T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI

MEGEP

(MESLEKİ EĞİTİM VE ÖĞRETİM SİSTEMİNİN
GÜÇLENDİRİLMESİ PROJESİ)

DENİZ ARAÇLARI YAPIMI

DÜMEN DONANIMI ÖN İMALATI

ANKARA 2008

Milli Eğitim Bakanlığı tarafından geliştirilen modüller;

- Talim ve Terbiye Kurulu Başkanlığının 02.06.2006 tarih ve 269 sayılı Kararı ile onaylanan, Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında kademeli olarak yaygınlaştırılan 42 alan ve 192 dala ait çerçeve öğretim programlarında amaçlanan mesleki yeterlikleri kazandırmaya yönelik geliştirilmiş öğretim materyalleridir (Ders Notlarıdır).
- Modüller, bireylere mesleki yeterlik kazandırmak ve bireysel öğrenmeye rehberlik etmek amacıyla öğrenme materyali olarak hazırlanmış, denenmek ve geliştirilmek üzere Mesleki ve Teknik Eğitim Okul ve Kurumlarında uygulanmaya başlanmıştır.
- Modüller teknolojik gelişmelere paralel olarak, amaçlanan yeterliği kazandırmak koşulu ile eğitim öğretim sırasında geliştirilebilir ve yapılması önerilen değişiklikler Bakanlıkta ilgili birime bildirilir.
- Örgün ve yaygın eğitim kurumları, işletmeler ve kendi kendine mesleki yeterlik kazanmak isteyen bireyler modüllere internet üzerinden ulaşılabilirler.
- Basılmış modüller, eğitim kurumlarında öğrencilere ücretsiz olarak dağıtılır.
- Modüller hiçbir şekilde ticari amaçla kullanılamaz ve ücret karşılığında satılamaz.

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR ii
GİRİŞ 1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1 3
1. DÜMEN DONANIMI (RUDDER EQUIPMENT) 3
1.1. Dümen Donanımı Tanımı ve Amacı 3
1.2. Dümen Tipleri 4
1.3. Dümen Çevirme Tertibatı 5
1.4. Dümen Makinesi Çeşitleri (Rudder Assembly) 6
1.5. Dümen Donanımı Standartları 6
1.6. Dümen Yelpazesi Tanımı 7
1.7. Dümen Yelpazesi Yapısı 7
UYGULAMA FAALİYETİ 8
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 15
ÖĞRENME FAALİYETİ-2 17
2. DÜMEN YELPAZE TUTYASI 17
2.1. Boya Tanımı 17
2.2. Boya Üretiminde Kullanılan ham Madde Grupları 17
2.3. Boya Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yapılan Kontroller 18
2.4. Deniz Boyaları (Marine Paints) 21
2.4.1. Metal Boya Astarları 22
2.4.2. Antikorozif Boyalar 25
2.4.3.Antifouling (Zehirli) Boyalar 25
2.5. Gemi Kısımlarının Boyası 28
2.5.1.Balast Tanklarının Boyası 28
2.5.2.Ambar Boyası 28
2.5.3.Kargo Tank Boyası 29
2.6. Korozyon 29
2.6.1.Korozyondan Korunma Metotları 32
2.7. Dümen Yelpaze Tutyası 40
2.8. Tutyalama Standartları 40
UYGULAMA FAALİYETİ 42
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME 43
MODÜL DEĞERLENDİRME 1
CEVAP ANAHTARLARI 46
KAYNAKÇA 47

AÇIKLAMALAR

KOD	**521MMI390**
ALAN	**Deniz Araçları Yapımı**
DAL/MESLEK	**Çelik Gemi İnşası**
MODÜLÜN ADI	**Dümen Donanımı Ön İmalatı**
MODÜLÜN TANIMI	Gemi yapı elemanlarından amaca uygun dümen donanımı ön imalatıyla ilgili bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Dümen donanımı ön imalatı oluşturmak
MODÜLÜN AMACI	**Genel Amaç:** Bu modül ile gerekli ortam sağlandığında tekniğe uygun olarak istenilen standartlarda dümen donanımı ön imalatı ve dümen yelpaze tutyası yerleşimi yapabileceksiniz. **Amaçlar:** **1.** Tekniğe uygun olarak gemi dümen yelpazesinin ön imalatını ve montajını yapabileceksiniz. **2.** Tekniğe uygun olarak dümen yelpaze tutyasının montajını yapabileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	**Ortam:** Deniz araçları yapım atölyesi **Donanım:** Kullanılan malzemeye göre değişmektedir.
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	➢ Her faaliyet sonrasında o faaliyetle ilgili değerlendirme soruları ile kendi kendinizi değerlendireceksiniz. ➢ Modülün sonunda kazandığınız yeterlikle ilgili kendinizi değerlendirebileceksiniz. ➢ Öğretmen modül sonunda size ölçme aracı (uygulama, soru-cevap) uygulayarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek değerlendirecektir**.**

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Bu modül ile; gemiler seyir hâlinde iken rotasını veya yönünü değiştirmeye yarayan tertibatı tanıyacaksanız. Bununla beraber gemi sacını deniz suyundaki korozyona karşı korumak amaçlı tutyaları öğreneceksiniz.

Gemilerdeki dümen çeşitlerini, dümen donanımını, dümen makineleri ve gemi boyalarının çeşitleri, uygulaması hakkında bilgi alacaksınız.

Bu modülü tamamladığınızda dümen ve tutyaların uygulama faaliyetlerinde yeterlik kazanmış olacaksınız.

ÖĞRENME FAALİYETİ - 1

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli koşullar sağlandığında, uluslararası denizcilik standartlarına uygun olarak dümen yelpazesi imalatını yapabileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Gemilerdeki dümen yelpazesini inceleyiniz.
- Gemilerdeki dümen makinesini inceleyiniz.

1. DÜMEN DONANIMI (RUDDER EQUIPMENT)

1.1. Dümen Donanımı Tanımı ve Amacı

Dümen, geminin seyir durumunda iken rotasını değiştirmeye veya manevra yapmaya yarayan geminin hareketlerini kolaylaştıran, çelikten veya çelik sacdan yapılmış yapıdır. Dümen, sancak veya iskeleye döndürüldüğü zaman geminin seyir hızına bağlı bir su kuvveti ile gemiyi çevirmeye çalışır. Dümen düşük bir açıda çevrilmiş ise tekne ağır ağır dönecektir. Teknenin çabuk veya kuvvetli dönmesi isteniyorsa dümen açısı büyüktür. Bir geminin dümeni dümen donanımı denilen elektrik ve hidrolik sistem ile döndürülür.

Geminin hareket yönünü değiştirmeye yarayan dümen donanımı aşağıdaki kısımlardan oluşmaktadır:

- Dümen
- Dümen çevirme tertibatı
- Dümen makinesi ve çeşitleri
- Kontrol mekanizması

Hareket hâlinde bulunan bir gemide dümenin sancak veya iskeleye çevrilerek uygun bir açıda tutulması sonucunda geminin yön değiştirmesi şunlara bağlıdır:

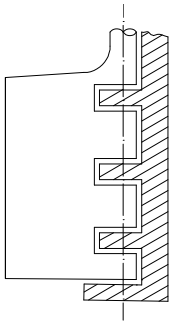
- Dümen yelpazesinin alanına
- Geminin hızına

- Dümen açısına
- Dümen şekline

Dümenler, levha dümen ve profil dümen olmak üzere iki tiptir. Her boy gemide eskiden kullanılan (levha dümen) bugün ancak nehir gemilerinde ve makinesiz deniz araçlarında kullanılmaktadır.

1.2. Dümen Tipleri

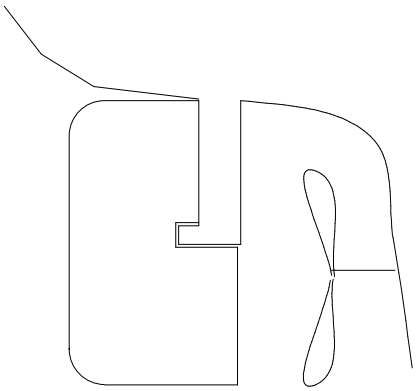
- **İğnecikli dümen:** Tek levhadan oluşan bir dümen kanadı ile dümen rodundan meydana gelmiştir. Dümen roduna gelen burulma momenti büyüktür. Bu moment çok sayıda iğnecik tarafından karşılandığından her iğneciğin üzerine gelen eğilme momenti küçüktür.



Şekil 1.1: İğnecikli dümen

- **Yarı balanslı dümen (rudder semibalanced):** Mesnetlenmeyen aralık boyu boynuz boyuna eşittir. Dümen rodunun arkasında kalan dümen alanı toplam alanının % 25'inden azdır.

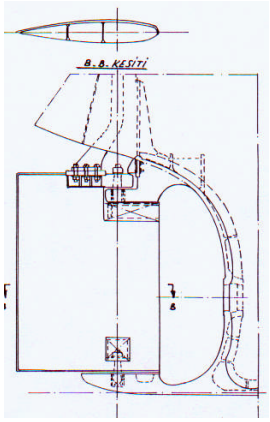
Resim 1.1: Yarı balanslı dümen



Şekil 1.2: Yarı balanslı dümen

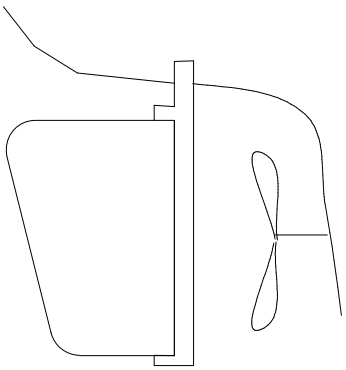
- **Balanslı dümen (rudder balanced):** Dümen rodu ekseniyle dümen ekseninin konum olarak merkezlenmiş olan dümenlere denir. Dümen rodu dümen genişliğinin 1/3 ‘ü ila 1/4’ü arasına yerleştirilir. Bu tip dümenlerde dümen rodunun önünde kalan alan toplam alanın %25’inden az olamaz.

Resim 1.2: Balanslı dümen



Şekil 1.3: Balanslı dümen

- **Balansız dümen (rudder unbalanced):** Dümen roduna kılavuzluk eden kenar ekseninden bağlanmış dümen. Dümen roduna etkiyen moment fazladır.



Şekil 1.4: Balanssız dümen

1.3. Dümen Çevirme Tertibatı

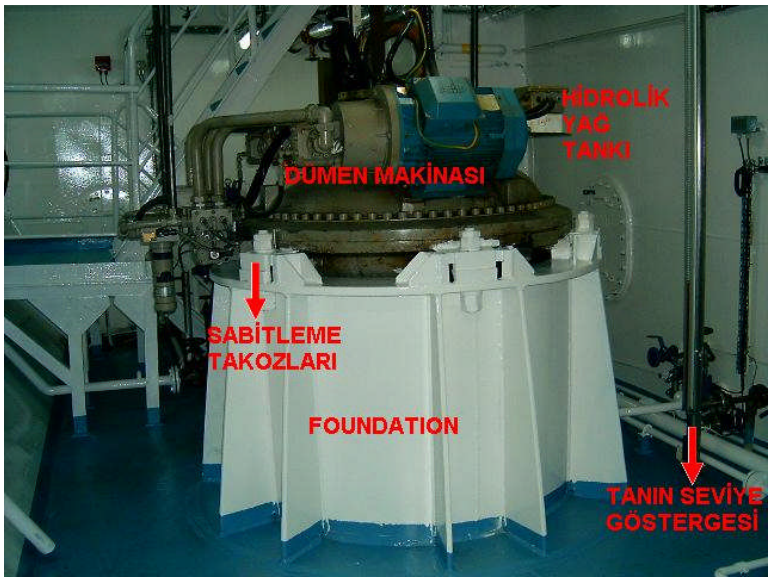
Dümenle dümen makinesi arasındaki bağlantıyı sağlayan ve dümen çevirme momentini ileten sisteme, dümen çevirme tertibatı denir.

- Zincir veya tel halat ile harekete getirilen bir yeke vasıtasıyla
- Bir pinyon dişlinin çevirdiği dişli katran vasıtasıyla
- Spındıllı yeke vasıtasıyla
- Hidrolik tertibatı vasıtasıyla

dümeni çeviren dümen çevirme tertibatları bulunur.

1.4. Dümen Makinesi Çeşitleri (Rudder Assembly)

Dümen çevirme tertibatını direkt veya endirekt, uzaktan veya doğrudan doğruya harekete geçiren sisteme dümen makinesi denir.



Resim 1.3: Dümen makinesi

Dümen makinesi çeşitleri:

- El dümeni donanımı
- Buharla çalışan buhar dümen donanımı
- Elektrik motorlu dümen donanımı
- Hidrolik dümen donanımı
- Elektro-hidrolik dümen donanımı

1.5. Dümen Donanımı Standartları

Her gemi yeterli derecede manevrayı sağlayacak dümen donanımına sahip olmalıdır. Dümen donanımı, dümen yelpazesi ve makinesinden itibaren dümen konsoluna kadar olan ve geminin manevrası için gereken tüm elemanları içerir.

Dümen yelpazesi düşey ve yatay federler vasıtasıyla, eğilmeye zorlanan bir kirişte olduğu gibi, etkin şekilde takviye edilmelidir.

Nozulun iç ve dış kaplama levhaları, dairesel stifnerlerle, mümkün olduğunca, çift taraflı devamlı kaynak ile birleştirilecektir. Cugul kaynağı, sadece nozulun dış taraf kaplama saclarının birleştirilmesinde kullanılabilir.

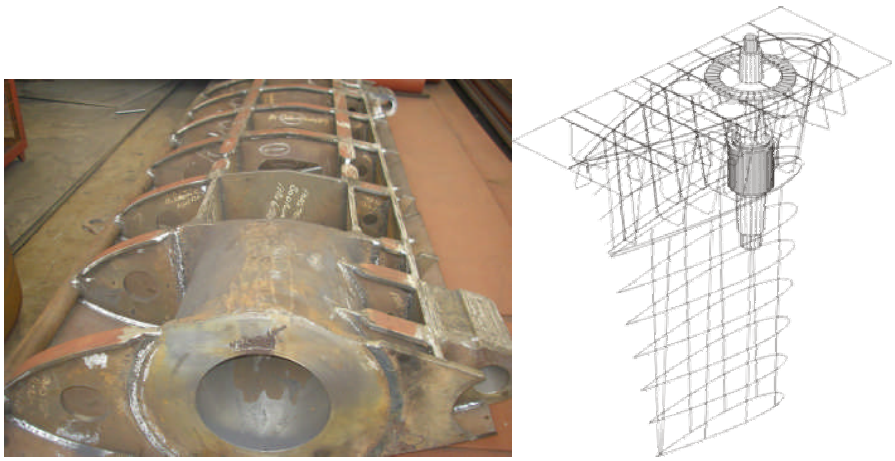
1.6. Dümen Yelpazesi Tanımı

Suya direnç göstererek teknenin dönmesini sağlayan, tekne kıçına takılmış dümen sisteminin ana parçası veya dümenlerin, dümen boğazlarından aşağıda olan yassı kısımlarıdır.

