

# TÜRK LOYDU

## ASKERİ GEMİLERE AİT KURALLAR



**Cilt E**

**Kısım 104 – Sevk Tesisleri**

**2007**

**Kısım 104 – Sevk Tesisleri****Bölüm 1 - Genel Kurallar**

A. Genel .....	1- 1
B. Tanımlar.....	1- 2
C. Onaylanacak Dokümanlar.....	1- 4
D. Ortam Koşulları .....	1- 5
E. Malzemeler .....	1- 11
F. İşletimle İlgili Yakıt ve Tüketim Malzemeleri.....	1- 11
G. Emniyet Donanımı ve Koruma Önlemleri.....	1- 12
H. Beka Kabiliyeti .....	1- 13

**Bölüm 2 - Makina Donanımının Dizayn ve Yapımı**

A. Genel .....	2- 1
B. Parçaların Boyutları .....	2- 1
C. İşletmeye Hazır Olma .....	2- 2
D. Kumanda ve Ayarlama Donanımı .....	2- 3
E. Sevk Donanımı .....	2- 3
F. Döndürme Mekanizmaları .....	2- 6
G. Kullanım ve Bakım Talimatı .....	2- 6
H. Tanıtıcı İşaretler, Tanıtıcı Etiketler .....	2- 6
I. Makina Dairesi Donanımı.....	2- 6
J. Haberleşme ve Sinyal Donanımı.....	2- 7
K. Fazlalıklı Sistemler.....	2- 8

**Bölüm 3 - İçten Yanmalı Makinalar**

A. Genel .....	3- 1
B. Onaylanacak Dokümanlar.....	3- 3
C. Krank Şaftın Dizaynı .....	3- 3
D. Malzemeler .....	3- 5
E. Testler ve Tecrübeler .....	3- 8
F. Emniyet Cihazları.....	3- 13
G. Yardımcı Sistemler.....	3- 17
H. Kumanda Donanımı .....	3- 20
I. Alarm Sistemleri.....	3- 21
J. Makinanın Layna Alınması / Yerleştirilmesi .....	3- 21

**Bölüm 4 - Termik Türbo Makinalar**

A. Genel .....	4- 1
B. Malzemeler .....	4- 2
C. Dizayn ve Yapım Esasları .....	4- 2

D.	Emercensi Çalışma .....	4- 5
E.	Kontrol ve Emniyet Donanımı .....	4- 5
F.	İzleme Donanımı .....	4- 6
G.	Bakım .....	4- 7
H.	Testler .....	4- 7
I.	İşletme Tecrübeleri .....	4- 8

#### **Bölüm 5 - Ana Şaft Donanımı**

A.	Genel .....	5- 1
B.	Malzemeler .....	5- 2
C.	Şaftların Boyutlandırılması .....	5- 2
D.	Dizayn .....	5- 5
E.	Basınç Testleri .....	5- 9
F.	Elyaf Tabakalı Şaftlar için Özel İstekler .....	5- 9

#### **Bölüm 6 - Dişli Donanımları, Kaplinler**

A.	Genel .....	6- 1
B.	Malzemeler .....	6- 1
C.	Dişlinin Yük Taşıma Kapasitesinin Hesabı .....	6- 2
D.	Dişli Şaftları .....	6- 8
E.	Donanım .....	6- 8
F.	Balans Ayarı ve Testler .....	6- 9
G.	Kaplinlerin Dizaynı ve Yapımı .....	6- 10

#### **Bölüm 7 - Pervaneler**

A.	Genel .....	7- 1
B.	Malzemeler .....	7- 2
C.	Pervanelerin Dizaynı ve Boyutlandırılması .....	7- 3
D.	Pervanelerin Yerine Takılması .....	7- 8
E.	Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler .....	7- 9
F.	Balans Ayarı ve Testler .....	7- 11
G.	Dümen Pervane Donanımları .....	7- 11
H.	Yan İtçiler .....	7- 14
I.	Su Jeti ile Sevk Sistemleri .....	7- 15
J.	Sevk Sistemlerinin Özel Şekilleri .....	7- 17
K.	Dinamik Konumlandırma Sistemleri (DP sistemleri) .....	7- 17
L.	Pervanelerin Kavitasyon Gürültüsü .....	7- 19

#### **Bölüm 8 - Burulma Titreşimleri**

A.	Genel .....	8- 1
B.	Burulma Titreşimlerinin Hesabı .....	8- 1
C.	İzin Verilen Burulma Titreşimi Gerilmeleri .....	8- 2
D.	Burulma Titreşimi Ölçümleri .....	8- 5

---

E.	Yasaklanmış Çalışma Alanları .....	8- 5
F.	Yardımcı Makinalar .....	8- 5

**Bölüm 9 - Buz Klaslı Gemiler için Makina Donanımı**

A.	Genel .....	9- 1
B.	B Ek Klas İşareti ile İlgili İstekler .....	9- 1

**Bölüm 10 - Yedek Parçalar**

A.	Genel .....	10- 1
B.	Yedek Parçaların Kapsamı .....	10- 1

**BÖLÜM 1****GENEL KURALLAR****Sayfa**

A.	Genel.....	1- 1
B.	Tanımlar .....	1-2
C.	Onaylanacak Dokümanlar.....	1- 4
D.	Ortam Koşulları.....	1- 5
E.	Malzemeler.....	1-11
F.	İşletimle İlgili Yakıt ve Tüketim Malzemeleri.....	1-11
G.	Emniyet Donanımı ve Koruma Önlemleri.....	1-12
H.	Beka Kabiliyeti.....	1-13

**A. Genel**

1. Buradaki kurallar, askeri faaliyetlerde, kullanımı öngörülen su üstü gemileri ve teknelerinin sevk tesislerine uygulanır.

Aşağıda belirtilen sevk tesisi tipleri, bu kurallara dahil edilmemiştir:

- Nükleer güç tesisleri,
- Yakıt pili teknolojilerini kullanan tesisler (1),
- Ana sevk için kullanılan buhar kazanları,
- Buhar türbinleri,
- Krosetli düşük devirli dizel makineler,
- İki stroklu, ters çevrilir dizel makineler,
- Ağır yakıt ve bunun ön işlemleriyle çalışan tesisler.

Ancak, askeri bir projenin genel kavramıyla ilgili olan durumlarda, yukarıda verilen tipteki tesisler, başvuru halinde, dizayn incelemelerine ve klaslanmaya dahil edilebilir.

(1) *Yakıt pili teknolojisi ile üretilecek yardımcı güç için, TL'nun "Gemilerde Yakıt Pili Sistemlerinin Kullanımı ile İlgili Esaslar" kurallarına bakınız.*

2. Ayrıntılı olarak aşağıda belirtilmiş bulunan makina ve donanımdan ayrı olarak, geminin ve mürettebatının emniyeti nedeniyle gerekli görülen diğer makina ve donanıma da uygulanır.

3. Eşdeğer olduğu onaylanmış olması koşuluyla, bu kurallardan farklı olan dizaynlar da onaylanabilir.

4. Alışılmışın dışındaki prensiplere göre geliştirilmiş ve/veya gemilerde henüz yeteri kadar denenmemiş makina donanımı için, TL'nun özel onayı gereklidir.

Bu durumda, TL'nun ilave dokümanları ve özel tecrübelerin yapılmasını isteme hakkı saklıdır. Bu makineler, ana klas işaretlerine ek olarak **EXP** ek klas işareti ile markalanabilir.

5. TL, yeni buluşların ve işletme tecrübelerinin sonuçları nedeniyle, tüm makina tipleri için, kaçınılmaz duruma gelen ek isteklerde bulunma veya mevcut kurallardan sapma hakkını saklı tutar.

**6. Diğer Kurallara ve Standartlara Atıflar**

6.1 Sevk tesisleri ve çalıştırma araçları ile ilgili isteklerin bu kurallarda yer almaması durumunda, diğer kuralların ve standartların uygulanması gereklidir.

6.2 Askeri savaş gemilerine uygulanabildiği ölçüde, "Denizde Can Emniyeti Uluslararası Antlaşması

1974/1978” (SOLAS) ve değişimlerindeki kurallar, buradaki kurallarda dikkate alınmıştır. Uygulamanın kesin kapsamı, Askeri Otorite ve tersane tarafından yapım şartnamesinde belirtilmelidir.

Buradaki kurallar, ayrıca “Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Antlaşması 1973” ve ilgili 1978 protokolü (MARPOL 73/78)’nün hükümlerine de uygundur.

**6.3** NATO üyesi ülkelere ait gemiler için, (STANAG) standartları dikkate alınmalıdır.

**6.4** Buradaki kurallara ilave olarak; ulusal kurallar, uluslararası standartlar ve yapım şartnamesindeki özel tanımlar, geminin görev açıklamasında dikkate alınmalıdır. Bu kurallar, TL kurallarından etkilenmezler.

## 7. Dizayn

Sevk tesisinin dizaynında, aşağıdaki koşullar sağlanmalıdır:

**7.1** Askeri geminin çalışması, gemide öngörülen alışlagelmiş koşullar ile muharebe, savaş seyri, barış seyri ve barışta limanda hazır olma koşullarında tüm sistemlerin çalışması her zaman sağlanacaktır.

**7.2** Güç dağıtım şebekesi, şebeke arızası halinde işletim sağlanacak şekilde dizayn edilecektir.

**7.3** Emniyet için gerekli olan belirli sistemlerin ve donanımın çalışması, belirlenen emercensi koşullarda garanti edilecektir.

**7.4** Sevk tesisinin çalışması nedeniyle mürettebat ve gemi için oluşacak tehlikeler en aza indirilecektir.

**7.5** Açık ve basit olarak düzenlenen işletim yöntemleri ve tip-onaylı ürünlerin kullanılması suretiyle yüksek çalışma güvenliği elde edecektir.

**7.6** Kısım 101, Klaslama ve Sörveyler, Kısım 102, Tekne Yapısı ve Donanımı, Kısım 105, Elektrik, Kısım 106, Otomasyon ve Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler de belirtilen dizayn, yerleştirme, tesis ve işletim istekleri sağlanmalıdır.

**7.7** Önemli donanımın dizaynında ve işlevlerindeki fazlalıklar vasıtasıyla geminin yüksek beka kabiliyeti derecesine sahip olması sağlanmalıdır.

**7.8** Makina ve donanımının ergonomik dizayn esasları dikkate alınmalıdır.

**7.9** Esas olarak benzer olması planlanan bir askeri gemi sınıfında, farklı uygulamalar kaçınılmaz olursa, bu durum TL’na bildirilecek ve değişimler dokümanite edilecektir.

## B. Tanımlar

### 1 Gemi Hızları

#### 1.1 $v_0$

Mevcut toplam tahrik gücünün sadece sevk sistemine tahsisi halinde, sakin suda, T çektiği su değerinde geminin beklenen yüksek devamlı ileri hızı [kn].

#### 1.2 $v_{maks}$

Mevcut toplam tahrik gücünün sadece sevk sistemine tahsisi halinde, sakin suda, T çektiği su değerinde, geminin beklenen en yüksek ileri hızı [kn].

Bu hız, sadece tanımlanmış nispeten kısa bir süre için izin verilen, bir aşırı yük durumuna karşılık gelir.

#### 1.3 $v_M$

Maksimum seyir yarıçapı sağlayan, geminin beklenen ekonomik, devamlı ileri seyir hızı [kn].

#### 1.4 $v_{min}$

Mevcut toplam tahrik gücünün, teknik olarak mümkün olan minimum güçte etkisi durumunda, sakin suda, T çektiği su değerinde geminin beklenen en düşük ileri hızı [kn].

### 1.5 Çektiği su T

L gemi boyunun ortasında, kaide hattından, geminin ömrü için belirlenen, en derin dizayn su hattına kadar olan düşey uzaklıktır.

## 2. Nominal Tahrik Gücü P

Nominal tahrik gücü [kW]; nominal hızda çalışmada ve mevcut toplam tahrik gücünün sadece sevk sistemine tahsisi halinde, sevk makinası tarafından sağlanacak devamlı güç olarak tanımlanır.

## 3. Yardımcı Elektrik Gücü

Yardımcı elektrik gücü [kVA];  $v_0$  devamlı hızında, doğrudan geminin sevk için kullanılmayan, ancak her türlü yardımcı cihaz ve donanımın tahriki amacıyla kullanılan, devamlı elektrik gücü olarak tanımlanır. Fazlalık derecesi yapım şartnamesinde belirtilecektir.

## 4. Ana Donanım

### 4.1 Temel istekler

Ana donanım, aşağıda belirtilen fonksiyonların sürekliliği için gerekli donanımdır:

- Geminin sevk, manevrası, seyiri ve emniyeti,
- Mürettebatın ve bindirilen birliklerin emniyeti,
- Su dolumu kontrolü, yangınla mücadele, NBC savunma, digavzin, vb. için gerekli olan tüm donanım, makine ve cihazların işlevselliği,
- Askeri geminin birincil görevi için sınırsız kapsamda gerek duyulan tüm donanım, makina ve cihazların işlevselliği.

Ana donanım aşağıdaki şekilde sınıflandırılır:

- 4.2'ye göre birincil ana donanım,
- 4.3'e göre ikincil ana donanım.

### 4.2 Birincil ana donanım

Birincil ana donanım, sevk ve manevrasının devamlılığının sağlanması için ve askeri geminin ana görevi için doğrudan gerekli olan donanımdır.

Bunlar:

- Dümen makinası,
- Kumanda edilebilir piçli pervane sistemleri,
- Sevk ile ilgili ana ve yardımcı makineler ve türbinlerin dolgu havası bloverleri, yakıt besleme pompaları, yakıt buster pompaları, yakıt valfi soğutma pompaları, yağlama yağı pompaları, soğutma suyu pompaları.
- Birincil ana donanımı besleyen donanımda buharın kullanıldığı hallerde, geminin yardımcı kazanlarının cebri üflemlerli fanları, besleme suyu pompaları, sirkülasyon pompaları, vakum pompaları ve kondens pompaları.
- Birincil ana donanımı besleyen donanımda buharın kullanıldığı hallerde, geminin yardımcı buhar kazanlarının brülörleri.
- Sevk ve manevrayı sağlayan tek donanım olması halinde, azimuth sistemleri, bunların yağlama yağı ve soğutma suyu pompaları.
- İçten yanmalı makinalı ve gaz türbinli ana sevk tesisi, dişliler, ana şaft sistemi, pervaneler.
- Birincil ana donanımı besleyen elektrik jeneratör üniteleri ve ilgili güç kaynakları.
- Birincil ana donanım ile ilgili pompalar.
- Silah sistemleri (effektörler)

### 4.3 İkincil ana donanım

İkincil ana donanım; geminin ve mürettebatın emniyeti için gerekli olan, kısa bir süre için devreden çıkarıldıkları zaman askeri geminin sevkine, manevrasına ve ana görevi için gerekli olan donanımına etki etmeyen donanımdır.

Bunlar:

- Demir ırgatları ve kapstanlar,
- Yardımcı donanım ise, Azimuth iticiler,
- Yakıt transfer pompaları ve yakıt arıtma donanımı,
- Yağlama yağı transfer pompaları ve yağlama yağı arıtma donanımı,
- Çalıştırma ve kontrol havası kompresörleri,
- Ana makina döndürme donanımı,
- Sintine, balast ve meyil önleyici donanım,
- Yangın pompaları ve diğer yangınla mücadele donanımı,
- Makina ve kazan daireleri için hava fanları,
- Tehlikeli mahalleri, emniyetli bir durumda korumak için gerekli görülen donanım,
- Su geçirmez kapatma düzenleri ile ilgili donanım,
- Yardımcı ve ana makina ilk hareket donanımı,
- İkincil ana donanımı besleyen jeneratör üniteleri (bu donanım 4.2'de belirtilen jeneratörler tarafından beslenmiyor ise),
- İkincil ana donanım ile ilgili hidrolik pompalar,
- Gemideki uçak donanımı elemanları,
- NBC fanları ve pasaj ısıtıcıları,
- Temizleme (arındırma) donanımı.

##### 5. Tali Donanım

Tali donanım, geçici olarak devre dışı kaldıklarında, 4.1'de tanımlanan temel istekleri olumsuz etkilemeyen donanımdır.

##### C. Onaylanacak Dokümanlar

1. Tüm dokümanlar, onaylanmak üzere Türkçe veya İngilizce olarak **TL**'na verilmelidir.

2. Gemi yapımının sürveyi onaylı dokümanlar esas alınarak yapılacaktır. Resimler, onay için gerekli tüm verileri içermelidir. Gerekirse, geminin elemanlarının hesapları ve tanımları da verilecektir. Standart olmayan tüm semboller, bir listede açıklanacaktır. Tüm dokümanlarda, proje no.su, Askeri Otoritenin ve/veya Tersanenin adı yer almalıdır.

Resimler ve dokümanlarda, bu bölümde belirtilen isteklerin karşılanmış olduğunun kanıtlanması için yeterli açıklamalar yer almalıdır.

3. Destekleyici hesaplarda, atıfta bulunulan dokümanlarla ilgili gereken bilgiler yer alacaktır. Hesaplalarda kullanılan literatür verilecek, önemli fakat genelde bilinmeyen kaynakların kopyası eklenecektir.

Bilgisayar programlarının seçimi serbesttir. Programlar **TL** tarafından önceden belirlenmiş test örnekleri ile karşılaştırılarak kontrol edilebilir. Ancak, programlar için **TL** tarafından genel olarak geçerli bir onay verilmez.

Hesaplamalar; tüm hesap aşamalarının kolay bir şekilde belirlenmesine ve kontrol edilmesine olanak verecek tarzda derlenmelidir. Elle yazılmış, kolay okunabilir dokümanlar kabul edilir.

Çıkış verilerinin büyük çoğunluğu, grafik formda sunulacaktır. Hesaplardan elde edilen ana sonuçlara ait yazılı yorumlar verilecektir.

4. Gerekli dokümanların bir özeti, Kısım 101, Klaslama ve Sürveyler, Tablo 4.1'de verilmiştir. Diğer ayrıntılar, bu kısımda ilgili bölümlerde belirtilmiştir.

5. Eğer askeri geminin değerlendirilmesi için, verilen dokümanların yetersizliği söz konusu ise, **TL**'nin ilave isteme hakkı saklıdır. Bu husus, özellikle yeni gelişmelerle ilgili olan ve/veya gemide yeterince test edilmemiş olan tesisler ve donanım için geçerlidir.



6. Üretimin veya gemiye montajın başlangıcında onaylı kopyaların sömreye verilmesini sağlamak üzere, resimler üç kopya olarak, tüm hesaplar ve destekleyici dokümanlar bir kopya olarak, yeteri kadar önceden TL'na verilecektir.

7. Verilen dokümanlar TL tarafından onaylandıktan sonra, işin yapılması yönünden bağlayıcı olacaktır. Daha sonra yapılacak değişimler ve ilaveler için, başlanılmadan önce TL'nun onayı alınmalıdır.

8. Askeri geminin kabulünde veya sevk tesisinde önemli değişimler veya ilaveler yapılması halinde, çeşitli bölümlerde belirtilen onaylama kapsamındaki resimler, sistemlerin son durumunu göstermek koşuluyla gemiye verilmelidir.

Her dokümanda gemi adı, tersanenin inşa numarası ve hazırlanma tarihi yer almalıdır.

## D. Ortam Koşulları

### 1. Genel Çalışma Koşulları

1.1 Gemi yapısının ve gemideki tüm makinaların seçimi, yerleşimi ve düzenlenmesi, tanımlanan standart ortam koşullarında, aksaksız ve sürekli bir çalışmayı güvenle sağlayacak şekilde olmalıdır.

AC1 ek klas işareti için daha katı istekler dikkate alınmalıdır (Kısım 101, Klaslama ve Sörveyler, Bölüm 2, C.'ye bakınız).

ACS ek klas işareti için, askeri gemilerin alışlagelmişin dışındaki tipleri ve/veya görevleri ile ilgili değişken istekler, her durum için tartışılabilir, ancak, standart isteklerden daha alt seviyede olamaz.

AC1 veya ACS ek klas işareti ile ilgili koşullara uygun olan makina mahallerindeki veya diğer mahallerdeki bileşenler, TL tarafından onaylanmalıdır.

### 1.2 Geminin meyilleri ve hareketleri

Askeri bir geminin statik ve dinamik meyilleri ile ilgili dizayn koşulları, birbirinden bağımsız olarak kabul

edilmelidir. Standart istekler ve AC1 ek klas işareti ile ilgili istekler Tablo 1.1'de verilmiştir.

Tekne elemanlarının elastik deformasyonlarının makina tesisleri üzerindeki etkileri göz önüne alınmalıdır.

### 1.3 Çevresel koşullar

Standart istekler ve AC1 ek klas işareti ile ilgili istekler Tablo 1.2'de verilmiştir.

## 2. Titreşimler

### 2.1 Genel

2.1.1 Makinalar, cihazlar ve geminin tekne yapısı elemanları, genel olarak titreşim zorlamalarının etkisindedir. Her durumda, dizayn, yapım ve yerleştirme bu gerilmeler göz önünde bulundurularak yapılmalıdır.

Her bir elemanın aksaksız olarak devamlı çalışması, titreşim gerilmeleri nedeniyle tehlikeye sokulmamalıdır.

2.1.2 Bir makina veya bir cihazın çalışması esnasında meydana getirdiği titreşimlerin şiddeti, belirtilen sınırları geçmemelidir. Böylelikle, vakitsiz çalışmaya veya hatalı çalışmaya sebep olabilecek aşırı yükseltilmiş ilave titreşim gerilmelerinden, titreşime sebep olanlar ve bitişik gruplar, çevredeki cihazlar ve keza gemi bünyesini oluşturan elemanlar korunmuş olur.

2.1.3 Aşağıdaki uygulamalarda titreşimler, 2 ila 300 Hz'lik bir frekans alanı içinde olmalıdır. Frekansı 2 Hz'in altında olan titreşimler katı cisimlerin titreşimleri olarak görülebilir ve frekansı 300 Hz'in üstünde olan titreşimler kural olarak bölgesel sınırlandırılmıştır ve bünyesel ses karakteri gösterdikleri kabul edilir. Özel haller için bu şartlar doğru bulunmazsa (örneğin; bir dişli pompanın bir diş geçirme frekansı ile oluşturulan 300 Hz'in üzerindeki titreşimlerde) aşağıdaki uygulamalar benzer şekilde göz önüne alınmalıdır.

2.1.4 Titreşim yükleri, titreşim doğurucuların toplam çalışma alanında dikkate alınmalıdır. Titreşimi doğuranın, bir makina olması halinde inceleme, kullanılabilen toplam devir sayısını ve uygunsuz güç alanını kapsamalıdır.

**2.1.5** Aşağıda verilen açıklamalardaki uygulama türleri geniş ölçüde standard hale getirilmiştir. Sonuç olarak titreşim gerilmeleri veya titreşimi doğuranın spektrumunun (dağılımının) şiddeti yerine konulan bir büyüklük oluşturulur (2.2.1'e bakınız). Bu büyüklük neticede müsaade edilebilen veya garanti edilen değerle karşılaştırılmalı ve bunun kabul edilebilirliği gözden geçirilmelidir.

**2.1.6** 2.1.5'de belirtilen yöntem, fiziksel olayların yalnızca tam olmayan açıklamasını yapar. Amaç ise, gerçek gerilmelerin veya değişken zorlanmalarının değerlerini elde etmektir. Gerçek zorlanmalar ile dış çerçeve kısımlarında oluşan titreşim genliği, titreşim hızı ve titreşim ivmesi gibi yerine koyma büyüklükleri arasında basit birer bağıntı mevcut değildir. Buna rağmen halihazırda bu yöntem, makul olarak gerçekleştirilebilir görünen tek yol olması itibarıyla burada işlenecektir. Bu nedenlerle, ilgili sınırlara göre uygulanan yerine koyma miktarının büyüklükleri, bu sınırların aşılması halinde, güvenilebilirlik veya bileşenlerin zorlanmaları hakkında bir sonuca varılmasına müsaade etmeyeceği üzerinde önemle durulmalıdır. Özellikle çeşitli pistonlu makinaların elemanlarına ait zorlanmaların mukayesesinin, makina kaidesinde ölçülen yerine koyma titreşim büyüklüklerinin mukayesesini üzerinden yapılmasına müsaade edilmez.

**2.1.7** Pistonlu makinalarda, aşağıdaki açıklamalar yalnız 100 kW'ın üzerindeki güçler ve 3000 d/dak'nın altındaki devir sayıları için kullanılabilir.

**2.1.8** Bölüm 8.'deki burulma titreşimleri ile ilgili özel kurallar dikkate alınmalıdır.

## 2.2 Değerlendirme

**2.2.1** Makinaların, cihazların ve gemi ile ilgili yapıların titreşim gerilmelerini değerlendirmek için genel olarak titreşim hızından ( $v$ ) mevcut titreşim gerilmeleri için bir ölçü olarak yararlanılır. Aynı ölçü, bir titreşim doğurucu tarafından meydana getirilen titreşim spektrumunun şiddetinin değerlendirilmesinde de kullanılır (2.1.2 ile karşılaştırınız).

Tam bir sinüzoidal titreşim halinde titreşim hızının etkin değeri ( $v_{\text{etk}}$ ) aşağıdaki formülle hesaplanabilir:

$$v_{\text{eff}} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{s} \cdot \omega = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{v} = \frac{1}{\sqrt{2}} \cdot \hat{a} \cdot \omega \quad (1)$$

Burada:

$\hat{s}$  : Titreşim hareketinin genliği,

$\hat{v}$  : Titreşim hızının genliği,

$v_{\text{eff}}$  : Titreşim hızının etkin değeri,

$\hat{a}$  : Titreşim ivmesinin genliği,

$\omega$  : Titreşimin açısal hızı.

1,2, .... n, harmonik bileşenden oluşan herhangi bir periyodik titreşim için titreşim hızının etkin değeri aşağıdaki formül ile hesaplanabilir.

$$v_{\text{eff}} = \sqrt{v_{\text{eff}1}^2 + v_{\text{eff}2}^2 + \dots + v_{\text{eff}n}^2} \quad (2)$$

Burada ( $v_{\text{eff}}$ ), (i) inci harmonik bileşenin titreşim hızının etkin değeridir. Her bir harmonik bileşen için (1) formülüne dayanarak  $v_{\text{eff}}$  değerleri hesaplanır. Geçerli şartlara bağlı olarak tam sinüzoidal titreşim için formül (1) veya herhangi bir periyodik titreşim için formül (2) den yararlanarak titreşim hızının etkin değeri belirlenir.

**2.2.2** Titreşim gerilmelerinin değerlendirilmesi için Şekil 1.1'de gösterilen sınır eğrileriyle çevrilmiş A, B ve C bölgeleri genel olarak esas alınır. A, B ve C eğrilerinin sınır eğrileri Tablo 1.3'de gösterilmiştir. Değerlendirilen titreşim birçok harmonik bileşenlerden oluşuyorsa, bu takdirde etkin değer 2.2.1'e uygun olmalıdır. Bu değer belirlenmesinde, 2 ila 300 Hz alanı içindeki bütün önemli harmonik bileşenler dikkate alınmalıdır.

**2.2.3** Bütün makinaların, cihazların ve teçhizatın değerlendirilmesi için A bölgesinden yararlanılabilir. Gemide bulunan makinalar, cihazlar ve teçhizat bir titreşim yükü için en az A bölgesinin sınır eğrilerine uygun dizayn edilmelidir. Diğer hallerde gerçek titreşim yükünü müsaade edilebilen seviyelere düşürebilmek için TL'nun onayladığı önlemler alınabilir (titreşim söndürücüleri, vb.).

Tablo 1.1 Gemi meyilleri ve hareketleri ile ilgili dizayn koşulları

Hareketin tipi	Meyil tipi ve donanım	Dizayn koşulları	
		Standart istekler	AC1 ek klas işareti
Statik durum	Yanlara meyil (1) Ana ve yardımcı makinalar	15°	25°
	Diğer donanım (2)	22,5°	25°
	Kumanda edilmeyen devre açma- kapama işlemi veya işlevsel değişimlerin oluşmaması	45°	45°
	Gemi yapısı	Stabilite isteklerine göre	Stabilite isteklerine göre
	Baş ve kıç trim (1) Ana ve yardımcı makinalar	5°	5°
	Diğer donanım (2)	10°	10°
	Gemi yapısı	Stabilite isteklerine göre	Stabilite isteklerine göre
Dinamik durum	Yalpa (1) Ana ve yardımcı makinalar	22,5°	30°
	Diğer donanım (2)	22,5°	30°
	Baş-kıç vurma (1) Ana ve yardımcı makinalar	7,5°	10°
	Diğer donanım (2)	10°	10°
	İvmeler: Düşey (baş-kıç vurma ve batıp- çıkma)	$a_z$ [g] (3)	: 32 °/s <sup>2</sup> : 1,0 g
	Enine (yalpa, rotadan sapma ve sallanma)	$a_y$ [g] (3)	: 48 °/s <sup>2</sup> : 2 °/s <sup>2</sup>
	Boyuna (sürüklenme) kombine ivme	$a_x$ [g] (3) İvme elipsi (3)	: $a_y$ [g] : $a_x$ [g] (4) Doğrudan hesaplama
<p>(1) Geminin enine ve boyuna doğrultusundaki meyiller aynı anda meydana gelebilir.</p> <p>(2) Geminin donanımı, açma-kapama elemanları ve elektrik/elektronik donanım</p> <p>(3) Kısım 102, Tekne Yapısı ve Donanımı, Bölüm 5, B’de tanımlanmıştır.</p> <p>(4) Doğrudan hesaplama ile belirlenecektir.</p>			

Tablo 1.2 Dizayn ortam koşulları

Çevresel alan	Parametreler	Dizayn koşulları	
		Standart istekler	AC 1 ek klas işareti
Geminin dışı/hava	Sıcaklık	-25°C ÷ +45°C (1)	-30°C ÷ +55°C (1)
	Kısmen açık mahaller		-10°C ÷ +50°C (1)
	Sıcaklığın esas alındığı koşullar: - atmosferik basınç - maks. bağıl nem	1000 mbar %60 (2)	900 mbar ÷ 1100 mbar %100
	Tuz miktarı	1 mg/m <sup>3</sup> Tuz içeren serpintiye dayanıklılık	1 mg/m <sup>3</sup> Tuz içeren serpintiye dayanıklılık
	Toz/kum	Dikkate alınacak	Filtreler konulacak
	Rüzgar hızı (çalışan sistemler)	43 kn (3)	90 kn
	Rüzgar hızı (çalışmayan sistemler)	86 kn (3)	100 kn
Geminin dışı/deniz suyu	Sıcaklık (4)	-2°C ÷ +32°C	-2°C ÷ +35°C
	Tuz miktarına göre yoğunluk	1,025 t/m <sup>3</sup>	1,025 t/m <sup>3</sup>
	Su ile dolma	Geçici dayanıklılık	Geçici dayanıklılık
Geminin dışı/yüzeylerin buzlanması	Su hattının 20 m. üzerine kadar gemi yüzeylerinin buzlanması	Kısım 102, Bölüm 2, B.3.4'e bakınız.	Kısım 102, Bölüm 2, B.3.4'e bakınız.
Geminin dışı/buzlu suda seyir	Buz sınıfı B	Nehir ağzları ve sahil bölgelerindeki sürüklenen buzda	Nehir ağzları ve sahil bölgelerindeki sürüklenen buzda
Gemiye giriş/ısıtma/soğutma sistemlerinin dizaynı için	Hava sıcaklığı	-15°C ÷ +35°C	-15°C ÷ +35°C
	Havanın maksimum ısı kapasitesi	100 kJ/kg	100 kJ/kg
	Deniz suyu sıcaklığı	-2°C ÷ +32°C	-2°C ÷ +35°C
Geminin içi/tüm mahaller (5)	Hava sıcaklığı	0°C ÷ +45°C	0°C ÷ +45°C
	Atmosferik basınç	1000 mbar	1000 mbar
	Maks. bağıl nem	%100'e kadar (+45°C)	%100
	Tuz miktarı	1 mg/m <sup>3</sup>	1 mg/m <sup>3</sup>
	Yakıt buharı	Dayanıklılık	Dayanıklılık
	Yoğuşum	Dikkate alınacak	Dikkate alınacak
Geminin içi/ısı yayılımı yüksek olan elektrik donanımında	Hava sıcaklığı	0°C ÷ +55°C	0°C ÷ +55°C
	Maks. bağıl nem	%100	%100

(1) Isı ışınlama ve emilimi nedeniyle daha yüksek sıcaklıklar dikkate alınmalıdır.

(2) Elektrik donanımı yerleşimi için %100.

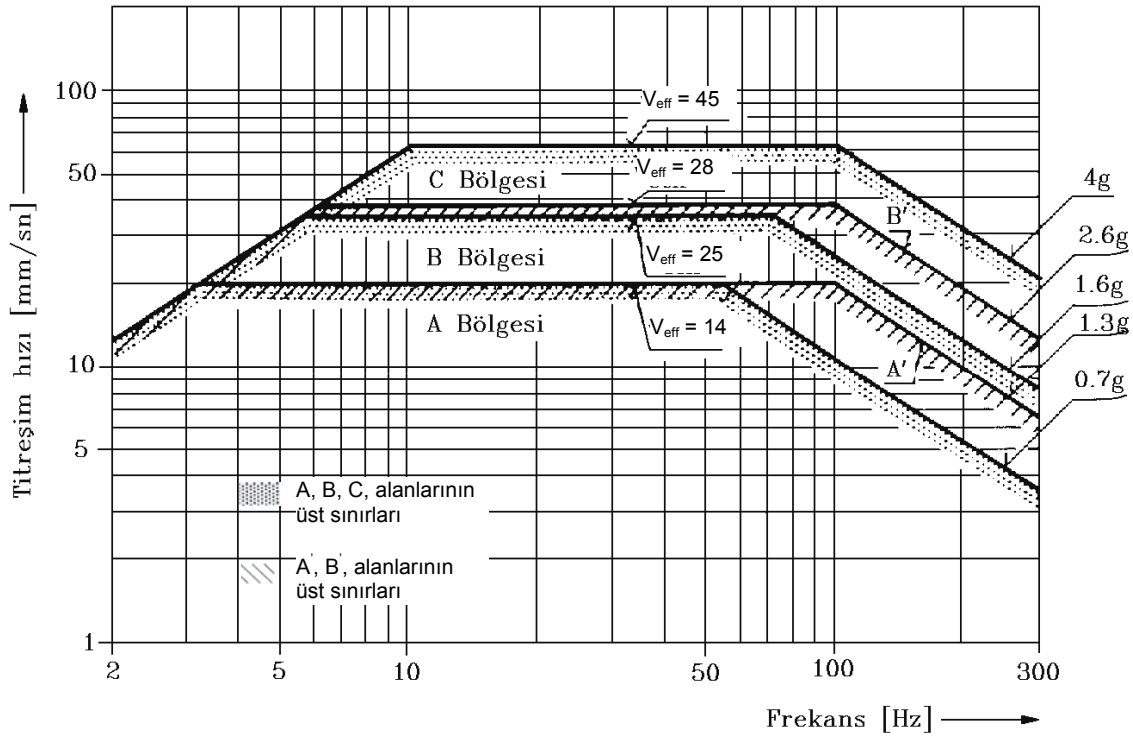
(3) Kaldırma donanımları için, TL Kuralları, Kısım 50, Kaldırma donanımlarının yapım ve sövvey esaslarına göre.

(4) Yalnız özel bölgelerde sefer yapması öngörülen gemiler için TL, daha düşük hava sıcaklığına izin verebilir.

(5) Gemi mahallerindeki önerilen iklim koşulları için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 11,F'ye bakınız.

Tablo 1.3 Şekil 1.1'e uygun bölgeler için sınırların nümerik tanımlar

Bölge	A	B	C	A'	B'
$\hat{s}$ [mm]	<1	<1	<1	<1	<1
$\hat{v}$ [mm/s]	<20	<35	<63	<20	<40
$v_{eff}$ [mm/s]	<14	<25	<45	<14	<28
$\hat{a}$ [9,81m/s <sup>5</sup> ]	<0,7	<1,6	<4	<1,3	<2,6



Şekil 1.1 Titreşim yüklerinin belirlenmesi için bölgeler

**2.2.4** Pistonlu makinalar çalışma şekli nedeniyle titreşim doğurucu olduklarından ayrıca özel surette göz önüne alınmalıdır. Yalnız pistonlu makinaların meydana getirdiği ve aynı zamanda kendisine direkt bağlı çevresel cihazlarda (regülatör, egzost gazı türbini, yağlama yağı pompası gibi) ve civarındaki makinalar ve tesislerden (jeneratörler, dişli kutuları, boru devreleri gibi) gelen yüklerden doğan titreşimler bu kurallar çerçevesinde ve 2.1.6'da belirtilen sınırlamalar ve 2.2'de belirtilen yerine koyma büyüklükleri yardımıyla değerlendirilebilir.

**2.2.4.1** Esas itibarıyla pistonlu makinaları üretenler, önemli ve doğrudan bağlı çevresel cihazlar için kabul edilebilir titreşim yüklerini garanti etmelidir. Pistonlu makinayı üreten, 2.3'e dayanarak kabul edilebilir yüklerin kanıtlanması için TL'na karşı yükümlüdür.

**2.2.4.2** Pistonlu makinaların titreşim yükleri A' bölgesi içinde bulunuyorsa, bu takdirde doğrudan bağlı çevresel cihazlar için özel inceleme veya kanıtlama gerekmez (2.2.4'le karşılaştırınız).

Titreşim doğuranın yakın çevresinde bulunan makinalar ve tesisler (2.2.4'le karşılaştırınız) için aynısı geçerlidir. Bu durumda direkt bağlı çevresel cihazlar esas itibarıyla en az B' bölgesinin sınır yükleri için, çevredeki makinalar "B" bölgesinin sınır yükleri için dizayn edilmiş olmalıdır.

"B" bölgesinin sınır eğrisinin altında 2.2.4.1'e dayanarak bulunan, tekil, direkt bağlı çevresel cihazların kabul edilebilir titreşim yükleri için kabul edilebilirlik, söz konusu gerçek titreşim yüklerinin ölçülmesiyle kanıtlanmalıdır.

**2.2.4.3** Pistonlu makinaların titreşim yükleri A' bölgesinin dışında, B' bölgesinin içinde bulunuyorsa, bu takdirde direkt bağlı çevresel cihazların, "C" bölgesinin sınır değerinin üstünde yüklenmediği ölçülerek kanıtlanmalıdır.

Bu durumda direkt bağlı çevresel cihazlar esas itibarıyla en az "C" bölgesinin sınır yükleri için, çevredeki makinalar "B" bölgesinin sınır yükleri için dizayn edilmiş olmalıdır.

Titreşim doğuranın yakın çevresinde bulunan makinaların ve cihazların, "B" bölgesinin sınır eğrisinde tespit edilenden daha yüksek olmayan yüklerin etkisinde olduğu kanıtlanmalıdır.

Belirtilen büyüklüklerin altında, 2.2.4.1'e dayanarak bulunan tekil, direkt bağlı çevresel cihazların veya makinaların kabul edilebilir titreşim yükleri için kabul edilebilirlik, söz konusu gerçek titreşim yüklerinin ölçülmesiyle kanıtlanmalıdır.

