi ve Deniz Teknolojisi, 178, 6-15

GENÇ, Ç., ARICI, A. (2008). Yat İmalatında Kullanılan CTP Malzeme ve İmalat Yöntemleri Bölüm I: El Yatırma Yöntemi. Gemi ve Deniz Teknolojisi, 178, 16-21

GENÇ, Ç., ARICI, A. (2008). Yat İmalatında Kullanılan CTP Malzeme ve İmalat Yöntemleri Bölüm II: Vakumlama Yöntemi. Gemi ve Deniz Teknolojisi, 178, 22-27

GENÇ, Ç., ARICI, A. (2008). Yat İmalatında Kullanılan CTP Malzeme ve İmalat Yöntemleri Bölüm III: İnfüzyon Yöntemi. Gemi ve Deniz Teknolojisi, 178, 28-31

GÖRSEL KAYNAKÇASI

Ders materyalinde kullanılan tüm görseller ve çizimler yazarlar tarafından oluşturulmuştur.

NOTLAR