Resim 1.4: Dümen yelpazesi

1.7. Dümen Yelpazesi Yapısı

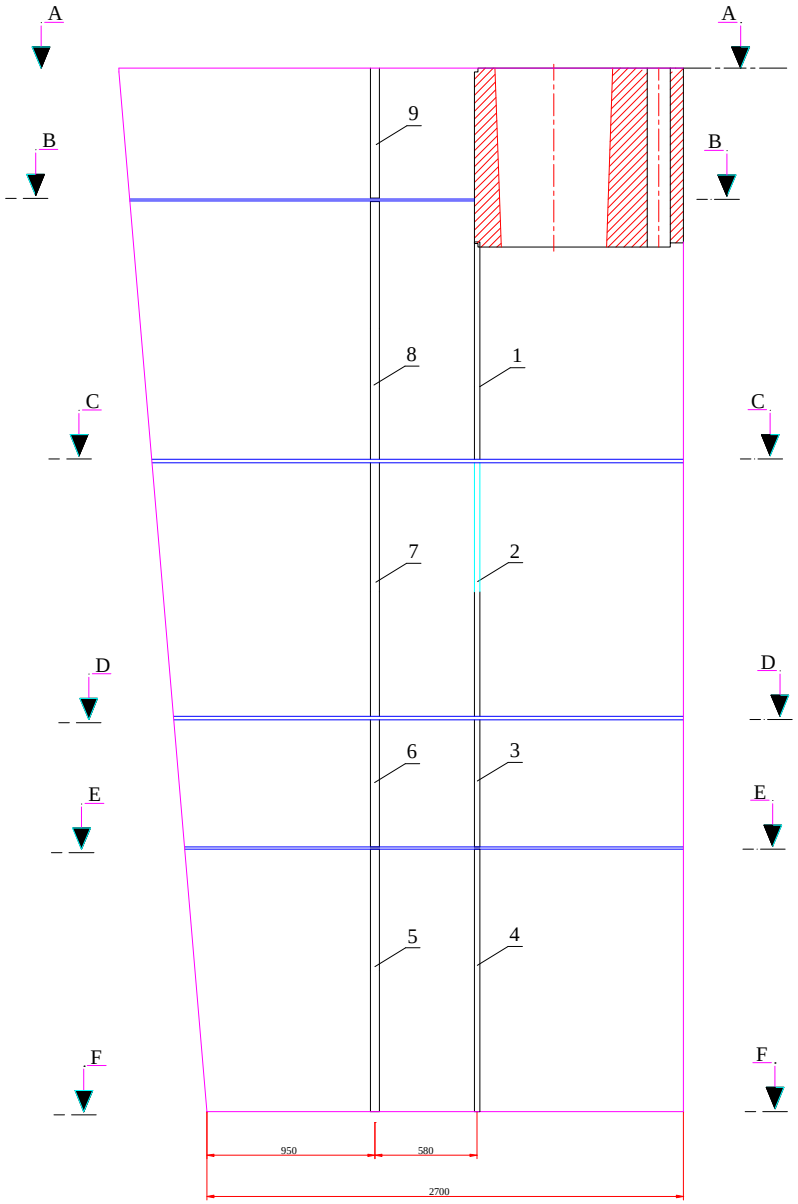
Dümen yelpazesinin yapısı iki tarafından desteklenmiş sac levhalardan meydana gelmiştir. İç konstrüksiyonu yatay ve düşey takviyelerle yapılır. Yatay takviye elemanları levhaları üzerinde tırnaklar bırakılır. Bu tırnaklar sac üzerinde açılan deliklere geçirilir.

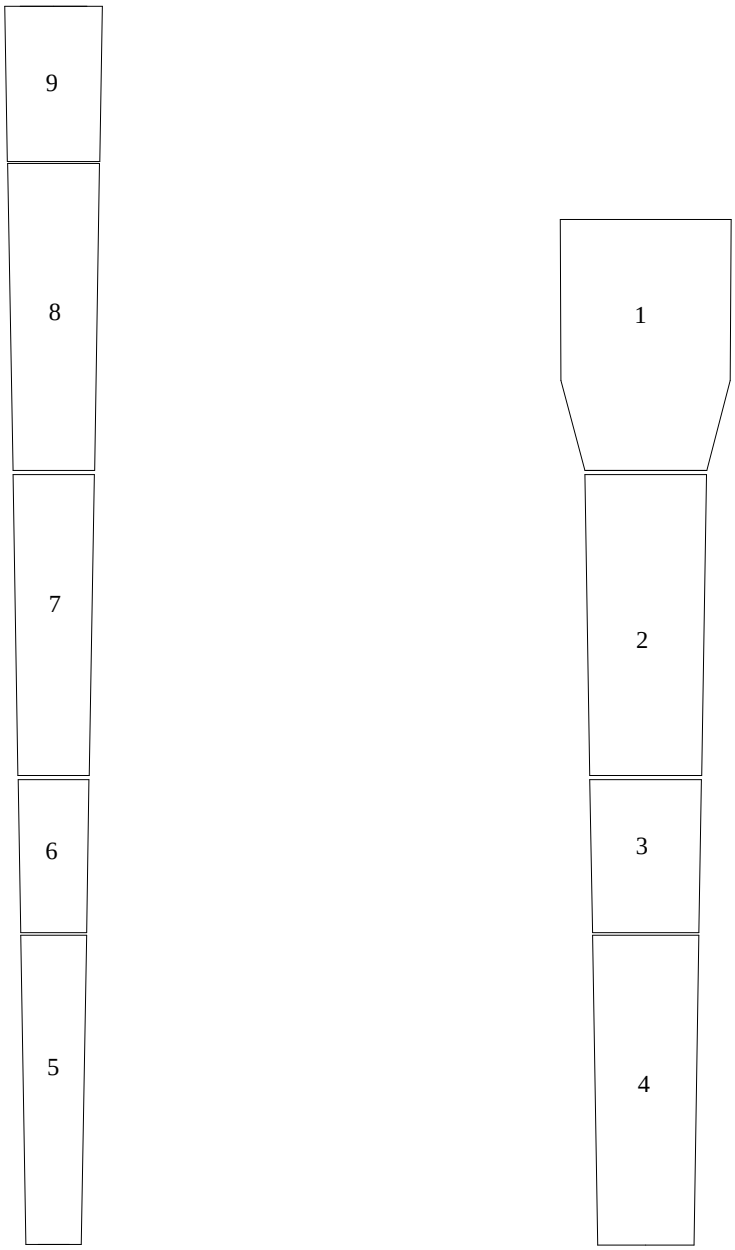


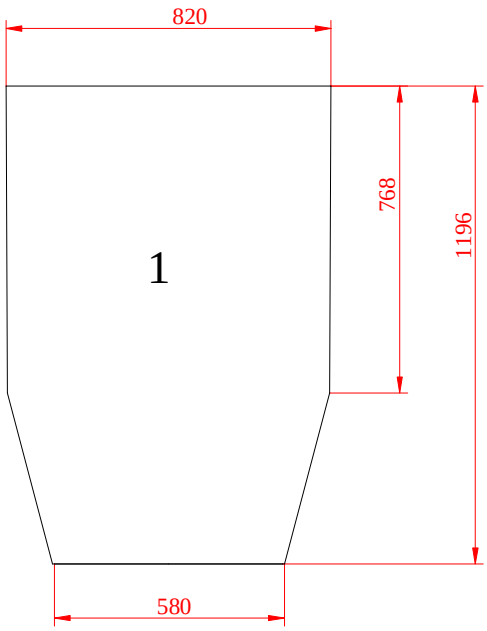
Resim 1.5: Dümen yelpazesi imalat resmi

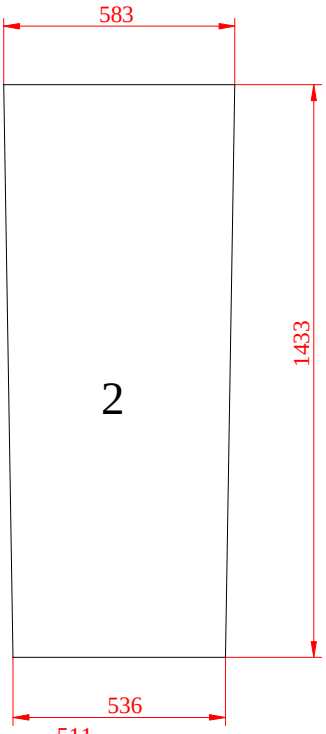
UYGULAMA FAALİYETİ

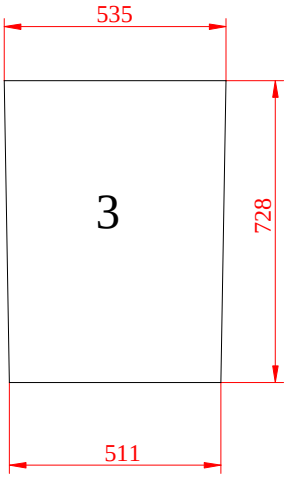
Aşağıda verilen ölçüdeki dümen yelpazesi uygulama faaliyetini gerçekleştiriniz.