**2.2.4.4** Pistonlu makinaların titreşim yükleri B' bölgesinin üstünde fakat henüz "C" bölgesinin içinde bulunuyorsa, bu takdirde direkt bağlı çevresel cihazların titreşim yüklerinin "C" bölgesinin içinde kalması için çaba gösterilmelidir. Bu gerçekleştirilemezse, önemli çevresel cihazların, 2.3 maddesine uygun olarak daha büyük yük değerleri için dizayn edildikleri kanıtlanmalıdır.

Uygun tedbirlerle, (titreşim söndürücü veya diğerleri) çevredeki makinalardaki veya cihazlardaki aşırı titreşim yükü güvenceye alınmalıdır. Bunlar için 2.2.4.3'e uygun kabul edilebilir yüklerin uygulanması geçerlidir ("B" bölgesi veya üretici tarafından belirlenen daha düşük değer).

**2.2.4.5** Doğrudan bağlı çevresel cihazlar için, şayet pistonlu makinaların üreticisinden 2.2.4.1 çerçevesinde garanti edilmiş ve 2.3 çerçevesinde kanıtlanmışsa, TL'nca 2.2.4.2, 2.2.4.3 ve 2.2.4.4'de belirtilenden daha yüksek değer kabul edilebilir.

Bu husus, şayet ilgili üretici daha yüksek değeri garanti eder ve 2.3 çerçevesinde bunu kanıtlarsa, benzer şekilde etraftaki makinalar ve cihazlar için de geçerlidir.

**2.2.5** Dümen dairesinde veya baş itici bölgesinde bulunmaları nedeniyle yüksek titreşim yüklerinden etkilenen aletler, cihazlar ve elemanlar için, 2.2.3'den farklı olarak titreşim yükünün kabul edilebilirliğinin değerlendirilmesi, "B" bölgesinin sınırlarına göre tayin edilebilir. Böyle cihazların dizaynında, söz konusu yüksek zorlamalar göz önüne alınmalıdır.

## 2.3 Kanıtlamalar

**2.3.1** Titreşim yükünün daha yüksek değeri, 2.2.4.1, 2.2.4.4 ve 2.2.4.5 çerçevesinde TL tarafından kabul edilebilir olarak tanınması isteniyorsa, bu takdirde bunun için üreticinin veya teslim edenin kabul edilebilir değerinin bağlayıcı güvencesi normal olarak yeterli olur.

**2.3.2** TL sebep gösterilen durumlarda ayrıntılı kanıtlar (hesaplar, dizayn dokümanları, ölçüler, vs.) isteme hakkını saklı tutar.

**2.3.3** "Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar -1 Elektrik / Elektronik Teçhizat, Bilgisayar ve Bilginin Alındığı veya Verildiği Kısımdaki Teçhizatların Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar"a göre yapılan Tip Testlerinde test edilen, titreşim yükleri kabul edilebilir.

**2.3.4** Uzun süreli arızasız bir çalışma, öngörülen kabul edilebilirliğin ve çalışma güvenliğinin yeterli kanıtı olarak TL tarafından tanınabilir.

**2.3.5** Herhangi bir pistonlu makina tarafından meydana getirilen titreşimin spektrum şiddetinin gerekli kanıtları bakımından TL'na karşı esas olarak pistonlu makina üreticisi sorumludur.

## 2.4 Ölçme

**2.4.1** Madde 2.2.4.2'den 2.2.4.4'e kadar verilen ilave

şartlara da uyan 100 kW'ın üzerinde bir güce sahip yalnız pistonlu makinalar için kural olarak ölçü tekniğine dayanan bir kanıtlama istenir. Gerekli durumlarda **TL** daha küçük güçler için de ölçü tekniğine dayalı kanıtlar isteyebilir.

**2.4.2** Ölçmeler esas itibarıyla çalışma yerinde gerçek işletme şartlarında yapılmalıdır. Pistonlu makinaların verdiği güç, kanıtlama esnasında anma değerinin %80 inden daha az olamaz. Muhtemel mevcut rezonans belirtilerini kaydetmek için mümkün olabilen bütün devir sayılarını kapsayacak şekilde ölçme yapılmalıdır.

**2.4.3** Ölçü tekniğine uygun kanıtlama olarak, **TL**, çalışma yerinde olmayan (örneğin; test yerindeki denemeler) bununla beraber farklı çalışma şartları altında yapılan ölçmeleri sonuçların uygunluğunu kanıtlamak şartıyla kabul edebilir.

Alışlagelmiş yapıdaki elastik yataklanmış pistonlu makinalarda kural olarak sonuçların uyumluluğu kabul edilir.

Pistonlu makinanın elastik yataklanmaması halinde, bir uyumluluk için esas şartlar (benzer temel yapısı, benzer yerleşim ve devrelerin kumandası, vs.) sağlanıyorsa bu takdirde de sonuçların uyumluluğu kabul edilebilir.

**2.4.4** Pistonlu makinaları etkileyen veya bunlardan doğan titreşim gerilmesinin belirlenmesi için, kural olarak en yüksek titreşim gerilmesi değerinin yeri göz önüne alınmalıdır. Şekil 1.2'de pistonlu sıra motor için kural olarak gerekli ölçüm yerleri gösterilmiştir. Ölçme, üç boyutun hepsinde yapılmalıdır. Bütün ölçme noktalarının hepsinin bir arada alınmasından gerekli hallerde vazgeçilebilir.

**2.4.5** Ölçme cihazları olarak, ölçme hassasiyeti dikkate alınmak koşuluyla ölçülen değerlerin kademelerini doğrulukla veren, mekanik ölçü aletleri kullanılabilir. Normal olarak, frekans alanı en az 2'den 300 Hz'e kadar olan doğrultu seçici, doğrusal ölçü algılayıcıları kullanılmalıdır. Doğrusal olmayan ölçü algılayıcıları, davranış karakteristiğini dikkate almak koşuluyla ölçme değerleri uyduğu takdirde aynı şekilde kullanılabilir.

**2.4.6** En büyük gerilmelerin görüldüğü ölçme yerleri için ölçme protokolleri, bir değerlendirme tablosu ile beraber **TL**'na sunulur.

### 3. Şok

Askeri gemiler, konvansiyonel veya nükleer silahlardan kaynaklanan hava veya su altı patlamalarının oluşturduğu şok kuvvetlerine de maruzdur.

Şok istekleri ayrıntıları Kısım 102, Tekne Yapısı ve Donanımı, Bölüm 16, D.'de verilmiştir.

## E. Malzemeler

### 1. Onaylı Malzemeler

**1.1** Sevk tesislerinde kullanılan malzemeler, **TL**'nin Malzeme Kurallarında belirtilen kalite isteklerine uygun olmalıdır. Çeşitli sistemler için onaylı malzemeler, ilerdeki Bölümlerde verilmiştir.

**1.2** Belirtilen kalite isteklerinden farklı olan malzemeler, sadece **TL**'nin onayı ile kullanılabilir. Malzemelerin uygunluğu kanıtlanmalıdır.

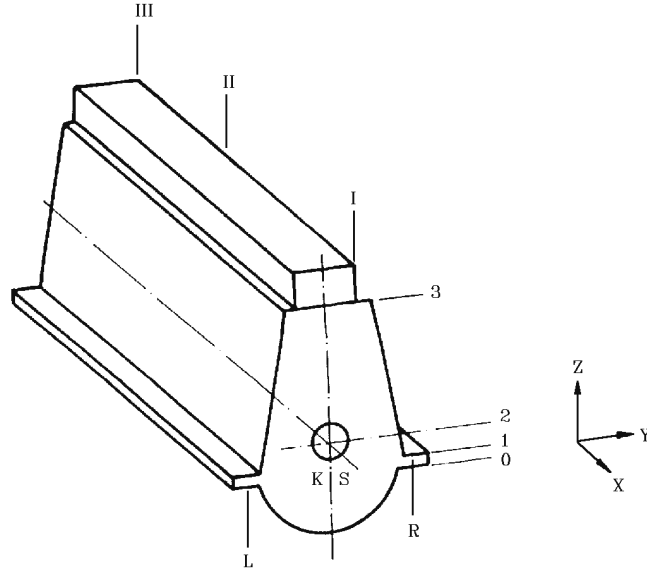
## F. İşletimle İlgili Yakıt ve Tüketim Malzemeleri

**1.** Sevk tesislerinin işletimi ile ilgili tüm yakıtlar ve tüketim malzemeleri, üreticilerin isteklerine uygun olmalıdır.

**2.** Kazanlarda ve dizel makinalarda kullanılan sıvı yakıtların parlama noktası **(2)** 60°C'dan daha aşağıda olamaz.

Ancak, emercensi jeneratörler için parlama noktası 43°C'a eşit veya büyük olan yakıtlar kullanılabilir. Yakıt emercensi jeneratör setini -15°C ve üstündeki ortam sıcaklığında çalıştırabilmelidir.

**(2)** 60°C'a kadar, parlama noktasının kapalı kaptaki belirlenmesi esas alınarak.



Ölçme tarafları :

- L : Kaplin flenci tarafından bakıldığında sol taraf  
R : Kaplin flenci tarafından bakıldığında sağ taraf

Ölçme yüksekliği :

- 0 : Temel  
1 : Makinanın oturma flenci  
2 : Krankşaft yüksekliği  
3 : Freym üst kenarı

Motor boyunca ölçme noktaları :

- I : Kaplin tarafı (KT)  
II : Motorun ortası  
III : Kaplinin karşı tarafı (KKT)

**Şekil 1.2 Pistonlu sıra makinanın şematik gösterimi**

3. Gemilerin sınırlı bölgelerde sefer yapması veya TL'ndan onaylı emniyet önlemlerinin alınmış olması gibi özel hallerde, parlama noktası 43°C ile 60°C arasında olan yakıtlar da kullanılabilir.

Bu durumda, yakıtın bulunduğu ve kullanıldığı ortam sıcaklıklarının, parlama noktasının daima 10°C altında olması şarttır.

4. Yakıt filtre edilebilir olmalıdır.

5. İçten yanmalı makinaların tatlı soğutma suyu, tatlı su ve korozyondan koruma maddeleri bakımından arıtılmalıdır. Tatlı su, aşağıda belirtilenler bakımından, makina üreticisinin isteklerine uygun olmalıdır.

- Su sertliği [dGH]

- pH değeri [20°C'da]

- Klor miktarı [mg/l]

6. Yakıt ve işletme için kullanılan tüketim malzemelerinin depolanması, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı sistemler, Bölüm 7'deki isteklere uygun olmalıdır.

#### G. Emniyet Donanımı ve Koruma Önlemleri

Makina donanımı, kaza tehlikesi geniş çapta önlenecek tarzda yerleştirilecek ve emniyete alınacaktır. Ulusal kuralların dışında, özellikle aşağıda belirtilenlere de dikkat edilecektir.

1. Hareketli kısımlar, volonlar, zincir ve kayışla tahrik sistemleri, hareketli kollar ve çalışma esnasında personele zarar verebilecek diğer parçalar, temasa karşı koruyucu bir parça ile muhafaza altına alınacaktır.



2. Tüm sistemlerin dizaynı ve yerleşimi, mürettebat tarafından geminin normal çalışması sırasında kullanılmak zorunda olan ve termal izolasyonu bulunmayan elemanların, sıcak yüzeylere kazara temasla ilgili aşağıda belirtilen sınırlamalara uyacaktır.

2.1 Çalışma koşullarında, yüzey sıcaklığı 70°C'ın üzerine çıkan elemanlara temas etmek mümkün olmayacaktır.

2.2 Vücut koruması olmaksızın kullanılabilen elemanların (örneğin; koruyucu eldivensiz ve 5 sn.'ye kadar temas süresi) yüzeylerinde sıcaklık 60°C'dan daha yüksek olmayacaktır.

2.3 Vücut koruması olmaksızın kullanılabilen ve temas süresi 5 sn.'den fazla olan, yüksek ısı iletkenliğe sahip malzemelerden yapılan elemanların yüzey sıcaklığı 45°C'dan yüksek olmayacaktır.

2.4 Bu nedenle, egzost gaz devreleri ve sıcak madde ileten diğer cihazlar ve devreler, etkin bir şekilde izole edilecektir. İzolasyon malzemesi yanmaz olacaktır. Yanıcı sıvıların veya nemin izolasyona girebileceği yerler, kaplama, vb. ile uygun bir şekilde korunacaktır.

3. İçten yanmalı motorların ilk hareketi ile krankları ile sağlanıyorsa motor çalışmaya başlayınca bunlar kendiliğinden devreden ayrılmalıdır.

Döner tertibatlarda, ölü-adam alarm devresi sağlanmalıdır.

4. Blöf ve dreyn donanımları, dışarıya atılan maddenin, güvenli olarak boşaltılmasını sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir.

5. İşletme bölümlerinin zemininde, kaymaz levhalar veya kaplama malzemeleri kullanılmalıdır.

6. Hizmet geçitleri, çalışma platformları, merdivenler ve çalışma esnasında dolaşılacak diğer yerler vardavelalarla emniyete alınmalıdır. Platformların ve döşemelerin boşluğa açılan kenarlarının etrafı personelin ve parçaların kayıp gitmesini önlemek için, bir eşik ile çevrilmelidir.

7. Emniyet valfleri ve kapama elemanlarına güvenli bir şekilde çalıştırılabilir. Gerekliğinde sabit basamaklar, merdivenler veya sahanlıklar yapılmalıdır.

8. Emniyet valfleri, istenmeyen hiç bir aşırı çalışma basıncı meydana gelmeyecek şekilde ayarlanmalıdır.

## H. Beka Kabiliyeti

### 1. Tanımlar

Bir askeri geminin beka kabiliyeti; tanımlanmış bir silah tehdidine karşı dayanımı ve asgari olarak, geminin temel emniyetini ve işlerliğini sürdürme yeteneği derecesi olarak kabul edilecektir.

Beka kabiliyeti aşağıda belirtilen nedenlerden dolayı tehlikeye girer:

- Tekne yapısının genel mukavemetinin kaybı,
- Sephiye ve/veya stabilite kaybı,
- Manevra yeteneği kaybı,
- Gemide yangın ve yangından korumanın veya yangınla mücadele yeteneğinin yetersizliği,
- Makina, donanım veya kontrol sistemlerinin doğrudan tahribi,
- Silahların ve sensörlerin doğrudan tahribi,
- Mürettebatın tehlikeye düşmesi.

### 2. Beka Kabiliyetinin İyileştirilmesi ile İlgili Önlemler

Askeri gemi olarak klaslanan bir geminin dizaynında beka kabiliyetini iyileştirici bir dizi olası önlemler dikkate alınmalıdır. Askeri su üstü gemileri ile ilgili TL kurallarında, beka kabiliyetinin iyileştirilmesi ile ilgili birçok önlemler ve ek klas işaretleri yer almaktadır.

Bu önlemlerin fiili bir projedeki dereceleri, Askeri Otorite tarafından belirlenmelidir.

### 3. Fazlalıklı Sevk

Fazlalıklı sevk ve manevra ile ilgili RP1 x% + RP3 x% ek klas işareti ile ilgili istekler, Bölüm 2, K'da verilmiştir.

## BÖLÜM 2

### MAKİNA DONANIMININ DİZAYNI ve YAPIMI

	Sayfa
A. Genel .....	2- 1
B. Parçaların Boyutları .....	2- 1
C. İşletmeye Hazır Olma .....	2- 2
D. Kumanda ve Ayarlama Donanımı .....	2- 3
E. Sevk Donanımı .....	2- 3
F. Döndürme Mekanizmaları .....	2- 6
G. Kullanım ve Bakım Talimatı .....	2- 6
H. Tanıtıcı İşaret, Tanıtıcı Etiketler .....	2- 6
I. Makina Dairesi Donanımı .....	2- 6
J. Haberleşme ve Sinyal Donanımı .....	2- 7
K. Fazlalıklı Sistemler .....	2- 8

#### A. Genel

1. İşlev ve emniyetli çalışma bakımından, sevk tesisinin dizaynı ve yapımında, askeri geminin görev durumuna bağlı olarak mürettebatın sayısı ve deneyimi dikkate alınmalıdır.

2. Normalde, aşağıda belirtilenler kabul edilebilir:

- Makina dairelerinde sürekli olarak personel bulunmaz,
- Makina dairelerinde, düzenli zaman aralıklarıyla kontrol devriyesi sağlanır,
- Makina kontrol merkezinde (MCC) sürekli personel bulundurulur.

3. Çalıştırma ve bakım yönergeleri, ikaz etiketleri, vb., İngilizce ve kullanıcının dilinde hazırlanmalıdır.

#### B. Parçaların Boyutları

1.1 Bütün parçalar; gemi bünyesindeki esnemeler, titreşimler, yoğun paslanma etkileri, sıcaklık değişimleri

ve gerektiğinde dalga tesirleri gibi geminin çalışmasından doğan özel zorlamalara karşı yeterli ve bu kısımdaki kurallara uygun boyutlarda olmalıdır.

Bölüm 1,D'deki Kısım 101, Klaslama ve Sörveyler'deki, Kısım 105, Elektrik'teki, Kısım 106, Otomasyon'daki ve Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler'deki ortam koşulları dikkate alınmalıdır.

Herhangi bir parçanın boyutlandırılması için kural verilmemişse tekniğin bilinen hükümleri uygulanır.

1.2 Farklı kuvvetler, basınçlar ve sıcaklıklar (gerilmeler) için dizayn edilmiş sistemler veya donanım elemanları arasında varolan bağlantılarda, daha düşük değerler için dizayn edilmiş sistem veya donanım elemanı, aşırı gerilmelerden güvenlik elemanları ile korunmalıdır. Herhangi bir hasar oluşumuna engel olmak için söz konusu sistemler, aşırı basınca ve sıcaklığa ve/veya taşıntıya karşı koruma sağlayan teçhizat ile donatılmalıdır.

#### 2. Malzemeler

Buradaki kurallarda konu edilen tüm elemanlar Kısım 2, Malzeme Kuralları'ndaki istekleri karşılamalıdır.

### 3. Kaynak

Kaynaklı elemanların yapımı, işyeri yeterliliğinin onayı ve kaynakçıların sınavı TL Kısım 3, Tekne Yapımında Kaynak Kurallarına tabidir.

### 4. Dişli Bağlantılar

**4.1** Dişli bağlantılar, kanıtlanmış ve tanınmış prensiplere göre dizayn edilecektir.

**4.2** Donanım ile temelleri arasındaki dişli bağlantıların dizaynında, dişlerde kesme kuvvetleri veya eğilme momentlerinden kaçınılmalıdır. Sadece aksel doğrultudaki çekme kuvvetlerine izin verilir. Bu nedenle, dişli kuvvetlerinin etki ettiği flençler, dişilerde eğilme momentlerinin oluşumuna neden olan flenç eğilmesini önlemek üzere yeterli sayıda braketle takviye edilmelidir.

**4.3** Dişli bağlantılar için flençlerde sadece kapalı deliklere izin verilir, zira şok etkisi altında, yarı açık yarık halindeki deliklerden dişli bağlantı elemanları kayarak çıkabilir. Ayrıca, şok etkisi altında sürtünmeli bağlantılar emniyetli değildir.

#### Not:

*Eğer geçme civataları kullanılırsa, dişlerin özündeki pik gerilmeler azalır, zira maksimum gerilme kısalmış mil kısmında oluşur.*

*Eğer bu civatalar yeterince uzunsa, bunlar monte edilen donanımı aynı oranda şok yüklerine karşı korurlar, zira mil kısmının uzaması ivme piklerini azaltır.*

*Bağlantılarda, germe civataları ile birlikte kepli somun kullanımı önerilir. Bu formdaki somun ile dişlerin çeşitli kısımlarındaki yük yaklaşık olarak aynıdır ve bu da aşırı lokal gerilmeleri önler.*

*Dişli deliğe normal bir civata konulursa, şiddetli enine dinamik şok yükleri nedeniyle civatanın kopması, delikten çıkan dişin ilk sarımında oluşur. Bu duruma, maksimum aksel gerilmeye eğilme gerilmesinin eklenmesinin ilk sarımda oluşması yol açar.*

*Bu sorun, dişin son sarımının üzerinde mil kısmına düz bir alın yapmakla veya özel mil ve delik formlarıyla çözülebilir. Özel çözüm halinde civataya, deliğin üst kısmında küçük bir boğaz fitingi konulur. Böylelikle, eğilme gerilmesinin en*

*büyük kısmı boğaz elemanına iletilir ve dişlerdeki aksel gerilemeden ayrılır.*

### 5. Testler

**5.1** Makina tesisleri ve bunların parçaları, yapım ve malzeme testlerine, basınç ve sızdırmazlık testlerine ve işletme denemelerine tabidir. İzleyen bölümlerde belirtilen testler TL'nun gözetiminde gerçekleştirilir.

Seri halinde üretilen parçalar için belirtilen testler yerine, TL'nca aynı değerde tanınan, TL'nun görüşü alınarak, diğer test metodları uygulanabilir.

**5.2** TL test kapsamını gerektiği hallerde genişletme ve bu parçaları, kurallarda istenmemiş olsa bile bir testten geçirme hakkını saklı tutar.

**5.3** Test edilmesi zorunlu olan parçalar, ancak testten geçirilmiş parçalarla yer değiştirebilirler.

**5.4** Ana ve yardımcı makinaların gemiye montajından sonra makina tesislerinin işlerliği, ilgili yardımcı teçhizatlarla beraber gözden geçirilir. Yapımcıda TL'nun gözetiminde yeterli deneme yapılmamış ise, bütün güvenlik teçhizatı denir.

İlave olarak, olanaklar elverdiğince ana sevk sistemi, öngörülen çalışma şartlarında bir seyir tecrübesi esnasında ayrıntılı denemeye tabi tutulur.

### 6. Korozyona Karşı Korunma

Korozyona maruz parçalar, korozyondan korunmak için korozyona dayanıklı malzemelerden üretilmeli veya korozyona karşı etkili bir koruyucu uygulanmalıdır.

### C. İşletmeye Hazır Olma

**1.** Geminin makina donanımı, gemiyi "dead ship" durumundan kendi imkanları ile harekete geçirebilecek şekilde düzenlenmeli ve donatılmalıdır.

"Dead ship" durumundan, elektrik üretimi de dahil bütün makina donanımının devre dışı olduğu ve ilk hareket havası, akümülatörden temin edilen ilk hareket akımı, vs. gibi yardımcı enerjilerle ana makinaların devreye

alınmasının ve ana elektrik enerjisi üreticilerinin tekrar çalıştırılmasının mümkün olmadığı anlaşılmalıdır.

"Dead ship" durumundan çıkılabilmesi için, aynı anda tüm emercensi ihtiyaçların karşılanacağına garanti edilmesi halinde, emercensi jeneratörün kullanılmasına müsaade edilir.

2. "Dead-Ship" durumunda, sevk sistemi ve gerekli tüm yardımcı makinaların 30 dk'lık bir süre içinde tekrar çalıştırılması mümkün olmalıdır (Kısım 105, Bölüm 3, C.1.5'e bakınız).

#### D. Kumanda ve Ayarlama Donanımı

1. Makina donanımı, yapımcının öngördüğü işletme koşullarının korunması için, çalışma talimatlarına uygun olarak kumanda edilebilecek şekilde donatılmalıdır.

1.1 Ana makina ve işletim için temel oluşturan sistemlerin kontrol donanımı için, Kısım 105, Elektrik, Kısım 106, Otomasyon ve Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler'e bakınız.

2. Ayar ve kumanda teçhizatına, elektrikli, havalı veya hidrolik enerji temin eden sistemdeki düşüş veya istenmeyen dalgalanma esnasında veya bir ayar veya kumanda zinciri içindeki bir kesilmeye :

- Teçhizatın, ayar edilen çalışma durumunda kalması veya eğer gerekli ise, çalışmayı mümkün olduğu kadar çok az saptıracak bir duruma gelmesi, (hata güvenliği durumu)
- Ayarlanan veya kumanda edilen makinaların devir sayılarının veya verdikleri gücün yükselmemesi,
- İstenmeyen bir harekete geçme olayına sebebiyet verilmemesi

garanti edilmiş olmalıdır.

3. Her tahrik makinasında, emercensi durdurma düzeni bulunmalıdır.

#### 4. El ile Çalıştırma

İşlevsel olarak önemli olan, otomatik veya uzaktan kumandalı her sistem el ile de çalıştırılabilir, Kısım 106, Otomasyon, Bölüm 7 ve 8'deki Kurallara da bakınız.

El ile emercensi durdurma düzeni sağlanmalıdır.

#### E. Sevk Donanımı

##### 1. Genel

1.1 Sevk tesisinin bir parçasını oluşturan tüm cihazlar; ayrıntılı olarak belirtilmemiş olsalar dahi; hatasız işletmeyi, basit ve emniyetli çalışma ve kontrolü sağlayan çevresel donanıma sahip olmalıdır.

1.2 Sevk tesisinin çalıştırılması için doğrudan gerekli olan tüm yardımcı makinalar ve kontrol üniteleri, tahrik makinasının mümkün olduğunca yakınına yerleştirilecektir.

##### 1.3 Manevra donanımı

Sevk donanımına ait her kumanda yeri;

- Sevk donanımı bütün çalışma kademeleri için ayarlanabilecek,
- Geminin gidiş yönü değiştirilecek,
- Sevk donanımı yani pervane şaftı durdurulabilecek,

tarzda donatılmış olacaktır.

1.4 Tahrik makinaları, sestem korumalı bir kapsülde çalışmaya uygun olarak dizayn ve teçhiz edilmelidir.

Sesten koruyucu kapsüller kullanımında, tahrik makinası ile gemi yanlarındaki boru devreleri arasındaki bağıl hareket esnek bağlantılarla kompanze edilmelidir. Eğer mümkünse, tahrik makinasının elastik montajı da dikkate alınmalıdır.

1.5 Eğer sevk birkaç tahrik makinası ile sağlanıyorsa, bağlı pompalar için elektrik tahrikli stand-by pompalara gerek yoktur.

## 2. Şaft ve Ana Makina Adedi Birden Fazla Olan Sistemler

### 2.1 Tanımlar

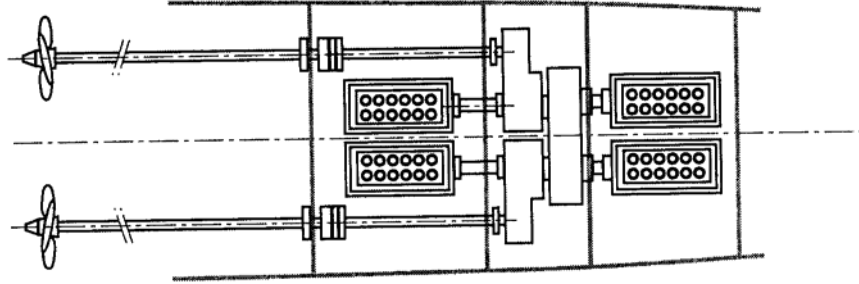
#### 2.1.1 CODAD

CODAD, Kombine Dize Makinası ve Dize Makinası'nın

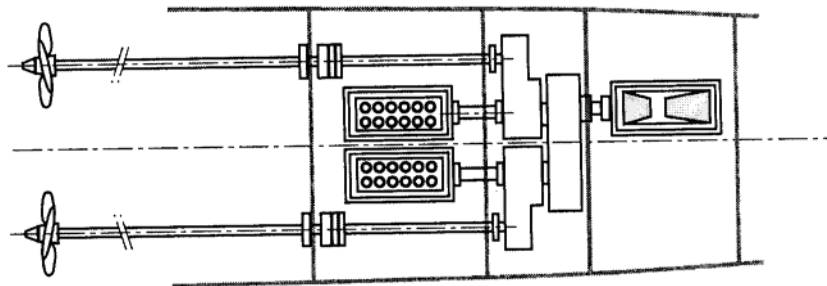
(COmbined Diesel engine And Diesel engine) kısaltılmıştır. Bu düzenlemede, pervane şaftı, alternatif olarak bir dize makinası ile veya birden fazla dize makinası ile tahrik edilebilir, Şekil 2.1'e bakınız.

#### 2.1.2 CODAG

CODAG, Kombine Dize Makinası ve Gaz Türbininin (COmbined Diesel engine And Gas turbine) kısaltılmıştır. Bu düzenlemede, pervane şaftı, alternatif olarak, dize makinasıyla veya gaz türbiniyle veya her ikisi ile birden tahrik edilebilir, Şekil 2.2'ye bakınız.



Şekil 2.1 CODAD sevk tesisi prensip yerleşimi



Şekil 2.2 CODAG sevk tesisi prensip yerleşimi

### 2.1.3 CODOG

CODOG, Kombine DizeL Makinası veya Gaz Türbininin (COmbined Diesel engine Or Gas turbine) kısaltılmışıdır. Bu düzenlemede pervane şaftı, alternatif olarak, dizeL makinası veya gaz türbini ile tahrik edilebilir, Şekil 2.3'e bakınız.

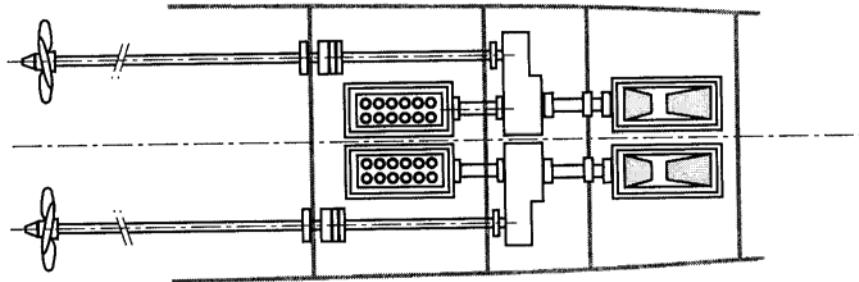
### 2.1.4 COGAG

COGAG, Kombine Gaz Türbini ve Gaz Türbininin

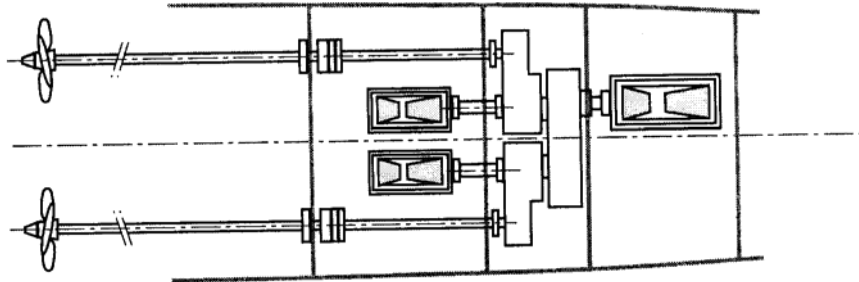
(COmbined Gas turbine And Gas turbine) kısaltılmışıdır. Bu düzenlemede pervane şaftı, alternatif olarak, bir gaz türbiniyle veya birden fazla gaz türbiniyle tahrik edilebilir, Şekil 2.4'e bakınız.

### 2.1.4 COGOG

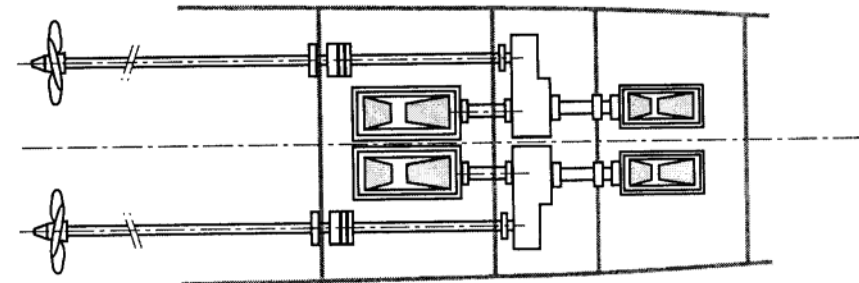
COGOG, Kombine Gaz Türbini veya Gaz Türbininin (COmbined Gas turbine Or Gas turbine) kısaltılmışıdır. Bu düzenlemede pervane şaftı, alternatif olarak, bir veya diğer gaz türbiniyle tahrik edilebilir, Şekil 2.5'e bakınız.



Şekil 2.3 CODOG sevk tesisi prensip yerleşimi



Şekil 2.4 COGAG sevk tesisi prensip yerleşimi



Şekil 2.5 COGOG sevk tesisi prensip yerleşimi

**2.2** Eğer gemi birden fazla sevk makinası ile teçhiz edilmişse, farklı sevk makinalarını, güç iletim ünitesinden ayırmak mümkün olmalıdır. Makinanın elle veya otomatik olarak emercensi durdurulmasında, ilgili kavrama otomatik olarak ayrılmalıdır.

**2.3** Bir sevk makinasının çalışmaması durumunda, geri kalan makinalarla gerektiğinde basit bir değiştirme olanağı ile geminin hareketi sağlanmalıdır.

#### **2.4 Birden fazla şaftlı sistemler**

Tahrik makinaları ile tahrik dişlileri arasında, mümkünse bir ayırma mahalli bulunacaktır.

Aşağıdakilerle ilgili olarak gerekli tüm önlemler alınmalıdır:

- Sadece bir sevk şaftı kullanılabilir ve aşırı yüklenme oluşmayacaktır.
- Diğer sevk şaftlarından bağımsız olarak, sevk şaftının tahriki için öngörülen her tahrik makinası ile ilk hareket ve çalışma mümkün olacaktır.

Fazlalıklı sevk ile ilgili ek klas işareti **CRP** için, K.'ya bakınız.

Birden fazla şaftlı sistemlerde, durdurulmuş olan şaftın gemi hareketi nedeniyle dönmesini önlemek için kilitleme düzeni olmalıdır.

#### **F. Döndürme Mekanizmaları**

**1.** Makina donanımı uygun bir (torna çark) döndürme mekanizması ile donatılmalıdır.

**2.** Döndürme mekanizmaları kendinden kilitlemeli olmalı ve elektrik motorları ise uygun bir frenleme sistemi ile durdurulmalıdır.

**3.** Döndürme mekanizmasının devrede olması halinde sevk donanımının ve yardımcı tahrik ünitelerinin çalışmasını önlemek için kendinden çalışabilen bir kilitleme donanımı ile güvenlik sağlanacaktır. Elle çalışan döndürme mekanizmalarında alternatif olarak,

ikaz düzenleri kullanılabilir.

#### **G. Kullanım ve Bakım Talimatı**

Makinaların, kazanların ve yardımcı teçhizatın yapımcıları yeterli sayıda kullanım ve bakım talimatını beraber vermek zorunludur.

Ek olarak, kazanların çalıştığı yerde, kazan ve brülörler için en önemli kullanma talimatlarını içeren ve net olarak okunabilir bir yazı levhası bulunur.

#### **H. Tanıtıcı İşaret, Tanıtıcı Etiketler**

Hatalı devreye sokma veya gereksiz çalıştırmadan geniş ölçüde kaçınmak için, makina tesisinin ilk bakışta çalışma şekli bilinmeyen bütün kısımları yeterince işaretlenmeli ve etiketlerle tanıtılmalıdır.

#### **I. Makina Dairesi Donanımı**

##### **1. İşletme ve İzleme Donanımı**

**1.1** Aletler, uyarı, gösterge ve işletme donanımı açık ve maksada uygun olarak tertiplenmelidir. Göz kamaştırmama, özellikle kaptan köprüsünde sağlanmalıdır.

İşletme ve izleme donanımı, donanımın önemli elemanlarının kolayca kumanda ve kontrol edilebileceği şekilde gruplandırılmalıdır.

Sistem ve donanımın düzenlenmesinde aşağıda belirtilen istekler dikkate alınır:

- Rutubete ve pisliğin birikimine karşı korunma,
- Aşırı sıcaklık değişimlerinden kaçınma,
- Yeterli havalandırma.

Konsollarda ve dolaplarda, elektrikli ve hidrolik, buhar veya su ile çalışan donanım beraber bulunuyorsa, elektrikli donanım, sızıntıların meydana getireceği hasarlardan korunmalıdır.

Klimatize edilmiş makina daireleri ve kumanda odalarında fazlalıklı havalandırma sistemi öngörülür.

## 1.2 Basınç Ölçerler (manometreler)

Basınç ölçerlerin (manometreler) taksimatları, öngörülen deneme basıncını gösterecek ölçüde olmalıdır. Kazanlarda, basınçlı kaplarda ve emniyet valfleri ile korunmuş sistemlerde müsaade edilen maksimum çalışma basıncı, basınç ölçerler üzerinde belirtilmelidir. Basınç ölçerler, basınç ileten kısımlardan ayrılabilir (Yani, basınç giriş devresi kapatılabilir).

Basınç ölçerlere (manometreler) gelen boru devreleri, muhtemel akışkan sütunlarının oluşturacağı statik basınçların göstergesi etkilemeyeceği şekilde döşenmeli ve tesis edilmelidir.

## 2. Makinalara ve Kazanlara Ulaşılabilirlik

2.1 Makina ve kazan donanımlarına, aparatlara ve kontrol ve çalıştırma cihazlarına kullanma ve bakım için ulaşılabilirlik.

600 mm. genişliğinde, 2050 mm. yüksekliğinde asgari geçiş yolu sağlanmalı, engelli bölgelerden kaçınılmalıdır.

2.2 Makina devrelerinin şekillendirilmesinde (makina temellerinin dizaynı, boru devrelerinin ve kablo kanallarının döşenmesi, vs.) ve makinalarla cihazların yapımında (filtrelere, soğutuculara, vs. ye bağlanmalarında) 2.1 göz önünde bulundurulmalıdır.

Sevk makinasının montajı ve sökülmesi için, yeterli büyüklükte açıklıklar sağlanmalı, donanımın tüm diğer parçaları için montaj ve söküm yolları planlanmalıdır.

Taşıma donanımı ile ilgili elemanlar sağlanmalıdır.

Montaj bölgesine elemanların yerleşiminden kaçınılmalı veya elemanlar sökülebilir olmalıdır.

## 3. Makina Kontrol Daireleri

Makina kontrol merkezinde (MCC), birisi firar yolu olarak da kullanılabilir şartıyla, en az iki çıkış bulunmalıdır.

## 4. Aydınlatma

Bütün çalışma yerlerinin, kontrol ve gözetleme aletlerinin kusursuz okunabileceği yeterlikte aydınlatılması gerekir, bunun için Kısım 105, Elektrik Kuralları, Bölüm 11'e bakınız.

## 5. Sintine Kuyuları / Sintineler

Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8'de belirtilen kurallara bakınız.

## 6. Havalandırma

Havalandırma, sistemlerinin dizaynı ve yapımı, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 11'de tanımlanan isteklere tabidir.

## 7. Gürültüyü Azaltma

Gemiyi çalıştıran makinaların gürültüsünün, ilgili ulusal kurallar dikkate alınarak, geminin çalışmasının kabul edilmez derecede zarar görmemesini sağlayıcı önlemler alınacaktır (örneğin; siperleme vasıtasıyla).

## J. Haberleşme ve Sinyal Donanımı

### 1. Konuşma Bağlantısı

Geminin kumanda yerleri ile makina dairesi ve dümen makina dairesi arasında her türlü çalışma şartlarında, ana enerji kaynağından bağımsız ve karşılıklı anlaşmayı pürüzsüz bir güvenle sağlayan konuşma bağlantıları bulunmalıdır (Kısım 105, Elektrik, Bölüm 9.'a bakınız).

### 2. Vardiya Alarm Sistemi

Makina dairesinden veya makina kontrol merksinden harekete geçirilebilen, makina zabıtları için vardiya dışındaki süre için bir alarm sistemi oluşturulmalıdır. Kısım 106, Otomasyon, Bölüm 3, C.'ye bakınız.