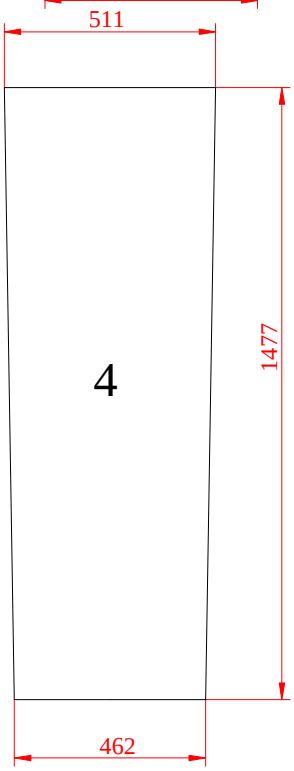


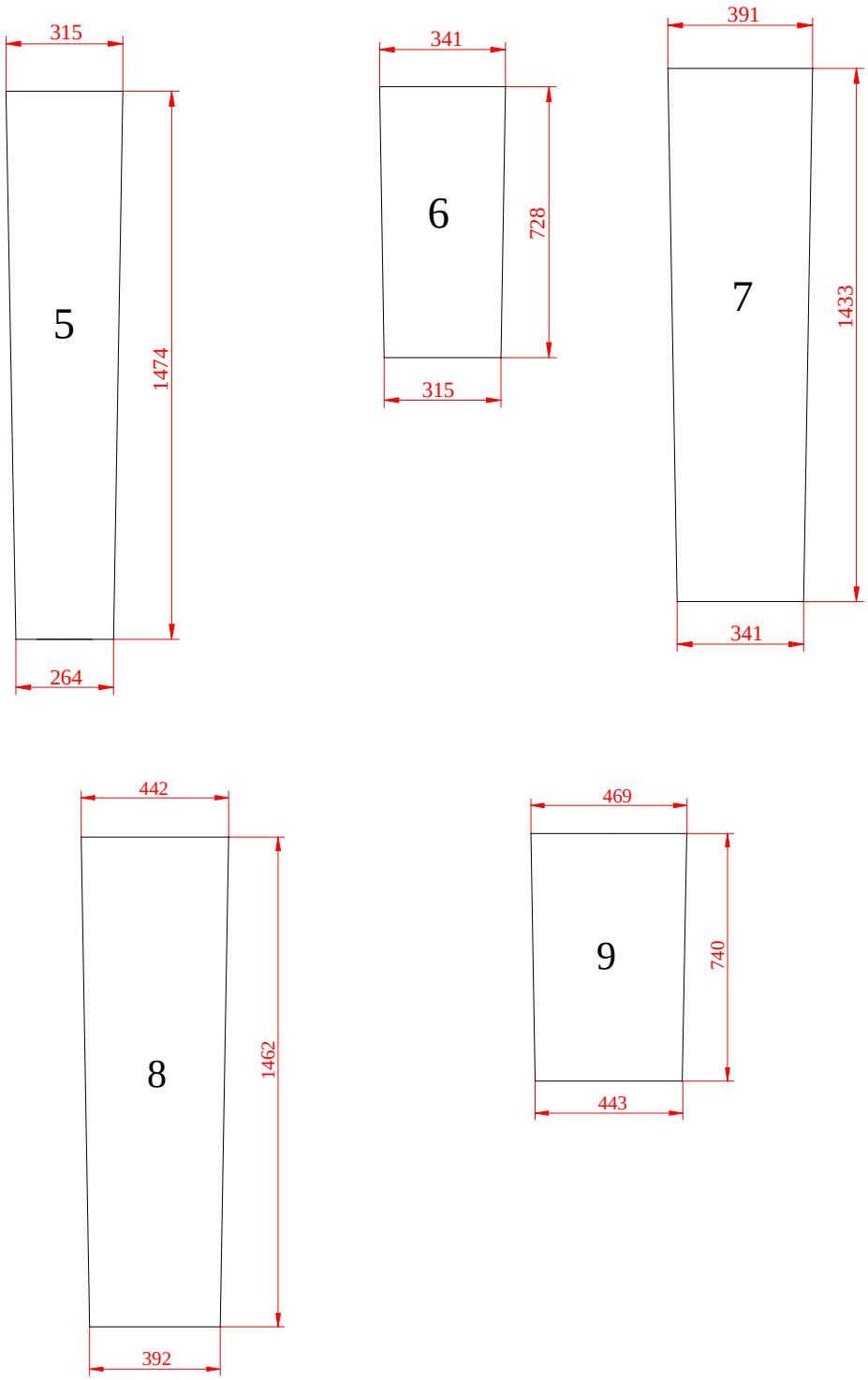

9
8
7
6
5
1
2
3
4

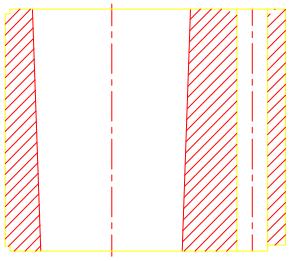

820
768
1196
1
580


583
1433
2
536

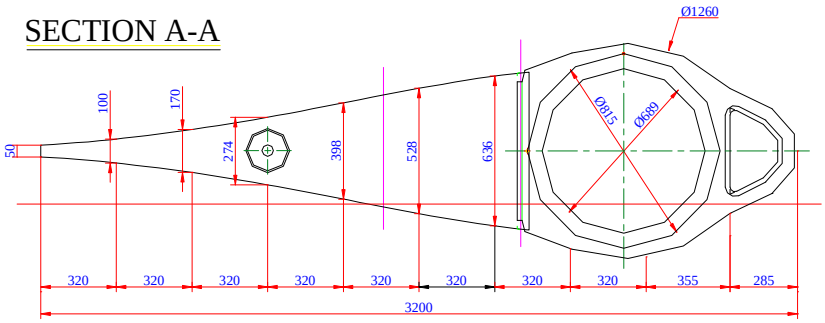

535
728
3
511


511
1477
4
462

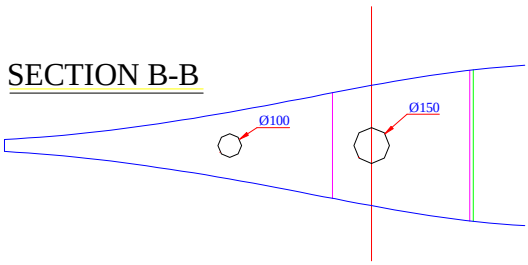

315
5
1474
264
341
6
728
315
391
7
1433
341
442
8
1462
392
469
9
740
443



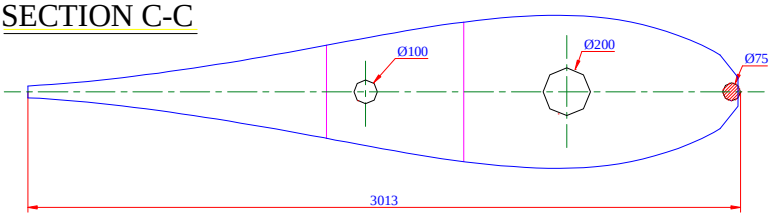
SECTION A-A



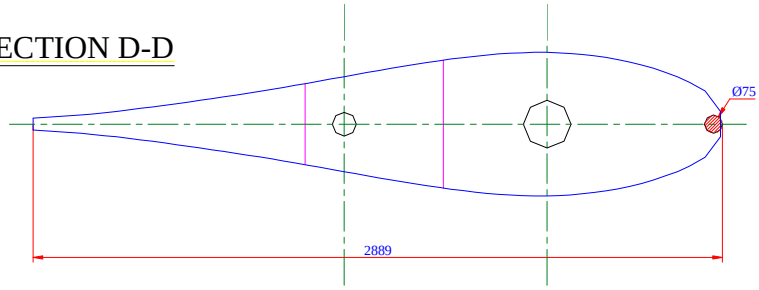
SECTION B-B



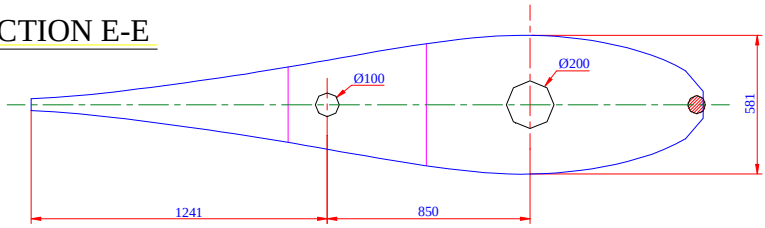
SECTION C-C

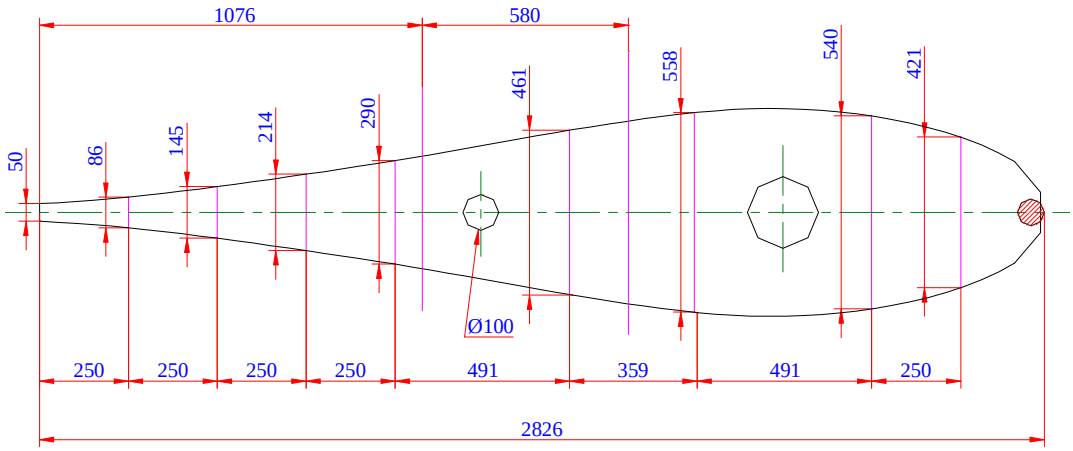


SECTION D-D

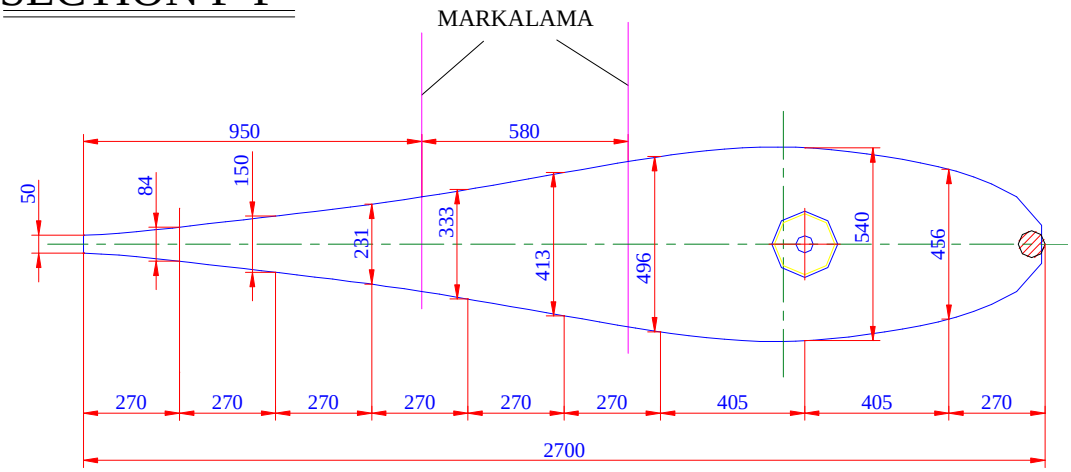


SECTION E-E





SECTION F-F



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Resimde verilen numaralara göre malzemeyi markalayınız.	➢ Malzeme seçimini ve kalınlığını elinizdeki malzemeye göre belirleyiniz.
➢ Malzemeyi kesiniz.	➢ Hangi malzemeyi seçti iseniz ona göre kesme aracını seçiniz burada dikkat edilmesi gereken çapakların olmamasıdır.
➢ Kestiğiniz malzemeye poz numarası veriniz.	➢ Montajda karışıklıkları önlemek, zamandan tasarruf sağlar.
➢ Hazırladınız malzemeleri tek tek montajda üzerine gelecek diğer parçaların yerini markalayınız ve gelecek malzemenin poz numarasını yazınız.	➢ Verilen iş resminden yararlanınız.
➢ Kesitlerin aralarına uygun numaradaki boyuna elemanları yerleştiriniz.	➢ Burada işlem basamaklarına ve markalama çizgilerine dikkat ediniz.
➢ Oluşturmuş olduğunuz konstrüksiyonun dış sacını kaplayınız.	➢ Dış kaplamadaki gerilmelere dikkat ediniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Öğrenme faaliyetinde edindiğiniz bilgileri ölçmeye yönelik Doğru-Yanlış tipi sorular hazırlanmıştır. Bu soruları kendinize uygulayınız.

1. ( )Iğnecikli dümen, tek levhadan oluşan bir dümen kanadı ile dümen rodundan meydana gelmiştir. Dümen roduna gelen burulma momenti büyüktür. Bu moment çok sayıda iğnecik tarafından karşılandığından her iğneciğin üzerine gelen eğilme momenti küçüktür.

2. ( )Dümen çevirme tertibatını direkt veya en-direkt, uzaktan veya doğrudan doğruya harekete geçiren sisteme dümen makinesi denir

3. ( )Bir geminin dümeni, dümen donanımı denilen elektrik ve hidrolik sistem ile döndürülür

4. ( )Dümen rodu ekseniyle dümen eksenine konum olarak merkezlenmiş olan dümenlere balanssız dümen denir

5. ( )Dümen roduna kılavuzluk eden kenar ekseninden bağlanmış dümene balanslı dümen denir

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Cevap anahtarları modülün sonunda verilmiştir. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Cevaplarınızın hepsi doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		**Evet**	**Hayır**
İşlem Basamakları			
1	Resimde verilen numaralara göre dümen yelpazesi malzemeyi markaladınız mı?		
2	Dümen yelpazesinin malzemesini kestiniz mi?		
3	Kestiğiniz dümen yelpaze malzemelerine poz numarası verdiniz mi?		
4	Hazırladığınız malzemelerin montajını yaparken üzerine gelecek diğer parçaların yerini tek tek markalayıp poz numaralarını yazdınız mı?		
5	Kesitlerin aralarına uygun numaradaki boyuna elemanları yerleştirdiniz mi?		
6	Oluşturmuş olduğunuz konstrüksiyonun dış sacını kapladınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ–2

AMAÇ

Bu faaliyet sonunda gerekli koşullar sağlandığında, uluslararası denizcilik standartlarına uygun olarak dümen yelpazesi tutyası montajını yapabileceksiniz

ARAŞTIRMA

- Deniz suyunun gemi sacına etkilerini araştırıp rapor ediniz.
- Zehirli boyanın deniz canlıları üzerindeki etkilerini araştırınız.

2. DÜMEN YELPAZE TUTYASI

2.1. Boya Tanımı

Boya; genel olarak boya "bir yüzey üzerine uygulandığında dekoratif ve koruyucu bir tabaka(film) oluşturan malzeme" olarak tanımlanır. Pigment denilen renkli toz ile bağlayıcı denilen reçinenin uygulandığı yüzey üzerinde parlak, yarı parlak, mat, şeffaf veya strüklü bir film teşkil eden kimyasal bir karışımdır. Pigmente edilmemiş (renklendirilmemiş) sürüldüğü yüzeyde saydam, renksiz görünüm teşkil eden tür ise vernik olarak tanımlanır.

2.2. Boya Üretiminde Kullanılan ham Madde Grupları

Boya üretiminde kullanılan ham maddeler başlıca 4 grupta toplanabilir:

- **Bağlayıcılar (reçineler):** Pigment ve dolgu maddelerinin içinde homojen olarak dağıldığı boyanın film veren kısmıdır. Boyanın %10-%95'lik kısmını oluşturur. Boyanın kuruma süresi, yapışma, esneklik, darbe dayanımı, sertlik, kimyasal maddelere karşı direnç gibi fonksiyonel özellikleri büyük ölçüde bağlayıcının cinsine bağlıdır.

Kimyasal özelliklerine göre sınıflandırılması:

- **Alkit reçineler:** Bitkisel ve hayvansal yağ ile iki karboksil gruplu asit ve alkollerden oluşan bir esterdir. Ülkemizde üretiminin yeterli ve ekonomik olmasından dolayı, fabrikada ayçiçek yağı kullanılmaktadır.

- **Nitroselulozik reçineler:** Kullanım alanı ağırlıklı olarak mobilya ve otomobil boyalarıdır. **Akrilik reçineler:** Genellikle oto son katlarında ve kaliteli dayanıklı ev eşyalarında kullanılır.

- **Silikon reçineler:** En önemli özelliği yüksek ısılara dayanımıdır. Kullanım yerleri bacalar, çelikhaneler, fırınlar, motor ve benzeri ekipmanlardır.

➢ **Pigmentler ve dolgular:** Pigmentler boya tipi ve miktarına bağlı olarak bağlayıcının da etkisiyle renk dışında parlak, yarı parlak ve mat gibi değişik parlaklık değerleri verir. Üç gruba ayrılır.

- **Beyaz pigmentler:** Bağlayıcıyla reaksiyon verenler ve bağlayıcıyla reaksiyon vermeyenler diye ikiye ayrılır. Titan dioksit örtücülüğü en iyi olan beyaz pigmenttir ve fabrikada kullanımı çoktur. Renkli pigmentler ve metalik pigmentler vardır.

- **Dolgu maddeleri (yardımcı pigmentler):** Boyaya spesifik özellikler kazandırmak ve ekonomi sağlamak amacıyla diğer pigmentlerin bir kısmının yerini alarak birlikte kullanılır. Boyaya kazandırdıkları başlıca özellikler şunlardır: Çökmeyi önler, boyanın akma eğilimini azaltır, sürtünme, aşınma, nem, ışık ve korozyona karşı boya filminin ömrünü uzatır, katlar arasında yapışmayı sağlar, boya filmini etli ve dolgun hâle getirir, matlaşmayı sağlar. Fabrikada en çok kullanılan çeşitleri kalsit, barit ve talktır.

➢ **Solventler:** Boyanın imalatını ve tatbikatını kolaylaştıran petrol ürünleridir. Tineri oluşturan uçuculardır. Boya çözünürlüğünü, viskozitesini, yoğunluğunu ve kuruma hızını belirler. Fabrikada en çok kullanılanları; alkoller, eterler, aromatik ve oksijene solventlerdir.

➢ **Katkı Maddeleri:** Çok değişik özellikleri olan ve boyaya çok az miktarlarda ilave edilen (0.1%- 2%) maddedir. Boyanın özellikleri ilave edilen bu katkı maddeleriyle çok değişir. Katkı maddelerine örnek olarak şunları verebiliriz: kurutucular, katalizörler, plastifiyonlar (yumuşatıcı, elastikiyet verici) ,ıslatıcılar, inhibitörler.

2.3. Boya Uygulaması Öncesi ve Sonrası Yapılan Kontroller

Boya imalatçıları tarafından dizayn edilen boya sistemlerinin ömürleri, uygulama öncesi ve uygulama esnasında tespit edilen ortam ve yüzey şartları ile birlikte belirlenir. Yani boya sisteminin performansında, kullanılan boyaların jenerikleri ile birlikte belirtilen şartların uygunluğu da oldukça önemlidir.

Boya firmaları tarafından öngörülen bu şartlar, ISO, Nace, ASTM, İsveç standartları ile tariflenmiştir. Yani bu standartlar boya üreticileri tarafından üretilmemiş, uluslararası kabul görmüş konu ile ilgili enstitüler vasıtasıyla ortaya konmuştur.

Teknik elemanlar veya boya üreticisi firma enspektörleri, uygulamanın bu standartlara erişip erişmediğini kontrol ederler.

Yapılan kontrol işlemini 2 ana aşamada değerlendirmek gerekir: uygulama öncesi yapılacak kontroller ve uygulama esnasında ve sonrasında yapılacak kontroller.

- **Uygulama öncesi yapılacak kontroller**

Bu kontroller sırası ile;

- **Boya uygulaması yapılacak mahallin mevcut durumunun kontrolü:**

Uygulama yapılacak /emmin tariflenmesi (sac, aluminium, alaşımlı malzemeler, beton vs.)Yüzeyin korozyon ve deniz sektöründe kirlenme seviyesinin tespit edilmesi, boya mevcut ise eski boya sisteminin belirlenmesi, mevcut boya sisteminin kalınlıklarının ölçülmesi, sac konstrüksiyon üzerinde keskin köşelerin, kaynak sıçraklarının, kaynak hatalarının tespiti, yüzeyin tuzluluk seviyesinin kontrolü, yüzeyde yağ kontaminasyonun olup olmadığının kontrolü ilk olarak yapılması gereken kontrollerdir. Yapılan bu kontroller neticesinde uygulanacak boya sistemi dizayn edilebilir ve yapılması gereken hazırlıklar tariflenebilir.

- **Yağ ve tuz kontaminasyonlarının yüzeyden arındırılmasının kontrolü:**

Yüzeyde görsel olarak yağ tespit ediliyorsa, mevcut yağların suda çözünebilir deterjanlar ile temizlenmesi, sonrasında tatlı su ile yıkanmasın tavsiye edilmesi gerekir. Su ile temas eden yüzeylerde tuz kontaminasyonları, boya uygulaması sonrasında ileriki aşamalarda osmotic blister'a sebebiyet vereceğinden muhakkak suretle yüzey hazırlığı öncesinde yüzeyden alınmalıdır. Yüzeydeki tuzluluğun tespiti, Bressle Metodu ile ölçümlenir. Ölçümlenen max. tuz miktarı ISO standartları ile belirlenmiştir. Ölçümlenen miktar istenilen seviyenin üzerinde ise yine tatlı su ile yıkama yapılması tavsiye edilmelidir.

- **Sac kontrüksiyonların imalat sonrası kontrolleri:**

Sac kontrüksiyonların imalatları sonrasında yüzeyde kaynak sıçrakları, keskin köşeler, kaynak eksiklikleri tespit edilebilir. Bu unsurlar boyanın istenilen kalınlıklarda atılabilmesi, yüzey ile temasının sağlanabilmesi yani yüzey ile boya filmi arasında ileriki aşamalarda korozyona sebebiyet verecek hava boşluklarının kalmaması nedeniyle önemlidir. Bu nedenle, kaynak sıçraklarının, çapakların taşlanarak yüzeyden alınması, tüm keskin köşelerin yine taşlanarak yuvarlatılması uygun radius'a ulaşmasının sağlanması, kaynak eksiği olan bölgelerde kaynak işlemlerinin tamamlatılması, kaynak üzerindeki örtünün temizlenmesi gerekmektedir. Bütün bu hususlar göz ile tespit edilir.

- **Yüzey hazırlama ekipmanlarının kontrolü:**

Yüzey hazırlamada günümüzde mekanik el aletleri, yüksek basınçlı su jetleri ve kum/grit raspa ekipmanları kullanılmaktadır. Kullanılan ekipmanların yeterliklerinin kontrol edilmesi gerekmektedir. Eğer bir kum veya grit raspası yapılacak ise, kullanılacak aşındırıcının sertliğinin, içerdiği tuz, su ve kil miktarlarının yine ISO normlarına uygunluğunun kontrol edilmesi gerekmektedir. Belirtilen bu değerler aşındırıcıları imal eden firmalar tarafından bağımsız kuruluşlara yaptırmış oldukları test sonuçlarından elde edilir. Aşındırıcıların kontrolünden sonra kullanılacak kompresör basıncının, nozul ölçülerinin ve hortum mesafelerinin kontrolü gerekmektedir. Kullanılan kompresörün ürettiği havanın su ve yağ içerip içermediği kontrol edilmelidir. Yüzey hazırlama esnasında iskele, mobil taşıyıcı gibi yardımcı ekipmanlar da kullanılmaktadır. Bu ekipmanlara ulaşılması zor olan mahallerde istenilen yüzey hazırlığının yapılmasını sağlamak amacıyla ihtiyaç duyulmaktadır.

- **Boya uygulaması öncesi yüzey standartlarının kontrolü:**

Yapılmış olan raspa sonrasında yüzeyin aldığı yeni form göz ile kontrol edilir ve yine ISO veya İsveç Standartlarına uygunluğu tespit edilir. Yine raspa sonrasında yüzeyde toz, yağ ve tuz gibi kontaminasyonların oluşup oluşmadığı kontrol edilmelidir. Tuz tespiti yine Bressle Metodu ile yapılır, toz tespiti için yüzey bant yapıştırılır sonrasında bu bant sökülerek beyaz bir zemine (kâğıt vs.) yapıştırılır, elde edilen görüntü yüzeydeki toz miktarı için gerekli kararı almanıza yardımcı olur. Eğer toz mevcut ise yüzeye tekrar hava tutulması tavsiye edilmesi gerekmektedir. Yağ kontaminasyonunun tespiti yine göz ile yapılır. Uygulama esnasında kullanılan ekipmanlardan dolayı yüzeyde yağ tekrar oluşabilir. Bu durumda daha önce de bahsedildiği gibi deterjanlar ile temizlik yapılarak bu alanlar tekrar raspalanmalıdır.

- **Uygulama Sonrası Yapılacak Kontroller**

Bu kontroller sırası ile;

Havadaki bağıl nem oranının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu tespiti yapabilmek için dijital veya manuel ekipmanlar kullanılır. Bağıl nemin max. %85 olması gerekmektedir. Tespit edilen havanın nem oranı ile sıcaklığı bize çiy nokta olarak adlandırılan çiylenme noktası belirlenir.

Yüzey sıcaklığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Bu tespitte yine dijital veya magnetik termometreler kullanılmaktadır. Sac sıcaklığının çiy nokta sıcaklığının en az 3°C üzerinde olması gerekmektedir. Aksi hâlde yüzeyde nem oluşacak, boya ile sac yüzey arasında bir film tabakası oluşturacaktır. Dolayısıyla yapışma zaafıyeti oluşacaktır.

Boyaların yeterli seviyede karıştırıldığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Özellikle çift komponetli boyalarda karıştırma işlemi büyük önem arz etmektedir.

Yeterli karıştırma işlemi yapılmadan boya uygulamasına geçilmesi hâlinde yüzeyde kurumamış alanlara rastlayabilirsiniz. Yine epoxy boyalarda karıştırma işlemi yapıldıktan sonra boyanın uygulamadan önce ort. 10 dk. beklemesini, kimyasal reaksiyonun teneke içersinde başlaması sebebiyle sağlamanız gerekmektedir.

Boya uygulaması esnasında boyaların teknik föylerinde belirtilen meme ebatlarına uygun memeler ile atılıp atılmadığının kontrol edilmesi gerekmektedir. Yine bu esnada pompa basınçları sürekli olarak kontrol edilmelidir. Boya tabancasının yüzeye olan mesafesi max. 30 cm olmalıdır. Fırça ve rulo tatbikatlarında ilk kat boyaların muhakkak suretle fırça ile uygulanmasını sağlamak gerekmektedir.

Uygulama esnasında sürekli olarak yaş film kalınlıklarının tespit edilmesi gerekmektedir İnce boya filminin (Boya sisteminden belirtilen kalınlıklara göre) tespit edildiği alanlarda, boyanın ulaşamadığı alanlarda tekrar uygulama yapılması gerekmektedir.

Uygulama sonrasında kuru film kalınlıklarının kontrol edilmesi gerekmektedir. Yapılacak ölçümlerin nasıl yapılacağı, miktarları ve ölçüm sonuçlarının olması gerektiği aralıklar yine standartlar ile belirlenmiştir.

Boya katları arasındaki, teknik föylerde belirtilen zamanlara muhakkak suretle uymak gerekmektedir. Aksi takdirde boya içersindeki solvent hapsolacaktır. Bu alanlarda ilerde yine blister oluşacaktır.

Kapalı mahal uygulamaları esnasında, mahal içinde yeterli havalandırmanın sağlanması gerekmektedir. Bilindiği üzere solvent havadan ağırdır. Dolayısıyla mahallin dip kısımlarında toplanacaktır. Bu noktalara ulaşacak şekilde hortumlar ve güçlü fanlar ile havalandırma yapılmalı, başka bir noktadan mahalle serbest havanın girmesi sağlanmalıdır.

Airless boya tabancası ile boyanın ulaşamadığı bölgelerde, fırça ile kestirme uygulaması yapılmalı, bu alanlarda öngörülen film kalınlıklarına ulaşılmalıdır.

Kat boyalarının veya ilk kat boyaların yüzeye yapışma performansları crosshatch olarak adlandırılan metotla kontrol edilmelidir.

2.4. Deniz Boyaları (Marine Paints)

Deniz boyalarının görevi, gemi, liman tesisleri, yüzer havuzlar platformlar vs. gibi çelikten mamul yapılan deniz suyunun korozif etkisinden korumaktır.

Deniz boyalarının uygun olarak seçilebilmesi ve tatbikatlarının yapılabilmesi için bazı genel bilgilere ihtiyaç vardır. Bunlar:

- Doya ve kaplama maddeleriyle ilgili bilgiler,
- Deniz korozyonu,

- Deniz canlılarının karinada yaptığı birikintileri,
- Bir boya sisteminde her kat veya komponenti fonksiyon ve nihayeti,
- Ekonomik faktörler

olarak tanımlanabilir.

Daha önce de belirtildiği gibi, boya tatbikatında unutulmaması gereken en önemli husus "iyi yüzey hazırlığı, iyi sonuç" prensibidir. Yüzey hazırlığı konusunda daha önce yeterli bilgiler verilmiş olup aşağıda boya sistemleri tanıtılacaktır.

Boya sistemleri; Deniz boya sistemlerinde özellikle karina boyalarında boya katları genellikle üç bölüme ayrılarak incelenir. Bunlar.

- Metal astar boyaları
- Antikorozif boyalar
- Antifouling (zehirli boyalar)

2.4.1. Metal Boya Astarları

Bu boyalar genellikle metale iyi yapışan ve müteakip boyalar için uygun bir zemin hazırlayan boyalardır. Bu boyalarda antikorozif pigmentlerin kullanılmasıyla, korozyona karşı dirençle sağlanabilir. Bu boyalar, ihtiva ettikleri özel reçineler sayesinde temizlenmiş metal yüzeyine mekanik ve kimyasal olarak iyi bir yapışına gösterirler. Bu boyalarda kullanılan solventlerin iyi seçilmesiyle yüzeyin iyi ısıtılması sağlanır ve solventlerin uçması sırasında reçine sertleşerek yüzeye yapışması kuvvetlenir.

Atelye primerleri (astar boyaları) : Bunlar raspa sonu astar boyaları olarak da isimlendirilirler. Çünkü gemi inşa sanayisinde raspa edilen çelik plakalar bu astar boyalarla boyanarak, tekne inşaatında bir plan dâhilinde kullanılır. Boyanmış plakalar korozyona uğramadan belirli bir süre açık havada bekleyebilir. İki tip de tekne inşaat ve boya sisteminde Japonya ve Avrupa' da çok yaygındır.

Resim 2.1: Gemi astar boyasının yapılışı

Deniz boyaları denildiğinde; denizin kenarında üzerinde ve içinde bulunan bütün yapılan korumakta kullanılan boya ve kaplamaları anlaşılır. Bu boyaların özelliği tek bir tatbikat için belirli bir boya seçiminden farklı olarak, bir sistem manzumesinin gerekli olmasıdır. Bu sistemde özel astar boyalar, antikorozif ara katlar, yapışma köprüsü katı ve antifouling (zehirli) son kat boyalardan meydana gelir. Her kat özel bir fonksiyonu yerine getirecek ve toplam boya sisteminde diğer kanallar uyum sağlayacak şekilde seçilir.

Deniz ortamı; deniz suyu, devamlı çalkantı, güneş ışınları, bitkisel ve hayvansal kalıntılar gibi kuvvetli tahribat yapan faktörleri ihtiva eder. Bu hususlarda yüksek nem, limanlardaki çevre kirliliği, geniş çalışma sıcaklığı farkları ve çok ağır mekanik yükler gibi şartlarla daha da zor bir duruma gelir. Bu yıpratıcı çevre içinde, gemileri, denizin içinde bulunan platform ve liman gibi tesisleri, yüzer havuz, terminal ve diğer yapılan korumak için deniz boyaları ve kaplamaları denilen malzemelere ihtiyaç vardır. En önemli husus ise, muhtelif gemilerin yukarıda belirtilen deniz atmosferinin korozif ve yıpratıcı tesitlerinden korunmasıdır. Gemiler genellikle çelik, ağaç ve fiber glas 'tan imal edilmiş olup, korozyon açısından en önemli husus sac teknelerin korunmasıdır. Ağaç teknelerde metalik korozyon söz konusu olmamakla birlikte, deniz suyunun ve içerisindeki canlıların ağaç içerisine nüfuzunu önleyen uygun bariyer boya ve kaplamalar kullanılmadığı takdirde zamanla ağaç malzemede çürümeler meydana gelmekte ve büyük sorunlarla karşılaşılabilmektedir. Fiber glas teknelerde ne çelik ne de ağaç teknelerdeki metalik korozyon ve çürüme söz konusudur.Bu malzemede boyada istenen özellik ,karina bölgesinde antifouling özellik ve diğer bölgelerde arzu edilen renk standardının sağlanmasıdır.