### 3. Makina Telgrafı

Makina dairesinden kumandalı makina donanımı, makina telgrafı ile donatılmış olmalıdır. Birden fazla şaft



donanımlı tesislerde her donanım için bir telgraf bulunmalıdır.

Lokal kontrol istasyonları bir emergensi telgrafla donatılmalıdır.

#### 4. Şaft Devir Göstergesi

Pervane şaftlarının devir sayısı ve dönüş yönü, kaptan köprüsünde, makina dairesinde ve tüm kumanda istasyonlarında gösterilmelidir. Küçük güçlü tesislerde gösterge uygulanmayabilir.

#### 5. Haberleşme ve Sinyal Cihazlarının Dizaynı

Hareket yönünü değiştirme, haberleşme ve işletme kumanda cihazları, vs. kumanda yerinde bir arada olmalıdır.

Hareket yönünü değiştirme "ileri" veya "geri" durumu ana makina kumanda yerinde açık bir şekilde gösterilmelidir. Sinyal cihazları, makinaların tam yükte çalışmaları durumunda, makina dairesinin her yerinden iyi bir şekilde görülebilmelidir.

Elektrikle çalışan kumanda haberleşmesi, sinyal ve alarm sistemlerinin dizayn ayrıntıları için Kısım 105, Elektrik ve Kısım 106, Otomasyon'a bakınız.

#### K. Fazlalıklı Sistemler

##### 1. Genel

**1.1** Fazlalıklı sevk ve manevra sistemleri ile ilgili olan bu kurallar, TL tarafından klaslanan ve **RP1 x%**, **RP2 x%** ve **RP3 x%** ek klaslama işareti verilen gemilere uygulanır.

**1.2** Fazlalıklı sevk ve manevra sistemleri ile ilgili kurallar, sevk ve manevra sistemleri ile ilgili fazlalık seviyelerini açıklar. Bu seviyeler ilgili Kısım 101, Klaslama ve Sörveyler, Bölüm 2,C'de tanımlanan ek klaslama işaretleri ile belirlenir.

**1.3** Bu kurallarda, tekil arıza kavramı esas alınmıştır.

#### 1.4 Onay için Verilecek Dokümanlar

**1.4.1** Başvurulan ek klaslama işaretine uygunluk; blok diyagramları, şematik resimler, sistemin işlevinin ve çalışmasının açıklamaları, hesaplamalar ve yerleştirme resimleri ile kanıtlanmalıdır.

Bölüm 2.'de belirtilen isteklere uygunluğun kanıtlanması amacıyla, seyir tecrübelerinde ulaşılmaması gereken hız ve manevra kalitesini göstermek üzere, model testleri veya hesaplamalar kullanılacaktır.

**1.4.2** Sevk ve manevra sistemleri ile bu sistemlerin çalıştırılması için gerekli olan yardımcı sistemler ve kumanda sistemleri için bir hata durumu etki analizi (HDEA) veya eşdeğer bir analiz yapılmalıdır.

Analiz; 2'de belirtilen isteklere göre, tekil bir arızanın sevk ve/veya manevra yeteneğinde herhangi bir kayba neden olmayacağını göstermelidir.

Analizde ayrıca, arızaların algılanması ve olası etkilerin kontrolü için alınan önlemlerin yerinde olduğunu ve bu önlemlerin, özellikle geminin sevk ve manevrasının hızlı bir şekilde telafisine uygun olduğunu da kanıtlanmalıdır.

Bunun dışında analizde, ortak neden olan olası arıza durumlarının belirlenmesi ele alınmalıdır. Fazlalık kavramını zayıflayabilecek teknik unsurların ve/veya işletim prosedürlerinin de dikkate alınması gerekir.

**RP1 x%** ek klaslama işareti için, HDEA yalnızca, fazlalıklı sevk makinaları ve bunlarla ilgili yardımcı sistemler için yapılmalıdır. Makina dairesine su girmesi veya makina dairesinde yangın çıkması durumları ve sevk sistemindeki ortak elemanlardaki bir arıza, dikkate alınmayacaktır.

**RP2 x%** ek klaslama işareti için, HDEA, fazlalıklı sevk ve manevra sistemleri ve bunlarla ilgili yardımcı sistemler için yapılmalıdır. Makina dairesine su girmesi veya makina dairesinde yangın çıkması ve dümen makinası bölmesine su girmesi durumları, dikkate alınmayacaktır.

**1.4.3** Seyir tecrübelerinde yapılacak test programı, onay için verilmelidir.

## 2. Genel İstekler

Bu bölümde belirtilen isteklere göre, sevk veya manevra sisteminde bir arıza oluştuğunda, aşağıda belirtilenler sağlanmalıdır.

**2.1** En olumsuz hava koşullarında **(1)** dahi, gemi hava direncine daha az maruz kalacak bir konuma getirilebilecek ve bu konumda muhafaza edilebilecek şekilde geminin manevra yeteneği sağlanacaktır;

**2.2** Geminin kontrol altında tutulması için minimum hız muhafaza edilebilecek ve kuvvetli akıntıların bulunduğu sularda karaya göre izafi hız sağlanabilecektir. Normal hava koşullarındaki **(2)** minimum hız en az 7 knots veya  $v_0$  hızının yarısı (düşük olan değer alınır) olmalıdır;

**2.3** Yukarıdaki 2.1 ve 2.2 maddelerde belirtilen isteklere, en az 72 saatlik sürede uyulmalıdır.

**2.4** Yukarıdaki 2.1, 2.2 ve 2.3 maddelerde belirtilen isteklere, geminin yükleme koşuluna bağlı olmaksızın uyulmalıdır;

**2.5** Fazlalıklı sevk sistemi ve manevra sistemi, her an kullanıma hazır olmalı ve istenildiğinde çalıştırılabilir.

**2.6** Fazlalıklı sevk sistemi, boşta çalışan sevk tesisinden çalışmayı devralabilir.

---

**(1)** *Bu kurallar kapsamında, en olumsuz hava koşulları olarak, 21 m/sn'ye (21 m/sn dahil) kadar bir rüzgar hızı (8 Beaufort) ve ortalama dalga periyodu 8,3 sn olan 5,4 m. lik dalga yüksekliği esas alınır.*

**(2)** *Normal hava koşulları olarak, 11 m/sn'ye (11 m/sn dahil) kadar bir rüzgar hızı (5 Beaufort) ve ortalama dalga periyodu 6,7 sn. olan 2,8 m. 'lik dalga yüksekliği esas alınır.*

**(3)** *Denizdeki seyir süresi normal olarak 72 saatten daha az süren gemiler için, belirtilen süre maksimum seyir süresi ile sınırlandırılabilir.*

Yukarıda belirtilen isteklere uygunluk, hesaplarla ve/veya model testleri ile kanıtlanmalı ve seyir tecrübeleri sırasında uygun şekilde doğrulanmalıdır.

## 3. Yardımcı Sistemlerle İlgili İstekler

**3.1** Yakıt, yağlama yağı, soğutma suyu, kumanda havası ve kesintisiz güç besleme sistemleri gibi işlevleri sevk sistemine doğrudan etki eden, fazlalıklı sevk sistemlerine ait yardımcı sistemlerin, birbirinden bağımsız olarak her bir sevk sistemi için sağlanması gereklidir.

**TL** kurallarına göre, bu sistemler için yedek ünitelerin belirtildiği hallerde, bahis konusu her bir sistem için bu üniteler sağlanmalıdır.

**3.2** Yakıt temizleme, çalıştırma havası besleme sistemleri, vb. gibi sevk sistemine doğrudan etki etmeyen, fazlalıklı sevk sistemlerine ait yardımcı sistemler, birbirinden ayrı olacak şekilde dizayn edilecektir. Sistemler arasında bağlantı hatlarının bulunması ve ünitelerin, kısıtlama olmaksızın aynı anda sevk sistemlerini besleyebilmeleri koşuluyla, ilave yedek ünitelerin sağlanmasına gerek yoktur. Bağlantı hatlarında, normal çalışma sırasında kapalı tutulması gereken kesici valfler bulunacaktır.

**RP3 x%** ek klaslama işareti gemilerde, makina mahalleri arasındaki bölme perdesinin her iki tarafında da bir kesici valf bulunmalıdır.

**3.3** Ağır yakıt sistemlerinde, yakıtın ön ısıtması ile ilgili ısıtma donanımları; bir sevk sistemi arızalandığında, fazlalıklı sevk sistemine ait yakıtın gerekli ön ısıtması sağlanacak şekilde dizayn edilmelidir.

2.3'de belirtilen sürede, fazlalıklı sevk sisteminin sınırsız olarak çalışmasına olanak veren dizel yakıtı depo tanklarının bulunması koşuluyla, fazlalıklı ısıtma donanımının sağlanmasına gerek yoktur.

**3.4** Fazlalıklı sevk sistemlerinin yakıt servis tanklarından besleme devrelerinde, servis tankı ile her sistemin pompası arasında bağlantı sağlanmalıdır. Bağlantı hattında, normal çalışma sırasında kapalı tutulması gereken bir kesici düzen bulunacaktır.

**RP3 x%** ek klaslama işaretli gemilerde, makina mahalleri arasındaki bölme perdesinin her iki tarafında da bir kesici valf bulunmalıdır.

**3.5** Fazlalıklı sevk sistemlerinin deniz suyu beslemesi her bir sevk sistemi için tahsis edilmiş olan bir pompa yardımıyla ortak bir deniz sandığından sağlanabilir. Bu sistemler, bağlantı devresinde bir kesici valfle izole edilebilir olmalıdır.

**RP3 x%** ek klaslama işaretli gemilerde, deniz sandıkları, 5.1'e göre ayrı bölmelere konulacaktır. Bağlantı devrelerine, bölme perdelerinde kesici valf konulmalı ve valflere, her iki makina bölmesinden veya makina bölmeleri dışındaki bir yerden kumanda edilebilmelidir.

**3.6** **RP3 x%** ek klaslama işaretli gemilerde 5.1'de belirtilen bölmelerin ayrılması isteklerine uygun olarak, deniz suyu soğutma sistemlerinden biri arızalandığında, fazlalıklı sevk sisteminin çalışması mümkün olmalıdır.

#### **4. Manevra Sistemleri ile İlgili İstekler**

##### **4.1 Dümenler**

Her fazlalıklı manevra sisteminde, herbiri birbirinden bağımsız kumandalı bir ana ve bir yardımcı dümen makinası bulunmalıdır.

Dümen konumu, elektriksel olarak bağımsız dümen konum göstergesi ile gösterilmelidir.

Dümen maksimum sapmada olsa dahi, geminin manevra yeteneği sağlanmalıdır. Eğer manevra yeteneği, 2'deki istekler karşılanmayacak şekilde bozulursa, arızalı dümeni gemi eksenine konumuna getirip kilitlemek mümkün olmalıdır.

##### **4.2 Manevra sistemi olarak azimuth sevk ünitesi**

Geminin manevrasının azimuth sevk sistemi ile sağlandığı hallerde, her birine bağımsız olarak kumanda edilebilen, en az iki azimuth sevk sistemi bulunmalıdır.

Her bir azimuth sevk sisteminin konumu, elektriksel olarak bağımsız göstergelerle gösterilmelidir.

Arızalı azimuth sevk sisteminin devre dışı kalmasından sonra dahi, geminin manevra yeteneği 2.'deki istekler karşılanamayacak şekilde bozulursa, arızalı azimuth sevk ünitesini gemi eksenine konumuna getirip kilitlemek mümkün olmalıdır.

#### **5. RP x% için Bölme Ayırma İstekleri**

##### **5.1 Perdeler ve bölmeler**

**5.1.1** Fazlalıklı sevk sistemleri ve manevra sistemleri, birbirinden su geçirmez perdelerle ayrılmalıdır.

**5.1.2** Fazlalıklı sevk sistemlerinin bulunduğu makina mahalleri arasındaki bölmeler, derecesi makina mahallerindeki yangın riskine bağlı olan yangına dayanıklılık esasına uygun olmalıdır. Bölmeler, yangın durumunda yapısal bütünlüğünü en az 60 dakika korumalıdır. Eğer önemli makineler ve donanımın işlevi olumsuz olarak etkilenirse, yangın izolasyonu sağlanmalıdır.

**5.1.3** Birbirlerinden koferdamlar, tanklar veya diğer mahallerle ayrılmış bulunan makina mahallerinin bölme perdeleri, yapısal bütünlüklerini en az 60 dakika korumalıdır. Bu mahallerin boyu veya derinliği en az 500 mm. olacaktır.

**5.1.4** SOLAS II-1 / Kural 18 veya 15'e göre su geçirmez kapılara izin verilebilir. Bu kapılarda, açık / kapalı durum göstergesi olmalı ve köprü üstünde bir uzaktan kumanda olanağı bulunmalıdır.

Su geçirmez kapılar, makina mahalleri için, emercensi çıkış olarak kabul edilemezler.

##### **5.2 Havalandırma**

Makina mahallerinde bağımsız havalandırma sistemleri bulunacaktır.

**6. Testler**

Seyir tecrübeleri sırasında, onaylı seyir tecrübesi programına göre testler yapılacaktır. Testler, aşağıda belirtilenleri doğrulayacak şekilde tasarlanacaktır:

- Gemi, belirtilen istekleri karşılayabilmektedir;
- Sevk ve manevra sistemleri, uygulanan ek klaslama işaretine uygun olarak gerekli fazlalıklara sahiptir;

- Arızalı durumların etkileri ve bu arızalı durumların algılanması ve kontrolüne ait önlemlerle ilgili HDEA'nin sonuçları doğrudur.

**7. Diğer Ayrıntılar**

Fazlalıklı sistemlerle ilgili diğer ayrıntılar, Kısım 105, Elektrik ve Kısım 23, Fazlalıklı Sevk ve Manevra Sistemleri'nde verilmiştir.

**BÖLÜM 3****İÇTEN YANMALI MAKİNALAR****Sayfa**

A.	Genel.....	3-1
B.	Onaylanacak Dokümanlar.....	3-3
C.	Krankşaftın Dizaynı.....	3-3
D.	Malzemeler.....	3-5
E.	Testler ve Tecrübeler.....	3-8
F.	Emniyet Cihazları.....	3-13
G.	Yardımcı Sistemler.....	3-17
H.	Kumanda Donanımı.....	3-20
I.	Alarm Sistemleri.....	3-21
J.	Makinanın Layna Alınması / Yerleştirilmesi.....	3-21

**A. Genel****1. Kapsam**

Bu bölümün kuralları, içten yanmalı ana ve yardımcı makinalar için geçerlidir.

Bu kurallarda sözü edilen içten yanmalı makinalar, trank pistonlu, 4-stroklı dizel makinelerdir.

**2. Ortam Koşulları**

Sınırsız sefer alanında çalışan gemilerdeki bütün makinalar için performans tanımlarında, Bölüm 1.D'de belirtilen ortam koşulları esas alınır.

**3. Güç**

**3.1** Dizel makinalarının, anma devir sayısındaki anma gücü, Bölüm 1.D'de belirtilen ortam koşullarında makina üreticisinin tanımlarına göre, devamlı faydalı güç olarak tanımlanabilir. Şekil 3.1'de ① olarak belirlenen güç alanı, devamlı çalışmada, ② olarak belirlenen güç alanı ise kısa süreli çalışmada uygulanabilir.

Güç alanının büyüklüğü makina üreticisi tarafından belirlenir.

**3.2** Makina üreticisi tarafından öngörülen bakım ve tutum programının uygulanması şartıyla makinanın devamlı vereceği faydalı güç sürekli güç olarak kabul edilir.

**3.3** Anma gücünün %110'u olan aşırı güçte ve ilgili devir sayısında bir saat süre ile düzgün çalıştığı kanıtlanabilen makinanın anma gücü, devamlı güç olarak tespit edilebilir. Aşırı gücün mertebesinde sapmalar TL'nun onayını gerektirir.

**3.4** Askeri geminin görev tanımına göre, sürekli düşük yükte çalışmadaki isteklere uygun olması gereken makinalar, kötü yanma ve düşük sıcaklıklar dikkate alınarak dizayn edilmelidir. İlgili önlemler ve ilave donanım için TL onayı gereklidir.

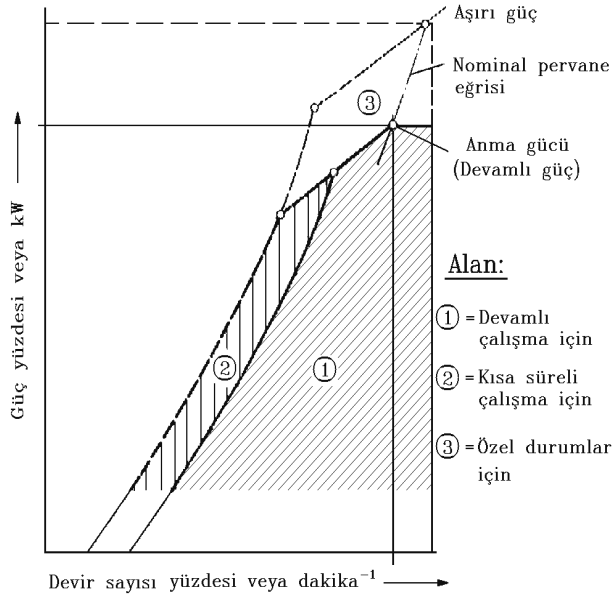
**3.5** Kural olarak, ana makinaların deneme yerinde çalışmasından sonra yakıt besleme sistemi, makinanın çalışması esnasında bir aşırı güce çıkmasına olanak vermeyecek şekilde ayarlanır.

Yakıt besleme sisteminin sınırlandırılması, kalıcı olarak güvenliğe alınacaktır.

**3.6** Elektrik jeneratörlerini tahrik edecek dizel makinaları, adı geçen şartlar çerçevesinde gemideki çalışmaları esnasında da aşırı yüklenebilmelidir.

**3.7** TL'nun onayına bağlı olarak, dizel makinaları aşılması olanak dışı olan devamlı (bloke edilmiş) güce göre dizayn edilebilirler.

**3.8** Ana makinalar için çalışma şartlarına uygun, içinde devamlı ve kısa süreli çalışmalar yapılabileceğini gösteren güç alanını belirten, bir güç diyagramı verilir (Şekil 3.1).



**Şekil 3.1** Güç diyagramı için bir örnek

#### 4. Yakıtlar

**4.1** Sıvı yakıtların kullanılmasında Bölüm 1, F.'deki kurallar geçerlidir.

**4.2** Yakıtın hazırlanması ve temini için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 7, B; ve Bölüm 8, G'ye bakınız.

#### 5. Makinalara Ulaşabilme

Makinalar, makina dairesinde, üreticinin istediği kontrollerin ve onarımların yapılması için gerekli montaj ve muayene deliklerine kolaylıkla ulaşılabilir şekilde düzenlenmelidir.

Bileşenlerin gemide değişimi mümkün olmalıdır. Makinaların yerleştirilmesinde, mahal ve yapım ile ilgili istekler dikkate alınmalıdır.

#### 6. Elektronik Bileşenler ve Sistemler

**6.1** İçten yanmalı makinaların kontrolü için gerekli olan elektronik bileşenler ve sistemler için, aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

**6.1.1** Elektronik bileşenler ve sistemler; Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar, Kısım 1, Elektrik/Elektronik Teçhizat, Bilgisayarlar ve Bilginin Alındığı ve Verildiği Kısımdaki Teçhizatın Tip Testlerinin Yapılması ile İlgili Kurallar'a göre tip onaylı olmalıdır.

**6.1.2** Bilgisayar sistemleri için Kısım 105, Elektrik Kuralları, Bölüm 10 dikkate alınmalıdır.

**6.1.3** Elektronik kontrol sistemindeki bir arıza, sevk gücünün ani kaybına veya değişimine neden olmayacaktır. Bazı hallerde TL, geminin hızında artışa neden olmaması sağlanılan, diğer arızalı koşulları onaylayabilir.

**6.1.4** Elektronik kontrol sistemindeki arıza olasılığı, sistem üreticisi tarafından sağlanması gereken bir analizle (örneğin; HDEA) kanıtlanmalıdır. Burada; insanlar, çevre ve teknik koşullar üzerine etkiler dahil edilecektir.

**6.1.5** Elektronik kontrol sisteminde, bir hız kontrol düzeni varsa; F.2.3 ve Kısım 105, Elektrik Kuralları, Bölüm 9, dikkate alınacaktır.

#### 6.2 Lokal kontrol istasyonları

**6.2.1** Lokal kontrol istasyonları için, H, dikkate alınmalıdır.

**6.2.2** H'de belirtilen göstergeler; bir arızanın sadece tek bir göstergesi etkileyebileceği şekilde düzenlenecektir. Bu göstergelerin elektronik kontrol sisteminin bir parçası olduğu hallerde, böyle bir sistemde arıza olduğunda, bahis konusu gösterimlerin sürdürülmesi için gerekli önlemler alınacaktır.

**6.2.3** Tekil bir arıza, birden fazla göstergenin devre dışı kalmasına neden olmayacaktır.

**6.2.4** Eğer bu göstergeler elektrikli ise, cihazların ve

elektronik sistemlerin elektrik beslemesi, 6.2.2 ve 6.2.3'deki davranışlar sağlanacak şekilde gerçekleştirilmelidir.

## B. Onaylanacak Dokümanlar

1. Makina üreticisi tarafından her makina tipi için onay (O) veya bilgi (B) için Tablo 3.1'de belirtilen (uygulanabilir ise) resimler ve dökümanlar, TL'na gönderilir.

2. Lisans altında üretilen her makina tipi için Lisans sahibi TL'na en az aşağıdaki dokümanları göndermelidir:

- Tablo 3.1'deki bütün resim ve dokümanların ve gerekiyorsa lisans sahibi ve lisans verenin kullandığı ilgili resimlerin karşılaştırılması;
- Değiştirilen elemanların eğer varsa, lisans verenin öngörülen değişiklikleri kabulüne ait açıklamaları ile birlikte Tablo 3.1'e göre bütün resimleri;
- Düşük yükte çalışma ile ilgili önlemler ve ilave donanımına ait dokümanlar,
- Test ve sörveye esas olmak üzere resimlerin tam bir takımı ilgili TL ofisine gönderilecektir.

3. İçten yanmalı bir makinanın tipi, aşağıdaki karakteristiklerle belirlenir:

- Üreticinin tanımı,
- Silindir çapı,
- Strok,
- Püskürtme sistemi,
- Kullanılabilen yakıt,
- Çalışma çevrimi,
- Süpürme yöntemi (tabii emişli veya aşırı doldurmalı),

- Anma devir sayısında her silindirde üretilen anma gücü ve en büyük devamlı efektif basınç,
- Aşırı doldurma sistemi (darbeli doldurma, sabit basınçlı doldurma),
- Doldurma havasını soğutma sistemi,
- Silindir tertip şekli (dik sıra, V).

4. Bir makina tipi için TL'ndan alınan ilk onaydan sonra, önemli yapısal değişikliklerin kontrolüne yeterli, Tablo 3.1'e uygun dökümanların verilmesi gerekir.

5. Gerekli görüldüğü takdirde, TL ek dokümanların gönderilmesini isteyebilir.

6. Türboşarjlerin, ısı değiştiricilerin, makinaya bağlı pompaların, vs. nin onayları ilgili üretici tarafından TL'na verilecektir.

## 7. Burulma Titreşimleri, Kritik Devir Sayıları

Bölüm 8'de belirtilen kurallar uygulanacaktır.

## C. Krankşaftın Dizaynı

### 1. Dizayn Yöntemleri

1.1 Krankşaftlar, anma gücünde meydana gelen zorlamalara göre dizayn edilmelidir. Hesaplarda TL "İçten Yanmalı Makinaların Krankşaftlarının Hesaplanması İçin Kurallar" uygulanır. Diğer hesaplama yöntemleri, TL'nun yukarıda adı geçen esaslarının verdiği boyutlardan küçük alınmamak koşulu ile kullanılabilir. Dokümanlar onay için verilmelidir.

1.2 1.1'de sözü edilen esaslara göre dizayn edilen krankşaftların uç yataklarının dış tarafı bitişik shaftın (d) çapına göre daha büyük yuvarlaklıkta ( $r \geq 0,06 \cdot d$ ) veya koniklikte olabilmelidir.

1.3 Yapı tarzı özel olan makinaların krankşaftlarının dizayn yöntemleri için TL ile anlaşma sağlanmalıdır.

Tablo 3.1 Onaylanacak dokümanlar

Seri No.	O/B	Tanım	Miktar	Açıklama (Aşağıya bakınız)
1	B	İçten yanmalı makinanın onay başvurusu için istenen bilgiler	3	
2	B	Makinanın enine kesiti	3	
3	B	Makinanın boyuna kesiti	3	
4		Bedpleyt veya krankkeyz		
	B	- Döküm	1	
	O	- Kaynaklı, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile	3	
5	O	Srast yatağı, komple	3	(3)
6		Srast yatağı temel levhası		
	B	- Döküm	1	(3)
	O	- Kaynaklı, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile	3	(3)
7		Freym / Kolon		
	B	- Döküm	1	(1)
		- Kaynaklı, kaynak ayrıntıları ve kaynak talimatları ile	3	(1)
8	B	Bağlantı rotları (tayrot)	1	
9	B	Silindir kaveri komple	1	
10	B	Silindir ceketi veya makina bloğu	1	(1) (2)
11	B	Silindir layneri	1	(2)
12	O	Krankşaft ayrıntıları, silindir sayısına göre (Krankşaft hesabı için veri cetvelleri ile)	3	
13	O	Krankşaft, komple, silindir sayısına göre	3	
14	O	Srast şaft veya ara şaft (makina içinde ise)	3	
15	O	Kaplin cıvataları	3	
16	O	Karşı ağırlıklar, bağlama cıvataları dahil	3	
17	O	Konnektin rot / biyel ayrıntıları	3	
18	B	Konnektin rot / biyel, komple	3	(2)
19	B	Piston, komple	1	
20	B	Kemşaft tahrik sistemi, komple	1	
21	O	Ana parçaların malzeme özellikleri, tahribatsız malzeme muayeneleri ve basınç testleriyle ilgili bütün ayrıntılarla	3	
22	O	Temel cıvatalarının yerleşim planı (yalnız ana makinalar için)	3	
23	O	İlk hareket havası devre şeması veya eşdeğer bir doküman	3	(6)
24	O	Yakıt devre şeması veya eşdeğer bir doküman	3	(6)
25	O	Yağlama yağı devre şeması veya eşdeğer bir doküman	3	(6)
26	O	Soğutma suyu devre şeması veya eşdeğer bir doküman	3	(6)
27	O	Makinanın kumanda ve güvenlik devre şeması	3	(6)
28	O	Elektronik bileşenler ve sistemlerin devre şeması	1	
29	B	Egzost devresinin izolasyon ve muhafaza sistemi, komple	1	
30	O	Yüksek basınç yakıt devresinin muhafaza sistemi, komple	3	(4)
31	O	Krankkeyzin patlama emniyet valflerinin yerleşimi	3	(5)
32	B	Sürekli düşük yükte çalışma ile ilgili ilave donanım		
33	B	İşletme ve bakım el kitapları	1	

(1) Yalnız bir silindir için

(2) Yalnız enine ve boyuna kesit resimlerinde yeterli özellikleri görülemeyenler için gereklidir.

(3) Makinaya ekli olan ve bedpleytin içine yerleştirilmeyenler için

(4) Tüm miktarlar için

(5) Yalnız silindir çapı > 200 mm. olan makinalar veya krankkeyz hacmi  $\geq 0,6 m^3$  için

(6) Makina üreticilerinin teslim kapsamı içinde olan bütün sistem, istekler kurallara göre, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler'e bakınız.

O: Onay, B: Bilgi



## 2. Sıkı Geçmeli Birleştirme ile İmal Edilen Krankşaftlar

Sıkı geçmeli birleştirme ile imal edilen krankşaftların dizaynı 1.1'de belirtilen TL Kurallarına göre yapılacaktır.

## 3. Cıvatalı Birleştirmeler

### 3.1 Parçalı krankşaftlar

Parçalı krankşaftları birleştirmek için özellikle sıkı geçme cıvatalar kullanılmalıdır.

### 3.2 Sevk tarafındaki flenç bağlantıları

Krankşaftların sevk tarafındaki kaplin flencinin kaplin cıvataları için, kural olarak Bölüm 4, D'ye uygun sıkı geçme cıvatalar uygulanır.

Sıkı geçme cıvataların kullanımı mümkün olamıyorsa, TL'nun onayı ile sürtünmeye dayanıklı eşdeğer bir bağlantı kullanılabilir.

## D. Malzemeler

### 1. Kabul Edilen Malzemeler

1.1 Dizel makinaların parçalarında kullanılan malzemelerin kalite özellikleri Kısım 2'de belirtilen malzeme kurallarına uymalıdır. Tablo 3.3 ayrı parçalar için kabul edilen malzemeleri ve onların minimum kalitesini içermektedir.

1.2 Kurallara uymayan kalite özelliğindeki malzemeler TL'nun özel izniyle kullanılabilir. Bu malzemelerin uygunluğunun gösterilmesi zorunludur.

1.3 Eğer şok yükleri, askeri gemi için büyük önem taşıyorsa, lamelli grafitli dökme demir (GG), bu tür yüklerle maruz bileşenler için tavsiye edilmez. Eğer uygun montaj elemanları ile şok yüklerinin yeterince azaltıldığı kanıtlanırsa, lamelli grafitli dökme demir kullanılabilir.

### 2. Malzeme Testleri

2.1 Teker teker üretilen makinalarda kullanılan,

aşağıdaki listede bulunan parçaların TL gözetiminde malzeme testleri yapılır:

1. Krankşaft;
2. Krankşaftın ana tahrik tarafındaki kaplin flenci (eğer birleşik değilse);
3. Krankşaft kaplin cıvataları;
4. Piston veya çelik döküm, çelik veya nodüler dökme demir olan piston kafası;
5. Çelik veya dökme çelik silindir laynerleri;
6. Çelik veya dökme çelik silindir kaverleri;
7. Kaynaklı bedpleytler: levhalar ve yatak altlıkları, dövme çelik veya çelik döküm;
8. Kaynaklı freymler ve krankkeyzler;
9. Kaynaklı freym ara bağlantıları;
10. Bağlantı rotları (tayrod);
11. Egzost gaz türboşarjeri; - şaft ve rotorlar
12. Cıvatalar ve saplamalar; - Silindir kaverleri, - Ana yataklar, - Konnektin rot / biyel yatakları,
13. Kemşaftı döndüren dişliler ve zincir dişlileri, çelik veya dökme çelik.

2.1.1 Malzeme testleri Tablo 3.3'e uygun olarak yapılmalıdır.

**Tablo 3.3 Malzeme testleri**

Silindir çapı	D.2.1'deki listeye göre test edilecek parçalar
≤ 300 mm.	1-7-8-9-10
>300 ≤ 400 mm.	1-5-6-7-8-9-10-12-13
>400 mm.	Bütün parçalar

**2.1.2** Ek olarak, boru devreleri ve ilk hareket havası devresinin parçaları ve makinanın kısımlarından olan diğer basınçlı sistemler için de malzeme testleri yapılmalıdır (bunun için Bölüm 107, Gemi İşletim Taeisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8'e bakınız).

**2.2** Teker teker üretilen makinalarda, aşağıdaki listede bulunan parçalar için, Tablo 3.4 ve 3.5'e göre tahribatsız malzeme muayeneleri uygulanır:

1. Bedpleytin çelik döküm parçaları, örneğin; kaynak bağlantılarıyla beraber ana yatakları taşıyan altlıklar;
2. Tek parçalı dövülmüş krankşaftlar;
3. Tam işlenmiş krankşaftların, döküm, haddelenmiş veya dövülmüş parçaları;
4. Tam işlenmemiş krankşaftların, döküm veya dövme parçaları;
5. Konnektin rotlar / Biyeller;
6. Pistonların çelik veya dökme çelik üst parçaları;
7. Bağlantı rotları (tayrod) (diş açılmış boyun iki misli uzunluktaki herbir bölgede);
8. Değişik zorlamaların etkisinde olan civatalar, örneğin :

- Ana yatak civataları,

- Konnektin rot / Biyel civataları,

- Silindir kaveri civataları,

**9.** Çelik veya çelik döküm silindir kaverleri;

**10.** Kemşaftı tahrik eden çelik veya çelik döküm dişliler.

**2.2.1** Manyetik parçacık veya girici sıvı yöntemleri uygulanarak yapılan muayeneler. Tablo 3.4'e uygun bir şekilde üretici ile **TL** sörveyörünün arasında tespit edilen, tecrübeye göre hataya rastlanılabilecek yerlere uygulanır.

**2.2.2.1** Ultrasonik muayeneler üreticinin yerinde

Tablo 3.5'e uygun olarak yapılır. İlgili üretici dokümanları beraber verilir.

**2.2.3** Makinanın önemli parçalarındaki kaynak dikişlerinin muayenelerinde, kabul edilmiş muayene metodları istenebilir.

**2.2.4** Bir makina parçasının kusursuzluğunun şüpheli olması halinde, yukarıda sözü edilen muayenelere ek olarak kabul edilmiş metodlarla tahribatsız muayeneler istenebilir.

**2.3** Dövme veya döküm parçaların kaynak edilerek birleştirilmesiyle oluşturulan krankşaftlar için **TL**'nin özel onayı gereklidir. Üretim ve kaynak metodu kabul edilir olmalıdır. Malzeme ve kaynak yerleri muayeneye tabi tutulur.

Tablo 3.3 Onaylı malzemeler ve test sertifikası tipi

Onaylı malzemeler	Parça adı	TL kuralları (*)	Test sertifikası (**)		
			TL 3.1 C	3.1 B	2.2
Dövme çelik $R_m \geq 360 \text{ N/mm}^2$	Krankşaftlar Konnektin rotlar Silindir koverleri / silindir kafaları Pistonlar ve piston kafaları Kemşaft tahrik dişlileri	Bölüm 5, C	X X X X (3) X (3)	- - - X (4) X (4)	- - - - -
Haddelenmiş veya dövme yuvarlak çelik $R_m \geq 360 \text{ N/mm}^2$	Bağlantı rotları (tayrot) Cıvatalar ve saplamalar	Bölüm 5, C	X X (1)	- X (4)	- -
Özel kalite dökme çelik $R_m \geq 440 \text{ N/mm}^2$ ve Özel kalite dövme çelik $R_m \geq 440 \text{ N/mm}^2$	Çok parçalı krankşaftlar için vebler veya pin ve vebleri ile bir bütün olan krank elemanları (throws)	Bölüm 5, C Bölüm 6, C	X	-	-
Dökme çelik	Pistonlar ve piston kafaları Silindir koverleri / silindir kafaları Kemşaft tahrik dişlileri Yatak altlıkları (kaynağa elverişli)	Bölüm 6, C	X X (3) X (1) X (3)	X X (4) X (2) X (4)	- - - -
Nodüler dökme demir, tercihen ferritik cins $R_m \geq 370 \text{ N/mm}^2$	Makina blokları Bedpleytler Silindir blokları Silindir koverleri / silindir kafaları Pistonlar ve piston kafaları Volanlar Valf gövdeleri	Bölüm 7, B	- - - X (3) - - -	X (1) X (1) X (1) X (4) X (1) X (1) X (1)	- - - - - - -
Lamelli dökme demir $R_m \geq 220 \text{ N/mm}^2$	Makina blokları Silindir blokları Silindir koverleri / silindir kafaları Silindir laynerleri Volanlar Bedpleytler	Bölüm 7, C	- - - - - -	- - - - - -	X X X X X X
Tekne yapım çeliği, bütün TL kalite dereceleri, kalınlık $\leq 35 \text{ mm}$ . levhalar için	Kaynaklı bedpleytler Kaynaklı freymler Kaynaklı çerçeveler	Bölüm 3, B	X X X	- - -	- - -
Tekne yapım çeliği, TL kalite derecesi (B), kalınlık $>35 \text{ mm}$ . levhalar için					
Kaynaklı konstrüksiyonlar için alaşımsız yapı çelikleri					
<p>(*) Tüm ayrıntılar için TL Malzeme Kuralları'na bakınız.  (**) Test sertifika tipleri için DIN 50049 veya EN 1020'ye bakınız.  (1) Sadece silindir çapı <math>&gt;300 \text{ mm}</math>. için.  (2) Silindir çapı <math>\leq 300 \text{ mm}</math>. için.  (3) Sadece silindir çapı <math>&gt;400 \text{ mm}</math>. için.  (4) Silindir çapı <math>\leq 400 \text{ mm}</math>. için.</p>					

Tablo 3.4 Manyetik parçacık muayeneleri

Silindir çapı	D.2.2'deki listeye göre muayene edilecek parçalar
≤400 mm.	1-2-3-4-5
>400 mm.	Bütün parçalar

Tablo 3.5 Ultrasonik muayeneler

Silindir çapı	D.2.2'deki listeye göre muayene edilecek parçalar
≤400 mm.	1-2-3-4-7-10
>400 mm.	1-2-3-4-5-6-7-10-11

## E. Testler ve Tecrübeler

### 1. Üretim Kontrolleri

1.1 Tüm makinaların üretim denetimi TL tarafından yapılır.

1.2 Makina üreticisi, TL tarafından "Seri üretilen makina üreticisi" onayını almışsa, bu makinalar "Seri Üretilen Makinalar için Kurallar"a göre test edilecektir.

### 2. Basınç Testleri

İçten yanmalı makinaların parçaları tek tek Tablo 2.6'da verilen basınçlarda basınç testine tabi tutulurlar.

### 3. Tip Onayı Testleri (TAT)

#### 3.1 Genel

Gemiye montajı istenen makinaların, TL tarafından Tip onayı yapılmalıdır. Bu amaçla 3.1.2'ye uygun bir tip onayı testi yapılmalıdır.

##### 3.1.1 Tip onayı testi için ön şartlar

- Test edilecek makina, üretim serisinin özgün gereklerine uymalı ve benzerliği optimize

edilmiş olmalıdır;

- Güvenilir sürekli bir çalışma için gerekli muayeneler ve ölçmeler, atölye içi testleri çerçevesinde makina üreticisi tarafından uygulanmış ve önemli muayenelerin sonuçlarından TL'na bilgi verilmiş olmalıdır;
- B'de belirtilmiş olan "Onaylanacak Dokümanlar" kapsamında bulunan dokümanlara eşdeğer resim ve dokümanlar TL'na verilmiş olmalıdır.

#### 3.1.2 Tip onayı testinin kapsamı

Tip onayı testi 3 aşamada yapılır:

##### - A Aşaması - İç testler

Tip testi sırasında TL'na verilecek olan işlev testleri ve test saatlerini de içeren çalışma verilerinin kaydedilmesi işlemleri yapılır.

##### - B Aşaması - Tip testi

Bu test TL sömürünün huzurunda uygulanır.

#### 3.2 A Aşaması - İç testler

Bu testler sırasında işlev testleri ve çalışma verilerinin kaydedilmesi işlemleri yapılır. Makina, makina üreticisi için önemli olan yüklerde denenir ve çalışma değerleri protokole bağlanır. Yükleme durumları, makinanın kullanılmasına uygun seçilir.

##### 3.2.1 Normal koşulları

Maksimum anma gücünün %25, %50, %75, %100 ve %110 değerindeki yükleme durumları için yapılan testleri kapsar.

- Uygun teorik pervane eğrisi üzerinde ve/veya pervaneyi döndürmek için sabit devir sayısında,
- Jeneratörün tahriki için sabit regülatör ayarıyla anma devir sayısında,
- Makina üreticisince kabul edilebilen çalışma bölgesinin sınır noktalarının tespitinde.

Tablo 3.6 Basınç testleri (1)

Parça adı		Test basıncı $p_p$ [bar]
Silindir kaveri, soğutma suyu mahalli (3)		7
Silindir layneri, tüm soğutma suyu mahalli boyunca (5)		7
Silindir ceketi, soğutma suyu mahalli		4 en az $1,5 \cdot p_{e,müs}$ (2)
Yakıt püskürtme sistemi	Pompa gövdesi, basınç tarafı	$1,5 \cdot p_{e,müs}$ veya $p_{e,müs} + 300$ (hangisi küçük ise)
	Valfler	$1,5 \cdot p_{e,müs}$ veya $p_{e,müs} + 300$ (hangisi küçük ise)
	Boru devreleri	$1,5 \cdot p_{e,müs}$ veya $p_{e,müs} + 300$ (hangisi küçük ise)
Egzost gazı türboşarjeri, soğutma suyu mahalli		4 en az $1,5 \cdot p_{e,müs}$
Egzost devresi, soğutma suyu mahalli		4 en az $1,5 \cdot p_{e,müs}$
Soğutucu, her iki tarafı (4)		4 en az $1,5 \cdot p_{e,müs}$
Makinaya bağlı pompalar (yağ, su, yakıt, sintine)		4 en az $1,5 \cdot p_{e,müs}$
İlk hareket ve kumanda havası sistemi (montajdan önce)		$1,5 \cdot p_{e,müs}$
<p>(1) Genel olarak parçalara hidrolik test uygulanır. Dizaynın ve testlerin özelliği nedeniyle test kurallarında bir değişiklik gerekiyorsa, özel kurallar üzerinde anlaşma sağlanabilir.</p> <p>(2) <math>p_{e,müs}</math> [bar] = İlgili parçaların müsaade edilebilen en büyük çalışma basıncı.</p> <p>(3) Dövme silindir kaverleri için basınç testi yerine diğer test yöntemleri kabul edilebilir; örneğin, uygun tahribatsız muayene şeklinde kaydedilmiş boyut kontrolü.</p> <p>(4) Dolgu havası soğutucusu yalnız su tarafı.</p> <p>(5) Savurma dökümlü silindir laynerleri için basınç testi yerine yarıлма testi uygulanabilir.</p>		

### 3.2.2 Emercensi çalışma koşulları

Türboşarjerle aşırı doldurmalı makinalarda, türboşarjerin devre dışı kalması halinde erişilebilen güç, aşağıdaki durumlarda belirlenmelidir:

- Tek türboşarjerli makinalarda rotor kilitlenirse veya sökülürse,
- İki veya daha fazla türboşarjerli makinalarda arızalı türbin devre dışı kalırsa.

#### Not :

Makina üreticisi tarafından, erişilebilen gücün, devamlı çalışma olabileceği belirtilmelidir. Kısa süreli bir sınırlama durumunda kabul edilebilen çalışma zamanı gösterilmelidir.

### 3.3 B Aşaması - Tip testi

Tip testi sırasında aşağıda 3.3.1'den 3.3.3'e kadar belirtilmiş muayeneler ve testler TL'nun gözetiminde yapılmalıdır. Muayenelerin sonuçları protokole bağlanmalı ve TL'nca imzalanmalıdır. Tip testi programından olası sapmalar TL'nun onayını gerektirir.

#### 3.3.1 Yükleme noktaları

Yükleme noktaları, Şekil 3.2'de gösterilen güç/devir sayısı diyagramına uymalıdır.

Tip testi sırasında çeşitli yükleme noktalarının ölçülen ve protokole bağlanan çalışma verileri, bir değerlendirme için gerekli bütün önemli parametreleri kapsamalıdır.

Her bir yükleme noktasının çalışma zamanı, makina büyüklüğüne ve ölçmenin süresine bağlıdır. Her durumda ölçmeler, her şeyden evvel makinanın çalışması süreklilik durumuna gelince yapılmalıdır. 3.3.1.1'e uygun %100 güçte (anma gücü) iki saatlik bir çalışma zamanı gerektirir. Birer saat aralık ile en az iki ölçme (kayıt) yapılmalıdır.

Tip testi çerçevesinde mekanik silindir yağlayıcısı olmadan tatmin edici olarak çalışabilen bir makina, bunu uygun bir şekilde kanıtlamalıdır.

### 3.3.1.1 Anma gücü (devamlı güç)

%100 döndürme momentinde ve %100 devir sayısında (anma devir sayısı) 1. yükleme noktasına uygun çıkış gücü %100 olan güç demektir.

### 3.3.1.2 %100 Güç

2. Yükleme noktasına uyan müsaade edilebilen en büyük devir sayısında, %100 güçte çalıştırma yapılmalıdır.

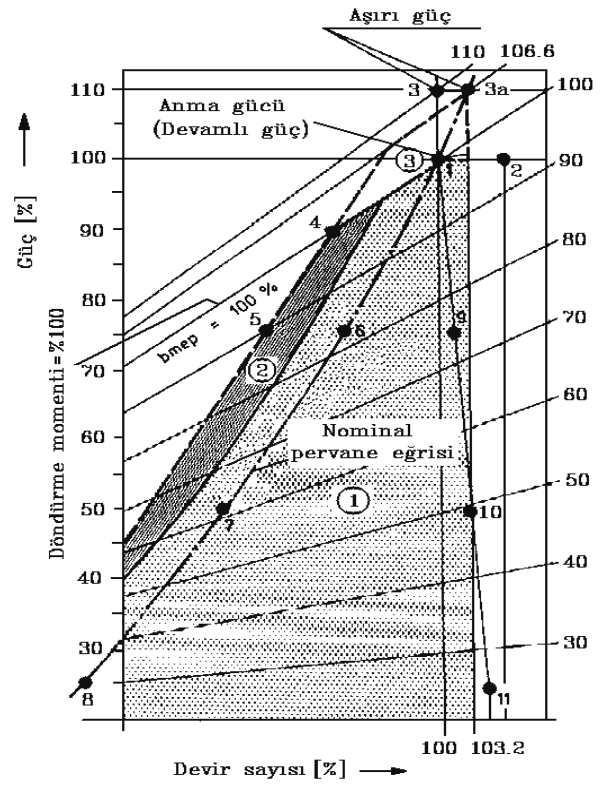
### 3.3.1.3 Müsaade edilebilen en büyük döndürme momenti

Normal durumda %100 devir sayısında 3 noktasına uyan %110 güç veya nominal pervane eğrisine uygun bir devir sayısında 3a noktasına uyan müsaade edilebilen en büyük güç (normal durumda %110) demektir.

### 3.3.1.4 Kısa süreli çalışma için kabul edilebilen en küçük devir sayısı

Kısa süreli çalıştırma için izin verilen en küçük devir sayısı aşağıda belirtilenler için ayarlanmalıdır:

- Yükleme noktası 4'e uyan %100 döndürme momentinde,
- Yükleme noktası 5'e uyan %90 döndürme momentinde.



- ① Bölgesi devamlı güç için
- ② Bölgesi kısa süreli çalışma için
- ③ Bölgesi özel kullanma durumlarında kısa süreli aşırı yükte çalışma için

Şekil 3.2 Güç / Devir sayısı diyagramı

### 3.3.1.5 Kısmi yükte çalışma

Kısmi yükte çalışma, nominal pervane eğrisine uygun devir sayılarında 6, 7 ve 8 noktalarına uyan ve sabit regülatör ayarı ile anma devir sayısında 9, 10 ve 11 noktalarına uyan ve ayrıca anma gücünün %75, %50, %25'ine karşıt gelen çalışma demektir. Alt yükleme noktalarında veya altındaki (örneğin %50, %25) devamlı çalışma, makina üreticisi tarafından belirtilmelidir.

### 3.3.1.6 Sürekli düşük-yükte çalışma

A.3.4'deki isteklerin karşılandığı kanıtlanmalıdır. Üreticinin belirlediği testlerin tipi ve kapsamı, TL tarafından onaylanmalıdır.

### 3.3.2 Emercensi çalışma

3.2.2'ye uyan çalışmada erişilebilen en büyük güç

- Nominal pervane eğrisine uygun ilgili devir sayısında,
- Anma devir sayısı için sabit regülatör ayarında.

### 3.3.3 İşletme testleri

İşletme testleri aşağıdaki şekilde yapılacaktır:

- Nominal pervane eğrisine uygun en düşük devir sayısı testi;
- İlk hareket manevrası;
- Regülatör testi;
- Güvenlik sisteminin denenmesi, bilhassa aşırı devir sayısı ve düşük yağlama yağı basıncı için yapılmalıdır.
- TL onaylı test programına göre elektronik bileşenler ve sistemlerin testi.

### 3.4 C Aşaması - Parça kontrolleri

Tip testinden hemen sonra, sıra makinalarda bir silindirin parçaları ve (V) makinalarda bir V tahrikine ait iki silindirin aşağıdaki parçaları kontrol için gösterilmelidir:

- Yerinden çıkarılmış ve sökülmüş piston,
- Sökülmüş ana yatak ve krankpin yatağı,
- Monte edilmiş durumda silindir layneri,
- Valfleri sökülmüş silindir kafası,
- Kemşaft tahrik sistemi, kemşaft ve kapakları açılmış vaziyette krankkeyz.

**Not :**

*Gerektiğinde TL sürveyörü, makinanın daha geniş kapsamlı olarak sökülmesini isteyebilir.*

### 3.5 B ve C aşamalarının test raporları

Tip testinin sonuçları, TL'na sunulacak bir raporda toplanmalıdır.

### 3.6 Seri makinaların tip testi

**3.6.1** Silindir çapı  $\leq 300$  mm. olan, seri halinde üretimi istenen makinaların tip testi, Seri Üretilen Makinalar için Kurallar'a göre yapılacaktır.

**3.6.2** Tip testinin uygulanması için makina, öngörülen bütün teçhizatıyla donatılmış olmalıdır. TL kurallarına uygun tam bir donatım, deney yerinde olanak dışı ise, serinin diğer bir makinasında gösterilebilir.

### 3.7 Tip testinin yenilenmesi

Tip kabulü ve çalışma testi yapılmış bir makinanın anma gücü (devamlı gücü), %10 yükseltiyorsa yeni bir tip testi gereklidir. Güç yükseltilmesi için müsaade, ilgili resimlerin incelenmesini gerektirir.

## 4. Atölye Denemesi

**4.1** Makinalara, genel olarak üreticinin atölyesinde ve TL'nun gözetiminde aşağıda kapsamı belirtilmiş bir deneme uygulanır. Bu kapsamdan olan farklılıklar TL'nun kabulünü gerektirir.

### 4.2 Atölye Denemelerinin Kapsamı

Denemeler sırasında makina üreticisi tarafından, her bir yükleme noktasının ilgili çalışma değerleri ölçülür ve protokole bağlanır. Bütün sonuçlar, makina üreticisi tarafından düzenlenen bir kabul protokolünde toplanır. Bütün ölçmeler, her zaman sürekli çalışma durumuna erişildiğinde yapılır. %100 güçteki (anma devir sayısındaki anma gücü) kayıtlar en az 30 dakikalık bir aralıkla iki defa yapılır.

#### 4.2.1 Pervaneye doğrudan bağlı ana makinalar

Çalıştırma koşulları a) ÷ e)'ye göre ayarlanacak, işlev testleri d) ÷ f)'ye göre yapılacaktır. Özel durumlardaki diğer koşullar için TL ile anlaşmaya varılabilir.

**a)** %100 güç (anma gücü): %100 Devir sayısında(anma devir sayısı)  $n_0$   
Sürekli çalışma durumuna erişildikten sonra en az 60 dakika;

- b) %110 güç,  $n = 1,032 \cdot n_0$  da  
Sürekli çalışma durumuna erişildikten sonra 45 dakika;

*Not :*

*Kural olarak, deneme yerindeki denemeden sonra, çalışma sırasında aşırı gücü önleyebilmek için güç, anma gücü ile (%100 güç) sınırlandırılır (A.3.5'e bakınız).*

- c) Nominal pervane eğrisine uygun olarak; %90, %75, %50, %25 güç;
- d) İlk hareket ve dönüş yönünü değiştirme manevraları (Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 6, A.2.4'e bakınız);
- e) Regülatör ve bağımsız aşırı devir koruyucusunun testi;
- f) Makinayı durduran tertibatın testi.

#### 4.2.2 Elektrikli pervane sistemlerine ait ana makinalar

Testler, anma devir sayısında ve regülatörün sabit ayarında, aşağıdaki şartlarda yapılır:

- a) %100 Güç (anma gücü):  
Sürekli çalışma durumuna erişildikten sonra en az 60 dakika;
- b) %110 Güç:  
Sürekli çalışma durumuna erişildikten sonra 45 dakika;

*Not :*

*Deney yerindeki denemeden sonra jeneratörü döndüren makinaların gücü, gemiye montajdan sonraki çalışmada da aşırı gücü (%110 güç) verebilecek şekilde ayarlanır. Bu nedenle jeneratörü koruyan tertibatın gerekleri ve ayarlama şartları her zaman için gerçekleştirilebilmelidir (A.3.6'ya bakınız). Özel ayarlamalar için TL ile anlaşmaya varılabilir.*

- c) %75, %50, %25 güç ve boşta çalışma;
- d) İlk hareket testleri (Kısım 107, Gemi İşletim

Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 6, A.2.4'e bakınız);

- e) Regülatör ve bağımsız aşırı devir koruyucusunun testi.

- f) Makinayı durduran tertibatın testi.

#### 4.2.3 Yardımcı makinalar ve elektrik jeneratörlerini tahrik eden makinalar

Testler 4.2.2'ye göre yapılır.

Dizel jeneratör takımının testi için, Kısım 105, Elektrik Bölüm 16, D.3.2'ye bakınız

**4.3 TL**, tesisin tipine göre özel bir test programı isteme hakkını saklı tutar.

**4.4** Ana makinalarda ve elektrik jeneratörlerini tahrik eden makinalarda anma gücü, en düşük güç olarak doğrulanmalıdır.

#### 4.5 Parça kontrolleri

Testlerden sonra örnekleme yoluyla seçilmiş parçalar kontrole sunulur.

Krankşaft veb deflekşını kontrol edilir.

#### 5. Gemideki Denemeler (Liman ve Seyir Tecrübeleri)

Makina üreticisi tarafından öngörülen ilk çalışma denemesi programı üzerinde varılan anlaşmadan sonra makinalarda aşağıdaki denemeler yapılır.

##### 5.1 Denemelerin kapsamı

##### 5.1.1 Sabit kanatlı pervaneleri döndüren ana makinalar

Denemeler aşağıdaki şartlarda yapılır:

- a) Anma devir sayısında ( $n_0$ ): en az 4 saat ve Normal deniz seyirindeki devamlı güce uyan bir devir sayısında en az iki saat;



- b)  $n = 1,032 \cdot n_0$  devir sayısında: 30 dakika  
Makina ayarı buna müsaade ederse yapılır (A.3.5'e bakınız);
- c) En düşük devir sayısının belirlenmesi;
- d) Gerekirse, sürekli düşük yükte çalışma,
- e) İlk hareket ve tornistan manevralarında,
- f) Liman veya seyir tecrübeleri sırasında, pervane dönüş yönünün tersi yönde (tornistanda) ve en az anma devir sayısının %70'ine eşit bir devir sayısında: 10 dakika;
- g) İzleme ve güvenlik sistemlerinin testleri.

#### 5.1.2 Kumanda edilebilir piçli pervaneleri veya tornistan dişli donanımlarını çalıştıran ana sevk makinaları

Bu durumda 5.1.1'e benzer uygulama geçerlidir. Kumanda edilebilir piçli pervaneli makinalarda pervanenin değişik piç durumları için testler yapılır. Şayet kombine bir çalışma öngörülmüş ise, bu takdirde kombine eğriler kaydedilir ve ölçülerle doğrulanır.

#### 5.1.3 Pervaneyi elektrikli sistemle döndüren ana makinalar

Denemeler anma devir sayısında sabit regülatör ayarıyla aşağıdaki şartlarda yapılır:

- a) %100 Güçte (anma gücü): en az 4 saat ve normal deniz seyirindeki devamlı güçte en az 2 saat;
- b) %110 Güçte: 30 dakika;
- c) Liman veya seyir tecrübeleri sırasında, pervane dönüş yönünün tersi yönde (tornistanda) ve en az anma devir sayısının %70'ine eşit bir devir sayısında: 10 dakika;
- d) İlk hareket manevraları (Kısım 107, Gemi İşletim

Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 6, A.2.4'e bakınız).

- e) İzleme ve güvenlik sistemlerinin testi.

*Not :*

*Testler için çalıştırılan jeneratörlerin anma elektrik güçleri esas alınır.*

#### 5.1.4 Elektrik jeneratörlerini ve yardımcıları çalıştıran makinalar

Bu makinalara en az 4 saat süreyle bir çalışma testi uygulanır. Bu sırada ilgili setin daha uzun bir süre anma gücü ile yüklenmesi istenir.

Bu arada gemi elektrik devresindeki cihazlarda, jeneratörün aşırı yük koruyucularının gerekli zamanlarda harekete geçtiği dikkate alınarak %110 güç kanıtlanır.

**5.2** Makina donanımının ve özel yakıtları yakmak üzere dizayn edilmiş olduğu ana ve yardımcı makinalarda, bu husus kanıtlanmalıdır.

**5.3** Gemi denemelerinin kapsamı, yedekte çekme, düşük-yükte çalışma, vb. gibi özel çalışma hizmetleri gözönüne alınarak genişletilebilir.

#### 5.4 Topraklama

Çalışma sırasında krankşaft/şaft sistemi ile gemi teknesi arasında oluşan elektriksel potansiyel farkının, ana makinalar için makina üreticisi tarafından belirlenmiş sınır değerlerini aşmadığından emin olunmalıdır. Müsaade edilen gerilim potansiyelinin sınır değerinin izlenmesi dahil olmak üzere, uygun topraklama düzeni bulunmalıdır.

### F. Emniyet Cihazları

#### 1. Genel

Kısım 105, Elektrik Kuralları göz önüne alınmalıdır. Otomasyonlu sevk tesisleri için Kısım 106, Otomasyon'daki kurallar ilave olarak dikkate alınmalıdır.

## 2. Devir Sayısının Ayarlanması ve Aşırı Devir Sayılarına Karşı Makinanın Korunması

### 2.1 Ana ve yardımcı makineler

**2.1.1** Bir elektrik jeneratörünü döndürmekle yükümlü olmayan her dizel makineyi, anma devir sayısının %15'inden fazla bir devir sayısına çıkamayacak şekilde ayarlanmış bir devir sayısı governörü veya regülatörü ile donatılmalıdır.

**2.1.2** Devreden ayrılabilen (kavramalı) veya kumanda edilebilir piçli bir pervaneyi döndüren 220 kW ve daha büyük anma gücündeki her ana makina, normal governörden ayrı olarak, makinanın anma devir sayısının %20'sinin üstündeki devir sayısına makina devrinin yükselmesini önleyecek ek bir aşırı devir sayısı koruyucusu ile donatılmalıdır.

Benzer tertibat TL tarafından kabul edilebilir.

### 2.2 Elektrik jeneratörlerini çalıştıran makineler

**2.2.1** Ana veya emercensi elektrik jeneratörlerini çalıştıran her dizel makina, nominal frekansın  $\pm$ %10'undan fazla geçici frekans değişimi önlenemez ve maksimum elektrik kademe yükü bağlandığı veya kesildiğinde, en fazla 5 saniyede kararlı duruma gelebilecek tarzda donatılacaktır.

Jeneratörün nominal gücüne eşdeğer bir kademe yükü devreye alındığında, D.1.1.1'de istenilen aşırı devir sayısı cihazının müdahalesine neden olmaması koşuluyla, geçici devir sayısının %10'unu aşması kabul edilebilir.

**2.2.2** Anma gücü 220 kW ve daha fazla olan bir dizel makineyi, normal governöre ek olarak, anma devir sayısının %15'inin üstündeki devir sayısına makina devrinin yükselmesini önleyecek bir aşırı devir sayısı koruyucusu ile donatılmalıdır.

**2.2.3** Dizel makineleri, gemi elektrik sisteminin özel koşullarına uygun olmalı ve bunlara göre dizayn edilmelidir.

Yükleme aşağıda belirtildiği gibi iki kademede uygulanır:

Sıfır yükten, %50'ye kadar ani yüklemeye yapılır. Müteakiben jeneratör gücünün geri kalan %50'si 2.2.1 ve 2.2.4'deki koşullar gözönüne alınarak yüklenir.

İki kademededen daha fazla yüklemeye (Şekil 3.3) aşağıdaki koşullar altında kabul edilebilir:

- Gemi elektrik sisteminin, böyle bir jeneratör tertibatının kullanılmasına uygun olarak dizayn edilmesi;
- İki kademededen fazla yüklemenin gemi elektrik sisteminin dizaynında gözönüne alınmış ve resimlerin kontrolü ile onaylanmış olması;
- Bundan başka jeneratörlerin paralel çalışması ve bir jeneratörün devreden çıkması halinde gemi elektrik sisteminin güvenilirliği kanıtlanmalıdır.

**2.2.4** Devir sayısı 5 saniye zarfında müsaade edilen  $\delta$ , kalıcı devir sayısı değişikliği bölgesi içinde kararlı duruma gelmelidir. Kalan devir sayısı değişimi, verilen güce ait devir sayısının  $\pm$  1'ini geçmemesi halinde kararlı duruma erişildiği kabul edilir.

**2.2.5** Paralel çalışan jeneratör takımının dizel makinelerinin devir sayısı ayarlayıcıları (governörleri), karakteristik eğrileri Kısım 105, Elektrik, Bölüm 1, F.1'de belirtilenlerden büyük sapmalar göstermemelidir.

**2.2.6** Stand-by devreleri besleyen jeneratör grupları, makinanın soğuk olması halinde de stand-by hizmeti yerine getirebilmelidir. İlk hareket ve yüklemeye olayı yaklaşık 30 saniye sonra tamamlanmalıdır.

**2.2.7** Emereensi jeneratör grupları adı geçen ayar koşullarını, sınırsız olarak yerine getirmelidir. Bunlarda ilk hareket ve yüklemeye yaklaşık 45 sn. sonra tamamlanmalıdır.

**2.2.8** 2.2'de sözü edilen makinaların governörleri, toplam güç alanındaki anma devir sayısının bir ayarında en fazla %5'lik sapmaya müsaade etmelidir.

**2.2.9** Ayar mekanizmalarının devir sayısı değiştirme hızı, uygun olan kısa bir zaman aralığında mükemmel bir uyum sağlayabilmelidir. Hız karakteristiği bütün güç alanında olanaklar elverdiğince lineer olarak değişmelidir.

Paralel çalışmaları öngörülen dizel jeneratör grupları için, teorik lineer hız karakteristiğinden kalıcı sapma, anma devir sayısının %1'inden fazla bir değere varmamalıdır.

#### 2.1 ve 2.2 için Notlar:

- a) *Anma gücü ve ilgili anma devir sayısından, o verilerle, makinaların ilgili tesislerde çalışacağı anlaşılmalıdır.*
- b) *Bağımsız bir aşırı devir koruyucusundan, hareket tertibatı dahil, bütün kısımları normal governörden bağımsız olarak çalışan bir cihaz anlaşılmalıdır.*

### 2.3 Elektriksel/elektronik governörlerin kullanılması

**2.3.1** Governörler ve bunlara ilişkin kumanda elemanları, ilgili makinanın kontrolü için, yapım kurallarındaki çalışma koşullarına ve makina üreticisinin belirttiği isteklere uygun olmalıdır. Tekil sevk makinalarında, governör veya aktüatörün arızalanması halinde, makinanın kumandasının diğer bir kontrol düzeni ile yapılabilmesi sağlanmalıdır. 2.1 ve 2.2 de belirtilen her bir uygulama için istenilen ayar koşulları, governörler tarafından sağlanmalıdır.

Elektronik governörler ve bunlara ilişkin kumanda elemanlarının tip testi yapılmalıdır.

Güç sağlanması konusu için, Kısım 105, Elektrik Kuralları'na bakınız.

#### 2.3.2 Ana makinadan istenenler

Sevk tesislerinde, devamlı devir sayısı kontrolü veya bir arızadan sonra derhal devir sayısı kontrolünün mümkün

olabilmesi, en az aşağıdaki isteklerden biri yerine getirilerek sağlanmalıdır:

- Governör sisteminde bağımsız "back-up" sistemi bulunmalıdır.
- Ayrı korunmalı bir güç kaynağına bağlı elle devreye sokulabilen fazladan bir governör tertibatı olmalıdır.
- Yedek olarak komple bir governör sistemi bulunmalıdır.
- Makinanın manevrası için uygun, elle çalışan yakıt girişi kontrol sistemi olmalıdır.

Governörün sisteminin arızalanması makinanın çalışma koşullarında tehlike meydana getirmemelidir: makinanın devir sayısı ve gücü artmamalıdır.

Governör sisteminin arızalarını belirten bir alarm tertibatı olmalıdır.

### 2.3.3 Jeneratörleri çalıştıran yardımcı makinalarda istenenler

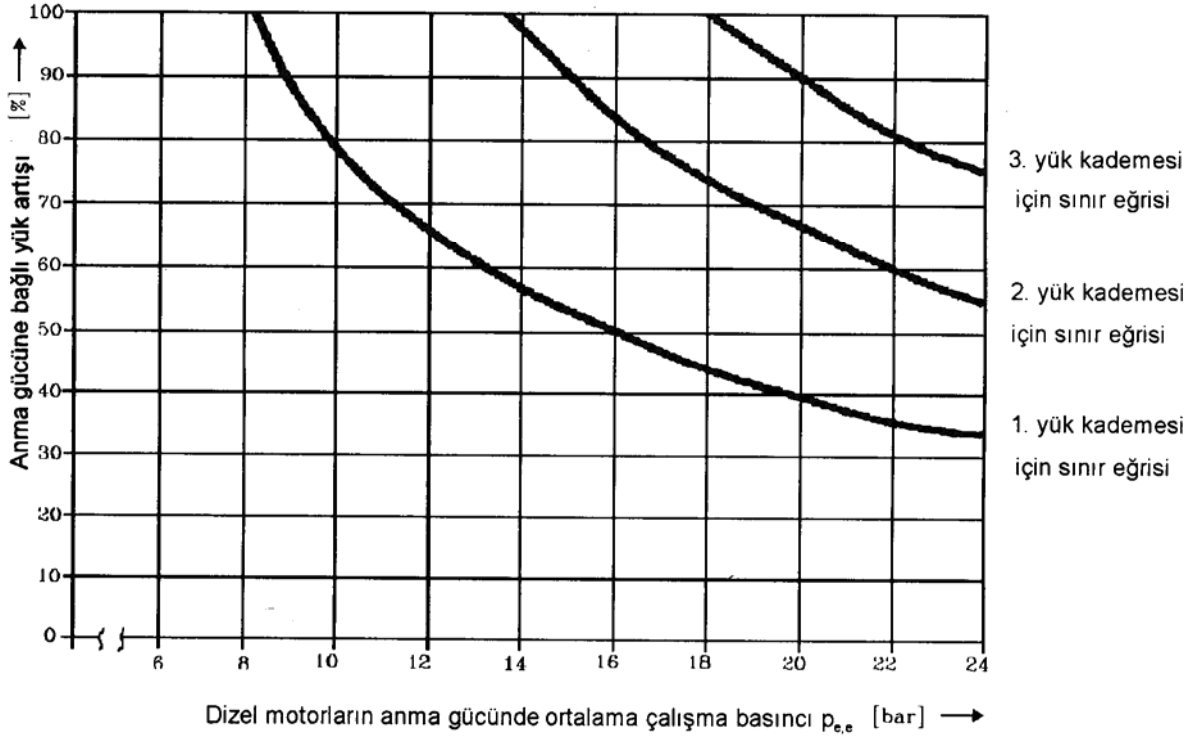
Her yardımcı makinanın kendine ait bir governör sistemi olmalıdır.

Governör sisteminin arızalanması halinde injeksiyon pompasının yakıt girişi "0" konumuna gelmelidir. Governör arızalarını belirten bir alarm tertibatı olmalıdır.

**2.3.4** Geminin "0" konumundan harekete geçebilmesi için zorunlu olan özel şartlar yerine getirilecektir (Kısım 105, Elektrik Kuralları Bölüm 7, D.'ye bakınız).

### 3. Silindir Aşırı Basıncı Uyarı Cihazı

**3.1** Silindir çapı 230 mm.den büyük makinaların bütün silindirleri, silindir aşırı basıncını haber veren bir valf ile donatılmalıdır. Bu uyarıcı valfin ses verme başlangıcı için ayar basıncı, anma gücündeki yanma sonu basıncının %40 daha fazla bir basınç değerini geçemez.



**Şekil 3.3** Dizel makinalarının, ortalama çalışma basıncının fonksiyonu olarak sıfır yükten anma gücüne kadar kademe, kademe yüklenmesi için sınır eğrileri

**3.2** Silindir aşırı basıncını uyarıcı valf yerine, görünür veya duyulur bir şekilde etkin olarak uyarıcı cihaz konulabilir. Bunun TL'nca tip testi yapılmış olmalıdır.

#### 4. Krankkeyzin Havalandırılması ve Havasının Alınması

##### 4.1 Krankkeyzin havalandırılması

Krankkeyzin havalandırılması kabul edilmez.

##### 4.2 Krankkeyzin havasının alınması

**4.2.1** Krankkeyz havasının alınması öngörülüyorsa, hava boşaltma sisteminin net kesiti mümkün olduğu kadar küçük yapılmalıdır.

**4.2.2** Örneğin; yağlama yağı buharlarının konsantrasyonun izlenmesi için yağlama yağı buharlarının emilmesi öngörülüyorsa, krankkeyzdeki vakum değeri 2,5 m. bar'ı aşmamalıdır.

**4.2.3** İki veya daha fazla sayıdaki makinanın krankkeyz havasını boşaltan borular birbirleriyle bağlantılı olamaz.

#### 5. Krankkeyz Emniyet Cihazları

**5.1** Krankkeyz emniyet cihazları tip onaylı olmalıdır.

**5.2** Silindir çapı 200 mm. den büyük veya krankkeyz hacmi 0,6 m<sup>3</sup>'e eşit ve daha yukarı olan bütün makinalarda, krankkeyzdeki aşırı basınca karşı emniyet valfleri bulunmalıdır.

Kemşaft ve benzeri tahrik sistemlerini içeren dişli veya zincir kutuları gibi, krankkeyz ile bağlantılı olan diğer bütün bölümlerin hacmi aynı şekilde 0,6 m<sup>3</sup>'ü geçiyorsa, ek emniyet cihazları ile donatılmalıdır.

**5.3** Silindir çapı 200 mm. den büyük 250 mm. den küçük veya buna eşit olan makinaların krankkeyzinin her iki ucunda en az birer emniyet valfi bulunmalıdır. Eğer sekizden fazla krank boşluğu

varsa bu taktirde krankkeyzin yaklaşık orta yerine ek bir emniyet valfi yerleştirilmelidir.

Silindir çapı 250 mm. den büyük 300 mm. den küçük veya buna eşit olan makinaların her iki krank boşluğundan birinde en az bir emniyet valfi bulunmalıdır. Bunların toplamı ikiden az olamaz.

Silindir çapı 300 mm. den büyük olan makinaların her krank boşluğunun bulunduğu bölümde en az bir emniyet valfi bulunmalıdır.

**5.4** Bir emniyet valfinin serbest orta kesit alanı en az  $45 \text{ cm}^2$  olmalıdır.

Bir makinada krankkeyzdeki aşırı basınca karşı güvenceyi sağlayan emniyet valflerinin toplam serbest kesit alanı, krankkeyz hacminin beher  $\text{m}^3$ 'ü için  $115 \text{ cm}^2$ den az olamaz.

#### 5.2 ve 5.4 için Notlar :

- Krankkeyzin brüt hacminin belirlenmesinde, burada bulunan sabit yapı parçalarının hacmi hesaplanan hacimden düşülebilir.*
- Enine kesit alan toplamı,  $\text{m}^3$  başına  $115 \text{ cm}^2$ 'den büyük olan bir yüzey ile krankkeyze bağlantılı bir hacmin bağımsız bir hacim olarak kabul edilmesine gerek yoktur. Bu alanın hesabında, alanı  $45 \text{ cm}^2$ 'den küçük olan kesit alanları dikkate alınmaz.*
- Gerekli görülen her bir emniyet valfi yerine, her birinin serbest kesiti  $45 \text{ cm}^2$ 'den az olmamak şartıyla küçük kesitli iki emniyet valfinden fazlası konulamaz*

**5.5** Emniyet cihazları, klape veya valf şeklinde denenmiş yapıda olmalıdır. Bunlar, çalışma sırasında yağ geçirmez şekilde kapanmalı ve krankkeyze olan hava akımını önlemelidir. Emniyet cihazları çalışması sırasında meydana gelen gaz akımı etrafta duranlara tehlike yaratmamalı, örneğin; bir koruma levhası ile yolu saptırılmalıdır. Emniyet cihazları, olanaklar ölçüsünde krankkeyzdeki düşük aşırı basınçlarda da çalışmalıdır (en fazla 0,2 bar).

**5.6** Krankkeyz kapakları ve bunlara ait

donanımlar, emniyet teçhizatının çalışması sırasında meydana gelen basıncın etkisiyle kalıcı şekil değişikliğine uğramayacak şekilde boyutlandırılmalıdır.

**5.7** Makinanın durmasından hemen sonra, krankkeyz kapaklarının veya muayene deliklerinin açılmayacağını, aksine yeterli bir soğuma zamanının gerekli olduğunu gösteren bir uyarıcı levha, makinanın kumanda tarafına veya gerektiğinde her iki tarafına konulmalıdır.

## 6. Yağlama Yağı Sistemindeki Emniyet Cihazları

Anma gücü 220 kW ve daha fazla olan her makina, yağlama yağı teminindeki aksaklık durumunda makinaı kendiliğinden durduran tertibatla donatılmalıdır. Emercensi jeneratörü ve emercensi yangın pompasını çalıştıran makinalar bunun dışındadır. Bu makinalar için bir alarm sağlanacaktır.

## G. Yardımcı Sistemler

### 1. Genel

Makinadaki çevresel boru devreleri sistemi ve filtre donanımı için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8'e bakınız.

### 2. Yakıt Devreleri

#### 2.1 Genel

**2.1.1** Yakıt püskürtme devrelerinde yalnız metal sızdırmazlık elemanları veya buna eşdeğer kabul edilen boru bağlantı şekilleri uygun görülür.

**2.1.2** Yakıt besleme ve geri dönüş devreleri, yakıt besleme sisteminde istenmeyen bir geri tepme basıncı meydana gelmeyecek şekilde döşenmelidir. Bu amaçla TL tarafından kabul edilen geri tepme basınç söndürücüsü (amortisör) eğer gerekli ise makina tarafına konulmalıdır.

**2.1.3** Yakıt devreleri; yüksek sıcaklıklı ünitelerin, buhar devrelerinin, egzost manifoldlarının,

susturucuların veya 6.7'ye göre izole edilmesi gereken diğer donanımın hemen üstünde veya yakınında yer almayacaktır. Mümkünse, yakıt devreleri; sıcak yüzeylerden, elektrik tesislerinden veya diğer potansiyel tutuşturucu kaynaklardan yeterince uzakta yer almalı ve tutuşturucu kaynaklara yakıt püskürmesi veya sızıntısı önlenecek tarzda muhafazaya alınmalı veya uygun şekilde korunmalıdır. Bu boru devrelerindeki bağlantı sayısı en azda tutulacaktır.

## 2.2 Korunma

**2.2.1** İçten yanmalı makinaların kullanım amacı ve yerleşimine bakılmaksızın dış yakıt püskürtme devreleri (püskürtme pompası ve püskürtme valfi arasındaki yüksek basınç devresi) gömlekli boru ile korunur. Böylece sızan yakıt

- emniyetle toplanır,
- basınçsız olarak boşaltılır,
- etkili olarak izlenir.

**2.2.2** Yakıt geri dönüş devrelerinde basınç dalgalanmaları 20 bar'dan büyük olursa, bu devreler de aynı şekilde muhafaza altına alınmalıdır.

**2.2.3** Yüksek basınçlı yakıt boruları ve gömlek dış borusu, sabit olarak monte edilecektir.

**2.2.4** Muhafaza elemanı olarak hortum şeklindeki boruların kullanılması durumunda, bunlar belirtilen amaca uygun olmalı ve TL tarafından onaylanmalıdır.

## 2.3 Sızan yakıtın drenajı

Sızan yakıtın etkin bir şekilde akıtılmasını ve makinanın yağlama yağı ile karışmamasını sağlayıcı dizayn önlemleri alınmalıdır.

## 2.4 Isıtıcı, ısının yalıtımı, tekrar dolaşım

Ön ısıtmalı yakıtla çalışan makinaların püskürtme devreleri dahil yakıt devreleri, ısı kaybına karşı yalıtılmalı ve eğer gerekli ise, devreye devre boyunca eşlik eden bir ısıtıcı ile donatılmalıdır.

Yakıt dolaşımının sağlanması için gerekli önlem alınmalıdır.

## 3. Filtrelerin Yerleştirilmesi

**3.1** Motorların yakıt ve yağlama yağı filtreleme donanımı ile ilgili istekler, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8.'de verilmiştir.

**3.2** Makinanın üzerinde bulunan yakıt ve yağlama yağı filtreleri, hareketli parçalar üzerinde olmayacak ve sıcak parçalarla doğrudan doğruya yakınlığı bulunmayacak şekilde tertiplenmelidir.

**3.3** Şayet 3.2'ye uygun yerleştirme yapılamıyorsa, kızgın parçalar ve dönen kısımlar yeterince muhafaza altına alınmalıdır.

**3.4** Yakıt filtreleri, sızıntıların uygun bir yolla toplanabileceği şekilde düzenlenmelidir. Şayet filtrenin açılması halinde yağ dışarı akabiliyorsa, aynı şey yağlama yağı filtresi için de geçerlidir.

**3.5** Makinalara yakıt beslemesi kesilmeksizin temizleme yapabilmek için paralel konulan yakıt filtreleri (örneğin; dubleks filtreler), basınç altındaki filtrenin yanlışlıkla açılması olasılığını en aza indirecek düzenlerle donatılacaktır. Filtreler/filtre odacıkları, aşağıda belirtilenler yönünden gerekli şekilde donatılacaktır:

- Çalışma sırasında havalandırma,
- Açılmadan önce basıncı giderme

Bu amaçla, güvenli bir yere açılan dreyn borusuna sahip valfler veya muslukları kullanılacaktır.

## 4. Yağlama Yağı Sistemi

**4.1** Yağlama yağı sistemi, yağlama yağının temizlenmesi, soğutulması, vs. için genel şartları Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8, I'da yer almaktadır. Boru devresi yerleşimi için, 2.1.3 uygulanacaktır.