Epoksi boyalar, atölye pimcileri olarak başta gelen boyalardır, bunlar mükemmel fiziksel özelliklere sahip olup, metale yapışmaları çok iyidir. Aynı zamanda müteakip katlarla uyum gösterirler. Birçok formül antikorozif pigment içerir metalik, çinkoca zengin epoksi boyalarda yapılabilir, ancak bazen diğer katlarla yapışmanın iyi olması için araya bir yapışma katı gerekebilir. Genellikle atölye primeri olarak kullanılan çok çeşitli boya vardır.

Genellikle atölye primer boyalarından şu özellikler beklenir:

- Hızlı kuruma
- Atmosfer paslanmasına karşı koruma, sağlık açısından zararlı olmama
- Kesme ve kaynak kolaylığı
- Sıvılara karşı dirençlilik
- İşlem hasarlarına karşı direnç
- Son kat boya ile uyumluluk
- Katodik korumaya uygunluk

Genel bir ifade olarak, gemi inşaat sanayinde kesme ve kaynak kolaylığı sağlayan atölye primerlerinin geliştirilmesiyle, bu konuda bir devrim yapıldığı söylenebilir.

Wash primerler: Wash astar primer boyalar, ön işlem boyaları veya metal şartlandırma astar boyaları olarak da isimlendirilen, genellikle işin yerinde tatbik edilen boyalardır. İnce bir tabaka olarak (8–10 mikron) uygulanırlar. Bünyelerinde çinko kromat antikorozif pigment bulunmakta olup, polivinil butiral reçinenin alkol içindeki solüsyonunu ihtiva eder. İkinci komponent olarak fosforik asitli katalizör kullanılır. İki komponent belirli ölçüde karıştırılarak 30 dakika kadar bekletildikten sonra yüzeye tatbik edilir.8 saat içinde kullanılmalıdır. Pasivasyon işleminde olduğu gibi yüzeyde bir fosfatlama meydana gelir ve korozyona mukavim bir tabaka olu şur. Wash primer boyanın avantajları:

- Yeni raspalanmış, nemli yüzeylere, bünyesindeki alkolün nem ile uyuşabilmesinden dolayı, tatbik edilebilmesi
- Kullanma ve tatbikat kolaylığı
- Çabuk kuruma ve iyi yapışma özelliği
- İdeal rötuş yapılabilme özelliği

Genellikle çelik, alüminyum, galvanizleşmiş çelik ve magnezyum gibi metallere tatbik edilebilir. Yüzeyin S A 2 1/2 derecesinde temizlenmesi gerekir. Fakat şartlar elvermiyorsa wash primer iyi yapışmış sağlam hadde kabukları ve hatta çok hafif pas tabakasına da zorunlu hallerde tatbik edilebilir. Tabiatıyla bu tip tatbikatlarda beklenen boya ömrü kısalacaktır.

Wash primer boyalar, genellikle çinkoca zengin aslar boyalarının aşınmış yüzeylerine de tatbik edilerek, son kat boyaların yapışması için uygun bir zemin hazırlamakta kullanılır.

Çinko tozlu (zinc riok) astar boyalar: Sıcak daldırmayla galvanizleme işleminin korozyona karşı çok iyi netice vermesi, bu tip avantajlı işlemin sıcak daldırılmayla çinko kaplanamayan yüzeyleri de benzer yöntemle koruma fikri sonucunda çinkoca zengin boyalar geliştirilmiştir. Bu tip boyalar tek atmosferik korozyona mani olurlar, fakat uzun vadede veya deniz içi yapılarda son kat boyalar gereklidir. Çinkoca zengin astar boyalar, yeni inşaatlarda atölye primeri veya kaynak işlemi primeri olarak geniş ölçüde kullanılır. Genel olarak iki tipe ayrılır: Organik esaslı olanlar (mesela epoksi gibi), inorganik esaslı olanlar (mesela, sili-katlar gibi).

Her iki tiptende yüksek kalitede antikorozif astar boyalar imal edilebilir. Organik çinko tozlu boyaların inorganik olanlara nazaran iyi hazırlanmamış yüzeylere karşı toleransı daha fazladır. Konvansiyonel metotlarla her iki tipte 50-75 mikron kuru film kalınlığında kolayca tatbik edilebilir. Günümüzde bazı kaynaklar organik tip boyayı sadece 25 mikron kalınlıkta spesifiye etmektedirler.

- **İnorganik çinko tozlu astar boyalar**

Bunlara "çinko silikat" boya da denir. Birkaç tip olmasına rağmen, boya kuruduğunda bütün boyalarda silikat oluştuğu için inorganik boya kullanılır.Bu boyalar mükemmel aşınma direnci, sertlik ve mukavemete sahip olup esneklikleri

zayıftır. Genellikle bünyelerinde en az % 75 ince toz metalik çinko bulunur, baz ı katkı maddeleri de ilave edilebilir.

İnorganik çinko tozlu astar boyalar genellikle su kesimi alt ında kullanılmazlar. Genellikle çinko tozu ve silikat reçineden olu şan iki komponentten meydana gelirler. Tatbikattan önce çinko tozu, reçine solüsyonunun içine ilave edilerek iyice karıştırılmalıdır. Bu işlem bazen zor olabilir, kullanma zaman ı 8 saat kadardır, boya ağır olduğu için bir karıştırma kabına ihtiyaç vardır. Tek komponentli ve uzun ömürlü inorganik çinko tozlu boya da son senelerde imal edilmeye ba şlanmıştır.

- **Organik çinko tozlu boyalar**

Bu boyalar, organik reçine esasl ı olup ağırlıkça en az % 85 çinko tozu ihtiva ederler. En çok kullanılan, tipleri epoksi, vinil ve klor kauçuktur. Çinko tozlu epoksi boyalar atölye primerleri olarak da karina boylar ında astar olarak da yaygın olarak kullanılmaktadır. Bu boyalar çift komponentli olup iki komponent iyice kar ıştırılmalı ağır çinko tozunun çökmemesi için kar ıştırma işine devam edilmelidir.

2.4.2. Antikorozif Boyalar

Antikorozif veya bariyer denilen boyalar, metal ile deniz suyu, t atlı su, harici etkenler vs. arasında fiziksel bir engel teşkil ederler. Bu boyalar ın müesseriyeti, film kalınlığı ile direkt olarak orant ılı olmamakla birlikte, genellikle su geçirgenli ği ile ölçülür. Bu boyalarda çok az su geçirgenli ği istenir. Karina veya su altında bulunan yapılarda, elektrolitik direnç de önemlidir(çe şitli tuzlara karşı direnç). Bütün tatbikatlar için belirli kritik boya film kal ınlığının muhafazası için, bariyer(engel) boyalar ın aşınma veya çarpmaya karşı mükemmel bir dirence sahip olması gerekir.

Karinada kullanılan boyaların, katodik korumaya uygun olmas ı ve bakır ihtiva eden zehirli boyalardan da bak ır çelik metal yüzeyi izole etmesi beklenir. Gemilerde sürat ile yüzey pürüzlülü ğü arasında bir bağlantı vardır. Yüzey düzgünlü ğü ile yakın sarfiyatı ve güç tasarrufu konular ında birçok araştırma yapılmış olup, elde değerli bilgiler mevcuttur. Yüzey pürüzlülü ğünün 760 mikrondan 250 mikrona dü şürülmesi ile 1/3 oranında enerji tasarrufu yap ılabileceği belirlenmiştir. Böyle düzgün yüzeyin hazırlanması şüphesiz bir yüzey temizli ğinin yapılmasına bağlıdır. Astar ve antikorazif boyaların iyi seçilmesi, iyi haz ırlanmış yüzeye tatbik edilmesi enerji tasarrufunda büyük rol oynar.

2.4.3.Antifouling (Zehirli) Boyalar

Deniz suyu veya tatl ı su içinde bulunan gemi, tekne ve di ğer yüzeylere binlerce hayvansal ve bitkisel organizma yap ışarak büyür. Bu büyüme belirgin bir tabaka hâline geldiği zaman birikimden (fouling) söz edilir. Bu birikinti, e ğer midye ve di ğer sert kabuklu hayvanlardan olu şursa, bunlar boya filmini kesip tahrip ederek ç ıplak metalin ortaya çıkmasına ve böylece çok ağır bir korozyona sebep olurlar. E ğer birikintiler yosun ve diğer bitkisel kirliliği de içeriyorsa bu durumda hem bitkisel, hem de

hayvansal kirlenmeden oluşan ve sakal tabir edilen büyük bir tabaka oluşur. Krinadaki bu tabaka sürtünme direncini artırarak geminin süratini azaltır ve yakıt sarfiyatını artırır. Bu yüzden, bu zararlı canlıların karinaya yapışmasına mani olmak için zehirli maddeler içeren özel boyalar geliştirilmiştir. Ekonomik ve teknik olarak böceklenme, korozyondan hemen sonra gelen ikinci büyük problemdir.

Problemin öneminden dolayı ve biyoloji gibi ilim dalını ilgilendirmesi ve antifouling boyaların çok çeşitli olması dolayısıyla bu konularla ilgili ana bilgilerin anlatılması faydalı görülerek, aşağıda genel bilgiler verilmiştir.

Deniz bırakıntıları hakkında genel bilgiler: Bitkisel ve hayvansal birikinti yapan deniz canlıları, nıikroskopik olarak ikiye ayralabilir ve sadece ana cinsler ele alınarak konu özetlenebilir. Gemiler ve su içindeki yapılar bakımından mikroskopik canlılar önemlidir, çünkü; bunların etkileri bıraktıkları sümüksü "slime" denilen tabaka yönünden gayet iyi bilinmektedir.

Slime denilen bu tabaka; bakteri, tek hücreli bitkiler ve daha büyük mikroskopik canlılardan (protozoa gibi) oluşur. Slime filminin ilk oluşması önemlidir, çünkü sümüksü tabaka antifouling boyayı izole ederek onun çalışmasını önler ve hem makroskopik canlıların yapışmasını kolaylaştıran bir zemin, hem de onların beslenmesini sağlayan bir ortam oluşturur.

Zehirli maddenin erime miktarıyla ilgili belirtilen bu görünüm, erimeye tesir eden şu faktörleri daha da karmaşık hâle getirir. Bunlar, aşağıda belirtilmiştir:

- Sıcaklık, tuzluluk ve deniz suyunun pH'si
- Su akımının hızı
- Astar ve antikorrozif boyanın tipi
- "Slime" tabakasının etkisi
- Zehirli boya filminin kalınlığı

Bu faktörlerin önemine örnek olarak, su sıcaklığının 0.55 derece yükselmesi veya düşmesinin zehirli madde verilmesini %5 azaltıp çoğaltılabileceği belirtilebilir. Bu misal, aynı cins boyanın serin sularda iyi çalıştığı hâlde, tropik sularda tesirli olmamasına en iyi izahtır(Çünkü sıcak sularda zehirli madde çabuk eriyen tüketecektir.). Diğer bir misal de, su akış hızının boya filmi erozyonu üzerindeki menfi tesiridir.

Yüksek süratli teknelerde, boya filmi çabuk aşınır ve fonksiyonunu göstermez. Bu bakımdan boya formulasyonunda teknenin sürati de dikkate alınmalıdır.

Resim 2.2: Gemiye zehirli boyanın uygulanışı

2.4.3.1.Zehirli Boyanın Cins ve Özellikleri

Günümüzde antifouling boyalar ihtiva ettikleri reçine matriks'in eriyen ve erimeyen tipte olmasına göre iki sınıfa ayrılır. Erimeyen matriks tipinde, zehirli maddeler eriyerek deniz suyuna geçerler ve geride reçine bakiyesi kalır. Bu tipe kontak tip de denir. Zira burada boya filmi içinde bulunan zehirli maddeler yüzeye doğru hareket ederek, suyla temas eder ve erirler. Reçineler suya karşı bir miktar geçirgen oldukları için zehirli partikülleri bu yarı geçirgen boya filminden difüzyonla yüzeye hareket eder ve bir partikül eridikten sonra diğeri suyla yüz yüze gelir. Bu kontak tip boya filmi eriyen cins boyaya göre çok daha fazla zehirli madde içerir. Bu tip zehirli boyalar daha uzun ömürlüdür.

Vinil - rosin zehirli boyalar: Bu boyalar erimeyen matrisk, konlakt tip boyaların tipik örneğidir. P-121 vinil esaslı antifbuling boya bu şartnameye uygundur. Vinil reçine yerine klor küçüklü reçine kullanarak, aynı tip zehirli boya imal edilebilir. Bu boyalar, ılıman iklimlerde 12-20 ay süreyle koruma yapabilir.

Eriyen matriks zehirli boyalar: Bu boyalarda zehirli madde ve reçine beraberce erir. Matriks mekanik aşınma, bazı durumlarda da biyolojik mekanizmayla erir. Bu cins boyaların tipik örnekleri rosin-balık yağı ve rosin- katran boyalarıdır.

Self- Polishing Zehirli Boyalar: 1980 yıllarından itibaren yeni jenerasyon antifouling boyalar geliştirilmeye başlandı. Bu boyalarda zehirli maddeler boya reçinesine kimyasal olarak bağlanarak yeni polimer maddeler imal edildi. Bu yeni polimerler deniz suyu ile temasa geldiğinde, kimyasal hidroliz sonucunda boya filmindeki zehirli maddeler açığa çıkarak, yüzeyden homojen olarak erimekte ve böceklenmeye mani olmaktadır.

Bu boyaların en önemli avantajlarından biri, boya filminin homojen erimesi sonucunda zehirli madde miktarının daima aynı kalabilmesi ve etkinliğini sürdürebilmesi ve yüzeyin düzgün kalmasıdır.

Sürtünme direnci minimum olup büyük yakıt tasarrufu sağlanmaktadır. İkinci büyük avantajı ise; boya film kalınlığının, erime hızı ile direkt orantılı olması ve boyanın uzun ömürlü olmasıdır.

Bu avantajlara rağmen, bu boyaların kullanılmasında dikkat edilecek bazı noktalar vardır. Bunlar, aşağıda sıralanmıştır:

- Kullanılan polimer maddeler kimyasal bakımdan farklı olup, usda erime hızları değişiktir. Bu hız, geminin limanda bekleme süresi ve süratiyle de direk olarak orantılıdır. Bu bakımdan SP antıfouling boyanın seçiminde teknenin sürati dikkate alınmalıdır.