**4.1.1** Yağ deposu olarak da görev yapan ıslak

karterli makinalar, çalışma sırasında da yağ seviyesini tespit edebilme ve gerektiğinde yağ ikmali yapabilme olanakları bulunacak şekilde donatılmış olmalıdır. Yağın tamamıyla boşaltılmasını sağlayacak tertibat bulunmalıdır.

**4.1.2** İki veya daha fazla makinanın krankkeyzlerinden yağ boşaltma devrelerinin birleştirilerek götürülmesi kabul edilmez.

**4.2** Yağlama yağı pompaları ve makinaların teçhizatı için Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8, I geçerlidir.

**4.2.1** Üzerinde bulunduğu makina tarafından tahrik edilen ana yağlama yağı pompaları, makina çalıştığı sürece, yağlama yağını temin edecek şekilde dizayn edilmelidir.

**4.2.2** Ana yağlama yağı pompalarını tahrik eden ana makinalar, bağımsız çalışan stand-by pompalarla donatılmalıdır.

**4.2.3** Herbirine ait bağımsız yağlama donanımı olan birden fazla ana makinalı sistemlerde, ana yağlama pompalarının gemide değiştirilmesine olanak varsa, montaja hazır durumda olan yedek pompalar stand-by pompa olarak kabul edilebilir.

**4.2.4** Makinaların çalışması için gerekli olan silindir yağlaması ile ilgili olan ve elektronik dozlama ünitesi ile teçhiz edilen yağlama yağı sistemleri TL tarafından onaylanmalıdır.

## **5. Soğutma Sistemi**

**5.1** Soğutma suyu pompaları kendinden olan makinaların teçhizatı ve soğutma suyu devresinin tertibi için Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8, J ve K'ya bakınız.

**5.1.1** Makinaya bağlı ana soğutma suyu pompaları, bütün çalışma koşullarında, soğutma suyu teminini devam ettirebilecek şekilde tertiplenmelidir.

**5.1.2** Ana soğutma suyu pompalarını tahrik eden ana makinalar, bağımsız çalışan stand-by pompalarla

veya bağımsız çalışan stand-by pompaları olan soğutma suyu sistemlerine bağlantı yapılabilecek şekilde donatılmalıdır.

**5.1.3** Herbirine ait bağımsız tatlı su soğutma donanımı olan birden fazla ana makinalı sistemlerde, ana tatlı su soğutma pompalarının gemide değiştirilmesine olanak varsa, montaja hazır durumda olan yedek pompalar stand-by pompa olarak kabul edilebilir. Ana pompalar tatlı soğutma suyu sisteminden kapama valfleriyle ayrılabilir.

**5.2** Soğutma havası makina dairesinden emiliyorsa, soğutma sisteminin dizaynında en az 45°C'lık bir ortam sıcaklığı esas alınmalıdır.

Hava soğutmalı makinaların soğutulması sonucu ısınan hava, makinanın yer aldığı ortamda kabul edilmeyen bir ısınmaya sebep olmamalıdır. Kural olarak bu ısınan hava özel kanallarla açık havaya atılmalıdır.

**5.3** Eğer makinalar, akaryakıt yakan tesislerin çalıştığı ortamlarda tertiplenmişse, ek olarak Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 17, A.5'de dikkate alınmalıdır.

## **6. Dolgu Havası Sistemi**

### **6.1 Egzost gazı türboşarjeri**

**6.1.1** Egzost gazı türboşarjerlerinin yapısı ve denenmesi için Bölüm 4, geçerlidir.

**6.1.2** Egzost gazı türboşarjerleri, makinanın bütün çalışma aralığında, kritik devir sayısı sahası gösteremezler.

**6.1.3** Egzost gazı türboşarjerinin devrede ve devre dışı olması durumunda da yağlama yağı temini güvenli olmalıdır.

**6.1.4** Güvenli bir çalışmayı mümkün kılmak için ana makinalar düşük devir sayılarında da dolgu havası ile beslenmelidir.

**6.1.5** Eğer bir makina düşük devir sayısı aralığında ve manevra sırasında, yalnız makinadan bağımsız

çalışan dolgu havası kompresörü vasıtası ile çalıştırılıyorsa, bu takdirde, stand-by bir dolgu havası kompresörü veya kabul edilen yapı türünde eşdeğer bir cihaz tertiplenmelidir.

**6.1.6** Bir türboşarjerin devre dışı kalması halinde ana makinayla emercensi bir çalışma mümkün olmalıdır.

## **6.2 Dolgu havasının soğutulması**

**6.2.1** Dolgu havası soğutucularının yapısı ve denenmesi için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 16, dikkate alınacaktır.

**6.2.2** Makina üreticisi tarafından belirlenen sıcaklık aralığında, dolgu havası sıcaklığının ayarlanmasını mümkün kılan tertibatlar öngörülmelidir.

**6.2.3** Dolgu havası soğutuculu makinaların, dolgu havası devreleri, yeterli bir su dreyni tertibatı ile donatılmalıdır.

## **7. Dolgu Havası ve Egzost Gazı Devreleri ile İlgili Donanım**

Egzost gazı devrelerine ait genel kurallar, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8, M'de verilmiştir.

## **8. İlk Hareket Donanımı**

İlgili donanım, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 6.'da tanımlanmıştır.

## **H. Kumanda Donanımı**

### **1. Ana Makinalar**

#### **1.1 Lokal kumanda istasyonu**

Sevk sisteminin emercensi çalıştırılması için, sistemi çalıştırabilmek ve izlemek üzere bir lokal kumanda istasyonu tertiplenir.

**1.1.1** Ana makinanın lokal kumanda istas-

yonunda aşağıdaki parametreleri açık olarak belirlemek için göstergeler tertiplenir:

- Devir sayısı-dönme yönü,
- Yağlama yağı basıncı,
- Yakıt basıncı,
- Silindir soğutma suyu basıncı,
- Dolgu havası basıncı,
- İlk hareket havası basıncı,
- Kumanda havası basıncı.

**1.1.2** Lokal kumanda istasyonunda veya doğrudan makina üzerinde aşağıdaki sıcaklık göstergeleri bulunmalıdır:

- Yağlama yağı girişinde,
- Silindir soğutma suyu çıkışında,
- Dolgu havası girişinde, dolgu havası soğutucusu,
- Dolgu havası çıkışında, dolgu havası soğutucusu,
- Makinaya girişinde yakıt (yalnız ağır yakıtla çalışan makinalarda),
- Ekzost gazı sıcaklığı  
Boyutlar müsaade ediyorsa her silindirin çıkışında ve türboşarjerin girişinde / çıkışında.

**1.1.3** Dişli donanımı ve kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinde, emercensi çalışma için istenen kontrol göstergeleri ve kumanda cihazları tertiplenir.

**1.1.4** Devir sayısı göstergelerinde, kritik devir sayısı bölgeleri kırmızı ile işaretlenmelidir.

### **1.2 Makina kontrol merkezi**

Eğer askeri gemi, uzaktan kumandalı ve kontrollü sevk



sistemi için bir kontrol istasyonu içeriyorsa, madde 1.1.1, 1.1.2 ve 1.1.3'de belirtilen kontrol göstergeleri, bu merkeze konulmalıdır.

### 1.3 Köprü / seyir merkezi

1.3.1 Kontrol istasyonu bölgesinde, sevk sistemi için önemli çalışma parametreleri bulunmalıdır.

1.3.2 Aşağıdaki kumanda cihazları bağımsız olarak tertiplenir:

- Ana makinanın devir sayısı / dönme yönü,
- Şaftın devir sayısı / dönme yönü,
- Pervane piçi (kumanda edilebilen piçli pervaneler),

1.3.3 Toplam gücü 600 kW'a kadar olan makina donanımlarında, TL ile anlaşarak basitleştirilebilir.

## 2. Yardımcı Makinalar

Makinalar, en azından aşağıdaki kontrol cihazları belirli olarak tertiplenmelidir:

- Yağlama yağı basıncı,
- Yakıt basıncı,
- Silindir soğutma suyu basıncı,
- Silindir soğutma suyu sıcaklığı (çıkış),
- Makina girişinde yakıt sıcaklığı (yalnız ağır yakıtla çalışan makinalarda).

Daha farklı kontrol cihazları kapsamı hakkında Askeri Otorite, tersane ve TL arasında anlaşmaya varılacaktır.

## I. Alarm Sistemleri

### 1. Genel

1.1 Aşağıdaki kurallar, hiçbir derecede otomasyonu olmayan konvansiyonel makina tesislerine uygulanır.

1.2 Bu kurallara göre alarm tabirinden, anormal çalışma parametrelerinin görsel ve sesle haber verilmesi anlaşılır.

## 2. Alarmin Kapsamı

Aşağıdaki sınır değerler aşıldığı zaman alarm verilir.

### 2.1 Ana makina

#### 2.1.1 Alt sınır değerleri

- Yağlama yağı basıncı,
- Silindir soğutma suyu basıncı,
- Piston soğutma maddesi basıncı,
- İlk hareket havası basıncı,
- Kumanda havası basıncı.

#### 2.1.2 Üst sıcaklık sınırı değerleri

- Yağlama yağı girişi,
- Silindir soğutma suyu çıkışı,
- Piston soğutma maddesi çıkışı,
- Dolgu havası çıkışı, dolgu havası soğutucusu,
- Egzost gazı (türboşarjer çıkışında).

### 2.2 Yardımcı makinalar

Alt sınır değerleri;

- Yağlama yağı basıncı,
- Silindir soğutma suyu basıncı veya akışı,

## J. Makinanın Layna Alınması / Yerleştirilmesi

1. Makinalar TL'nun "Sevk Sisteminin Temellere Yerleştirilmesi için Kurallar"ına uygun olarak monte edilecek ve sabitlenecektir.

2. Eğer elastomer yatak elemanları kullanılırsa, elastik elemanlar üzerine monte edilen makinalar yerleştirildikten sonra layna alınabilir. Destek elemanları, kaplinler ve kompensatörler ilgili yataklara göre ayarlanmalıdır.

Dökme reçine yataklar, bu işlemleri yapmak üzere onaylanmış kuruluşlar tarafından, **TL** gözetiminde dökülmelidir. Sadece onaylı dökme reçineler kullanılacaktır. Reçine üreticisinin döküm esasları dikkate alınmalıdır.

3. Gemide bir makinanın her layna alınmasından sonra krankşaftın durumu, krank veb deflekşını ölçülerek ve/veya diğer uygun yollarla

kontrol edilir.

Bunun için:

- Geminin çektiği suyu/yükleme durumu, ve;
- Makinanın çalışma durumu – soğuk / ön ısıtma / sıcak,

sabit tutulmalıdır.

4. Müsaade edilebilen deflekşın değerleri, makina üreticisi tarafından belirtilmemişse, **TL**'nin başvuru değerleri karar verme ölçüsü olarak esas alınır.

**BÖLÜM 4****TERMİK TÜRBO MAKİNALAR**

	<b>Sayfa</b>
<b>A.</b> Genel .....	<b>4- 1</b>
<b>B.</b> Malzemeler .....	<b>4- 2</b>
<b>C.</b> Dizayn ve Yapım Esasları.....	<b>4- 2</b>
<b>D.</b> Emercensi Çalışma .....	<b>4- 5</b>
<b>E.</b> Ayarlama ve Güvenlik Teçhizatı .....	<b>4- 5</b>
<b>F.</b> İzleme Donanımı .....	<b>4- 6</b>
<b>G.</b> Bakım .....	<b>4- 7</b>
<b>H.</b> Testler .....	<b>4- 7</b>
<b>I.</b> İşletme Tecrübeleri .....	<b>4- 8</b>

**A. Genel****1. Kapsam**

Aşağıdaki kurallar, ana ve yardımcı gaz türbinleri ve geçerli olduğu takdirde, egzost gazı türboşarjleri için uygulanır.

**TL**, küçük güçlü gaz türbinleri ve egzost gazı türboşarjleri için kurallardan sapma hakkını saklı tutar.

**2. Onaylanacak Dokümanlar**

Her gaz türbini tesisi için (a) dan (f) ye kadar olan dokümanlar, üçer kopya olarak onay için **TL**'na sunulur.

- a)** Montaj ve kesit resimleri;
- b)** Rotorlara, gövdelere, hareketli kanatlara, yanma odalarına ve ısı değiştiricilerine ait detay resimleri;
- c)** Ayarlama ve güvenlik teçhizatı da dahil, yakıt sistemine ve yağlama yağı sistemine ait şematik devre resimleri;

**d)** İlk hareket teçhizatı (sistemin açıklaması ile);

**e)** Anma gücünde ve buna ait devir sayılarında, türbin ve kompresördeki basınç ve sıcaklık değişimi dahil, çalışma durumlarına ait ayrıntılar. Anma gücü için, zamanla sınırlı olan müsaade edilebilen akım değerlerine ait veriler;

**f)** En çok zorlanan parçalarda hesaplara göre veya diğer bir şekilde, örneğin rotorda, türbin ara kanatlarında, türbin hareket kanatlarında ve türbin tekerleğinde yapılan çatlak muayeneleri sonuçlarına göre emniyetin kanıtlanması. Anma gücündeki, malzeme sıcaklıkları ile bağımlı olarak ömrü gösterir yeterli güvencenin kanıtlanması;

**g)** Kaynaklı parçalar için kaynak şartları hakkındaki veriler;

**h)** Test yöntemi.

Her tip türbin için **TL**'na bir çalıştırma talimatı sunulur. **TL**, özel hallerde, her üretim şekli ve kullanım amacı için ek doküman isteme hakkını saklı tutar.

## B. Malzemeler

### 1. Onaylanan Malzemeler

Gaz türbinlerinin malzemeleri, tekil parçaların çalışma durumu bakımından, öngörülen isteklerini sağlamalıdır. Parçaların çalışma esnasında etkilendiği sürünme(creep), termik yorulma, oksitlenme ve korozyon gibi etkiler, malzeme seçiminde göz önünde bulundurulmalıdır.

Kimyasal ve mekanik özelliklere ve ısı işlem uygulamasına göre kullanılan malzemelerin uygunluğu, TL'na gösterilmelidir. Bileşik malzemelerin kullanılması söz konusu ise, bu malzemelerin imal yöntemleri açıklanmalıdır.

Yanma havası borularında çelik veya diğer yanmaz malzemeler kullanılmalıdır. Elastik birleştirme elemanları alev almaz olmalıdır. Egzost gazı boruları olarak ısıya dayanıklı çelikler kullanılmalıdır. Çelik tipinin seçiminde, çalışma sıcaklıkları ve korozyona dayanım göz önüne alınmalıdır. DIN 86009'a da bakınız. Borular ve fittingler paslanmaz çelikten imal edilecektir.

### 2. Malzeme Testleri

Şaftlar, türbin ve kompresör tekerlekleri, türbin ara ve hareket kanatları, türbinlerin ve kompresörlerin gövdeleri, yanma odaları ve ısı değiştiricilerin malzeme testleri TL'nun gözetimi altında veya üretici onay işlemi çerçevesinde, TL tarafından tanınan gaz türbini üreticilerinin kurallarına göre yapılacaktır.

Türboşarjlerin malzeme testleri için, TL'nun Egzost Gazı Türboşarjlerinin Testleri ile İlgili Esaslar'a bakınız.

## C. Dizayn ve Yapım Esasları

### 1. Genel Veriler

#### 1.1 Standartlar

Gaz türbinleri ile donatılmış sevk tesislerinin dizaynında Tablo 4.1 dikkate alınmalıdır.

Tablo 4.1 Gaz türbinleri ile ilgili standartlar

Standartlar	Standart adı
DIN 4340	Tanımlar, gösterimler
DIN 4341	Kısım 1 : Gaz türbinlerinin çalıştırılması ile ilgili kurallar
DIN 4342	Kısım 2 : Standart referans koşulları standart performans

1.2 Çalışma parametreleri ile ilgili veriler tanımlanmalıdır.

1.3 Çalıştırma diyagramları verilmelidir.

1.4 Gaz jeneratörünün ve efektif güç türbininin devir sayılarının fonksiyonu olarak gösterilen P nominal tahrik gücü ile birlikte, gaz türbininin karakteristiklerinin ayrıntıları açıklanmalıdır.

1.5 Planlanmış koruyucu bakıma ait önlemler tanımlanmalıdır.

1.6 Gaz türbininin efektif güç şaftı ile dişli arasındaki bağlantı, gaz türbininin üreticisi ile birlikte tanımlanmalıdır. Üretici, izin verilen toleranslarla birlikte, layna alınma ile ilgili esasları vermelidir.

#### Not:

İki overol arasındaki teorik süre; gaz jeneratörleri için en az 6000 çalışma saati ve gaz türbininin performans kısmı için en az 10 000 çalışma saati olmalıdır. Çeşitli işletim koşullarına ait değişimler üretici tarafından tanımlanacaktır. İşletimin esası; Askeri Otorite tarafından tanımlanan, askeri geminin performansı ile çalışma saatleri arasındaki bağıntıdır.

### 2. Temel

Dişli türbin tesislerinin temeli, türbin ve dişli donanımı arasında uygun kavramaların karşılayabileceği kadar az bağıl hareketin mümkün olabileceği şekilde tertip-lenmelidir.

### 3. Hava Besleme ve Egzost Gazı Donanımı

#### 3.1 Genel dizayn istekleri

Kompresör ve türbinin hava giriş devresinde, hasara

sebeplere yabancı parçaların girmesini önleyecek tertibatlar öngörülmelidir. Bilhassa yanma havasının içindeki tuz miktarını yeterince azaltacak önlemler alınmalıdır.

Kompresör ve türbinlerdeki birikintileri uzaklaştıracak temizleme tertibatları öngörülmelidir.

Temizleme yöntemi (kuru veya nemli), temizleme sıklığı ve kullanılacak maddeler hakkında üretici ile anlaşmaya varılmalı ve yapım şartnamesinde tanımlanmalıdır.

Temizleme işleminden sonra, temizleme maddelerini gidermek mümkün olmalıdır.

Yanma havası ve egzost gazı kanallarının dizaynı ve yerleşimi, türbin üreticisinin yönergelerine göre olacaktır. Bu kanallar; türbin üreticisi tarafından izin verilen basınç kaybı aşılmayacak şekilde boyutlandırılmalı ve şekillendirilmelidir. Elastik bağlantı parçaları kullanılmak suretiyle, gaz türbininin titreşimleri ve yapıdan yayılan sesin boru sistemine aktarılması önlenecektir. Termal genleşme etkileri dikkate alınmalıdır.

Askeri Otorite tarafından belirlenen, havadan yayılan maksimum ses düzeyinin aşılmaması için gereken önlemler alınacaktır.

Yanma havası ve egzost gazı kanallarının kesit değişimleri eksene göre 5°'yi geçmeyecektir.

### 3.2 Yanma havası kanalları

Yanma, havası dışarıdan, içeriye, aşağıdaki istekler dikkate alınarak emilmelidir:

- NBC korumalı gemiler için, Askeri Otorite tarafından belirlenen istekler sağlanmalıdır.
- Emici hava kanalları kapatılabiliyorsa, bir kumanda düzeni ve bir hareket önleyicisi sağlanmalıdır.
- Her gaz türbininin kendi yanma havası kanalı olmalıdır.
- Emme açıklıkları; yabancı maddeler, su

serpintileri ve kabarmaları kanal sistemine giremeyecek şekilde düzenlenmeli ve korunmalıdır. Egzost gazlarının emilmesi önlenmelidir. Pancurların, hava filtrelerinin, su seperatörlerinin, su tutucuların, vb.'nin uygulaması, yapım şartnamesinde tanımlanacaktır. Yanma havası ile ilgili olarak gaz türbini üreticisi istekleri sağlanmalıdır.

- Yanma havası kanallarının giriş açıklıkları, kaba gözlü kafes ile kapatılacaktır.
- Yanma havası kanalları; kompresörün pompalanması hasara neden olmayacak şekilde sağlam bir dizayna sahip olmalıdır.
- Yanma havası kanalları; örneğin buzlanma, birikintiler nedeniyle hava filtrelerinin tıkanması durumunda açılan, düşük basınç kontrollü damperlerle teçhiz edilmelidir. By-pass'ın devreye girmesi için izin verilen basınç farkı, yapım şartnamesinde tanımlanmalıdır.

### 3.3 Egzost gazı kanalları

Her gaz türbininin egzost gazı kanalı açık havaya açılmalıdır. Çıkış nozulu, gerek personelin tehlikeye düşmesi gerekse donanımın zarar görmesi engellenecek şekilde düzenlenmelidir.

Egzost gazı kanalları ve susturucular, asbest içermeyen yanmaz izolasyonla ve bir kapakla teçhiz edilmelidir.

Egzost çıkışını kapatma düzenleri sağlanmalıdır. Eğer, kapaklar sökülebilirse, yerleştirme ve montaj olanakları öngörülmelidir. Eğer egzost gazı flapları, bir kontrol düzeni ile uzaktan kumanda ediliyorsa, flapın kapanması durumunda, gaz türbininin harekete geçmesinin önlenmesi ve otomatik kapanması sağlanmalıdır. Flapların pozisyonu gösterilmelidir.

Eğer egzost gazı kanallarının ucu, dizayn su hattının yakınında ise, gaz türbinine su girişini önleyici önlemler alınmalıdır.

Egzost gaz kanalları dreyn ve temizleme açıklıkları ile teçhiz edilmelidir.

#### 4. Yanma Odaları

Yanma odalarına giriş sağlanmalıdır. Alev borularının muayenesi, gaz jeneratörünü sökmeden yapılabilmelidir.

#### 5. Yatak Yağlaması

**5.1** Yatak yağlaması, kızgın gazlardan veya bitişik kızgın parçalardan zarar görmemelidir.

Yağlama yağı donanımına ait genel istekler, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8,1'de verilmiştir.

Her gaz türbininin bağımsız yağlama sistemi olmalıdır.

**5.2** Bir gaz türbininin yağlama yağı donanımı, bir sızıntı durumunda yağlama yağının döner parçalara veya sıcaklığı 220 °C'dan yüksek olan yüzeylere ulaşması mümkün olmayacak şekilde düzenlenecek ve korunacaktır.

Yağlama yağı sistemi; temizlenmesi türbini durdurmadan mümkün olan bir filtre ile teçhiz edilmelidir. Filtredeki izin verilen maksimum basınç farkının aşılması gösterilecektir. Çalışma sırasında, yağ rezervinin kontrolü mümkün olmalıdır.

Kolay ulaşılabilir bir yerde, yağ devresinden yağ örneklerinin alınması sağlanmalıdır. Gaz türbininin çalışması sırasında yağ ilave edilebilmesine dikkat edilmelidir.

**5.3** Yağlama yağının soğutulması, büyük olasılıkla transmisyon dişlisi yağı ile yapılmalıdır. Aksi takdirde, ısı değiştiricisinin malzemesinin yağlama yağı ve soğutma sıvısı ile uyumluluğu kanıtlanmalıdır.

#### 6. İlk Hareket Düzeni

**6.1** Hareketsiz durumda olan gaz türbinlerini harekete geçirecek çalıştırma düzenleri sağlanacaktır.

İlk hareket donanımının tipi yapım şartnamesinde belirlenmelidir. İşletme maddesinin (yağ, yakıt) ön

ısıtmasına izin verilebilir.

Birbirini takip eden 6 ilk hareket işlemi mümkün olmalıdır. Örneğin, emercensi durdurmayı takiben yapılan sıcak durumdaki bir ilk hareket mümkün olmalıdır.

Eğer bir bekleme süresi tanımlanmışsa, emercensi bir durumda ilk hareket blokajı kaldırabilir olmalıdır. Hatalı ilk hareket işleminde, püskürtülen yakıt dreyn edilmelidir. Bu nedenle, yeniden ilk hareket girişimi 60 saniyeden fazla gecikmemelidir.

**6.2** Basınçlı hava ile ilk hareket düzeni, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 6.'ya göre dizayn edilecektir. Hidrolik ilk hareket düzeni için Kısım 107, Bölüm 14 ve elektrikli düzenler için Kısım 105, Elektrik'de tanımlanan veriler uygulanır.

Birden fazla gaz türbini olması durumunda, çalışmakta olan kompresör / türbin ünitesinden gelen kullanılmış basınçlı havanın kullanımı olanağı varsa, kullanılmış basınçlı hava, basınçlı havalı ilk hareket sistemine bağlanacaktır.

**6.3** Gaz türbininin ve yakıt sisteminin temizlenmesi için, birkaç çevrimde yanma olmaksızın çalıştırma mümkün olmalıdır. Çevrimlerin adedi ve uzunluğu ile gerekli devir sayısı, üretici tarafından tanımlanmalıdır.

#### 7. Torna Çark

Ana sevk sistemleri, bir torna çark düzeni ile donatılmalıdır.

Yardımcı türbinlerin rotorları en az elle döndürülebilmelidir.

#### 8. Bağlantılar

Boru devrelerinin bağlantıları, gaz türbinine istenmeyen büyük kuvvetleri ve momentleri iletmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Gaz türbininin yakıt donanımı, yakıt sızıntısı döner parçalara veya sıcaklığı 220 °C'dan yüksek olan yüzeylere ulaşmayacak şekilde düzenlenecek ve korunacaktır.

Yakıt borularının yerleştirilmesi ve montajı, titreşimler nedeniyle hasar oluşmayacak şekilde yapılmalıdır.

## 9. Yakıt

**9.1** Üretici tarafından kabul edilen yakıt kalitesi ve yakıtın hazırlanması için istenilen donanım TL'na bildirilmelidir.

**9.2** Filtreler, seperatörler, su tutucular, vb. gibi yakıt temizleme düzenlerinin tesisi, yapım şartnamesinde belirtilmelidir. Yakıt ile ilgili olarak gaz türbini üreticisinin istekleri sağlanmalıdır. Gaz türbini ile doğrudan ilgili olmayan yakıt sistemi ile ilgili istekler, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8, G.'de verilmiştir.

**9.3** Depolama tankından gaz türbinine yakıt transferinin tipi ve kapsamı, gaz türbini üreticisinin isteklerine göre düzenlenmeli ve yapım şartnamesinde belirlenmelidir.

## 10. Titreşimler / Akustik Kapsül

**10.1** Çalışma devir sayısı alanı, kabul edilmeyen eğilme titreşimlerinden ve toplam tesisin titreşimlerinden uzak tutulmalıdır. (1)

**10.2** Eğer makina dairelerinde NBC koruması isteniyorsa, sestem koruma kapsülünde, makina dairesi basıncından en az 0,5 hPa (0,5 mbar) daha düşük olan bir basınç oluşturulmalıdır, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 11'e bakınız.

Sesten koruma kapsülünün soğutma havası için ayrı bir emme kanalı öngörülmüşse, bu kanal bir su seperatörü ile teçhiz edilmelidir. Havanın gerekli temizlik derecesi ve gerekli soğutma hacmi, üreticiye göre, yapım şartnamesinde belirtilmelidir. Soğutma arızası durumunda, gaz türbininde aşırı ısınma oluşmaması sağlanmalıdır. Performansta gerekli azalma, yapım şartnamesinde belirtilmelidir.

(1) *Değerlendirmede ISO 10816-3 "Mechanical vibration-Evaluation of machine vibration by measurements on non-rotating parts" veya eşdeğer bir standart esas alınabilir.*

Eğer çalışmadan sonra bir soğutma isteniyorsa, soğutma sistemi, gaz türbininden bağımsız çalışmalıdır. Soğutma ile ilgili zaman süresi ve oluşan ısı miktarı, gaz türbini üreticisi tarafından tanımlanmalıdır.

**10.3** Eğer gaz türbinleri, makina dairesine sestem koruma kapsülleri olmaksızın yerleştirilirse, öngörülen daire sıcaklığının aşılmasını sağlayıcı önlemler alınacaktır. Aynı makina dairesine monte edilen diğer cihaz ve düzenlerin zarar görmemesi sağlanmalıdır.

## 11. Muayene Delikleri

Gaz türbinlerinin ve kompresörlerin, bir endoskop veya benzeri özel aletlerle iç kontrolünü sökmeden sağlayacak muayene deliklerinin olması tavsiye edilir.

## D. Emercensi Çalışma

**1.** Birden fazla şaftlı sistemlerde, bir şaftlı döndüren tesisin devre dışı kalması esnasında, diğer sevk sistemleri bağımsız olarak çalışmaya devam edebilmelidir.

**2.** İki veya daha fazla ana gaz türbinli tek şaftlı sistemlerde, bir gaz türbininin devre dışı kalması esnasında, diğerlerinin bağımsız olarak çalışmaya devam edebilmesi sağlanmalıdır.

**3.** Yalnız bir ana gaz türbinli tek şaftlı sistemlerde ise, emercensi çalışma tertibatı için, TL'nin özel onayı alınmalıdır.

## E. Kontrol ve Emniyet Donanımı

### 1. Kontrol Donanımı

**1.1** Kumanda edilebilir piçli pervane, ayrılabilir kavrama veya elektrikle aktarma ile donatılmış ve ana sevk için kullanılan gaz türbinleri, ani olarak yükten kurtulma durumlarında, çabuk kapama devir sayısının üstünde bir devir sayısına yükselmelerinin önlenmesi için, hız regülatörü ile donatılmalıdır.

**1.2** Pervaneyi elektrikli sistemle tahrik edenler

hariç olmak üzere, elektrik jeneratörlerini tahrik eden gaz türbinlerinde, tam yükten, boşta çalışmaya geçişteki devir sayısı yükselmesi, kararlı duruma tekrar erişildiğinde, en fazla %5 olabilir. Tam yükten boşta çalışmaya ani geçişte, süresiz devir sayısı yükselmesi %10'u geçmemeli ve çabuk kapama devir sayısının yeterince altında kalmalıdır.

## 2. Emniyet Cihazları

**2.1** Gaz türbinleri, aşağıdaki durumlarda yakıt akımını kendiliğinden kesmek için, çabuk kapama tertibatları ile donatılmalıdır:

- Faydalı güç türbinlerinde, aşırı devir sayısının anma devir sayısını %15'den fazla aşması,
- Yağlama yağı basıncının kabul edilmeyen değerde düşmesi,
- Çalışma esnasında alevin kesilmesi,
- Bölmedeki sıcaklık sınırının aşılması.

**2.2** Gaz türbinini çalıştırma, belirtilen sıraya göre, otomatik olarak gerçekleşmelidir. Sıra (ateşleme devir sayısına erişme, ateşleme, alev izleme) iç kilitlemeler ile güvenli bir şekilde takip edilebilmelidir.

**2.3** Aşağıdaki hallerde alarm verecek tertibatlar olmalıdır:

- Gaz üreticisinin çıkışında, kabul edilebilir en yüksek gaz sıcaklığının aşımında,
- Türbin yataklarında, yağlama yağı sıcaklığının kabul edilemeyen yükselmelerinde,
- Bölmedeki izin verilen sıcaklığın aşılması.

Gaz sıcaklığının aşılması durumu için alarm, eğer kendiliğinden bir azalma olmayacak ise, gücü azalt sinyali verilmesini de sağlamalıdır.

Müsaade edilemeyen titreşim hızları için bir alarm tertibatı tavsiye edilir.

**2.4** Küçük güçlü gaz türbinleri için, çabuk kapama ve alarm tertibatlarının kapsamı, TL'nun onayı ile sınırlandırılabilir.

**2.5** Her gaz türbinini, aşağıdaki durumlarda otomatik olarak devreye giren bir durdurma düzeni ile teçhiz edilmelidir:

- Gaz jeneratörünün veya efektif performans türbininin maksimum devir sayısı aşıldığında,
- Aşırı titreşimler oluştuğunda,
- Minimum yağ basıncı kaybedildiğinde,
- Efektif performans türbininin maksimum giriş sıcaklığı aşıldığında,
- Çalışma sırasında alev kesildiğinde.

Durdurma, elle ve uzaktan kumanda ile mümkün olacaktır. Elle durdurma, doğrudan gaz türbininden mümkün olmalıdır. Uygun çalıştırma düzenleri, kolay ulaşılabilir yerlerde bulunmalıdır.

## F. İzleme Donanımı

### 1. Yerleştirme

Her ana sevk sistemi için kumanda konsolunda gerekli kumanda ve izleme teçhizatı bulunmalıdır.

### 2. İzleme Teçhizatının Kapsamı

**2.1** İşletme anındaki güvence nedeniyle, okunacak ve / veya kaydedilecek değerlerin izlenmesi için zorunlu olan teçhizat sağlanmalıdır. En azından aşağıdaki izleme teçhizatları öngörülür:

- Kompresör girişindeki hava basıncı ve sıcaklığı,
- Gaz üreticisinin çıkışındaki gaz basıncı ve sıcaklığı,
- Yağlama yağı basıncı ve sıcaklığı,



- Gaz üreticisinin ve güç türbininin rotor devir sayıları.

**2.2** Kontrol, çalıştırma ve izleme mahallerinin ve merkezlerinin tüm donanımı için, Kısım 106, Otomasyon, özellikle Bölüm 1.'deki istekler uygulanmalıdır. Çalıştırma ve kontrol donanımının genel kapsamı yapım şartnamesinde tanımlanmalıdır.

**2.3** Çalıştırmayı ve kontrolü basitleştirmek ve birbirine zorunlu olarak bağlı olan çalıştırma prosedürlerin otomatik olarak harekete geçirilmesi ile işletimsel hataları gidermek için otomasyon kullanılacaktır. Ayrıca, otomasyon sevk tesisinin merkezi olarak idaresi ve kontrolünü sağlayacaktır. Lokal elle idare ve kontrol donanımı, otomasyon derecesinden bağımsız olarak, tam kapsamda mevcut olmalıdır.

Gemiyi denize hazırlama prosedürleri, otomasyona dahil edilmeyecektir.

Otomasyon donanımının enerji beslemesinde arıza halinde, cihazların ayarladıkları çalışma konumlarında kalmaları veya gerekirse, fiili çalışmaya zarar vermeyecek bir konuma geçmeleri sağlanmalıdır. Bunun için, Kısım 106, Otomasyon, Bölüm 1.'deki isteklere bakınız.

**2.4** Makina tesisinin parametrelerinin telemetrik aktarımı, sadece ayrı bir aktarım sistemi ile yapılacaktır..

Çalıştırma ve kontrol donanımı, doğrudan gaz türbininin üzerinde ve aynı zamanda uzaktan kumanda ile, emniyetli bir çalıştırmayı sağlamalıdır. Düzenli bir çalıştırma için önemli olan tüm parametreler, doğrudan türbin üzerinde gösterilmelidir. Bu gösterge cihazları, mümkün olduğunca yardımcı bir kontrol mahallinde bir araya getirilecektir.

Emniyet sistemi, gaz türbini kontrolünden bağımsız çalışmalıdır. Emniyet cihazının harekete geçirilmesi durumunda, gaz türbinini yeni bir çalıştırmaya karşı bloke edilmelidir. Blokaj çözme cihazları, gaz türbininin yeniden hızlı çalışmasına olanak verecek şekilde düzenlenmelidir.

## **G. Bakım**

### **1. Bakım Programı**

Gaz türbinlerine uygulanan bakım işlemlerini açıklayıcı bir program, bakım aralıklarına ait verilerle beraber, TL'na verilmelidir.

## **H. Testler**

### **1. Testlerin Kapsamı**

#### **1.1 Tahribatsız testler**

Dönen kısımların ve gövdelerin tahribatsız testlerin kapsamı, TL ile beraber belirtilir.

#### **1.2 Balans kontrolü**

Gaz türbini ve kompresör rotorlarının balans kontrolü, montaja hazır durumda iken yapılır.

#### **1.3 Soğuk olarak aşırı hızda döndürme deneyi**

Türbin ve kompresör rotorları, anma devir sayısının en az %15 fazlası bir devir sayısı ile, en az üç dakika süreyle döndürülür.

Egzost gazıyla çalışan türboşarjlerin türbin ve kompresör rotorlarına, en yüksek çalışma devir sayısının %20 üzerinde olan bir devir sayısında, en az üç dakika süreyle döndürülür.

Konu edilen devir sayısında yapının kusursuz bir hesabı yapılabiliyorsa ve hareketli parçaların hatasız oluşu tahribatsız muayene ile ayrıntılı olarak araştırılmış ise, TL, döner parçaların aşırı devir sayısındaki zorlanmalarının hesapla bulunmuş sonuçlarını, söz konusu deney yerine kabul edebilir.

#### **1.4 Basınç ve sızdırmazlık testleri**

Tam işlenmiş gövde kısımlarına ve ısı değiştiricilerine, kabul edilebilen en yüksek çalışma basıncı  $P_{e,müs}$  1,5 katında su basınç testi uygulanır. Eğer gövde kısımlarının yeterli mukavemetleri diğer bir şekilde

belirlenmiş ise, kabul edilebilen en yüksek çalışma basıncının 1,1 katındaki bir sızdırmazlık testi yeterlidir.

Egzost gazıyla çalışan türboşarjlerin soğutma suyu geçen boşlukları,  $p_p = 4$  bar veya en az  $1,5 \cdot p_{e,müs}$  basınçla test edilmelidir.

$P_p$  = Test basıncı [bar]

$P_{e,müs}$  = İlgili kısımda izin verilen maksimum çalışma basıncı [bar]

## I. İşletme Tecrübeleri

### 1. Fabrika Tecrübeleri

**1.1** Gaz türbinleri üretici fabrikalarında, mümkün mertebe çalışma sıcaklığında, bir denemeye tabi tutulur. Deneme esnasında, güvenlik ve kumanda tertibatlarının çalıştığı kanıtlanır.

**1.2** Egzost gazı türboşarjleri, en yüksek

çalışma devir sayısı ile çalışma sıcaklığında, 20 dakika süreyle denenir.

## 2. Gemideki Tecrübeler

**2.1** Ana türbinler bir liman tecrübesine tabi tutulur ve daha sonra **TL** ile anlaşmaya varılarak yapılan bir programa göre seyir tecrübesinde aşağıdaki denemeler yapılır:

- Anma devir sayısında devamlı çalışma denemesi;
- İlk hareket manevrası.

**TL**, bazı hallerde ek denemeler isteme hakkını saklı tutar.

**2.2** Elektrik jeneratörlerini veya yardımcı makinaları döndüren türbinler, en az bir saat süreyle anma gücünde ve otuz dakika süreyle, anma gücünün %110'u ile (aşırı yük) çalıştırılırlar.