- Bu boyalar pahalı boyalar olup, daha ziyade havuzlanmaları zor ve boyadan 24 aydan fazla ömür beklenildiği zaman tercih edilmeleri daha uygundur.

- Geminin süratine ve limanda bekleme süresine göre boyanın fonksiyonun değişeceği daha önce belirtilmiştir. Değişik şartlara göre ayrı formülasyonda boya imal edilmesi mümkün olmakla birlikte, boya üniversal tipte, değişik şartlara cevap verebilen tek tip SP antıfouling boya üretilmektedir. Ancak, boyanın tatbikatından alınacak sonuçlara göre, değişik tip gemiler için ayrı formülasyonda boya imalatı her zaman mümkündür. SP antıfouling boyaları vinil ve epoksil antikorozif alt kat boyalar ile uyumlu olup bunların üzerine boya talimatına dikkat edilerek tatbik edilebilir.

2.5. Gemi Kısımlarının Boyası

2.5.1. Balast Tanklarının Boyası

Bir geminin ömrü büyük ölçüde balast tanklarındaki problemlerden etkilenir. Balast tanklarında uzun bir kullanım ömrü gerçekleştirmek için, balast tankları inşa aşamasından başlayarak ideal bir şekilde yüksek kaliteli bir sistem tarafından korunmalıdır. Teslimat sonrasında bir kontrol ve bakım planı yapılmalı ve herhangi bir hasar saptandığı takdirde uygun boya ile onarılmalıdır. Bu şekilde büyük problemlerin çıkması sürekli olarak engellenebilir. En doğru ve optimum balast tank boya sistemi her geminin özelliğine ve operasyon parametrelerine göre yapılandırılır.

Kargo sıcaklığı (minimum - maksimum), seyir hattı, bakım çizelgesi, beklenen hizmet ömrü başlıca parametrelerdir. Balast tankları bir gemide boyanan alanların %50'sinden fazlasını oluşturur. Gemi seyirdeyken balast tanklarının büyük bölümü erişim dışı olacağından, yüzey hazırlığı kalitesi ve boya uygulaması üst düzeyde önem taşır.

2.5.2.Ambar Boyası

Ambar boyaları sadece yüksek dayanım özelliklerine sahip olmamalı, ayrıca modern yüklerin kimyevi ve aşındırma etkilerine karşı da direnç göstermelidir.

Optimum boya sistemini seçerken gelecekteki operasyon koşulları da tam anlamıyla dikkate alınmalıdır. Bazı yükler katı hâlde olduklarından son derece aşındırıcı etkilerde bulunabilirler. Hurda demir ve demir cevheri paletleri bu tür yüklerin klasik örnekleridir. Kömür, eğer seyir esansında sülfürik asit oluşturursa son derece korozif bir yük hâline gelir.

Sonuç olarak, boyama sisteminde aşınmaya karşı direnç, kimyevi direnç ve ısıya karşı direnç, bulunması gereken önemli özelliklerdir. Ayrıca, hububat taşınması sırasında boya sisteminin sağlığa zararlı maddeler içermediğini belirleyen sertifika gereklidir. Boyanın temizlenmesi kolayca gerçekleşmelidir. Temizlik, ambar açık renkte bir boya ile boyanmışsa en kolay şekilde olur. Son olarak, yükleme ve boşaltma işlemleri çeliğin son derece yoğun bir şekilde deforme olmasına yol açabilir ve boya sistemi bu sebeplere dayanarak aşınmaya karşı en yüksek korumayı sağlayacak tutunma özelliklerine ve esnekliğe sahip olmalıdır.

2.5.3.Kargo Tank Boyası

Kimyasal yüklerin taşınmasında kullanılan kargo tanklarının boya uygulaması iki amaçla yapılır:

- Yükü, daha önce taşınan yükün kirliliğinden korumak
- Kargo tank sacını, korozif kimyasallara karşı korumak

Bu iki amaç, kargo tank boyasının taşınan ve taşınacak olan yüklere karşı dayanıklı olmasını gerektirir. Neticede, kargo tank boyasını seçerken karar verdiren faktör, tankların hangi amaçla ve nasıl kullanılacağı, ileride hangi yüklerin taşınacağıdır.

2.6. Korozyon

Deniz suyu en büyük hacimli elektrolit olup dünya yüzeyinin büyük kısmını kaplamaktadır. Genel olarak üniform bileşime sahiptir. Gemi teknesi, düşük dirence sahip bu elektrolit içinde yüzdüğünden ve oksijen ile atmosferik reaksiyonlara maruz kaldığından korozyon için mükemmel bir ortam teşkil eder.

Çelik, deniz suyunda korozyona uğrayarak demir iyonları haline geçer. Bunların oksitlenmesi hâlinde pas teşekkül eder ki bütün yüzeyi kaplayan bu pas korozyonun ilerleme hızını azaltıcı rol oynar. Korozyon, metalin çeşitli yerlerinde değişen elektrik potansiyellerin tesiri altında elektrokimyasal yolla meydana gelir.

Farklı elektrik potansiyel çeşitli nedenlerden oluşabilir.

- Metallerin kristal yapılarının farklı olmasından
- Kaynak, perçin, bükme gibi işlemler sonucu metal içinde streslerin meydana gelmesinden
- Metal yüzeyler arasındaki farklardan
- Deniz suyu bileşimleri arasındaki farklardan

Bu faktörlerden birinin bulunması hâlinde elektrik akımı, farklı potansiyellerdeki sahalar arasında akar ve metalik iyonlar anodik sahada çözelti içine, pozitif iyonlar da katodik sahada toplanırlar.

Gemi teknelerinde korozyon meydana gelmesi bazı faktörlere bağlıdır:

- **Teknede Ayrı Cins Metallerin Bir Arada Bulunması**

Her ne kadar tekne çelik saclardan imal edilmekte ise de modern gemilerin çoğunda paslanmaz metaller kullanılmaktadır. Bronz pervaneler, yangın hortumu, demir olmayan zırhla kaplı kablo, krom kaplı sirenler bunların bazı tipik örnekleridir. Tekneler, kıç kısımlarında dümen ve pervane dâhil çürürler. Böylece sarı bronz çok rastlanan bir metaldir. Bilhassa pervanelerin bronz olması ve yüksek devirle dönerken içinde bulunduğu deniz suyundan aldığı oksijen kendisini katot olarak çalıştırmış olur.

- **Hadde Hışırının Yırtılması**

Çelik levhalar imal edilirken yapışkan bir tabakayla örtülür. Bu tabakanın yırtılmasıyla bu yer sanki bir galvanik bölge hâline gelir. Derin pitting'lerin meydana gelmesi olasıdır.

- **Hasara Uğramış ya da Kötü Boyanmış Yüzeyler**

Metal yüzeydeki boya ve örtücü maddeler metale büyük bir direnç kazandırırlar. Fakat tüm gemi yüzeyinin boyayla istenen şekilde kaplanması zordur. Boyanın kaliteli olmasına rağmen yüzeyin iyi hazırlanmamış olması ya da boyanın kötü sürülmesi durumunda metal, suyla temas eder. Geminin rıhtımlara sürtünmesi, denizde yüzen cisimlerin gemi yüzeyine çarpması sonucunda boya hasara uğrar ve dökülür.

- **İç ve Dış Kuvvetler**

İç ve dış kuvvetlerin korozyon üzerindeki tesirleri önemlidir. Perçin delikleri civarı ciddi bir kuvvet konsantrasyonuna maruzdur. Bilhassa perçinlenen sac levhaların ince olması tesiri çoğaltır.

- **Bakteriler**

Teknenin bakteri tarafından korozyona uğraması pasın altında meydana gelir. Bakterilerin bu tesiri ağır olup sonucunda demir sülfit ortaya çıkar. Gemi teknesinde sürülüp de tutmayan boyaların sebebinin tabaka altındaki bakteri faaliyetinden ileri gelme olasılığı vardır.

- **Kaçak Akımlar**

Bu tip korozyon ana problemin özel bir kısmını teşkil eder. Hasar veya aşınma toprak hattı tekneye bağlanmış dış bir enerji kaynağının elektrik akımı vasıtasıyla meydana gelir. Şayet enerji veren elektrik kablosundan çeşitli gemiler cereyan alıyorsa

gemilerin farklı potansiyele sahip olmaları neticesinde deniz içinden bir gemiden bir gemiye elektrik akımı olacaktır. Boya örtüsü çok iyi değilse korozyon başlayacaktır.

- **Su Kesimi Üzeri**

Tekne borda yüzeylerinin korozyona uğraması ender olur. Olması durumunda, önemli bir tehlike meydana gelir. Güverteler korozyona sebep olacak deniz suyuyla devamlı temas halindedir. Zincirler, şamandıralar, denizden alınan tuzlu su ile yıkanırlar.

- **Tekne İçi Sahalar**

Deneyler sonucu ve pratik kullanımda geminin dış tarafının korozyonu tehlike yaratmamıştır. Buna rağmen gemi tankları, sintinesi ve boş kısımlar temiz görülmesine karşılık incelendiğinde çürük oldukları görülmüştür. Değişen postaların, tulanilerin ve diğer parçaların %95 oranında iç korozyonla aşındığı görülmüştür.

- **Sintineler**

Teknenin ağır dinamik yükler altında kısmen homojen olarak dayanabilmesi için omurgada arzaniler, tulaniler, bölmeler mevcuttur. Bunların montajından sonra boyanması oldukça güçtür. Sintinede bakır-nikel karışımı ve çelik olmayan malzemelerden imal edilmiş tulumba valf gibi elemanlar deniz suyuyla temas ettiklerinde korozyona maruz kalabilirler.

- **Bölme ve Boş Yerler**

Su sarnıçlarını yakıt sarnıçlarından, tatlı su depolarını tekneden ayırmaya yarayan kısımlardır. Dar ve derin olurlar. Kontrol edilmezler.

- **Yanına Gidilmeyen Sapa Yerler**

Bu kısımların kontrolü de seyrek yapılır. Ancak bulundukları konstrüksiyonun ağır aşınması sonucu fark edilebilirler. Gemilerde bu kontroller pahalı olur ve zaman kaybına yol açar.

- **Tank Korozyonu**

İçinde yağ bulunduran tanklar diplerinde su ve çamur birikmesi hâlinde korozyona maruz kalır. Oksijen petrol ürünleri içinde çözünerek konsantrasyonu artar. Buharlaşma olmaz.

Tankerler ham madde ya da kömür taşıyan şilepler yüklerini boşalttıktan sonra safra olarak deniz suyu alırlar. Bu tankların içinde koruyucu tabakalar yoktur ve bu da balast tanklarının şiddetli korozyona uğramasına yol açar.

- **Güverte Korozyonu**

Mekaniksel olarak hasara uğrayanlar dışında değişen güvertelerin çoğu korozyon sebebiyle çürümüştür. Güverte üzerinde pek çok bükülmüş parçalar, siperlik, oluk gibi yerler, boyanın kırılması hâlinde korozyona müsait yerlerdir. En büyük problem güverte altı sacının çürümesidir.

- **Karina (Su Altı)**

Tekne üzerinde bir yüzeyin diğerine göre anodik bir fonksiyon göstermesi sonucu elektrolit içinde o yüzeyde korozyon başlar. Korozyonun şiddeti, deniz suyuna karışan metal miktarıyla ve pas olarak toplanan tortu miktarı geçen elektrik akımıyla direk alakalıdır. Gemi karinasının pastan uzak tutulması ekonomik açıdan çok önemlidir. Pas sebebiyle gemi yüzeyinin pürüzlü hale gelmesi aynı zamanda yakıt sarfiyatını artırır.

- **Kıç Sahaları**

Dökme demir pervaneler olumsuz sonuç verir. Pervaneler çelik teknelerde çok çabuk parçalanır. Bronz pervaneler korozyonu daha aşağılara çekebilmiştir. Pervane çevresinde bulunan deniz suyuna karışan hava bu civardaki çalkantıyla beraber korozyon önleyici tedbirleri bozar. Ayrıca kavitasyon ve mekanik aşındırma korozyonu artırıcı etkenlerdir.

Resim 2.3: Gemi sacının korozyonu

2.6.1.Korozyondan Korunma Metotları

Korozyon bir yüzey olayıdır; yani metal ile ortamın temas yeri olan ara yüzeyde oluşur. Metal ile ortamın temas etmediği bölgelerde meydana gelen değişiklikler korozyon olarak nitelendirilemez; fakat metal - ortam ara yüzeyinde oluşan bazı korozyon ürünleri metalik bünyeye yayılarak orada metal - ortam ara yüzeyinden uzak bir bölgede tahribata, örneğin kırılmaya neden olabilirler. Buna örnek olarak asit bir çözeltiye daldırılmış yüksek karbonlu bir çelik yüzeyinde hidrojen iyonunun redüklenmesi yani indirgenmesi ile açığa çıkan hidrojen atomunun metal içine

yayılması ve metal içinde birleşip hidrojen gazı oluşturarak metali çatlatması gösterilebilir.

Korozyon, metal ile ortam arasında ara yüzeyde oluşan bir olay olduğuna göre korozyondan korunma yöntemleri de şunlardır:

- Malzeme yapısını seçmek
- Üretim ve dizayn
- Koruyucu kaplama
- Ortamın değiştirilmesi
- Elektrokimyasal metotlar

- **Malzeme Yapısının Seçimi**

Materyal yapısının seçimi her şeyden önce ekonomik şartlara dayandırılmalıdır.

- Geminin tahmini hayatı ve bakım süresine bağlı kalınarak bir miktar korozyon için verilebilir.
- Metalde istenen kalite minimum harcamayla sağlanmalıdır. Metalin korozyona direncini arttıran bileşenleri veya metalin içindeki safsızlıklar (düzensizlikler) deniz mühendisinden çok metalürjiyi ilgilendirir.

Mümkün olan bazı eklemeler ve etkileri aşağıdaki gibidir:

- Karbon ve düşük alaşımlı çeliğe % 0,2-0,5 bakır eklenmesi korozyon direncini 1,5 ila 3 kat arttırır.
- Paslanmaz çeliğin bileşeni olan krom, nikel ve molibden korozyon direncini çok artırır.
- Alüminyum içindeki demir düzensizlikleri korozyona eğilimi artırır. Tuzlu suda %99.99 saf alüminyum %1 Fe içeren alüminyumdan 20 kere daha dirençlidir.
- Deniz suyu sistemlerinde kullanılan tüm pirinç bileşenlerine çinkonun çözülmesine karşı %0,002-0,006 arsenik eklenmelidir.

- **Dizayn ve Üretim**

Bölgesel korozyonu önlemek için, dizayn ve üretim safhalarında da uyulması gereken bazı kurallar vardır.

Galvanik serilerde birbirlerinden uzak yerleştirilmiş, benzer olmayan metallerin direk teması engellenmelidir.

Örneğin; alüminyum alaşımları, bakır veya alüminyum alaşımları, paslanmaz çelik birbirlerine temas etmemelidir. Bu materyalleri neopren, bitumen, polivinil klorür tabakalarıyla ayırmak veya kaplamayla mümkündür.

- Yarıkların önlenmesi mümkün değilse, aynı bileşikle doldurulmalıdır.
- Suyun hızında ani değişiklikler yapacak dizayn özellikleri önlenmelidir.
- Basınç korozyon çatlaklarına hassas metaller kullanılıyorsa, basınç minimum tutulmalıdır.
- Elektrikli makinelerden oluşan rastgele akımlar önlenmelidir.

- **Koruyucu Kaplama**
  - Korozyona sebep olan ortamdan yüzeylerin uzaklaştırılması(anot ve katot olanları arasında iyon geçişinin durdurulması)
  - Katot koruması
  - Korozyon reaksiyonuna ters etkili reaksiyon oluşturulması

Korunan metale göre, anot korumak için kullanılan metal (yani daha negatif elektrot potansiyeli olan) metal ile kaplama yapılarak katot koruması yapılır.

Ortamda yavaş çözülerek, metal bir yüzeyin belli bir süre korozyonunu önleyen bileşenlerden oluşan boyutlarla koruyucu kaplama yapılabilir. Örneğin, boyalara eklenen çinko kromat, alüminyum veya çelik yüzeyleri korur. Kaplamaların ekonomik yönü de önemlidir. Kaplama maliyeti, tüm boyama maliyetinin %25' ini geçmemelidir.

Bir geminin yüzeyi korozyona göre değişik dış şartlara sahip bölümlere ayrılmalıdır:

- Atmosfere ve tuzlu su spreyine maruz üst yapı
- Sık dalgalara maruz kalan ve böylece bir kuru, bir yaş olan geminin batık gövdesinin üst kısmı
- Tam yükleme ve boşken arada kalan korozyona çok açık kısmı
- Devamlı su altında kalan alan
- İç yapı olarak da korozyon şartları geminin değişik bölümlerine göre değişir:
-
- Yaşam bölgeleri
- Kargo destekleri
- Tank
- Tankerlerin kargo tankları
- Kazan dairesi
- Boşaltma boruları

Değişik bölgelere göre değişik kaplama sistemleri kullanılır. Yüzey boyanmadan önce pürüz, yağ, pas ve diğer düzensizliklerden temizlenmelidir. Yüzeyler inşa edilmeden önce parlatılmalı ve ön boyama yapılmalıdır. Bu, ana boyamaya kadar, gemi inşa edilirken geçen sürede paslanmayı önlemek içindir. Ön boyama, ince tabaka hâlinde, yüksek korozyon dirençli, çabuk koruyan, kaynak yapımına zararsız, zehirsiz ve tüm ana boyalarla uyumlu olmalıdır.

Organik ve inorganik ön boyalar vardır. İnorganik çinko en iyisi sayılır.

- **Boyalı Yüzeylerde Korozyon**

Boyalı yüzeylerin atmosferik ortamda korozyonu: Atmosferik ortamda boyaların korozyonuna neden olan temel iki madde su ve oksijendir. Su ve oksijenin zamanla boya filminden sızarak veya bir delik veya çentikten geçerek yüzeye ulaşması ile korozyon başlar.

Sistemdeki anodik reaksiyon demirin çözünmesidir.
Anot: Fe => Fe+2 + 2 e- (1)

Sistemdeki katodik reaksiyon ise oksijen reaksiyonudur.
Katot: O2 + 2H2O + 4 e- => 4 OH- (2)

Daha sonra Fe+2 iyonları OH- iyonları ile birleşerek pası oluştururlar.
Fe+2 + 2OH- => Fe(OH)2 (3)
4Fe(OH)2 + O2 => 2Fe2O3H2O + H2O (4)

Tüm reaksiyonları toplarsak,
4Fe + 2H2O + 3O => 2Fe2O3H2O + H2O (Pas) (5)
elde edilir.

Belirli bir pas oluşumundan sonra paslanmamış bölgelere oksijen çok kolay ulaşırken paslı bölgelere ulaşması uzun zaman alır. Böylece "farklı oksijen konsantrasyonu hücresi" oluşur. Bu koşullar altında katodik reaksiyon pasla kaplanmış bölgelerin kenar kısımlarında yani boya çelik ara yüzeyinde oluşmaya başlar, anodik reaksiyon ise paslı bölgede oluşmaya devam eder. Katodik reaksiyonun açığa çıkardığı OH- iyonlarında dolayı çelik/boya ara yüzeyinde yüksek alkali özellikte bir elektrot oluşur ve ortamın pH' ı yükselir. Böylece oluşan alkali şartların en önemli etkisi, boyanın çelik yüzeyi üzerinde tutunmasını sağlayan bağları zayıflatmasıdır. Sonuçta, reaksiyonlar tüm boya filmi boyunca devam eder ve boya filminin tamamen kalkmasına neden olur.

Burada önemli olan husus boya filminin kalması esnasında boyanın korozif ortamdan etkilenmemesidir. Yukarıda belirtildiği gibi alkali özellikteki şartlar sadece boya filmini yüzeye bağlayan bağları bozarak boya sisteminin kalmasına neden olur. Ancak boya filmi kaldıktan sonra çelik yüzeyde pas oluşumu başlar. Katodik reaksiyon ise devamlı olarak boya/çelik ara yüzeyine kayarak devam eder.

- **Boyalı Yüzeylerin Deniz Ortamında Korozyonu**

Boyalı yüzeyler deniz ortamına terk edildiği zaman ortamda su ve oksijenin yanında NaCl de bulunur. Boyaların deniz ortamındaki korozyon davranışlarını incelemek için tuz püskürtme testi geliştirilmiştir. Bu deneyde yapay olarak hazırlanan deniz suyu ise çevrilerek, boyanmış numuneler kapalı sis ortamında belirli sürelerde bekletilir.

Daha sonra numunelerin korozyon davranışları kontrol edilir. Boyaların deniz ortamlarında ve tuz püskürtme testindeki korozyon davranışları birbirine benzer. Bu nedenle tuz püskürtme testi korozyona dayançlı boya seçiminde oldukça kullanışlı bir metottur. Üzerine çentik açılmış bir boyalı numune deniz ortamına veya sürekli tuz sisine terk edildiği zaman, atmosferik korozyonda olduğu gibi anodik reaksiyon çelik üzerinde, katodik reaksiyon da boya filmi altında oluşur.

Anot: Fe+2 => Fe + 2 e- (6)
Katot: 2 e- + 1/2 O2 + 2H2O => 2 OH- (7)

Daha sonra NaCl ayrışarak Na+ iyonları katot, Cl- iyonları ise anot tarafından çekilirler.

NaCl => Na+ + Cl- (8)
Anotta Fe+2 iyonları Cl- iyonları şu reaksiyona girerler.
Fe+2 + 2Cl- => FeCl2 (9)
Fe+3 + 3Cl- => FeCl3 (10)
Oluşan FeCl2 ve FeCl3 hidrolizle ayrışarak hidrolik asit oluştururlar.
FeCl2 + 2H2O => Fe(OH)2 + 2HCl (11)
FeCl3 + 2H2O => Fe(OH)3 + 3HCl (12)
Ayrıca Fe(OH)2 tekrar asitleşerek Fe(OH)3' e dönüşür.
Fe(OH)2 + 1/2 H2O + 1/4 O2 => Fe(OH)3

Fe(OH)3 pas olarak çökelirken, (11) ve (12) numaralı reaksiyonlar sonucu açığa çıkan HCl toplanarak ortamın pH' ını 1 civarına düşürür ve bu durum korozyon hızının artmasına neden olur.

Katotta ise, Na+ iyonları OH- iyonları birleşirler:
Na+ + OH- => NaOH

Oluşan NaOH katot bölgelerindeki bazikliği artırır. Yüksek alkali özellikteki şartlar, boyaların atmosferik korozyonunda olduğu gibi boya tabakasını çelik yüzeye bağlayan bağları bozar ve boya tabakasının kalkmasına neden olur.

Tuz püskürtme testinde korozyon bölgesindeki asit ve bazik özellikteki anodik ve katodik bölgeler birbirlerine oldukça yakındır ve bu yakınlık korozyon ilerledikçe artar. Bu nedenle korozyon sadece anot bölgesinde değil tüm yüzey boyunca ilerler ve pas oluşumu hızlı bir şekilde yaygınlaşır. Boyalı yüzeylerin atmosferik ve deniz ortamlarındaki korozyonu katodik reaksiyon sonucu oluşan OH- iyonlarının veya NaOH' ın ortamın bazikliğini artırması ve bunun sonucu olarak boya filmini çelik yüzeye bağlayan bağların bozulması ile meydana gelir. Bu nedenle, çelik yüzeye iki kat (astar) olarak uygulanan boya bağlayıcının alkali şartlara karşı gösterdiği direnç, boyanın korozyon direnci açısından son derece önemlidir.

- **Ortamın Değiştirilmesi**

Ortamda yapılacak değişiklikler şunlardır:

- Sıcaklığı azaltmak
- Hızı azaltmak
- Oksijen veya oksitleyici vasıtaları ortadan kaldırmak
- Konsantrasyonu değiştirmek

Birçok durumda bu değişiklikler korozyonun önemli ölçüde azalmasını sağlayabilir, fakat değişiklik dikkatle uygulanmalıdır.

Sıcaklığı azaltmak: Bu işlem genellikle korozyon hızının azalmasına sebep olur. Ancak bazı şartlar altında temperatür değişmeleri korozyon hızı üzerine az tesir eder. Diğer bazı durumlarda ise temperatürün artması korozyonu azaltır. Bu olay, sıcak tatlı ve tuzlu su kaynama noktasına yükseldiğinde olur. Korozyonun az olması temperatür artışı ile oksijen çözünürlüğünün azalmasının bir sonucudur. Bu yüzden kaynayan deniz suyu, sıcak deniz suyundan daha az koroziftir.

Hızı azaltmak: Korozyon kontrolünde pratik bir metot olarak sık sık kullanılır. Hız genellikle korozyonu, bazı istisnalar hariç artırır. Paslanmaz çelik gibi pasifleşen metal ve alaşımlar, akış hâlindeki ortamlardan genellikle daha iyi bir direnç gösterir. Çok yüksek hızlar mümkünse daima önlenmelidir, çünkü erozyon korozyonuna yol açar.

Oksijen veya oksitleyici vasıtaları ortadan kaldırmak: Bu çok eski bir korozyon kontrol tekniğidir. Kazan besleme suyu çelik parçalarının büyük bir kütlesi içinden geçirilerek, çözünmüş oksijen miktarı azaltılır. Bugün bu işlem vakumla inert gaz püskürtmekle veya oksijenle reaksiyona girebilecek bir madde ilavesiyle yapılmaktadır. Üretimi veya depolanması sırasında çelikle temas eden hidroklorik asit bir oksitleyici madde olarak FeCl3 ihtiva eder. Bu saf olmayan asit, piyasada "tuz ruhu" diye bilinir. Bu asit nikel-molibden alaşımları (Hastellay B, Chlorimet 2) hızla korozyona uğratır, hâlbuki bu materyaller saf HCl' e mükemmel direnç gösterirler.

Konsantrasyonu değiştirmek: Korozif unsurun konsantrasyonunu azaltmak umumiyetle etkilidir. Birçok proseste korozif unsurun mevcudiyeti tesadüfîdir. Mesela nükleer reaktörlerle soğutma suyunun korozif etkisi klorür iyonlarını ekline etmekle azaltılır. Sülfürik ve fosforik asit gibi birçok asitler fazla yüksek olmayan sıcaklıklarda yüksek konsantrasyonlarda oldukları zaman hemen hemen inerttirler. Demek ki asit konsantrasyonunu artırmakla korozyon azaltılabilir.

- **Elektrokimyasal Metotlar**

Denizel ortamdaki metalik yapıların çok büyük bir bölümü çelikten yapılmış olanlardır. Bu yapıların denizin korozif etkisinden korunmalarında temelde iki prensip yatmaktadır. Bunlardan birincisi metal yüzeyinin denizle ilişkisini yalıtkan bir kaplama yani "boya" ile kesmek; ikincisi ise metalin deniz içinde çözünmesini engelleyecek bir yöntem uygulamak yani onu katodik olarak korumaktır. Günümüzde her iki tip koruma yöntemi daha çok birbirlerini tamamlayacak şekilde beraber kullanılmaktadır. Ancak özel koşullarda yalnız boyama veya yalnız katodik korumanın müstakil uygulamaları da mevcuttur.

- **Katodik Koruma**

Metal yüzeylerinin başka bir metal ile kaplanmadan, yalnız elektriksel davranışı değiştirerek korozyondan korunmasına denir. Başta gemiler, çelik dubalar veya iskele kazıkları gibi deniz veya tatlı sular içindeki metal yapılar ve borular ile yine toprak altındaki benzeri metalik tank, boru gibi malzemelerle sulu ortamlarda çalışan birçok alet ve teçhizat (ısı değiştiriciler) korozyondan bu yöntem ile korunurlar. Katodik

koruma, yüzeyi koruyucu kaplama ile kaplanmamış çıplak çelik yapılara uygulandığı gibi daha çok yüzeyi koruyucu kaplamalarla korunmuş olmasına rağmen kaplamadaki devamsızlıklar altında açığa çıkan metalin korunmasında kullanılır.

Katodik korumanın prensibi korunacak metalik yapının (genelde çelik) kendisinden daha aktif bir başka metalle irtibatlandırarak çözünmesinin durdurulması ve yerine aktif metalin çözündürülmesine dayanır. Aktif metalin çözünürken açığa çıkan elektronlarını metal harcar; yani yüzeyinde katodik olay (redüklenme) meydana gelir.