**BÖLÜM 5****ANA ŞAFT DONANIMI**

	<b>Sayfa</b>
<b>A.</b> Genel .....	<b>5- 1</b>
<b>B.</b> Malzemeler .....	<b>5- 2</b>
<b>C.</b> Şaftların Boyutlandırılması.....	<b>5- 2</b>
<b>D.</b> Dizayn .....	<b>5- 5</b>
<b>E.</b> Basınç Testleri.....	<b>5- 9</b>
<b>F.</b> Elyaf Tabakalı Şaftlar için Özel İstekler .....	<b>5- 9</b>

- A. Genel**
- 1. Kapsam**
- 1.1** Aşağıdaki kurallar, standart ve kanıtlanmış dizayndaki ana şaft donanımına uygulanır. Standart ve kanıtlanmış tipten farklı dizaynlar TL'nun özel onayını gerektirir.
- 1.2** Zor ve özel çalışma koşulları için uygun takviyeler sağlanmalıdır.
- 1.3** TL, pervanenin düzenlenme tarzı nedeniyle eğilme gerilmesinin artması halinde, bu bölümdeki kural isteklerinin üzerinde bir pervane şaft boyutunu isteme hakkını saklı tutar.
- 1.4** Buz sınıfındaki gemiler için, Bölüm 9'daki kuvvetlendirme faktörleri göz önüne alınacaktır.
- 2. Onaylanacak dokümanlar**
- 2.1** Aşağıdaki resimler üç kopya halinde, tüm hesaplama ve destekleyici dokümanlar bir kopya halinde, onay için verilecektir.
- Sevk tesisi bütününün yerleşmesi,
  - Özellikle şaftlar ve kaplinler olmak üzere, döndürme momentini ileten tüm bileşenlerin ayrıntılı resimleri ve malzeme verileri,
  - Şaft yatakları yerleşmesi,
  - Stern tüp sızdırmazlığı ve ilgili yağlama yağı sistemi dahil, stern tüpün ve şaft yataklarının yerleşimi ve ayrıntılı resimleri,
  - Çalışma sırasında şaftta etki eden tüm statik ve dinamik dış kuvvetler dikkate alınarak şaft layn hesapları (örneğin; kaplin ağırlığı, pervane ağırlığı ve pervane kuvvetleri, dişlilerin dış kuvvetleri, vb.),
  - Burulma titreşimleri hesabı,
  - Özel hallerde, ayrıca eğilme titreşimi hesapları istenebilir,
  - Yatakların dökme reçine temelleri için (srast, radyal yataklar -stern tüp dahil-): uyarlama parçaları ve civataların yerleşim ve dizayn resimleri.
- Verilen dokümanlarda, gelen gerilmelerin yeniden hesaplanabilmesi için gerekli tüm teknik veriler bulunmalıdır.

**B. Malzemeler****1. Onaylı Malzemeler**

**1.1** Pervane şaftları, ara şaftlar ve sırt şaftları, flanç ve manşon kaplinlerle beraber, dövme çelikten yapılmalıdır. Kaplinler, gerekirse, çelik dökümden yapılabilir.

**1.2** Eğer ana şaft, manyetize olmayan bakır esaslı malzemelerden yapılmış ise, özel onay prosedürü istenebilir.

**1.3** Elyaf takviyeli plastikten yapılan şaftlar için, Kısım 2, Malzeme Kuralları – Fiber Takviyeli Plastik, Bölümü uygulanır.

**2. Malzemelerin Testi**

**2.1** Geminin sevk donanımının verdiği döndürme momentini ileten ve bu momente maruz olan şaft donanımının tüm bileşenleri, Kısım 2, Malzeme Kurallarına tabidir ve test edilmelidir. Bu istekler, metal pervane şaftı laynerleri için de geçerlidir.

**2.2** Deniz suyunda çalışan pervane şaftları için, plastik kaplama ile korumada kullanılan malzemeler ve uygulama teknikleri TL tarafından onaylanmalıdır.

**C. Şaftların Boyutlandırılması****1. Genel**

**1.1** Şaft donanımının bütün kısımları, Bölüm 8'e uygun şekilde, burulma titreşimleriyle ilgili kurallar göz önüne alınarak, aşağıdaki formüllere göre boyutlandırılmalıdır.

Şaft donanımının boyutlandırılmasında toplam kurulu güç esas alınmalıdır.

**1.2 Malzemeler**

Genel olarak, şaftlarda kullanılan çeliklerin  $R_m$  nominal çekme mukavemeti 400 N/mm<sup>2</sup> ile 800 N/mm<sup>2</sup> arasında olacaktır. Formül (2)'ye göre  $C_w$  malzeme faktörünün

(3.'e bakınız) hesabında kullanılan  $R_m$  değeri, aşağıda belirtilenlerden büyük olamaz:

- 600 N/mm<sup>2</sup> Karbon ve alaşımsız çelikler için

- 800 N/mm<sup>2</sup> Sıvıda su verilmiş ve temperlenmiş yapı çelikler ve östenitik paslanmaz çelikler veya dupleks çelikler için Kısım 103, Askeri Gemiler için Özel Malzemeler, Bölüm 4'e bakınız.

**2. Şaftın Geometrisi**

Bir parçanın özel şekli nedeniyle aşağıdaki formüllere göre boyutlandırılması yapılamıyorsa, alternatif dizaynlar kabul edilebilir. Bunun için, parçanın veya parçaların mekanik mukavemetinin özel durumu, DIN 743 (Kısım 1-3): "Şaftlar ve miller, yük kapasitesi hesabı" gibi uygun hesaplama yöntemleriyle kanıtlanmalıdır. Bu gibi durumlarda, uygulanan standardın esas alındığı tüm hesaplar, onay için TL'na verilmelidir.

**3. En Küçük Çap**

En küçük şaft çapı Formül (1) ile hesaplanır.

$$d_a \geq d \geq F \cdot k \cdot \sqrt[3]{n \cdot \left[ 1 - \left( \frac{d_i}{d_a} \right)^4 \right] \cdot P_w} \cdot C_w \quad (1)$$

$d$  [mm] = Şaftın gereken dış çapı

$d_i$  [mm] = İçi boş olan şaftlarda iç çap. Eğer bu çap  $0,4xd$  ye eşit veya bundan küçük ise,  $[1 - (d_i/d_a)^4] = 1,0$  alınabilir.

$d_a$  [mm] = Gerçek şaft dış çapı,

$P_w$  [kW] = Tahrik motorunun nominal gücü,

$n$  [dak<sup>-1</sup>] = Şaftın devir sayısı,

$F$  [-] = Sevk sisteminin tipine ait faktör.

<p>a) <b>Ara şaftlar, srast şaftları,</b></p> <p>Türbinli sevk sistemleri, kayıcı hidrolik kaplin içeren makinalı sevk sistemleri, elektrik makinalı sevk sistemleri için, = 95</p> <p>Geri kalan tüm sevk sistemleri için, = 100</p>	<p>k = 1,20</p> <p>k = 1,22</p>	<p>bölgenin dışında şaftlar k = 1,0 ile hesaplanmış bir çapa düşürülebilir.</p> <p>Uzunluğu 1,17xd den ve genişliği 0,25xd den büyük olmayan boyuna oluklu kamalı ara şaftlar için,</p> <p>Kıç stern tüp veya şaft braket yatağından pervane koniğinin ucuna kadar ve boyu en az 2,5 d olan bölgede, pervanenin kamasız olarak TL'nun kabul ettiği bir yöntemle sıkı geçirilmiş olması halindeki pervane şaftları için.</p>
<p>b) <b>Pervane şaftları,</b></p> <p>Bütün sevk sistemleri için, = 100</p>		<p>Aynı faktör, pervanelerin veya göbeklerin, pervane şaftının dövülerek yapılmış ucundaki flence civatalarla bağlanmış olması hali için de kullanılabilir.</p>
<p><math>C_w</math> [-] = Malzeme faktörü,</p> $= \frac{560}{R_m + 160} \quad (2)$		
<p><math>R_m</math> [N/mm<sup>2</sup>] = Şaft malzemesinin çekme mukavemeti,</p>	<p>k = 1,26</p>	<p>Pervanenin, yağ ile yağlanan şaftlarda kama vasıtasıyla tespit edildiği, deniz suyu etkisine karşı uygun şekilde korunan, su ile yağlamalı şaftlarda, k=1,22 için belirtilen bölgedeki pervane şaftları için.</p>
<p>k [-] = Şaft tipine ait faktör,</p>		
<p>k = 1,0 Dövme flençli veya kamasız soğuk sıkı geçme hidrolik flençli veya flençsiz ara şaftlar için,</p>	<p>k = 1,40</p>	<p>Stern tüp içinde gres yağı ile yağlanan ve k = 1,22 için belirtilen bölgedeki pervane şaftları için.</p>
<p>k = 1,10 Nihayetlerine, flençlerin kamalar yardımıyla takıldığı ara şaftlar için. Böyle şaftlar, kama yuvasının ucundan en az 0,2xd kadar mesafe içinde, k = 1 ile hesaplanan bir çapa düşürülebilir.</p>	<p>k = 1,15</p>	<p>Kıç stern tüp kısmı olarak tanımlanan alanın dışında (k=1,22), ancak stern tüp içindeki pervane şaftının ön kısmı için stern tüpün dışındaki kısımlar için, pervane şaftının çapı, bitişik ara şaft çapına kadar düzgün olarak indirilebilir.</p>
<p>k = 1,10 Çapları 0,3xd den daha büyük olmayan radyal delikli ara şaftlar için,</p>		
<p>k = 1,10 Srast kollarının iki tarafına bitişik taşıyıcı yatakların etki sahasındaki veya srast yatağının bir sürtünmesiz yatak yapısında olması halindeki aksenal yatağın etki sahasındaki srast şaftlar için,</p>		
<p>k = 1,15 Dış çapı (d) olan çok oluklu kamalı şaft şeklindeki ara şaftlar için. Oluk açılmış</p>		

#### 4. Borulardan Yapılar Şaftlar

Nispeten kalın etli boru şeklindeki şaftlarda, burkulma probleminin genelde incelenmesine gerek yoktur. İnce et kalınlıklı ve büyük çaplı şaftlarda, burkulma davranışı kontrol edilmelidir. İzotropik malzemeler için, kritik döndürme momenti, aşağıdaki formüle göre hesaplanır:

$$M_{tkrit} = C \cdot \frac{0,272 \cdot E \cdot 2 \cdot r_m^{0,5} \cdot t^{2,5} \cdot \pi}{(1 - \nu^2)^{0,75}} \quad [Nm]$$

C = Özel koşullara ait faktör

= 1,0 genelde

E = Elastisite modülü [N/mm<sup>2</sup>]

$\nu$  = Poisson oranı

t = Boru et kalınlığı

=  $(d_a - d_i) \cdot 0,5$  [mm]

$r_m$  = Borunun ortalama yarıçapı [mm]

=  $0,25 (d_a + d_i)$

Dizayn kriteri:

$$3,5 \cdot M_t = 3,5 \frac{P_w / 1000}{(2 \cdot \pi \cdot n) / 60} \leq M_{tkrit}$$

$M_t$  = Maksimum devamlı çalışmadaki nominal döndürme momenti [Nm]

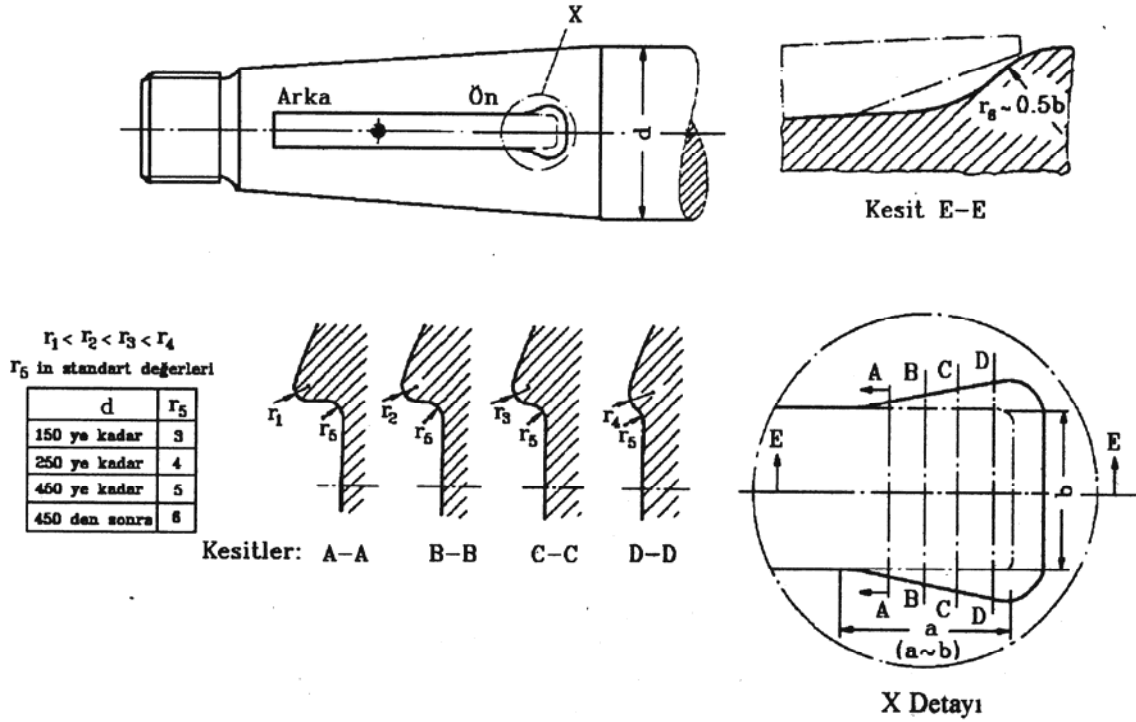
5. (1) no.lu formüle göre hesaplanandan daha küçük bir şaft çapının onaylanması, aşağıdaki koşullarda mümkündür:

- Çalışma maddesi içinde kullanılan malzemenin yorulma mukavemeti değerleri verilmelidir,

- Gelişmiş bir hesaplama yöntemi (2.'de belirtilen gibi) uygulanmalıdır.

#### 6. Şok Yüklerinin Dikkate Alınması

Şok yüklerinden kaynaklanan ilave ivmelerin etkisi (şok spektrumu) Askeri Otorite tarafından tanımlanacaktır. Şaftın eğilme gerilmeleri, minimum nominal üst akma gerilmesi  $R_{eH}$ 'ye göre kontrol edilmelidir.



Şekil 5.1 Pervane şaftındaki kama yuvasının dizaynı

**D. Dizayn****1. Genel**

Şaftların dizaynında, yüksek gerilme yığılmalarından kaçınılarak, düzgün bir gerilme dağılımının elde edilmesini sağlamak amaçlanır.

Çap değişimleri, koniklikler veya büyük yuvarlatmalarla sağlanmalıdır.

Ara şaftlar için, flençle şaft arasındaki geçiş bölgesindeki yuvarlatma yarıçapı, şaftın boyutlandırılmasında (1) formülü kullanıldığında, en az  $0,08 \cdot d$  olmalıdır. Pervane şaftının arka flencinde ise bu değer en az  $0,125 \cdot d$  olmalıdır. Örneğin, içi boş şaftların balans bozukluğu; uygulanabildiği taktirde, ISO 1940-1 (1)'e göre G 40 kalitesinde olmalıdır.

Şaftın yüzey kalitesi, yük tipine ve malzemenin çentik hassasiyetine göre seçilmelidir. Yataklar arasındaki alanlarda, minimum  $R_a = 10-16 \mu\text{m}$  aritmetik ortalama pürüzlük kalitesi, yatağın çalışan yüzeyleri ve geçiş bölgelerinde  $R_a = 1,6-2,5 \mu\text{m}$  değeri genelde gereklidir.

**2. Şaft Konikleri ve Pervane Somunu Dişleri**

Şaftlar, genelde, flençli veya kovanlı kaplinlerle birleştirilecektir.

Flençli kaplinlerde, 1:12 ve 1:20 arasında bir koniklik sağlanmalıdır. Pervane bağlantısı konikliği için Bölüm 7 uygulanır.

Sabit kanatlı pervaneler, pervane şaftına, önceden belirlenen ilerleme yoluyla, basınçlı birleştirme ile bağlanacaktır.

Pervane somununun takılacağı vidanın dış çapı, koniğin hesaplanan büyük çapının %60'ından daha küçük olmamalıdır. Somun şaftta emniyete alınmalıdır (Şekil 5.1'e bakınız).

(1) “Mekanik titreşimler: rijid rotorların balans kalite istekleri; izin verilen artık balanssızlığın belirlenmesi”.

**3. Pervane Şaftlarının Korunması****3.1 Sızdırmazlık**

Yağ veya gres içinde çalışan pervane şaftları, stern tüp nihayetlerinde, uygun ve TL tarafından onaylanmış sızdırmazlık elemanları ile donatılmalıdır. Bunun için Kısım 101, Klaslama ve Sörveyler, Bölüm 3'e göre pervane şaftı sörveyi kapsamındaki stern tüp dış sızdırmazlığına ait isteklere bakınız.

Sızdırmazlığın korunması için bir kum kapağı öngörülür.

Pervane göbeğinin oturduğu yer, deniz suyunun girmesine karşı etkin bir şekilde korunmalıdır.

Pervane şaftının korozyona dayanıklı malzemeden yapılması halinde sızdırmazlık elemanı bulunmayabilir.

**3.2 Şaft laynerleri**

**3.2.1** Deniz suyunda çalışan, korozyona dayanıklı malzemeden yapılmamış pervane şaftları, deniz suyuna dayanıklı metal laynerler veya TL'nca onaylanmış diğer laynerler vasıtasıyla ve pervanede uygun sızdırmazlık elemanları ile deniz suyunun girmesine karşı korunmalıdır.

**3.2.2** Deniz suyu içinde çalışan, 3.2.1'e uygun metal laynerler, tek bir parça olarak yapılmalıdır. Yalnız TL'nun kesin onayı ile bilhassa uzun laynerler iki parçalı yapılabilir, ancak bunlar şafta geçirildikten sonra birleşme yerinde, TL'nca bilinen bir yöntem ile sızdırmaz bir şekilde birleştirilmeli ve birleşme bölgesi özellikle muayene edilmelidir.

**3.2.3 Minimum et kalınlığı**

Metal şaft laynerlerinin  $s$  [mm] minimum et kalınlığı, 3.2.1'e uygun olarak aşağıdaki gibi belirlenir:

$$s = 0,03 \cdot d + 7,5 \quad (3)$$

$d$  [mm] Layner içindeki şaft çapı,

Sürekli laynerlerde et kalınlığı, yatak yerleri arasında 0,75s'e kadar azaltılabilir.

## 4. Kaplinler

$s_{ft}$  [mm] = Cıvata bölüm dairesi alanında flenç kalınlığı,

## 4.1 Tanımlar

(4), (5), (6) ve (7) Formüllerinde aşağıda belirtilen semboller kullanılır:

A [mm<sup>2</sup>] = Sıkı geçmede etkin temas alanı,

= 3,0 Motor ile dişli donanımı arasında,

$c_A$  [-] = Tahrik ünitesinin cinsine bağlı olarak, sıkı geçme birleştirmeler için katsayı,

= 2,5 Diğer bütün uygulamalarda,

= 1,0 Dizel makina ve türbin dişli donanımı için,

= 1,2 Direkt bağlı dizel makina ile sevk için,

T [N] = Pervanenin itme kuvveti,

z [-] = Sıkı geçme veya normal cıvataların sayısı,

$R_m$  [N/mm<sup>2</sup>] = Sıkı geçme veya normal cıvataların malzemelerinin çekme mukavemeti,

C [-] = Şaft nihayetlerinin konikliği,

$$= \frac{\text{Konik Çapları arasındaki fark}}{\text{Konik uzunluğu}}$$

$\mu_o$  [-] = Statik sürtünme katsayısı,

= 0,15 Basıncılı yağ yardımı ile sıkı geçirilmiş birleştirmeler için,

d [mm] = Manşon kaplin civarında şaft çapı,

$d_s$  [mm] = Sıkı geçme cıvatalarının çapı,

= 0,18 Kuru olarak sıkı geçirilmiş birleştirmeler için,

$d_k$  [mm] = Normal cıvataların diş dibi çapı,

$\theta$  [-] = Şaft nihayetlerinin konikliğinin yarısı.

D [mm] = Cıvata dairesinin bölüm çapı,

= C/2

E [N/mm<sup>2</sup>] = Elastisite modülü,

## 4.2 Kaplin flençleri

f [-] = Sıkı geçmeli birleştirme için katsayı,

Ara ve srast şartlardaki ve pervane şaftının ön ucundaki kaplin flençlerinin kalınlıkları, formül (1)'e göre hesaplanan kural şaft çapının %20'sinden daha az olmamalıdır.

Q [N] = Sıkı geçmeli bir birleştirmenin ortalama birleşme yeri çapında çevresel kuvvet,

Pervanenin, pervane şaftına dövme bir flenç ile bağlanması durumunda, bu flencin kalınlığı kural çapının %25'inden daha az olmamalıdır.

n [dak<sup>-1</sup>] = Şaft devir sayısı,

p [N/mm<sup>2</sup>] = Sıkı geçmeli birleştirmede yüzey basıncı,

Belirtilen flençlerin kalınlığı hesaplamalarında, şaft malzemesiyle aynı çekme mukavemeti değeri alınması kaydıyla, sıkı geçme flenç cıvatalarının kural çapından daha az olamaz.

$P_w$  [kW] = Tahrik motorunun nominal gücü,



### 4.3 Cıvatalar

**4.3.1** Flençli kaplinlerin kaplin cıvataları, kural olarak sıkı geçmeli cıvatalar olmalıdır. Kaplin flençlerinin birleşme yerinde yer alan sıkı geçme cıvataların ( $d_s$ ) en küçük çapı aşağıdaki formülle belirlenir:

$$d_s = 16 \cdot \sqrt{\frac{10^6 \cdot P_W}{n \cdot z \cdot D \cdot R_m}} \quad (4)$$

**4.3.2** Sıkı geçme cıvataları kullanmanın mümkün olmadığı özel hallerde, aynı değerde sürtünme direncini sağlayan bir bağlantı, TL'nca kabul edilebilir.

**4.3.3** Manşon kaplinlerin birleştirme cıvatalarının ( $d_k$ ) en küçük diş dibi çapı, aşağıdaki formülle belirlenir:

$$d_k = 12 \cdot \sqrt{\frac{10^6 \cdot P_W}{n \cdot z \cdot d \cdot R_m}} \quad (5)$$

**4.3.4** İnce gövdeli cıvataların gövdesi, diş dibi çapının en az 0,9 katı bir çapta yapılabilir. Eğer cıvata bağlantısı dönme momentinden başka önemli ek kuvvetleri taşımak zorunda ise, bu taktirde cıvataların ölçüleri uygun olarak artırılmalıdır.

### 4.4 Sıkı geçmeli kaplinler

Şaftların, sıkı geçirilmiş flençli veya kovanlı kaplinlerle birleştirilmesi halinde sıkı geçmenin boyutlandırılması, eleman tarafındaki maksimum "v. Mises" eşdeğer gerilmesi, ilgili malzemenin akma sınırının %80'ini geçmeyecek şekilde yapılmalıdır.

Bağlantının kaymasına karşı emniyet toleransının hesaplanması için, delik ve şaft için uygulanan nominal toleransın kabul edilen en düşük ve en büyük sınırları arasındaki farktan elde edilen maksimum (teorik) klerans esas alınacaktır.

Sıkı geçmeli bağlantının gerekli emniyet toleransının elde edilmesi ile ilgili yüzey basıncı  $p$  [N/mm<sup>2</sup>], (6) ve (7)

formüllerinin uygulanmasıyla belirlenebilir:

$$p = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c^2 \cdot Q^2 + T^2)} \pm \theta \cdot T}{A \cdot f} \quad (6)$$

Karekökten sonraki (+) işareti, geri yönde bir itmeyi karşılayacak aksenal bir durdurucunun bulunmadığı konik sıkı geçmeli bağlantılar içindir.

Karekökten sonraki (-) işareti, geri yönde bir itmeyi karşılayacak aksenal bir durdurucunun bulunduğu konik sıkı geçmeli bağlantılar içindir.

$$f = (\mu_o / s)^2 - \theta^2 \quad (7)$$

## 5. Şaft Yatakları

### 5.1 Şaft yataklarının tertiplenmesi

Sterntüpün içindeki ve dışındaki şaft yatakları, çalışma sıcaklığındaki tesiste, geminin yükleme durumundan ve tesisin sıcak/soğuk olma halinden bağımsız olarak, pozitif yatak etkisi gösterecek şekilde tertiplenmelidir.

Yatak aralıklarının seçiminde, makinanın v olanına veya dişli donanımının döndürme flencine doğru şaft sisteminin layna alınmasında, çalışma sıcaklığındaki tesisin dişli donanımı şaftlarında ve krankşaftta, kabul edilmeyen büyük enine kuvvetlerin veya eğilme momentlerinin oluşmamasına dikkat edilmelidir.

Layna alma hassasiyeti düşük olacak tarzda, yani gemi bünyesinin şekil değiştirmesi veya bizzat yatağın kayması veya aşınması nedeniyle kritik yükler oluşmayacak şekilde uygun yatak aralıkları ve sayıları seçilmelidir.

Bazı durumlarda yatak tepkilerinin, şaftların laynının hesaplanması esnasında kontrol edilmesi tavsiye edilir.

Kabul edilebilen en büyük yatak aralıkları için yönlendirici değerler,  $\ell_{maks}$  [mm] (8) formülü ile belirlenebilir.

$$\ell_{maks} = K_1 \cdot \sqrt{d} \quad (8)$$

$d$  [mm] = Yataklar arasındaki şaft çapı,

$K_1$  = 450  
yağlamalı beyaz metal yataklar için,  
  
= 280  
gresle yağlamalı, kır dökme demir  
sterntüp yatakları için,  
  
= 280 - 350  
su ile yağlanan stern tüp ve şaft braketi  
kauçuk yatakları için (üst değerler  
yalnız özel uygulamalar içindir).

350 d/dak'nın üzerindeki şaft devir sayılarında, en büyük yatak aralıklarının, müsaade edilmeyen yüksek eğilme titreşimlerinin yükünden kaçınmak için, (9) formülü ile belirlenmesi tavsiye edilir. Eğer yukarıda verilen formül sağlanamıyorsa, eğilme titreşimi analizini esas alan özel değerlendirme yapılacaktır.

$$\ell_{\text{maks}} = K_2 \cdot \sqrt{d/n} \quad (9)$$

$n$  [dak<sup>-1</sup>] = Şaft devir sayısı,

$K_2$  = 8400 Yağ ile yağlamalı beyaz metal yataklar için,  
  
= 5200 Gresle yağlamalı, kır döküm yataklar için ve stern tüp ve şaft braketi içindeki kauçuk yataklar için.

Özel hallerde, şaft sistemi için bir eğilme (titreşim) gerilmesi analizi yapılmalıdır.

## 5.2 Stern tüp yatakları

**5.2.1** Genelde, pervane şaftları, stern tüp içinde genellikle iki yatak yeri ile desteklenmelidir. Kısa stern tüplerde ön yatak kaldırılabilir. Bu durumda serbest duran en az bir jurnal yatağı öngörülür.

**5.2.2** Pervane şaftının, stern tüp içinde yağ ile yağlamalı beyaz metal veya yağlı stern tüp yataklarında kullanılan suni kauçuk veya takviye edilmiş reçine veya plastik malzemelerden yataklarda çalışması halinde, arka stern tüp yatak uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 2 ve öndekinin uzunluğu ise, yaklaşık 0,8 katına eşit olmalıdır.

Pervane ağırlığı da göz önüne alınarak statik yüklerden gelen temas basıncı, beyaz metalle yataklanmış şaftlarda 0,8 MPa dan ve sentetik malzemeden yapılmış yataklarda 0,6 MPa dan küçükse, arka stern tüp yataklarının boyu 1,5  $d_a$ 'ye kadar kısaltılabilir.

Onaylı malzemeler için daha yüksek yüzey basınç değerleri uygulanabilir.

**5.2.3** Pervane şaftının, stern tüp içinde su ile yağlanan stern tüp yataklarında kullanılan pelesenk ağacı, kauçuk veya plastik yatakta çalışması halinde, arka stern tüp yatak uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 4 ve öndekinin uzunluğu yaklaşık 1,5 katına eşit olmalıdır.

Yatak yük kapasitesinin yeterliliği tezgahta yapılan testle kanıtlanıyorsa yatak uzunluğu azaltılabilir.

**5.2.4** Pervane şaftının, gresle yağlanan kır döküm burç içinde çalışması halinde, arka stern tüp yatağının uzunluğu, şaft çapının yaklaşık 2,5 katına ve öndekinin uzunluğu ise, yaklaşık şaft çapına eşit olmalıdır.

- Gresle yağlanan kır döküm yataklarda çalışan pervane şaftının çevresel hızı 2,5, en fazla 3 m/sn,
- Suyla yağlanan lastik yataklarda 6 m/sn,
- Pelesenk yataklarda çalışan pervane şaftlarının çevresel hızı 3, en fazla 4 m/sn'yi geçmemelidir.

**5.2.5** Pervane şaftları stern tüp içinde ve rulmanlı yataklarda çalışıyorsa, bu yatak öncelikle bombeli silindirik rulmanlardan veya kanallardan meydana gelmeli ve yatak klerensi büyütülmüş olmalıdır. Bombelik, şaftın yatak eksenine nazaran %0,1'lik bir meylinin, zararlı etkilerini karşılayabilecek yeterli büyüklükte olmalıdır.

Rulmanlı yatak uygulamasında, üretici tarafından belirtilen minimum yük isteklerinin karşılanmasına dikkat edilmelidir (eksenel ayarlama önerilir).

## 5.3 Yatak yağlaması

Pervane şaftlarında, oynak radyal yataklar olarak, sadece rulmanlı yataklar kullanılabilir.

**5.3.1** Yağlama sisteminin ve yatak malzemelerinin seçimi ve bunların birbirlerine uyumu, denizde uzun ömürlü çalışmaya uygun olmalıdır.

**5.3.2** Yağlama yağı veya gres, ön ve arka stern tüp yatakları yağla veya gresle güvenli olarak etkilenecek şekilde, stern tüp içine gönderilmelidir.

Gresle yağlamada, ön ve arka yatağa gres ikmalini sağlayacak bağlantılar sağlanmalıdır. Stern tüp içinde yağda çalışan şaftlar için, geminin yüklü su hattı üzerinde yeterli yükseklikte bir yağ besleme tankı tertiplenmelidir. Yağ tankının doluluğu, her zaman kontrol edilebilmelidir.

Arka stern tüp yataklarının sıcaklığı ölçülmeli ve gösterilmelidir. Çapı 400 mm. nin altında olan pervane şaftlarında alternatif olarak stern tüpdeki yağ sıcaklığı ölçülebilir ve gösterilebilir. Burada sıcaklık algılayıcısı (sensor) mümkün olduğu kadar arka stern tübe yakın tertiplenmelidir.

Otomasyon sistemli gemiler için, Kısım 106 dikkate alınmalıdır.

#### **5.4 Stern tüp bağlantıları**

Yağla yağlanan stern tüpler, bir doldurma, muayene ve boşaltma bağlantısı ve ayrıca havalandırma borusu ile donatılmalıdır. Pervane şaftı deniz suyunda çalışıyorsa, ön stern tüp yatağının ön tarafına, doldurma bağlantısı yerine bir yıkama devresi bulundurulmalıdır.

#### **5.5 Dökme reçine ile yataklama**

Stern tüpün ve stern tüp yataklarının dökme reçine ile yataklanması ve yatak gövdesinin dökme reçine parçalarına oturtulması TL'nun gözetiminde ve TL onaylı yetkili firmalar tarafından yapılmalıdır.

Yataklamada yalnız TL tarafından onaylanan dökme reçine kullanılmalıdır.

Dökme reçine üreticisinin yerleştirme talimatı göz önüne alınmalıdır.

### **E. Basınç Testleri**

#### **1. Şaft Laynerleri**

Şaft laynerleri, şafta geçirilmeden evvel, mümkünse tam işlenmiş durumda, 2 bar'lık bir su basıncı ile bir sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır.

#### **2. Stern Tüpler**

Döküm stern tüpler, montajdan evvel, mümkünse tam işlenmiş durumda, 2 bar'lık bir su basıncı ile bir sızdırmazlık testine tabi tutulmalıdır.

Diğer bir sızdırmazlık testi montajdan sonra uygulanmalıdır.

Çelik saçlardan kaynakla yapılmış stern tüpler için, stern tüplerin geçtiği gemi bölmelerinde yapılan basınç testleri esnasındaki sızdırmazlık muayenesi yeterlidir.

### **F. Elyaf Tabakalı Şaftlar için Özel İstekler**

#### **1. Teorik Mukavemet Hesapları**

Mukavemet hesapları, asgari olarak verilen yük durumları ile birlikte, aşağıdaki hata durumlarını kapsamalıdır:

- Statik hata

Nominal döndürme momentine göre, 3 emniyetli olarak boyutlandırma yapılacaktır.

- Yorulma nedeniyle oluşan hata (yüksek çevrim)

Şaftın eğilme gerilmelerine maruz olmaması durumunda, nominal döndürme momenti +%30 burulma titreşimi döndürme momentine göre yorulma analizi yapılabilir.

- Burkulma hata durumu

Nominal döndürme momentinin 3 katına karşılık gelen bir yüke ve formül 2'ye göre boyutlandırma yapılabilir.

Mukavemet analizi için; geometrik ve üretim kusurları ve çevresel etkenler (nem, sıcaklık) gibi rastgele etki faktörlerini karşılamak üzere, nominal malzeme mukavemeti 0,7 faktörü ile çarpılarak azaltılır.

Gerilme hesabı, CLT (Classical Laminate Theory) veya FEM gibi kabul görmüş analitik yöntemlerle yapılabilir. Bu gerilmelerle, elyafla ve elyaflar arası ile ilgili hata durumu grubu girdileri kontrol edilmelidir. Bu hata durumu grubu tutarlı (yani eksiksiz ve kabul edilmiş bir teori) olmalıdır (2).

## 2. Burkulma Hatası

Elyaf tabakalı şaftlar gibi, anizotropik malzemelerden yapılmış şaftlarda, burkulma mukavemeti, kritik döndürme momentine göre, aşağıdaki formülle kontrol edilebilir:

$$M_{\text{tkrit}} = C_s \cdot \frac{\pi^3}{6000} \cdot \frac{r_m^{5/4} \cdot t^{9/4} \cdot E_x^{3/8}}{0,5} \cdot \left( \frac{E_y}{1 - \nu_{xy} \cdot \nu_{yz}} \right)^{5/8} \quad [\text{Nm}]$$

$C_s$  = Mesnetin sınır koşullarına bağlı faktör

= 0,800 uçlar serbest mesnetli ise

= 0,925 uçlar basit mesnetli ise

$E_x$  = x-doğrultusundaki elastisite modülü [ $\text{N/mm}^2$ ]

$E_y$  = Enine doğrultudaki elastisite modülü [ $\text{N/mm}^2$ ]

$\ell$  = Şaftın desteklenmeyen boyu [mm]

$r_m, t$  = C.4'e bakınız

$\nu_{xy}$  = Boyuna doğrultuda tabakanın Poisson oranı

$\nu_{yx}$  = Çevresel doğrultuda tabakanın Poisson oranı

Dizayn kriteri:

$$3,5 \cdot M_t \leq M_{\text{tkrit}}$$

$M_t$  = Maksimum devamlı çalışmadaki nominal döndürme momenti [Nm]

## 3. Deneysel Mukavemet İncelemesi

Deneysel mukavemet incelemesi talep üzerine yapılmalıdır. Bu husus, özellikle, şunları kapsar:

- Malzeme verilerinin doğrulanması için gerekli ise, örneklerin testleri,
- **TL** sörveyörü gözetiminde, teorik analizin doğrulanması için prototip testi / proses kontrolü,
- Hangisi daha erken olursa, bir yıl veya 3000 çalışma saati sonunda, **TL** sörveyörü tarafından elyaf tabakalı bileşenlerin bir göz muayenesi ve opsiyonel olarak bir çatlak veya delaminasyon kontrolü yapılacaktır.

## 4. Nihai Dokümantasyon

Bileşenlerin üretiminin tamamlanmasından sonra, nihai tüm analizler ve dokümanların listesi formunda güncel dokümanlar **TL**'na verilecektir. Dokümanlar, mevcut durumu göstermeli, dizayn ve üretim işlemlerinde yapılan değişimleri veya optimizasyonları, elde edilen ve ölçülen özellikleri dikkate alınmalıdır.

5. Eğer kompozit şaftlar için yangından koruma istekleri söz konusu ise (özellikle, yangından koruma perdelerinden geçişler ve/veya fazlalıklı sevk durumlarında), **TL**'nin onayı ile, gerekli özellikleri sağlamak üzere uygun önlemler alınmalıdır.

(2) *VOI hesaplama programı hazırlık halindedir.*

## BÖLÜM 6

## DİŞLİ DONANIMLARI, KAPLINLER

## Sayfa

A.	Genel.....	6- 1
B.	Malzemeler.....	6- 1
C.	Dişlinin Yük Taşıma Kapasitesinin Hesabı.....	6- 2
D.	Dişli Şaftları.....	6- 8
E.	Teçhizat.....	6- 8
F.	Balans Ayarı ve Testler.....	6- 9
G.	Kaplinlerin Dizaynı ve Yapımı.....	6-10

## A. Genel

## 1. Kapsam

1.1 Bu bölümün kuralları, alın, planet ve konik dişli donanımları ile, ana sevk sistemlerinde veya Bölüm 1, B.4'de belirtilenlere uygun, önemli yardımcı makinalarda kullanılması gerekli her çeşit kaplinler için geçerlidir.

## 1.2 Onaylanacak Dokümanlar

Gerekli detay resimleri ve parça listeleriyle birlikte, montaj ve kesit resimlerinin herbirinden üçer kopya, onay için TL'na gönderilir.

Bunlarda, zorlanma hesaplarının son kontrolleri için bütün veriler bulunmalıdır.

## B. Malzemeler

## 1. Onaylanan Malzemeler

1.1 Ana sevk sistemi dişli donanımındaki şaftlar, pinyon dişlileri, dişliler ve dişli bantajları tercihen dövme çelikten yapılmış olmalıdır. Flençsiz düz şaftlar için haddelenmiş yuvarlak çelikler de kullanılabilir. Dişli gövdeleri, kır (1) veya nodüler dökme demir malzemedен veya kaynaklı konstrüksiyon olarak çelik veya çelik döküm göbekli çelik levhalardan yapılabilir.

1.2 Ana sevk sistemindeki kaplinler, çelikten, çelik dökümden veya özellikle ferritik bünyeli nodüler dökme demirden yapılmalıdır. Kaplinlerin az zorlanan dış kısımları, hidrolik kaymalı kaplinlerin rotor ve gövdeleri, kır dökümden veya uygun bir alüminyum döküm alaşımından da yapılabilir.

1.3 Bölüm 1, B.4'deki önemli yardımcı makinaların dişlileri için 1.1'deki malzeme koşulları geçerlidir. Bölüm 1, B.4'de sözü edilen yardımcı makinaların dışındakilerde kullanılan dişliler için ise, diğer malzemeler kabul edilebilir.

1.4 Bölüm 1, B.4'deki önemli yardımcı makinaların elastik kaplinlerinin gövdeleri genel olarak kır dökümden, kaplin gövdelerinin dışındakiler uygun bir alüminyum alaşımından da yapılabilir. Bununla birlikte, elektrik akımı üreten jeneratör grupları için tercihen ferritik esas bünyeli nodüler dökme demir, çelik veya çelik döküm yapımlı kaplin gövdeleri kullanılmalıdır. Bununla, kısa devre esnasında meydana gelen moment darbelerine karşı kaplinin dayanması sağlanır.

TL, yardımcı tahrik ünitelerine ait kaplinler için, benzer isteklerde bulunma hakkını saklı tutar.

(1) Genel olarak çevresel hız, demir döküm dişli tekerlekleri için 60m/s'yi, demir döküm manşon kaplinler için ise, 40 m/s'yi geçmemelidir.

## 2. Malzeme Testleri

Ana sevk donanımlarında kullanılan, dişli donanımlarının ve kaplinlerin döndürme momenti iletimine katılan bütün parçaları, TL'nun Malzeme Kurallarına göre test edilmelidir. Bu husus, jeneratörlerin dişli donanımlarının ve kaplinlerinin, döndürme momenti iletimine esas itibarıyla katılan parçalarının malzemeleri için de geçerlidir.

Bölüm 1, B.4'e uygun olan diğer bütün önemli yardımcı makinaların, dişli donanımlarına ve kaplinlerine ait esas parçalarının malzemelerinin uygunluğu, dokümanlarla kanıtlanmalıdır.

Bu kanıt, TL malzeme test sertifikası veya çelik üreticisinin test kabul sertifikası ile sağlanabilir.

## C. Dişlinin Yük Taşıma Kapasitesinin Hesabı

### 1. Genel

#### 1.1 Dişli sisteminin bileşenleri şunlardır:

- Dişli,
- Dişli yağlama ve yağ kontrol donanımı,
- Soğutma suyu donanımı ve açma-kapama donanımı.

1.2 Dişliler, yapım şartnamesinde belirtilen gürültü düzeyini sağlayacak şekilde dizayn edilmelidir. Düşük-gürültülü dişlilerle ilgili aşağıda belirtilenler dikkate alınacaktır:

- Dişlilerin doğrudan gemi yapısına elastik montajı,

- Dişlilerin ve tahrik ünitesinin, tekne yapısına elastik olara monte edilen bir ara sisteme sabitlenmesi,
- Tahrik ünitesine ve pervane şaftına elastik kaplinle birleşim,
- Çift helisli dişliler gibi, düşük gürültülü tip dişlerin kullanımı,
- Dişli yağlaması için, örneğin döner dişli pompalar, vb. gibi düşük gürültülü bileşenlerin kullanımı. Kavitasyon gürültüsünü önlemek için, düşük emme yükseklikli pompaların kullanımı.

## 2. Alın ve Konik Dişliler için Yük Kapasitesi Hesabı

### 2.1 Genel

2.1.1 Geminin sevk sisteminin ana ve yardımcı dişlilerinin yük taşıma kapasitelerinin hesabı, yanak ve diş dibi yükleri için Tablo 6.1'deki emniyet değerleri sınırlarını muhafaza ederek, düz dişli sistemleri için ISO 6336, ISO 9083 veya DIN 3990'a, konik dişliler için ISO 10300 veya DIN 3991'e göre yapılacak yük taşıma kapasite hesapları ile kanıtlanacaktır.

2.1.2 Bu bölümdeki formüllere göre, ana sevk sisteminde diş dibi ve diş mukavemetinin sağlanması, dişlinin düzgün çalışması için dişin kusursuz olarak işlenmiş olması ve dişin dinamik olarak yüklenme kapasitesinden yeterli olarak faydalanma şartlarına da bağlıdır. Bu nedenle, tekil adım hatası ( $f_p$ ) ile, toplam profil hatası ( $F_\sigma$ ) değerleri, kalite derecesinin en az değeri olarak, bölüm dairesindeki çevresel hızın 25 m/sn den az olduğu durumda, DIN 3962'ye göre kalite 5'e ve ISO 1328'e göre kalite 4'e ve daha yüksek hızlarda ise, DIN 3962'ye göre 4'e ve ISO 1328'e göre de 3 kalitelere uygun olmalıdır.

**Tablo 6.1 Temas ve diş dibi eğilme gerilmesi için minimum emniyet sınırı**

Durum	Sınır Koşulları	$S_H$	$S_F$
1.	Modül $m_n=16$	1,3	1,8
2.	Modül $m_n>16$	$0,024 m_n + 0,916$	$0,02 m_n + 1,48$
3.	Giriş dönme momenti = 8000 Nm'ye kadar olan birbirinden bağımsız iki ana sevk sisteminde	1,2	1,55

Yanak eğrisi / açılma hatası ( $f_{H\beta}$ ), DIN 3962'nin en az 5 kalitesine, dişli millerinin paralelliğinde kabul edilebilir hata, DIN 3964 veya ISO 1328'e göre sırası ile en az 5 veya 4 kalitesine uymalıdır.

Diş yanaklarının üst yüzey pürüzlülüğü  $R_z$ , genel olarak 4  $\mu\text{m}$ 'den büyük olmamalıdır. Diş dibi yuvarlatma yarıçapı ( $\rho_{ao}$ ), takım referans profilinde en az  $0,25 \cdot m_n$  olmalıdır.

**TL**, söz konusu olan diş açma makinalarının hassasiyetinin kanıtlanmasını ve dişlerin sertleştirme işlemi için bir uygulama testini isteme hakkını saklı tutar.

## 2. Semboller, Tanımlar ve Giriş Verileri

### 2.1 Kullanılan sembol ve tanımlar

<b>İndisler</b>	1 = pinyon
	2 = çark
	n = normal kesit
	t = enine kesit
	o = alet (takım)
a	[mm] = Eksenler arası uzaklık,
b	[mm] = Diş genişliği,
$b_{eff}$	[mm] = Etkin diş genişliği (konik dişliler),
$B_{z0}$	[mm] = Başlangıç hattı öteleme ölçüsü,
d	[mm] = Standart piç çapı
$d_a$	[mm] = Diş başı çapı
$d_f$	[mm] = Diş dibi çapı,
$F_t$	[N] = Referans dairesindeki dairesel kuvvet,
$F_{\beta x}$	[ $\mu\text{m}$ ] = Başlangıçtaki eşdeğer sapma hatası,
$f_{pe}$	[ $\mu\text{m}$ ] = Normal piç hatası,
$f_f$	[ $\mu\text{m}$ ] = Profil form hatası,
$h_{a0}^*$	[mm] = Takım referans profilinde baş yüksekliği katsayısı,
$h_{f0}^*$	[mm] = Takım referans profilinde diş dibi

yüksekliği katsayısı,

$h_{FFP0}^*$	[-]	= Takım referans profilinde tahrik dişlisinin faydalı diş dibi yüksekliği katsayısı,
$K_A$	[-]	= Uygulama faktörü,
$K_{F\alpha}$	[-]	= Enine yük dağılım faktörü (kök dibinde),
$K_{F\beta}$	[-]	= Genişlik yük dağılım faktörü (kök dibinde),
$K_{H\alpha}$	[-]	= Enine yük dağılım faktörü (yanaklarda),
$K_{H\beta}$	[-]	= Genişlik yük dağılım faktörü (yanaklarda),
$K_{H\beta be}$	[-]	= Taşıma faktörü (konik dişliler),
$K_v$	[-]	= Dinamik yük faktörü,
$K_y$	[-]	= Yük dağılım faktörü,
$m_n$	[mm]	= Normal modül,
$m_{nm}$	[mm]	= Ortalama normal modül (konik dişli çarklarda),
n	[ $\text{min}^{-1}$ ]	= Devir sayısı,
$N_L$	[ $\text{min}^{-1}$ ]	= Yük değişim sayısı,
P	[kW]	= Güç,
$p_r$	[mm]	= Takımdaki çıkıntı,
Q	[-]	= Dişli kalitesi DIN'e göre,
q	[mm]	= Mekanik işleme payı,
$R_a$	[ $\mu\text{m}$ ]	= Ortalama aritmetik pürüzlülük,
$R_{zF}$	[ $\mu\text{m}$ ]	= Kökün ortalama pürüzlülük derinliği,
$S_F$	[-]	= Diş kopmasına karşı emniyet katsayısı,
$S_{FG}$	[ $\text{N}/\text{mm}^2$ ]	= Diş dibi gerilme sınırı,

$S_H$	[-]	=	Pitinge karşı emniyet katsayısı,	$Z_\epsilon$	[-]	=	Temas oranı faktörü (yanaklarda),
$T$	[Nm]	=	Dönme momenti,	$\alpha_n$	[°]	=	Normal basınç açısı,
$u$	[-]	=	Diş sayısı oranı,	$\alpha_{pr}$	[°]	=	Çıkıntı açısı,
$x$	[-]	=	Diş başı değişim faktörü,	$\beta$	[°]	=	Helis açısı,
$x_{hm}$	[-]	=	Ortalama diş başı değişim faktörü,	$\beta_m$	[-]	=	Ortalama helis açısı (konik dişli),
$x_{sm}$	[-]	=	Kalınlık değişim faktörü,	$v_{oil}$	[°]	=	Yağ sıcaklığı,
$Y_F$	[-]	=	Diş form faktörü (diş dibi),	$v_{40}$ [mm <sup>2</sup> /s]	=	40°C'daki yağın kinematik viskozitesi,	
$Y_{NT}$	[-]	=	Ömür faktörü (diş dibi),	$v_{100}$ [mm <sup>2</sup> /s]	=	100°C'daki yağın kinematik viskozitesi,	
$Y_{\delta \text{ bağı T}}$	[-]	=	Bağıl çentik hassasiyeti faktörü,	$\rho_{a0^*}$	[-]	=	Aletin (takımın) yuvarlatma yarıçapı katsayısı
$Y_{R \text{ bağı T}}$	[-]	=	Bağıl yüzey durum faktörü,	$\Sigma$	[°]	=	Şaft açısı (konik dişli),
$Y_S$	[-]	=	Gerilme düzeltme faktörü,	$\sigma_F$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Diş dibindeki eğilme gerilmesi,	
$Y_{ST}$	[-]	=	Referans dişli testleri gerilme düzeltme faktörü,	$\sigma_{FE}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Diş dibi gerilmesi,	
$Y_X$	[-]	=	Diş dibindeki gerilme için boyut faktörü,	$\sigma_{FG}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Diş dibi sınır gerilmesi,	
$Y_\beta$	[-]	=	Diş dibindeki gerilme için helis açısı faktörü,	$\sigma_{F0}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Nominal diş dibi gerilmesi,	
$z$	[-]	=	Diş sayısı,	$\sigma_{Flim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Eğilme gerilmesi için dayanma sınırı (devamlı mukavemet),	
$Z_E$	[-]	=	Elastik faktörü,	$\sigma_{FP}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Müsaade edilebilen diş dibi gerilmesi,	
$Z_H$	[-]	=	Yanak form faktörü (temas gerilmesi),	$\sigma_H$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Hesaplanan temas gerilmesi (yanak basıncı),	
$Z_L$	[-]	=	Yağlama faktörü,	$\sigma_{HG}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Değiştirilmiş temas gerilmesi sınırı (yanak mukavemeti),	
$Z_{NT}$	[-]	=	Ömür faktörü (temas gerilmesi) yanaklarda,	$\sigma_{Hlim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Temas gerilmesi için dayanma sınırı (yanaklarda devamlı mukavemet),	
$Z_v$	[-]	=	Hız faktörü,	$\sigma_{HP}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Müsaade edilebilen temas gerilmesi (yanak basıncı),	
$Z_R$	[-]	=	Pürüzlülük faktörü,	$\sigma_{H0}$ [N/mm <sup>2</sup> ]	=	Nominal temas temas gerilmesi (yanak basıncı),	
$Z_W$	[-]	=	Malzeme işleme katsayısı,				
$Z_X$	[-]	=	Boyut katsayısı (temas gerilmesi) yanaklarda,				
$Z_\beta$	[-]	=	Helis açısı faktörü (temas gerilmesi) yanaklarda,				



Tablo 6.2 Yük taşıma kapasitelerinin hesabı için giriş verileri

Tersane/Yeni inşa					Kayıt No.						
Yapımcı					Tipi						
Uygulama					Silindirik dişli <input type="checkbox"/>	Konik dişli (1) <input type="checkbox"/>					
Nominal güç	P			kW	Buz sınıfı				-		
Devir sayısı no.	$n_1$			1/min	Planet no.				-		
Uygulama faktörü	$K_A$			-	Dinamik faktör	$K_V$				-	
Genişlik yük faktörü	$K_{H\beta}$			-	Yük dağılım faktörü	$K_\gamma$				-	
	$K_{H\beta e(1)}$			-	Enine yük dağılım faktörleri	$K_{H\alpha}$				-	
	$K_{F\beta}$			-		$K_{F\alpha}$				-	
Geometrik Veriler		Pinyon	Dişli çark		Takım verileri		Pinyon	Dişli çark			
Diş sayısı	z			-	Diş başı değişim faktörü	x				-	
Normal modül	$m_n$			mm	Ortalama diş başı değişim faktörü	$x_{hm(1)}$				-	
Ortalama normal modül	$m_{nm(1)}$			mm	Kalınlık değişim katsayısı	$x_{sm(1)}$				-	
Normal basınç açısı	$\alpha_n$			°	Yuvarlatma yarıçapı katsayısı	$\rho_{a0^*}$				-	
Eksenler arası uzaklık	a			mm	Baş yüksekliği katsayısı	$h_{a0^*}$				-	
Şaft açısı	$\Sigma(1)$			°	Diş dibi yüksekliği katsayısı	$h_{f0^*}$				-	
Bağlı etkin genişlik oranı	$b_{eh}/b(1)$			-	Tahrik dişlisinin faydalı diş dibi yüksekliği katsayısı	$h_{FfP0^*}$				-	
Helis açısı	$\beta$			°	Çıkıntı	$p_r$				mm	
Ortalama helis açısı	$\beta_m(1)$			°	Çıkıntı açısı	$\alpha_{pr}$				°	
Diş genişliği				mm	Mekanik işleme payı	q				mm	
Diş başı çapı	$d_a$			mm	Takımdaki BZ ölçüsü	$B_{ZO}$				mm	
Diş dibi çapı	$d_{fe}$			mm	Diş boşluğu payı/toleransı					-	
Yağlama verileri				Kalite							
Kinematik viskozite 40°C	$\nu_{40}$			mm <sup>2</sup> /s	DIN'e göre kalite	Q				-	
Kinematik viskozite 100°C	$\nu_{100}$			mm <sup>2</sup> /s	Yanakta ortalama pürüzlülük derinliği	$R_{zH}$				$\mu m$	
Yağ sıcaklığı	$\delta_{Oil}$			°C	Diş dibinde ortalama pürüzlülük derinliği	$R_{zF}$				$\mu m$	
FZG sınıfı				-	Başlangıçtaki eşdeğer sapma hatası	$F_{\beta x}$				$\mu m$	
Malzeme verileri				Normal piç hatası						$f_{pe}$	$\mu m$
Malzeme tipi				Profil form hatası		$f_f$				$\mu m$	
Temas gerilmesi için dayanma sınırı	$\sigma_{Hlim}$			N/mm <sup>2</sup>	Tarih : İmza :						
Eğilme gerilmesi için dayanma sınırı	$\sigma_{Flim}$			N/mm <sup>2</sup>							
Yüzey sertliği				HV							
Göbek sertliği				HV							
Isıl işlem yöntemi				-							
(1) Konik dişliler için verilmiştir.											

**3.3** Yük taşıma kapasitesinin hesabı için giriş verileri Tablo 6.2'de toplu olarak gösterilmiştir.

#### 4. Yük Hesapları için Etki Faktörleri

##### 4.1 Nominal döndürme momenti

Nominal döndürme momenti hesabında planlanan maksimum devamlı verim esas alınmalıdır.

##### 4.2 Uygulama faktörü $K_A$

Uygulama faktörü  $K_A$  da, diğer dinamik ve darbe etkili yük artışlarından dolayı nominal dönme momenti artışı göz önüne alınır. Ana ve yardımcı sistemler için  $K_A$  değerleri Tablo 6.3'den hesaplanır.

**Tablo 6.3** Uygulama faktörü  $K_A$

Sistemin tipi	$K_A$ faktörü
Türbinler ve elektrikli sevk sistemleri	1,1
Dişli donanımı ve makina arasında hidrolik kaplinli dizel makinası sevk sistemleri	1,1
Dişli donanımı ve makina arasında elastik kaplinli dizel makinası sevk sistemleri	1,3
Dişli donanımı ve makina arasında elastik kaplinli olmayan dizel makinası sevk sistemi	1,5
Jeneratör sevk sistemleri	1,5
Statik yük etkisinde yardımcı makinalar	0,6-1,0

*Not : Diğer tipteki sistemler için  $K_A$  faktörleri ayrıca kararlaştırılır.*

##### 4.3 Yük dağılım faktörü $K_Y$

Yük dağılım faktörü  $K_Y$  de yük dağılımındaki sapmalar göz önüne alınır. Örneğin; 2 veya daha fazla yük dağılımı olan dişli çarklarda veya 3'den fazla planet dişlisi olan planet dişli çarklarda.

Planet dişli çarklar için aşağıdaki değerler uygulanır.

3 planet dişliye kadar  $K_Y = 1,0$

4 planet dişliye kadar  $K_Y = 1,2$

5 planet dişliye kadar  $K_Y = 1,3$

6 planet dişliye kadar  $K_Y = 1,6$

Yük dağılımı olmayan dişli çarklarda  $K_Y = 1$  alınır.

Diğer bütün hallerde  $K_Y$  için TL ile anlaşmaya varılmalıdır.

##### 4.4 Genişlik dağılım faktörleri $K_{H\beta}$ ve $K_{F\beta}$

Genişlik dağılım faktörü, düzgün olmayan yük dağılımın dış yanakları üzerindeki yanak basıncında ( $K_{H\beta}$ ) ve diş dibi zorlanmasında ( $K_{F\beta}$ ) göz önüne alır.

Yanak düzeltilmesi durumu,  $K_{H\beta}$  ve  $K_{F\beta}$  değerleri verilerek bilinen hesap yöntemleri ile belirlenir. Gemi işletiminin yük dağılımı üzerindeki özel etkileri dikkate alınmalıdır.

##### 4.5 Enine dağılım faktörleri $K_{H\alpha}$ ve $K_{F\alpha}$

Enine yük faktörü  $K_{H\alpha}$  ve  $K_{F\alpha}$ , bir çok dişli çiftinin aynı zamanda kavramasındaki düzgün olmayan kuvvet dağılımını göz önüne alır.

Ana sevk sisteminin dişli çarkları için 2.1.2'de belirtilen dişli kalitesi ile  $K_{H\alpha} = K_{F\alpha} = 1,0$  alınabilir. Diğer dişliler için alın faktörü 2.1.1 ve 2.1.2'de belirtilen DIN/ISO'ya göre hesaplanabilir.

#### 5. Temas Gerilmesi

**5.1** Hesaplanan temas gerilmesi  $\sigma_H$  izin verilen yanak gerilmesi  $\sigma_{Hlim}$  (Herz'e göre yanak basıncı) nı aşmamalıdır.

İzin verilen yanak gerilmesinin hesabında,  $Z_{NT}$ ,  $Z_L$ ,  $Z_V$ ,  $Z_R$ ,  $Z_W$ ,  $Z_X$  gerilme düzeltme faktörleri dikkate alınarak Tablo 6.4'den elde edilen malzemeye bağlı yolulma temas gerilmesi  $\sigma_{Hlim}$ 'den ve Tablo 6.2'deki  $S_H$  emniyet faktöründen elde edilen kopma mukavemeti esas alınır.

$$\sigma_H = \sigma_{Ho} \cdot \sqrt{K_A \cdot K_Y \cdot K_V \cdot K_{H\beta} \cdot K_{H\alpha}} \leq \sigma_{HP} \quad (1)$$

Burada;

$$\sigma_{Ho} = Z_H \cdot Z_E \cdot Z_{\epsilon} \cdot Z_{\beta} \cdot \sqrt{\frac{F_i}{d_i \cdot b} \cdot \frac{u+1}{u}}$$

**5.2** İzin verilen temas gerilmesi  $\sigma_{HP}$ ;  $Z_{NT}$ ,  $Z_L$ ,  $Z_V$ ,  $Z_R$ ,  $Z_W$ ,  $Z_X$  gerilme düzeltme faktörleri dikkate alınarak, Tablo 6.4 (2)'den elde edilen malzemeye bağlı yorulma mukavemeti  $\sigma_{Hlim}$ 'den hesaplanan  $\sigma_{HG}$  temas gerilmesi sınırının Tablo 6.1'de verilen  $S_H$  emniyet sınırına bölünmesi ile elde edilir.

$$\sigma_{HP} = \frac{\sigma_{HG}}{S_H} \quad (2)$$

$$\sigma_{HG} = \sigma_{Hlim} \cdot Z_{NT} \cdot Z_L \cdot Z_V \cdot Z_R \cdot Z_W \cdot Z_X$$

**Tablo 6.4 Temas gerilmeleri için dayanma sınırı  $\sigma_{Hlim}$  (3)**

Malzeme	$\sigma_{Hlim}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Semantasyon çelikleri, semante edilmiş	1500
Nitrurasyon çelikleri gazda nitrurasyona tabi tutulmuş	1200
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler banyoda veya gazda nitrurasyona tabi tutulmuş	850 - 1000
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler, endüksiyonla sertleştirilmiş	0,7HV10+800
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler	1,3HV10+350
Alaşımsız ısıt işlem görebilen çelikler	0,9HV10+370
Yapı çelikleri	1,0HB+200
Çelik döküm, dökme demir ve nodüler grafitli döküm	1,0HB+150

## 6. Diş Dibi Eğilme Gerilmesi

**6.1** Hesaplanan maksimum diş dibi eğilme gerilmesi  $\sigma_F$ , müsaade edilen diş dibi gerilmesi  $\sigma_{FP}$  yi aşmamalıdır.

İzin verilen diş dibi gerilmesinin hesabında;  $Y_{ST}$ ,  $Y_{NT}$ ,  $Y_{\delta bag T}$ ,  $Y_{Rbağ T}$ ,  $Y_X$  gerilme düzeltme faktörleri dikkate alınarak, Tablo 6.5'den elde edilen malzemeye bağlı

(2) *TL'nun onayı ile, kalitesi kanıtlanmış semantasyon çelikleri için yüksek dayanım mukavemetine izin verilebilir.*

(3) *TL'nun onayı ile kalite kanıtlanmış semantasyon çelikleri için daha yüksek yorulma mukavemeti değerleri kabul edilebilir.*

yorulma kök gerilmesi  $\sigma_{Flim}$ 'den ve Tablo 6.1'deki  $S_F$  emniyet faktöründen elde edilen kopma mukavemeti esas alınır.

Diş dibi gerilmesi pinyon ve çark için ayrı ayrı hesaplanır.

$$\sigma_F = \sigma_{F0} \cdot K_A \cdot K_V \cdot K_Y \cdot K_{F\beta} \cdot K_{F\alpha} \leq \sigma_{FP} \quad (3)$$

$$\sigma_{F0} = \frac{F}{b \cdot m_n} \cdot Y_F \cdot Y_S \cdot Y_\beta$$

**6.2** Müsaade edilen diş dibi gerilmesi  $\sigma_{FP}$ , Tablo 6.5 (2)'de malzemeye bağlı olarak verilen yorulma mukavemeti  $\sigma_{FE}$  veya  $\sigma_{Flim}$ , gerilme düzeltme faktörleri  $Y_{ST}$ ,  $Y_{NT}$ ,  $Y_{\delta bag T}$ ,  $Y_{Rbağ T}$ ,  $Y_X$  göz önüne alınarak elde edilen diş dibi gerilme sınırı  $\sigma_{FG}$  yerine bu değer Tablo 6.1'de verilen emniyet sınırına  $S_F$  bölünmesi ile elde edilir.

$$\sigma_{FP} = \frac{\sigma_{FG}}{S_F} \quad (4)$$

Burada;

$$\sigma_{FG} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST} \cdot Y_{NT} \cdot Y_{\delta bag T} \cdot Y_{Rbağ T} \cdot Y_X$$

**Tablo 6.5 Diş dibi eğilme gerilmesi için dayanma sınırı  $\sigma_{FE} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST}$ , burada  $Y_{ST} = 2$ 'dir.**

Malzeme	$\sigma_{FE} = \sigma_{Flim} \cdot Y_{ST}$ [N/mm <sup>2</sup> ]
Semantasyon çelikleri, semante edilmiş	860-920
Nitrurasyon çelikleri gazda nitrurasyona tabi tutulmuş	850
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler banyoda veya gazda nitrurasyona tabi tutulmuş	740
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler, endüksiyonla sertleştirilmiş	700
Alaşımli ısıt işlem görebilen çelikler	0,8HV10+400
Alaşımsız ısıt işlem görebilen çelikler	0,6HV10+320
Yapı çelikleri	0,8HB+180
Dökme çelik, nodüler grafitli dökme demir	0,48HB+140

*Not : Değişen gerilmelere maruz dişler için bu değerlerin %70'ine izin verilir.*

**D. Dişli Şaftları**

$$= \frac{50}{R_m + 160}$$

**1. En Küçük Çap**

Yön değiştirici ve devir düşürücü dişli donanımlarının şaftları, aşağıdaki formülle hesaplanır:

$$d \geq F \cdot k \cdot \sqrt[3]{\frac{P}{n \left[ 1 - \left( \frac{d_i}{d_a} \right)^4 \right]} \cdot C_W} \quad (5)$$

$$\frac{d_i}{d_a} \leq 0,4$$

$$\left[ 1 - \left( \frac{d_i}{d_a} \right)^4 \right] = 1$$

d [mm] = Gerekli şaft dış çapı,

d<sub>i</sub> [mm] = İçi boş şaftlarda, şaft iç çapı (uygulanıyorsa),

d<sub>a</sub> [mm] = Gerçek şaft çapı,

P [kW] = Şaft sevk gücü,

n [dak<sup>-1</sup>] = Şaft devir sayısı,

F [-] = Sevk türü için faktör,  
= 95 Türbin donanımları, elektrik sevk sistemleri ve kaymalı kaplinli makina donanımları için,

= 100 Diğer bütün sevk sistemleri için.

**TL**, donanımın yüklenme durumu nedeniyle gerekli görüldüğü takdirde, daha yüksek F değeri belirleme hakkını saklı tutar.

C<sub>w</sub> [-] = Malzeme faktörü,

R<sub>m</sub> = Şaft malzemesinin çekme mukavemeti

Dişli şaftları için, 800 N/mm<sup>2</sup>'den daha yüksek bir değer kullanılmaz. Pinyon şaftlarında mevcut çekme mukavemeti kullanılabilir.

k [-] = 1,10 Dişli şaftları için,

= 1,15 şafta kama vasıtasıyla tespit edilmiş pinyon gövdesi ve dişli gövdesi sahasında ve basınç şaftları ve çok kamalı dişli şaftları için

Yatak düzenlemesi, gövde yapısı, diş basıncı, vs. gibi nedenlerle, şaftta yüksek eğme zorlaması hesaplama zorunluluğu varsa, bu takdirde, **TL** tarafından daha yüksek (k) değeri tespit edilebilir.

**E. Donanım****1. Dişlilerin Yağlanması****1.1 Genel**

Dişli sistemi, herhangi bir sınırlama olmaksızın yağlama yağı sıcaklığının 0°C'dan yukarıda olması durumunda çalışmaya başlayabilecek şekilde dizayn edilmelidir.

Boşanmaz kaplinler için G.5'deki esaslar uygulanır.

Dişli yağlama maddesindeki su miktarını ve dişlideki nemi sınırlamak üzere, dişlinin korozyona uğramasını önleyecek uygun önlemler alınmalıdır.

**1.2 Yağ seviye göstergesi**

Ana ve yardımcı dişlilerin yağlama yağı seviyesinin izlenmesi için, yağ seviyesini tespit edebilecek tertibat bulunmalıdır.

### 1.3 Basınç ve sıcaklık kontrolü

Yağlama yağı basıncının ve yağlama yağı sıcaklığının kontrolü için yağlama yağı soğutucusunun çıkışında, yağın dişli donanımına girişinden evvel, sıcaklık ve basınç göstergeleri bulunmalıdır.

Kaymalı yataklar da sıcaklık göstergeleri ile donatılmalıdır.

Dişliler, rulmanlı yataklarla donatılmış ise, bir sıcaklık göstergesi uygun yere konulmalıdır. 2000 kW'a kadar olan dişli donanımlarında, TL ile özel tertipler için anlaşmaya varılabilir.

Otomasyon sistemli gemiler için, Kısım 106, Otomasyon'daki isteklere uyulmalıdır.

### 1.4 Yağlama yağı pompaları

Dişli donanımı tarafından döndürülen yağlama yağı pompaları kolay ulaşılabilir ve gemide mevcut aletlerle değiştirilebilir olmalıdır.

Yağlama yağı beslemesi; bir ana pompa ve bağımsız bir stand-by pompa ile sağlanmalıdır. Eğer bir dişli donanımı; tahrik döndürme momentinin %75'inde, kendi kendine yeterli yağlama yapabilmesi yönünden onaylanmış ise, stand-by pompa  $P/n_1$  [ $\text{kN/dk}^{-1}$ ]  $\leq 3,0$  performans değerine kadar konulmayabilir.

### 2. Çalıştırma, kontrol ve emniyet donanımı

Çalıştırma ve kontrol donanımı, uzaktan kumanda ile ve doğrudan dişli üzerinden kumanda ile emniyetli bir çalışma sağlamalıdır. Düzenli bir çalışma için önemli olan tüm parametreler doğrudan dişli üzerinde gösterilmelidir. Bu gösterge cihazları, mümkün olduğu takdirde, yardımcı bir kontrol mahallinde toplanmalıdır.

### 3. Dişli donanımı gövdeleri

Ana sevk donanımındaki ve önemli yardımcı makinalardaki dişli donanımlarının gövdeleri, dişlilerin muayenesine ve srast yatağındaki boşluğun ölçülmesine ve yağ tortularının temizlenmesine olanak

verecek şekilde, sökülebilir gözetleme kapakları ile donatılmalıdır.

### 4. Dişlilerin temellerine yerleştirilmesi

Tekne yapısının bir parçası olarak, temellerdeki deformasyonların neden olduğu kabul edilemeyecek kuvvetlerin dişlere aktarılmamasının sağlanmasına dikkat edilmelidir.

Dişli donanımlarının temellerine, çelik ayar parçaları veya dökme reçine ayar parçaları üstünde yerleştirilmeleri, TL'nun sevk Sisteminin Temellere Yerleştirilmesi için kurallara uygun yapılmalıdır.

Dökme reçine temellerde, itme, stoperler tarafından karşılanmalıdır. Aynı husus, ayrı srast yataklı dökme reçine temellere de uygulanır.

## F. Balans Ayarı ve Testler

### 1. Balans Kalitesi

1.1 Dişliler, pinyonlar, şaftlar, dişli kaplinler ve mümkünse devir hızı yüksek elastik kaplinler de, balans edilmiş durumda monte edilmelidir.

1.2 DIN/ISO 1940'a göre aşağıda belirtilen balans kalitesi değerleri sağlanmalıdır:

- 6,3 Dişli şaftları, pinyonlar ve makina dişlilerine ait kaplin elemanları için,
- 2,5 Burulma şaftları ve dişli kaplinleri, türbin transmisyonuna ait pinyonlar ve dişli çarklar için.

### 2. Testler

#### 2.1 Üretici atölyesindeki testler

Ana sevk sistemlerine ait dişliler, üretici atölyesinde, malzeme ve parça testlerinin başarılması sonunda, son sörvey ve çalışma denemesi için, TL'na sunulmalıdır. Son sörvey, kısmi veya tam yükte, yeterli bir süre

devam eden, bir seyir tecrübesiyle birleştirilmelidir. Bu esnada, dişlilerin diş boşlukları ve temas durumları da kontrol edilmelidir. Bir tam yük deneyinde, dişlinin gerçekleşebilecek her türlü çalışma şartında, denenmesi tamamlanmış olmalıdır.

Büyük dişli donanımlarının çalışma ve yükleme denemeleri için üretici olanakları sınırlı ise, bu denemeler liman tecrübesi sırasında da uygulanabilir.

Bu denemelerle ilgili parçalara sızdırmazlık testleri öngörülür.

Deney kapsamının azaltılması, TL'nun onayını gerektirir.

## 2.2 Geminin seyir tecrübesi esnasında yapılacak denemeler

**2.2.1** Seyir tecrübesine başlamadan önce, ana sevk sisteminin dişli donanımının dişleri, temas izlerinin kontrolü için, uygun bir temas rengiyle boyanır. Seyir tecrübesi esnasında bütün ileri ve geri seyir kademelerinde, kusursuz çalışmaları, düzgün dönmeleri, yatak sıcaklıkları ve yağlama yağının temizliği bakımından, dişliler kontrol edilir. Seyir tecrübesinin sonunda dişliler, muayene deliklerinden tetkik edilir ve temas izleri kontrol edilir. Mümkünse, temas izleri her yük kademesinin tamamlanmasından sonra kontrol edilmelidir. Bu esnada dişlerin, aksenal ve radyal doğrultuda temas kısımları için Tablo 6.6'da verilen başvuru değerleri, seyir tecrübesi esnasında dişlilerin yükleme ve çalışma süresi göz önüne alınarak, esas kabul edilmelidir.

**2.2.2** Çok kademeli ve yıldız düzenli dişli donanımlarında, kanıtlanmış yüksek üretim hassasiyetli durumlarda ve üreticinin iş yerinde birkaç saatlik bir yük testi sonrası yapılan kontrol tatmin edici bulunmuşsa veya tüm diş yapısının taşıyıcı yüzeyi, tam yük altında tip testi ile kanıtlanmışsa, TL'nun onayı ile temas izi kontrolünün kapsamı daraltılabilir.

**2.3** Akustik özellikler, Kısım 102, Tekne Yapısı ve Donanımı, Bölüm 16, B.3'e uygun olmalıdır.

**Tablo 6.6 Temas alanları yüzdesi**

Dişlilerin malzemesi-Üretim şekli	Ortak diş yüksekliği (tip kabartmasız)	Diş genişliği (son kabartmasız)
Isıl işlem görmüş, frezeyle açılmış, genel yöntemle şekillenmiş	%33 ortalama	%70
Üst yüzeyler sertleştirilmiş, taşlanmış, traşlanmış	%40 ortalama	%80

## G. Kaplinlerin Dizaynı ve Yapımı

**1.** Dişliler, strast yatağı, makina, vb. gibi ana sistem elemanlarının yerini değiştirmeksizin, gemideki mevcut takımları kullanarak, tüm kaplinleri dişlilerden ayırmak ve dişlilere bağlamak bakımından, ayırmak mümkün olmalıdır.

### 2. Fleçli ve sıkmalı-tip kaplinler

Kaplin gövdelerinin, fleçli ve sıkmalı-tip kaplinlerin fleçleri ve civatalarının boyutlandırılmasında, Bölüm 5'de belirtilen kurallara uyulmalıdır.

### 3. Dişli Kaplinler

**3.1** Çok-dişli kaplinler gibi, burkulmaya dayanıklı kaplinler, radyal ve aksenal doğrultudaki sapmaları önlemek üzere kullanılabilirler.

**3.2** Düz yan yüzü dişli kaplinlerin, yeterli yan yüz taşıma kabiliyeti için:

$$p = \frac{9,9 \cdot 10^8 \cdot P \cdot K_A}{b \cdot h \cdot d \cdot z \cdot n} \leq p_{müs} \quad (6)$$

$$\frac{P \cdot 10^{15}}{n^3 \cdot d_m^2 \cdot G_K} \geq 4,5 \quad \text{için} \quad (7)$$

geçerlidir.

(4,5 civarındaki değerler yalnız büyük üretim hassasiyeti ve küçük kalıcı balanssızlık için izin verilir).

Bombeli yan yüzü dişli kaplinlerin, Hertz yanak basıncının hesaplanması için, TL'nca bilinen yöntemler kullanılıyorsa, müsaade edilebilen Hertz basınçları,  $\sigma_{HP}$  değerinin %75'ine eşit olmalıdır. Burada gerilme düzeltme faktörü 1,0 alınır.

P	[kW]	=	Kaplindeki tahrik gücü,
d	[mm]	=	Bölüm dairesi çapı,
$K_A$	[-]	=	C.4.2'ye göre çalışma faktörü,
z	[-]	=	Diş sayısı,
n	[dak <sup>-1</sup> ]	=	Devir sayısı,
h	[mm]	=	Ortak diş yüksekliği,
b	[mm]	=	Taşıyıcı diş genişliği,
$d_m$	[mm]	=	Kaplin zarfının (manşonunun) kütle atalet çapı,
$G_K$	[kg]	=	Kaplin zarfının (manşonunun) kütlesi,
$\sigma_{HP}$	[N/mm <sup>2</sup> ]	=	İzin verilen Hertz yanak basıncı,
p	[N/mm <sup>2</sup> ]	=	Yanak taşıma kapasitesi,
$p_{müs}$		=	400-600 N/mm <sup>2</sup> Su verilen ve temperlenen çelikten yapılmış dişliler için; Büyük değerler yüksek mukavemet çelikleri, yüksek diş açma hassasiyeti ve üst yüzey düzgünlüğü içindir.  = 800-1000 N/mm <sup>2</sup> Sertleştirilmiş ve taşlanabilen dişliler için;  büyük değerler nitrürasyona tabi tutulmuş yüksek üretim hassasiyetli ve üst

yüzey düzgünlüğünde dişlilerde tercih olunur.

**3.3** Kaplin dişlilere etkili bir yağlama yapılmalıdır. Bunun için genellikle kaplinin sabit bir yağ seviyesi,

$$d \cdot n^2 < 6 \cdot 10^9 \text{ [mm/dakika}^2\text{]} \quad (8)$$

olması halinde, yeterli görülebilir.  $d \cdot n^2$  nin büyük değerleri için, ana sevk sistemindeki kaplinlerde, bir dolaşım yağlaması öngörülür.

**3.4** Dişli kaplinlere ait manşon, flenç ve civataların boyutlandırılması için, Bölüm 4'de verilen formüller göz önüne alınır.

#### 4. Elastik Kaplinler

**4.1** Ana sevk sistemlerinde ve çalışma önemi olan yardımcı makinalarda kullanılan elastik kaplinlerde, üretici tarafından verilen yüklemelere uyulmalıdır.

Elastik bileşenlerin yağdan veya yakıttan hasara uğramaması sağlanmalıdır.

Elastik kaplinlerle karşılaşılması gereken radyal, aksel ve açılmalarda, gerek pik gerekse sürekli (operasyonel) değerler olarak, yapım şartnamesinde tanımlanacaktır.

**4.2** Ana sevk sistemlerindeki ve elektrik enerjisi üreten sistemlerdeki elastik kaplinler, belirli bir süre esnasında, herhangi bir silindirin kesikli ateşlemesi durumundaki bir çalışmaya dayanacak şekilde, boyutlandırılmalıdır.

Burulma titreşimi nedeniyle, ek dinamik yüklemeler göz önünde bulundurulmalıdır. Bunun için, Bölüm 8'e de başvurulur.

**4.3** Elastik kaplinlere ait kaplin gövdelerinin, flençlerin ve kaplin civatalarının ölçülendirilmesinde, Bölüm 5, D'de verilen istekler göz önüne alınmalıdır.

**4.4** Kaplinler; tesisin bitişik elamanlarında aşırı kuvvetler oluşturmadan, çalışma sırasında oluşan bağlı

yer değiştirilmelerini kompanse edebilmelidir. Eğer bir elastik kaplin, çalışma sırasında tipi nedeniyle – bağlanan elemanlar üzerinde bir itme oluşturuyorsa, bu kuvvetlerin yataklarla emilmesine dikkat edilmelidir.