Korunacak metale elektronlar aktif bir metal yerine bir akım kaynağı vasıtasıyla da sağlanabilir. Aktif bir metal ile sağlanan katodik korumaya "harcanabilir anot koruma ", harici bir akım kaynağından yararlanarak gerçekleştirilen katodik korumaya ise "hariçten akım uygulaması ile katodik koruma" denir.

Katodik koruma sulu ortamda ve toprak altında gömülü metalik yapılara uygulanan bir yöntemdir. Aktif bir metalle kaplı bir alt metalin atmosferik koşullarda aktif metal tarafından korunmasının prensibi de katodik korumadır.

Resim 2.4: Katodik koruma

- **Gemilere Katodik Koruma**

Gövdeyi ve bağlantı elemanlarını ve gemi içindeki tankları korumak amacı ile gerçekleştirilir.

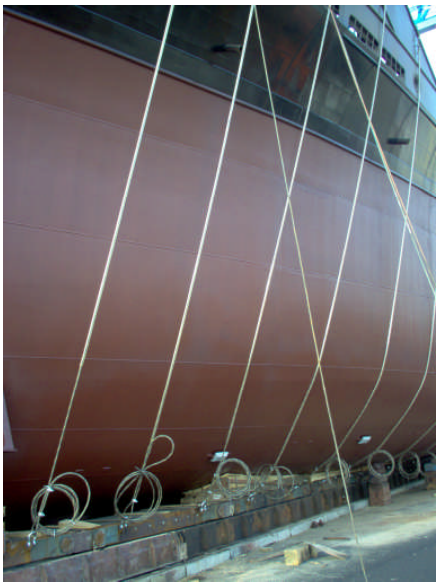
Gemi gövdeleri günümüzde yüksek performanslı boyalarla korunmaktadır. Bu boyaların katodik koruma sırasında oluşan alkali ortama dayanıklı olması gerekmektedir, zira söz konusu ortamın klor iyonu konsantresi oldukça yüksektir. İyi boyanmış yüzeylerin katodik koruma akım ihtiyacı harcanabilir anotlarla koruma yapılması hâlinde yeni gemiler için 5-10 mA/m2 dir. Bu ihtiyaç zamanla ve boya kalitesindeki değişiklik nedeni ile 200 mA/m2 ye çıkabilir. Ortalama akım ihtiyacı 10-30 mA/m2 civarındadır. Örneğin, günümüzde okyanusa çıkan gemiler için 10 mA/m2

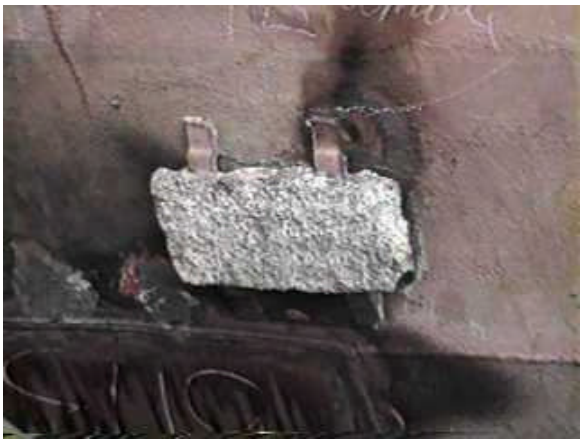
koruma akımı yeterli kabul edilmektedir. Hariçten akım uygulaması ile yapılan katodik korumada ise ıslak bölge akım ihtiyacı 25-35 mA/m2 olarak hesaplanır. Çok iyi kaplanmış yüzeylerde bu ihtiyaç azalabilir.

Genel olarak gemi gövdelerinin kıç kısmındaki koruma akım ihtiyacı ,diğer bölgelere göre daha yüksektir. Kıç kısmındaki şiddetli su hareketi ve değişik metallerin bulunması bunun nedenidir. Gemilerin katodik koruma tasarımında tüm gemi gövdesinin katodik koruma tasarımında tüm gemi gövdesinin katodik olarak korunması dikkate alınabileceği gibi birçok hâlde de yalnız kıç bölgesi katodik olarak korunur, diğer bölümler korunmasız bırakılır. Tüm korunma hâlinde anotların %15-25 'i kıç bölgesine yerleştirilir. Pervanenin gövdeye bağlanması hâlinde çıplak bronz pervane için ayrıca ilave koruma akımına ihtiyaç vardır. Örneğin ticaret gemileri için ilave ortalama değer 500 mA/m2 dir.

Gemilerde tankların dâhili korumalarında yalnız harcanabilir anotlarla koruma yapılır. Emniyet açısından ise hem magnezyum anotlarla hem de hariçten akım uygulaması ile koruma yapılmamaktadır. En büyük tehlike katodik koruma sırasında açığa çıkan gazların magnezyum veya koruyucu akımdan çıkacak kıvılcım ile ateşlenerek patlamasıdır.

Periyodik olarak doldurulup boşaltılan tankların kısa zamanda koruyucu filmle kaplanması için genelde tankların koruma akım yoğunlukları yüksektir.





Resim 2.5: Gemilerde katodik koruma

2.7. Dümen Yelpaze Tutyası

Tutyalama gemilerde suyla sürtünmenin olduğu su hattının altında kalan ıslak kesimle, farklı metallerin birbirine yakın bulunduğu (pervane, sternthruster, dümen vb.) yerlerde yapılır. Genelde gemilerin ana imalat metali çelik olduğundan alüminyum ve çinko alaşımlı tutyalar (anodlar) kullanılır.

Gemi dümenlerinin deniz suyu ile temas eden yüzeyleri deniz suyunun şiddetli korozif etkisi nedeniyle kısa sürede korozyona uğrar. Boya uygulanarak korozyon hızı azaltılabilir. Deniz suyu etkisi ile en uygun boyalar bile birkaç yıldan fazla dayanamaz.

Resim 2.6: Dümen yelpazesi tutyası

2.8. Tutyalama Standartları

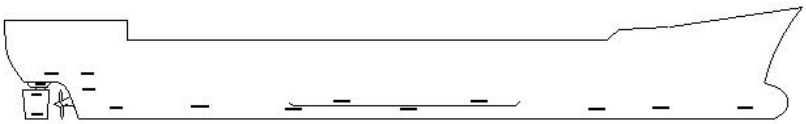
Tanklara tutyaların yerleştirilmesi gerekli koruyucu akım yoğunluğunun tüm alanda elde edilebilmesi sağlanacak şekilde yapılacaktır.

Tutyaların adedi ve büyüklüğü yapısal dizaynlarına ve hesaplanmış akım değerlerine bağlıdır. Tutya planının hazırlanmasında hesaplar için akım değerleri dikkate alınmalıdır.

Aşağıda belirtilen koşullarda tutya sayısının artırılması gerekli olabilir:

- Tutyalar tarafından etkin şekilde korunan alanların sınırlanmasına neden olan sıklıkla düşük dolum yüzeyleri oluşması
- Tankın belirli bölgelerinde iç yapının, etkin akımı azaltması
- Örneğin paslanmaz çelik gibi daha değerli malzemelerin korunması için artırılmış akım yoğunlukları

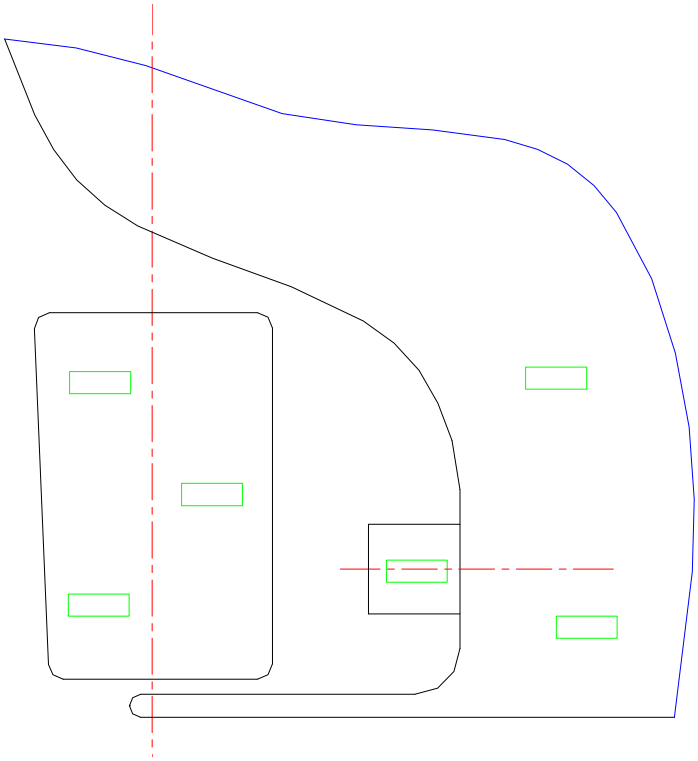
Bir genelleme yapmak gerekirse gemilerde korozyonun diğer kısımlara göre daha yüksek olduğu kıç tarafına daha fazla tutya yerleştirilir bu da yaklaşık olarak gemi için kullanılacak tutya adedinin %20 ile %25' ini kapsar. Ayrıca double bottom ve yan tankların içerisine tutya yerleştirilirken tutyaların boru alıcılarının çevresine ya da yakınlarına yerleştirilmesine özen gösterilir bunun nedeni ise tanklarda korozyonun ilk başladığı ve hızla ilerlediği yerin boru alıcı ağızları olmasıdır.



Şekil 2.1: Tutya yerleşim planı

UYGULAMA FAALİYETİ

Bu öğrenme faaliyetindeki uygulama işleminde tutya planına göre dümen tutyalarını yerleştiriniz. Aşağıdaki işlem basamaklarını takip ediniz



İşlem Basamakları	Öneriler
➢ Dümen ve şaft kısmında kullanılacak tutyaları seçiniz.	➢ Klas standartlarından seçim yapınız.
➢ Tutyanın malzeme seçimini yapınız.	➢ Tutya malzeme özelliklerini inceleyiniz.
➢ Resimde belirtilen yerlere tutyaların kaynağını yapınız.	➢ Tutya malzemesine göre kaynak tipini seçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

OBJEKTİF TEST (ÖLÇME SORULARI)

Öğrenme faaliyetinde edindiğiniz bilgileri ölçmeye yönelik Doğru-Yanlış tipi sorular hazırlanmıştır. Bu soruları kendinize uygulayınız.

1. ( )Deniz boyalarının görevi, gemi, liman tesisleri, yüzer havuzlar platformlar vs. gibi çelikten mamul yapılan deniz suyunun korozif etkisinden korumamaktır.

2. ( )Ambar boyaları sadece yüksek dayanım özelliklerine sahip olmamalı, ayrıca modern yüklerin kimyevi ve aşındırma etkilerine karşı da direnç göstermelidir.

3. ( )Karinada kullanılan boyaların, katodik korumaya uygun olması ve bakır ihtiva eden zehirli boyalardan da bakır çelik metal yüzeyden izole etmesi beklenir.

4. ( )Metal yüzeylerinin başka bir metal ile kaplanmadan, yalnız elektriksel davranışı değiştirerek korozyondan korunmasına katodik koruma denir.

5. ( )Tutyalama gemilerde suyla sürtünmenin olduğu su hattının altında kalan ıslak kesimle, farklı metallerin birbirine yakın bulunduğu (pervane, sternthruster, dümen vb.) yerlerde yapılır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Cevap anahtarları modülün sonunda verilmiştir. Doğru cevap sayınızı belirleyerek kendinizi değerlendiriniz. Yanlış cevapladığınız konularla ilgili öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız.

Cevaplarınızın hepsi doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçebilirsiniz.

UYGULAMALI TEST

Yaptığınız uygulamayı değerlendirme ölçeğine göre değerlendirerek, eksik veya hatalı gördüğünüz davranışları tamamlayınız.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		Evet	Hayır
İşlem Basamakları			
1	Dümen ve şaft kısmında kullanılacak tutyaları seçtiniz mi?		
2	Tutyanın malzeme seçimini yaptınız mı?		
3	Resimde belirtilen yerlere tutyaların kaynağını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonunda hayır şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Eksikliklerinizi araştırarak ya da öğretmeninizden yardım alarak tamamlayabilirsiniz.

Cevaplarınızın tamamı **Evet** ise bir sonraki faaliyete geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

PERFORMANS TESTİ (YETERLİK ÖLÇME)

Modül ile kazandığınız yeterliği aşağıdaki ölçütlere göre değerlendiriniz.

DEĞERLENDİRME ÖLÇÜTLERİ		**Evet**	**Hayır**
İşlem Basamakları			
1	Halat tamburu imalatını yapmayı öğrendiniz mi?		
	Resimde verilen numaralara göre dümen yelpazesi malzemeyi markaladınız mı?		
2	Dümen yelpazesinin malzemesini kestiniz mi?		
3	Kestiğiniz dümen yelpaze malzemelerine poz numarası verdiniz mi?		
4	Hazırladığınız malzemeleri tek tek montajda üzerine gelecek diğer parçaların yerini markaladınız ve gelecek malzemenin poz numarasını yazdınız mı?		
	Kesitlerin aralarına uygun numaradaki boyuna elemanları yerleştirdiniz mi?		
	Oluşturmuş olduğunuz konstrüksiyonun dış sacını kapladınız mı?		
	Dümen ve şaft kısmında kullanılacak tutyaları seçtiniz mi?		
	Tutyanın malzeme seçimini yaptınız mı?		
	Resimde belirtilen yerlere tutyaların kaynağını yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Yaptığınız değerlendirme sonucunda eksikleriniz varsa öğrenme faaliyetlerini tekrarlayınız. Modülü tamamladınız, tebrik ederiz.

Öğretmeniniz size çeşitli ölçme araçları uygulayacaktır. Öğretmeninizle iletişime geçiniz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ 1 CEVAP ANAHTARI

1.	**D**
2.	**D**
3.	**D**
4.	**Y**
5.	**Y**

ÖĞRENME FAALİYETİ 2 CEVAP ANAHTARI

1.	**Y**
2.	**D**
3.	**D**
4.	**D**
5.	**D**

KAYNAKÇA

- GÜRDESAN Gemi Mak.San.
- ÖZALP Teoman, **Gemi Yapısı ve Elemanları,** İstanbul, 1977.
- Sedef Tersanesi, İSTANBUL
- ŞİT Adem, **Yayınlanmamış Gemi İnşası Ders Notları,** 2006.
- Türk Loydu Yayınları
- VURAL Bünyamin, **Autocad çizimleri,** 2006.
- YURDAGÜL Atilla, **Yayınlanmamış Gemi İnşası Ders Notları,** 1999.