## 5. Kavramlar

Kavramlar; belirlenen çalışma özellikleri dikkate alınarak dizayn edilmelidir. Kavramanın açık durumda, tahrik edilen kısımlarının sadece ihmal edilebilir, artık döndürme momentine maruz kalması sağlanmalıdır. Açılmış kavramanın, çalışma devir sayısı aralığında, devir ve çalışma süresi sınırlamasına izin verilir. Aşağıda belirtilenler sağlanmalıdır:

- Kavramanın giriş/çıkış işlemi sırasında oluşan ısı yeterince kontrol edilecektir, yani aşırı ısınma oluşmamalıdır.
- Kontrol kavrama basıncında bir düşme halinde, stand-by pompa otomatik olarak devreye girecektir.
- Hava kontrollü kavramalar için, basınçlı hava arızası halinde, bir fazlalık sağlanmalıdır.
- Elektrik hareketli kavramalar için, ikinci bir beslemenin otomatik devreye girişi sağlanmalıdır.
- Fiili durum (giriş/çıkış) gösterilmelidir (bunun için Bölüm 2.'ye de bakınız).

## 6. Hidrolik Kavramlar / Döndürme Momenti Konvertörleri

Hidrolik kavramanın döndürme momenti karakteristiği çalışma koşullarına ayarlanmalıdır. Hidrolik yağ olarak, dizel makinalar veya dişliler için gereken yağlama yağı kullanılacaktır.

Tüm devir sayısı aralığı için tahrik makinalarının boştaki kavrama ile sınırsız olarak çalışması garanti edilmelidir. Fiili çalışma koşulu gösterilmelidir (bunun için Bölüm 2.'ye de bakınız).

## 7. Çoklu Makina Senkronizasyonu için Mekanik Kavramlar

### 7.1 Ana tanımlar

Çeşitli tipte çoklu güç kaynakları (dizel makinalar ve türbinler gibi) ile tahrik edilen sevk tesisleri için, genelde ara durdurma veya tahrik makinasının devir sayısında azaltma olmaksızın, alternatif çalıştırma durumlarına geçiş gerekebilir. Bu amaçla, çalışan makinalar ile boştaki makinanın devir sayılarının senkronizasyonu, mekanik kavramanın devreye girmesinden önce gerçekleştirilmelidir.

Senkronizasyonun amacı, kavramanın devreye girmesi halindeki şoku ve oluşan pik döndürme momentlerini en aza indirmek ve aynı zamanda çalışma şeklini değiştirirken sarsıntısız ve düzgün, sürekli bir çalışmayı sağlamaktır. Kavramanın devreye girmesinden önce devir sayısı farkı %10'dan fazla olmamalı veya tahrik eden ve edilen parçaların atalet momentlerine bağlı olarak, kavrama işleminden sonra geçiş devri düşüşü veya artışı %5'den az olmalıdır.

### 7.2 Dizayn istekleri

Kavramanın mekanik kısmı, çoklu disk veya mekanik diş tipinde olabilir. Tüm bileşenler; 2,5 emniyet faktörüyle iletilen nominal döndürme momentine göre dizayn edilmelidir. Devir sayısının, 7.1'e göre senkronize edilmediği hallerde, 3,5 emniyet faktörü kullanılmalıdır. Çoklu disk plakalarının ve diğer sürtümlü düzenlerinin kullanıldığı hallerde, bunlar üreticinin isteklerine bağlı olarak, kayma noktasına, nominal döndürme momentinin %150'si ile %250'si arasındaki nominal döndürme momentinde ulaşılabilecek şekilde ayarlanmalıdır.

Kilitlenme / çözülme kontrolü veya konum gösterme gibi ilave fonksiyonlar, sevk tesisinin genel dizaynına bağlı olarak, gerekli olabilir.

## 8. Testler

Geminin sevk tesisleri ve jeneratör grupları ile yanal iticilerin kavramaları, son muayene için ve gerekirse işlevsel ve sızdırmazlık testlerinin yapılması için TL'na sunulacaktır.



## BÖLÜM 7

### PERVANELER

#### Sayfa

A.	Genel.....	7- 1
B.	Malzemeler.....	7- 2
C.	Pervanelerin Dizaynı ve Boyutlandırılması.....	7- 3
D.	Pervanenin Yerine Takılması .....	7- 8
E.	Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler.....	7- 9
F.	Balans Ayarı ve Testler .....	7- 11
G.	Dümen Pervane Donanımları.....	7- 11
H.	Yan İtçiler.....	7- 14
I.	Su Jeti ile Sevk Sistemleri .....	7- 15
J.	Sevk Sistemlerinin Özel Şekilleri .....	7- 17
K.	Dinamik Konumlandırma Sistemleri (DK Sistemleri) .....	7- 17
L.	Pervanelerin Kaviteasyon Gürültüsü .....	7- 19

#### A. Genel

pervanenin bir tanımlaması da verilmelidir.

#### 1. Kapsam

Buradaki Kurallar uskur pervanelere ve çeşitli sevk sistemlerine uygulanır. Buz klaslı gemilerin pervanelerinin boyutlandırılması ve malzemeleri için Bölüm 9'a bakınız.

#### 2. Onaylanacak Dokümanlar

**2.1** Makina gücü 300 kW'dan fazla olan ana sevk sistemi ve 500 kW'dan fazla olan yanal itici sistemin pervanelere ait dizayn resimleri 3 nüsha olarak, incelenmek üzere **TL**'na verilecektir. Resimler; aşağıdaki isteklere göre incelenmesi bakımından, gerekli tüm ayrıntıları içermelidir.

**2.2** Kumanda edilebilir piçli pervanelerin kanat, pervane göbeği ve piç kumanda mekanizmasının konstrüksiyon resimlerine ek olarak, genel görünüm ve kesit resimleri de 3 nüsha olarak verilmelidir. Kumanda ve hidrolik diyagramlarına, çalışma özellikleri de eklenmelidir. Yeni dizaynlarda veya **TL** klaslı bir gemiye kumanda edilebilir piçli pervanenin ilk kez konulmasında, ilave olarak kumanda edilebilir piçli

#### 3. Dizayn

**3.1** Pervaneler; güç tüketimleri, tahrik makinasının özellikleri çerçevesinde yer alacak şekilde dizayn edilecektir.

- Kumanda edilebilir piçli tesislerin pervaneleri, nominal devir sayısında tahrik makinasının devamlı gücünü alacaktır.
- Sabit piçli pervaneler, nominal devir sayısında, yapım şartnamesinde belirtilen alınan güç/devir sayısı ilişkisine ulaşacaktır.

#### *Not:*

*Kumanda edilebilir piçli pervanelerin (CPP) maksimum ileri piçi, dizayn piçinden %8 büyük olmalıdır.*

**3.2** Kumanda edilebilir piçli tesislerin yapısı su dolumuna karşı emniyetli olacaktır.

**3.3** Pervane parametrelerinin belirlenmesi için, bilinen ve kabul edilmiş yöntemler kullanılabilir.

Pervanenin yerleştirilmesinde, yapım şartnamesindeki gürültü istekleri (örneğin; minimum çevresel hız, vb.) dikkate alınmalıdır. İleri nominal devir sayısı ve pervane çapı, kavitasyon olmaksızın maksimum gemi hızına göre seçilecektir. Kavitasyon gürültüsü limit eğrisi için L'deki Sisma  $n-C_{Th}$  diyagramı kullanılabilir. Pervanelerden yayılan gürültü, düşünce aşamasında değerlendirilecektir.

#### 4. İşaretleme

Her pervane ve kumanda edilebilir pervanelerin döndürme momenti iletimi ve kanat ayarlaması ile ilgili ana elemanlar, uygun çelik damga ile işaretlenmelidir. Çentik etkisinden kaçınmak üzere, markalar yuvarlak kenarlı çelik damga numaraları ile yapılmalıdır.

### B. Malzemeler

#### 1. Pervaneler ve Pervane Göbekleri

Sevk sisteminin malzemesi, fiili işlevsel isteklere göre seçilmelidir. Özel malzemeler öngörülmez.

Malzemeler ve bunların parametreleri TL Kısım 2, Malzeme Kuralları'ndan alınabilir.

Metal pervaneler, deniz suyuna dayanıklı dökme bakır alaşımlarından veya dökme çelik alaşımlarından imal edilmelidir. Bunların minimum çekme mukavemeti  $R_m=440 \text{ N/mm}^2$  ve yeterli eğilme yorulması mukavemetinde olmalıdır.

Pervane kanatlarının kalınlığı ile ilgili aşağıdaki boyutlandırma ve dizayn kurallarının uygulanabilmesi için, dökme bakır veya dökme çelik alaşımlarının deniz suyuna karşı dirençlerinin yeterli olduğu, aşağıdaki şartlarda kabul edilebilir. Bunun için, kullanılan alaşımların, %3'lük NaCl çözeltisi içinde minimum çekme mukavemetinin takriben %20'si bir zorlama ile,  $10^8$  kere tekrarlanan değişken eğilme gerilmeleri altında yapılan yorulma deneyine dayandıkları, ayrıca doğal deniz suyu içerisindeki değişken eğilme gerilmeleri altındaki yorulma mukavemetlerinin de, %3'lük NaCl çözeltisi içerisinde elde edilenlere göre, %65'inden daha az olmadıkları gösterilebilmelidir.

Değişken eğilme gerilmeleri altında elde edilen yorulma mukavemetinin yeterliliğinin gösterilmesi, ancak TL tarafından kabul edilen bir yönteme göre olmalıdır.

#### 2. Kumanda Edilebilir Piçli Pervanelerin veya Parçalı Pervanelerin Yapı Elemanları

Piç kumanda mekanizmasının esas elemanlarının ve kanatları ve göbeği birleştiren civataların malzemeleri malzeme kurallarına uygun olmalıdır.

Parçalı veya kumanda edilebilir piçli pervanelerin kanatlarının birleştirilmesinde kullanılan civatalar, bunların deniz suyu ile temasları önlenemediği taktirde, aynı şekilde deniz suyuna dayanıklı malzemelerden imal edilmelidir.

#### 3. Malzeme Parametreleri

Malzemeler, TL Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 12.'ye göre dokümanite edilmelidir.

Nihai malzemenin tanımı için üretici aşağıdaki verileri sağlamalıdır:

- Malzemenin tanım işareti,
- Kimyasal kompozisyon,
- Malzeme örneğinin çekme mukavemeti, akma gerilmesi ve uzaması (malzemenin belirlenmesine yardımcı olmak üzere),
- Deniz suyu serpinti sisi içindeki eğilme yorulması mukavemeti (mukavemet hesapları için sınır değer olarak yardımcı olmak üzere),
- Malzemenin yoğunluğu, elastisite modülü, termal genleşme katsayısı,
- Varsa, manyetik özellikler,
- Onarım özelliklerine ait bilgiler (kaynak edilebilirlik, ısıtma işlemi),
- Korozyon ve erozyona dirençle ilgili bilgiler.

#### 4. Yeni Türdeki Malzemeler

Yeterli bir süre pratik deneyimden geçirilmemesi nedeniyle güvenli olarak çalışabilirliği belirlenemeyen malzemenin pervane imalinde kullanılması halinde, TL'na bu çeşit malzemenin kullanılmaya elverişli olduğu özel olarak kanıtlanmalıdır.

#### 5. Malzeme Testi

Pervaneler, pervane göbekleri ve dönme momentinin iletimine ve piç ayarına iştirak eden diğer bütün ana elemanlar TL malzeme kurallarına göre test edilir. Bu, kanatların kumandasının ve 300 kW'tan küçük ana sevk sisteminin pervanesinin, 500 kW'tan küçük yanıl itme sisteminin yapı elemanlarına da uygulanır.

#### C. Pervanelerin Dizaynı ve Boyutlandırılması

##### 1. Gürültü Davranışı

###### 1.1 Kavitasyon gürültüsü

Pervaneler, özellikle nominal akustik operasyon noktasında düşük gürültü oluşturacak şekilde dizayn edilmelidir. Kavitasyon gürültüsünden kaçınılacaktır.

*Not:*

*Kavitasyondan kaçınma ile ilgili bilgi değerleri L'de verilmiştir.*

###### 1.2 Çınlama davranışı

Pervanenin doğal frekanslarının hesaplanması ve takip kenarındaki hidrodinamik uyarı ile karşılaştırılması ile pervanenin çınlama tehlikesi belirlenmeli ve en aza indirilmelidir. Eğer tecrübeler sırasında çınlama gözlemlenirse, ilgili karşı önlemler alınmalıdır.

*Not:*

*Pervanenin çınlaması, gürültü spektrumunda kuvvetli bir pik tondur. Bu durum, takip kenarında girdap oluşumu sonucu olarak, doğal frekansların uyarılması ile oluşur.*

#### 1.3 Hava sönümlendirme düzeni

**1.3.1** Pervane kavitasyonu devirlerinde düşük gürültülü olarak çalışması istenilen askeri gemilerde, hava sönümlendirme düzeni dikkate alınabilir. Eğer yapım şartnamesinde bir hava sönümlendirme düzeni istenilmişse, sistem için TL ile Askeri Otorite arasında anlaşmaya varılmalıdır. Dizaynın ayrıntıları yapım şartnamesine dahil edilmelidir.

**1.3.2** Sönümlendirilmiş hava çıkışları, kompakt hava tabakası kanat yüzeyini kaplayacak şekilde düzenlenmelidir. Sevk sistemine hava beslemesi, pervane şaftının ön ucundan yapılmalıdır. Şaft girişindeki hava sıcaklığı 40 °C'dan fazla olmamalıdır. Yapımdaki özel önlemlerle, hidrolik sisteme hava girişi önlenmelidir. Ayrıca, hava sistemine yakıt ve su girmemelidir.

**1.3.3** Pervane kanadında etkin bir hava tabakasının oluşumu için gereken hava hacmi pervane devir sayısına bağlıdır. Bu nedenle hız ayarlı hava kompresörleri gereklidir.

**1.3.4** Hava sisteminin tüm bileşenleri ve boruları paslanmaz çelikten olmalıdır.

**1.3.5** NBC korumalı gemilerde hava, zırlı bölme dışından emilmelidir. Havalandırma ve dreyn boruları, kapalı formda dışarıya iletilecektir.

#### 1.4 Sudan yayılan gürültü ölçümleri

**1.4.1** Sudan yayılan gürültü ölçümleri, yapım şartnamesine göre derin ve sığ suda yapılmalıdır.

**1.4.2** Kavitasyon gürültüsünün değerlendirilmesi için aşağıdaki test kriterleri aynı anda uygulanacaktır:

- 30 Hz – 20 kHz frekans aralığında işitilebilir gürültü kaydı.
- İlgili üçünce filtre analizinin karşılaştırmalı analizi. 1 kHz'in üzerindeki tüm frekans aralığında, gürültü seviyesinde net bir artış gözlemlenip gözlemlenmediğinin veya arttırılmış devirde

gürültü pikinin 100 Hz'lik aralığa aktarılıp aktarılmadığının kontrolü.

- DEMON (Demolition of Envelop Modulation of Noise) spektrumun oluşturulması.
- Doğrusal bir antenle hedef düzeyinin ölçümü.

**1.4.3** Ölçümlerin yapılması ve sonuçların dokümantasyonu **TL** ile koordine edilmelidir.

## 2. Semboller ve Terimler

- $A$  [ $\text{mm}^2$ ] = Sıkı geçmede etkin temas alanı,
- $A_D$  [ $\text{m}^2$ ] = Pervane düzlemi alanı,
- $B$  [ $\text{mm}$ ] = 0,25R, 0,35R ve 0,6R yarıçaplardaki silindirik kesitlerin kanat açınım genişlikleri,
- $C_A$  [-] = Sıkı geçirilmiş bağlantılara ait katsayı,  
= 1,0 Makinalı ve türbinli gemilerdeki dişli donanımlı tahrik sistemi için,  
= 1,2 direkt tahrik için,
- $C_G$  [-] = Formül (2) ile tanımlanan büyüklük faktörü,
- $C_{Din}$  [-] = Formül (3) ile tanımlanan dinamik faktör,
- $C_W$  [-] = Pervane malzemesine ait karakteristik değer olup, Tablo 7.1'de verilmiştir. (Bu değer pervane malzemesine ait minimum çekme mukavemeti  $R_m$ 'e karşıt gelir)
- $C$  [-] = Şaft nihayetinin konikliği,  
$$= \frac{\text{koniklikteki çap farkı}}{\text{koniklik uzunluğu}}$$

**Tablo 7.1 Karakteristik  $C_W$  değerleri**

Malzeme	Tanımlama (1)	$C_W$
Cu 1	Manganezli dökme piriç	440
Cu 2	Manganezli ve nikelli dökme piriç	440
Cu 3	Nikel-alüminyum dökme bronz	590
Cu 4	Manganez-alüminyum dökme bronz	630
Fe 3	Martensitik krom dökme çelik 13/1-6	600
Fe 4	Martensitik-östenitik dökme çelik 17/4	600
Fe 5	Feritik-östenitik dökme çelik	600
Fe 6	Tam östenitik dökme çelik 17/8-11	500
Fe 7	Kır dökme demir	200

(1) Alaşımların kimyasal bileşimi için, **TL'nun** Malzeme Kurallarına bakınız.

$C_{Th}$  [-] = İtme yükü katsayısı,

$$= \frac{T}{0,5 \cdot \rho \cdot v_A^2 \cdot A_D}$$

$d$  [ $\text{mm}$ ] = Kanat veya pervane tespit civatalarına ait piç dairesi bölüm çapı,

$d_k$  [ $\text{mm}$ ] = Kanat veya pervane tespit civatalarına ait diş dibi çapı,

$D$  [ $\text{mm}$ ] = Pervane çapı,

$$= 2 \cdot R$$

$d_m$  [ $\text{mm}$ ] = Ortalama koniklik çapı,

$e$  [ $\text{mm}$ ] = Şekil 7.1' göre kanat eğimi,

$$= R \cdot \tan \epsilon$$

$E_T$  [-] = (5) Formülünde geçen itme uyarma faktörü,

$f, f_1, f_2, f_3$  [-] = (2), (3), (4), (7) Formüllerinde geçen faktörler,

$F_M$  [ $\text{N}$ ] = Civataya gelen kuvvet,

$H$  [ $\text{mm}$ ] = 0,25R, 0,35R ve 0,6R'deki pervane kanat yönüne ait piç,

$H_m$  [mm] = Değişken piçli pervanelerde, kanat yönüne ait ortalama etkin piç,

$$= \frac{\sum(R \cdot B \cdot H)}{\sum(R \cdot B)}$$

burada R, B ve H lar farklı yarıçaplardaki piçlere karşı gelen değerlerdir.

k [-] Farklı profil kesit şekilleri için, Tablo 7.2'den alınacak katsayı,

**Tablo 7.2 Çeşitli profil biçimleri için k değerleri**

Profil biçimi	k değerleri		
	0,25R	0,35R	0,6R
Sırtı dairesel segmental profiller $\beta_x=0,12$	73	62	44
Sırtı parabolik segmental profiller $\beta_x=0,11$	77	66	47
Wageningen B serisi veya benzeri kanat profilleri $\beta_{x0,25}=0,10$ $\beta_{x0,35}=0,11$ $\beta_{x0,60}=0,12$	80	66	44

$L_M$  [mm] = 0,9 R deki kanat genişliğinin giriş kenarı parçasının uzunluğunun 2/3'ü, fakat kanat eğiminin oldukça fazla olduğu pervanelerde ise, 0,9 R deki toplam kanat genişliğinin en az 1/4'ü,

L [mm] = Pervanenin koniklik üzerindeki ilerletme uzunluğu,

$L_{mek}$  [mm] =  $t = 35^\circ\text{C}$ 'da ilerletme uzunluğu,

$L_{temp}$  [mm] =  $t < 35^\circ\text{C}$  için sıcaklığın bağılısı olarak ilerletme uzunluğu,

M [Nm] = Dönme momenti,

$n_2$  [dak<sup>-1</sup>] = Pervane devir sayısı,

$P_w$  [kW] = Ana makina gücü,

$\rho$  [N/mm<sup>2</sup>] = Sıkı geçme yüzey basıncı,

$P_L$  [N/mm<sup>2</sup>] = Pervane kanat yüzeyindeki lokal basınç,

$P_s$  [N/mm<sup>2</sup>] = Pervane dönme eksenindeki statik basınç,

$P_v$  [N/mm<sup>2</sup>] = Buhar basıncı,

Q [N] = Ortalama koniklik çapındaki çevresel kuvvet,

$R_{p0,2}$  [N/mm<sup>2</sup>] = Pervane malzemesinin %0,2 uzama sınırı,

$R_{eH}$  [N/mm<sup>2</sup>] = Minimum nominal üst akma mukavemeti,

$R_m$  [N/mm<sup>2</sup>] = Çekme mukavemeti,

$r_D$  [mm] = İç köşe yarıçapı, basınç tarafı,

$r_s$  [mm] = İç köşe yarıçapı, emme tarafı,

S [-] = Koniklik üzerinde pervanenin kaymasına karşı emniyet faktörü = 2,8,

SIGMA<sub>n</sub> = Kavitasyon başlama numarası,

$$\frac{P_s - P_v}{0,5 \cdot \rho \left( \pi \cdot D \cdot \frac{n_2}{60} \right)^2}$$

D, metre olarak alınacaktır.

t [mm] = 0,25R, 0,35R ve 0,6R'deki pervane silindirik kesitlerinin açılmış haldeki en büyük kanat kalınlığı,

T [N] = Pervane itmesi,

$T_M$  [Nm] = Çarpma momenti,

$V_A$  [m/sn] = Pervaneye göre ortalama su hızı,

$V_s$  [kn] = Gemi hızı,

w	[-]	= İz katsayısı,	Basınçlı yağla sıkı geçme birleştirmeler için-çelik bronz,
$W_{0,35R}$	[mm <sup>3</sup> ]	= 0,35R ve 0,6R yarı çapında silindirik kesitlerin kesit modülü,	= 0,18
$W_x$	[mm <sup>3</sup> ]	= Silindirik kesitin x yarıçapındaki kesit modülü,	Sıkı geçme birleştirmelerin kuru olarak gerçekleştirildiği haller için-çelik bronz,
Z	[-]	= Bir kanadı bağlamak için veya pervane için kullanılan toplam civata sayısı,	$\Psi$ [°] = Şekil 7.1'e göre eğim açısı,
z	[-]	= Pervane kanat sayısı,	$\rho$ [kg/m <sup>3</sup> ] = Deniz suyu yoğunluğu,
$\alpha$	[-]	= 0,25R, 0,35R ve 0,6R deki profillere ait piç açısı,	$\sigma_{maks}/\sigma_m$ [-] = Kanadın basınç tarafındaki maksimum gerilmenin ortalama gerilmeye oranı.

$$\alpha_{0,25} = \arctan \frac{1,27 \cdot H}{D}$$

$$\alpha_{0,35} = \arctan \frac{0,91 \cdot H}{D}$$

$$\alpha_{0,60} = \arctan \frac{0,53 \cdot H}{D}$$

$\alpha_A$  [-] = Tespit civata ve saplamaları için sıkma faktörü,

= 1,2- 1,6 sıkma yöntemine bağlı olarak

(Bakınız; VDI 2230 veya eşdeğer standartlar).

$\varepsilon$  [-] = Pervane yüzeyi doğuray hattı ile bu yüzeyin normali arasındaki açı,

$\theta$  [-] = Şaft nihayetlerindeki yarı koniklik,  
= C/2

$\mu_0$  [-] = Statik sürtünme katsayısı,

= 0,13

### 3. Kanat Kalınlığının Hesaplanması

3.1 Sabit piçli pervaneler için 0,25R ve 0,6 R deki kanat kalınlıklarına ait değerler, (1) Formülüne göre hesaplanandan daha az alınmamalıdır.

$$t = K_0 \cdot k \cdot K_1 \cdot C_G \cdot C_{Din} \quad (1)$$

$$K_0 = 1 + \frac{e \cdot \cos \alpha}{H} + \frac{n_2}{15000}$$

k, Tablo 7.2'den alınacaktır.

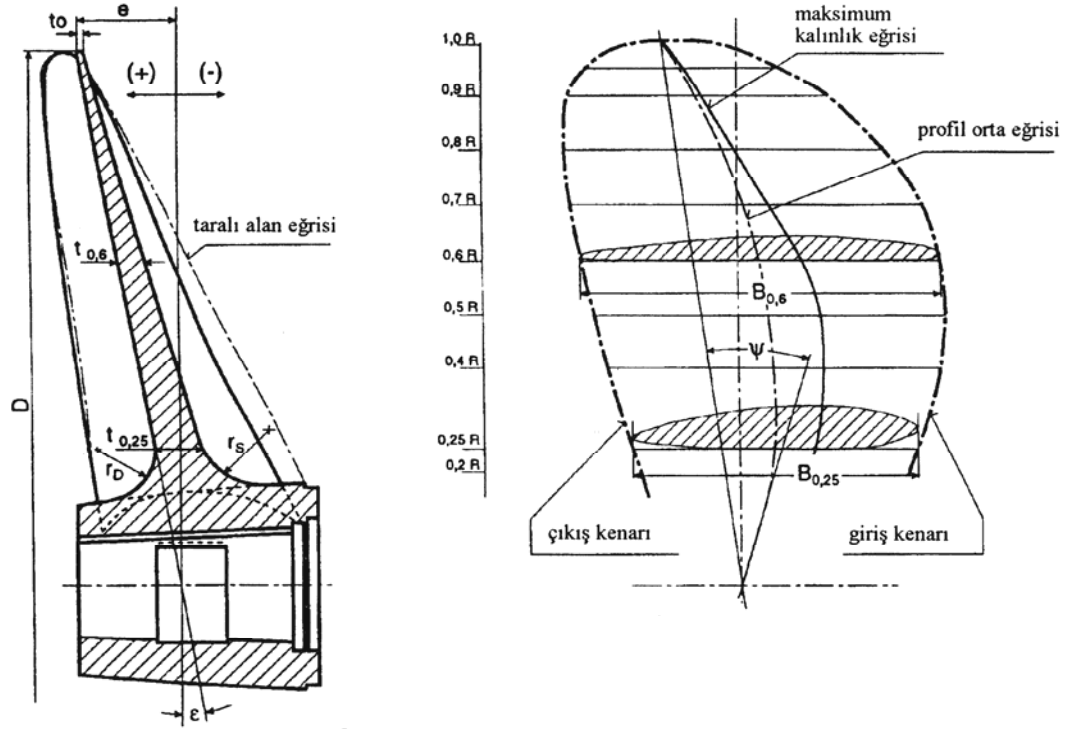
k = k' Tablo 7.2'de belirtilen diğer profiller için.

$$k' = k \cdot \sqrt{\frac{\beta_x}{\beta_x'}}$$

$\beta_x$  = Tablo 7.2'de belirtilen profil şekilleri için kanadın piç hattına göre silindirik kesitin, kesit modülü faktörü,

$\beta_x'$  = Tablo 7.2'de belirtilenlerin dışındaki profil şekilleri için kanadın piç hattına göre silindirik kesitin kesit modülü faktörü.

$$= \frac{W_x}{t^2 \cdot B}$$



Şekil 7.1 Kanat kesitleri

$$K_1 = \sqrt{\frac{PW \cdot 10^5 \cdot [2 \cdot (D/H_m) \cdot \cos \alpha + \sin \alpha]}{n_2 \cdot B \cdot z \cdot C_W \cdot \cos^2 \varepsilon}}$$

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_m} > 1,5 \text{ için aksi halde}$$

$$= 1,0$$

$C_G$  [-] = Büyüklük faktörü,

$$1,1 \geq \sqrt{\frac{f_1 + D}{12,2}} \geq 0,85 \quad (2)$$

D, [m] olarak alınacaktır.

$f_1$  = 7,2 yekpare pervaneler için,

= 6,2 kanadı ayrı olarak dökülmüş değişken piçli veya parçaları birleştirilerek oluşturulmuş pervaneler için,

$C_{Din}$  [-] = Dinamik faktörü,

$$\sqrt{\frac{(\sigma_{\max}/\sigma_m - 1) + f_3}{0,5 + f_3}} \geq 1,0 \quad (3)$$

$\sigma_{\max}/\sigma_m$ , ilk yaklaşım olarak (5) Formülü ile verilmiş olan itme uyarma faktörü ile hesaplanabilir. Daha doğru hesap için 2.5'in benzeri uygulanır.

$$\frac{\sigma_{\max}}{\sigma_m} = f_2 \cdot E_T + 1 \quad (4)$$

Burada;

$$E_T \approx \frac{4,3 \cdot 10^{-9} \cdot v_s \cdot n_2 \cdot (1-w) \cdot D^3}{T} \quad (5)$$

Tek pervaneli gemiler için,

$$f_2 = 0,4 - 0,6$$

Pervane kanat uçları ile gemi kış bodoslaması arasındaki aralığın büyük olduğu ve dümen topuğu bulunmayan hallerde küçük değer, bu aralığın küçük olduğu dümen topuğu bulunan hallerde büyük değer alınmalıdır. Bu ikisi arasındaki durumlar için, ara değerler alınır.

Çift pervaneli gemiler için,

$$f_2 = 0,2$$

B.1'de verilen şartlara uyan pervane malzemeleri için,

$$f_3 = 0,2$$

**3.2** Kumanda edilebilir piçli pervanelerde kanat kalınlıkları 0,35R ve 0,6R de (1) Formülünü uygulamak suretiyle tayin edilmelidir.

Birden fazla dizayn özelliği bulunan gemiler için, serbest seyir hızına karşı gelen çap/piç oranı  $D/H_m$  değeri alınarak (1) Formülünde kullanılabilir.

**3.3** (1) Formülünü kullanmak suretiyle hesaplanan kanat kalınlıkları, işlenmiş durumdaki pervanelerdeki minimum değerlerdir.

**3.4** Kanatların yüz ve sırtlarının göbekte birleşme yerlerindeki yuvarlak geçişlerin yarıçapları, üç ve dört kanatlı pervaneler için, yaklaşık pervane çapının %3,5'i civarında olmalıdır. Kanat sayısı daha fazla olan pervanelerde maksimum geçiş yarıçapları, pervane dizaynının öngördüğü şekilde olmalı ve hiçbir halde  $0,4 \cdot t_{0,25}$  değerinden daha küçük yapılmamalıdır.

**3.5** Eğim açısı  $\psi \geq 25^\circ$  olan pervaneler, "end-plate" pervaneler, "tip fin" pervaneler, özel profiller, vb. gibi özel dizaynlar için yapılan mukavemet hesapları **TL**'na verilecektir.

Geometri dataları ve ölçülen iz ayrıntıları, bu özel dizaynların kanat gerilmelerinin incelenmesinin yapılması ile ilgili dizayn dokümanları ile birlikte **TL**'na verilecektir.

## D. Pervanenin Yerine Takılması

### 1. Sabit Pervaneler için Konik Bağlamalar

**1.1** Eğer konik bağlama yerinde şaftla pervane arasına bir kama takılmışsa, pervane konik şaft üzerine, ortalama döndürme momentinin şafttan pervaneye sürtünme yoluyla taşınabilmesini sağlayacak şekilde geçirilmelidir. Pervane somunu uygun bir tarzda emniyete alınmalıdır.

**1.2** Eğer konik bağlama kamasız olarak basınçlı yağ yöntemine göre yapılıyorsa, konik şaft üzerindeki gerekli ilerletme uzunluğu, aşağıdaki formüle göre tayin edilmelidir.

$$L = L_{mek} + L_{temp} \quad (1)$$

Burada;  $L_{mek}$ , sıkı geçme bağlamalar için,  $35^\circ\text{C}$  su sıcaklığında ve ortalama koniklik çapında, (7) formülüne göre hesaplanan yüzey basınç değerinin  $p$  [ $\text{N}/\text{mm}^2$ ], elastisite teorisi formüllerinde kullanılması suretiyle tayin edilir.

$$p = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c_A^2 \cdot Q^2 + T^2)} + \theta \cdot T}{A \cdot f} \quad (7)$$

*Not:*

Karekökten sonraki "+" işareti, geri itici pervanenin sıkı geçmeli bağlantılarına uygulanır.

Karekökten sonraki "-" işareti itici pervanenin sıkı geçmeli bağlantılarına uygulanır.

Burada;

$$f = \left(\frac{\mu_o}{S}\right)^2 - \theta^2$$

$$L_{temp} = (d_m / C) \cdot 6 \cdot 10^{-6} \cdot (35 - t) \quad (8)$$

$t$  [ $^\circ\text{C}$ ] = Pervanenin takıldığı esnadaki sıcaklık derecesi

$L_{temp}$  = Bu değer yalnızca bronz ve östenitik çelikten yapılan pervaneler için uygulanır

**(1)** Gereği halinde, yüzey düzgünlüğüne göre,  $L$  boyunda ayrıca bir arttırma yapılır.



**1.3** Maksimum spesifik alan basıncı p'ye göre Von Mises bileşik gerilmesi ve pervane göbeği deliğindeki teğetsel gerilme, pervane malzemesinin %0,2 uzama sınırındaki gerilmesinin veya akma sınırının %75'ini aşmamalıdır.

**1.4** Basıncılı yağ tekniğine göre pervane şaftına takılan pervanelerde koniklik 1:15 den fazla ve 1:25 den az olmamalıdır.

**1.5** Pervane somunu pervane şaftına sıkıldıktan sonra, boşalmaya karşı etkin bir şekilde emniyet altına alınmalıdır.

## 2. Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler İçin Flençli Bağlama

**2.1** Flençli olarak takılan pervaneler ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin göbeği sıkı geçmeli pinler ve cıvatalarla tespit edilir.

**2.2** Sıkı geçmeli pinlerin çapı Bölüm 5, D.4.3'deki Formül (4)'ten hesaplanır.

## 3. Kanat Tespit Cıvataları

**3.1** Kanat tespit cıvataları, 0,9 R'de kanata etki eden kuvvetin neden olduğu 0,35 R'de kanatın plastik deformasyonu halinde oluşan kuvvetlere dayanacak şekilde dizayn edilecektir. Cıvata malzemesinin emniyet payı, minimum nominal üst akma gerilmesine göre 1,5 olacaktır.

Diş dibi çapı aşağıdaki formülle verilenden küçük olamaz:

$$d_k = b \cdot \sqrt{\frac{M_{0,35R} \cdot \alpha_A}{d \cdot Z \cdot R_{eH}}} \quad (9)$$

$$M_{0,35R} = W_{0,35R} \cdot R_{p0,2}$$

$$b = 4,4 \text{ pervane bağlama cıvataları}$$

$$= 2,6 \text{ Kanat tespit cıvataları}$$

**3.2** Kanat tespit cıvataları, cıvatalardaki gerilme, minimum nominal üst akma gerilmelerinin yaklaşık %60-70'i kadar olacak şekilde, kontrollü olarak sıkılacaktır.

Kanat tespit cıvatalarının gövde kısmı çapı, en az diş kökü çapının 0,9 katı kadar yapılabilir.

**3.3** Kanat tespit cıvataları, istenmeyen gevşeme ve çözülmelere karşı, emniyete alınmalıdır.

## E. Kumanda Edilebilir Piçli Pervaneler

### 1. Genel

Çok şaftlı sevk tesislerinde, her kumanda edilebilir piçli pervane için ayrı hidrolik sistemler sağlanmalıdır.

### 2. Dizayn

Bileşenlerin dizaynında, aşağıdaki hususlar dikkate alınmalıdır.

**2.1** Kumanda edilebilir piçli pervanelerin ayarlanması; çalıştırma kolunun "sıfır" konumunda ve minimum işletme devrinde, sıfır itme oluşacak şekilde yapılmalıdır. Eğer ayarlama toleransları nedeniyle sapmalar oluşuyorsa, sadece ileri itme oluşturulacaktır.

#### Not:

*Ayarlanabilir maksimum ileri piç, dizayn piçinin [mm] en az %70'i olacaktır.*

**2.2** Kumanda edilebilir piçli pervanelerin montajı ve sökülmesi, şaftların aksel hareketi olmaksızın mümkün olacaktır. Kanadın önder kenarı, kanat kökü diskine sarkmaksızın devam edecektir.

**2.3** Göbek güvenilir bir şekilde sıkılacaktır. Kanat contasından önceki mahal, piç değişimi sırasında contadaki basınç ve hacim değişimlerini önlemek üzere, sabit basınç altında kalmalıdır. Gemi yüzer durumda iken göbek içini temizlemek üzere bir düzen sağlanmalıdır. Bu işlem için kanat konumu, teknedeki pervane şaftının flencinde "P" harfi ile işaretlenmelidir.

**2.4** Her kanadın aşağıda belirtilen konumları, göbek üzerine kalıcı olarak işaretlenecektir:

- Maksimum ileri piç,
- Dizayn piçi,
- Sıfır itme konumu,
- Maksimum ileri ve geri piç.

### 3. Emercensi Kumanda

**3.1** Uzaktan kumanda sisteminin arızalanması halinde, kumanda edilebilir piçli pervane, **işlevini sürdürmek üzere** emercensi çalıştırma düzeniyle teçhiz edilecektir. **“Tam yol ileri” konumunda pervane kanatlarını kilitleyecek bir tertibat ile teçhiz edilmesi önerilir.**

Piç, en düşük tahrik makinasıyla ve geminin durma halinde sevk sisteminin harekete geçirilmesi mümkün olacak şekilde seçilecektir. Daha sonra, sistemi sabit piçli bir pervane gibi çalıştırmak mümkün olmalıdır.

**3.2** **Sistem, kanat konumunun aşırı yüklemeye veya tahrik makinasının durmasına neden olacak şekilde değişmesini önleyecektir.**

Kumanda sistemi arızalanırsa, kanat konumunun;

- Değişmediği veya
- İleri nihayet konumuna, emercensi çalıştırma düzeninin harekete geçmesi için yeterli süre kalacak şekilde yavaşça hareket etmesi,

sağlanmalıdır.

### 4. Hidrolik Kumanda Donanımı

**4.1** Piç kumanda mekanizması hidrolik olarak çalışıyorsa, bu tertibat birbirinden bağımsız olarak çalışabilen iki adet makina-pompa grubu ile donatılmalıdır. 200 kW güce kadar sevk donanımına sahip gemilerde, bir makina-pompa grubu yeterlidir. Ancak, buna ek olarak, yeteri kadar kısa süre içerisinde,

kanatları tam ileri durumdan tam geri duruma çevirebilecek şekilde, piç kumanda mekanizmasını çalıştırabilen bir el pompası da mevcut olmalıdır.

Tüm çalışma koşullarında, dizayn piçi ile maksimum geri piç arasındaki ayar süresi aşağıdaki şekilde olacaktır:

- Çapı  $D \leq 3,0$  m. olan pervane çapları için maksimum 22 sn.
- Çapı  $D > 3,0$  m. olan pervane çapları için maksimum 30 sn.

**4.2** Hidrolik sistemin yerleşimi, aşağıdaki durumlarda elektrik tahrikli pompaların devreye girmesini sağlayacaktır.

- Mekanik tahrikli pompa arızası,
- Mekanik tahrikli pompanın düşük devir sayısı aralığında paralel çalışması istendiğinde,
- Kısa ayar süreleri gerektiğinde (örneğin; manevra işleminde).

**4.3** Kumanda yağına ait her pompa, dakikada  $2,5^\circ$ lik kanat ayarına uygun bir açısal hıza göre dizayn edilmelidir. Bu hız şunlar için geçerlidir:

- Tüm devir sayısı aralıklarında elektrik tahrikli pompa ile çalışma,
- Pervanenin nominal devir sayısında mekanik tahrikli pompa ile çalışma.

**4.4** Hidrolik borular ve pompalar için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8 uygulanmalıdır.

### 5. Piç Kumanda Mekanizması

Piç kumanda mekanizması, (10) formülü ile tanımlanan  $T_M$  çarpma momentlerine maruz ise, mekanizmayı oluşturan parçaların, yapıldığı malzemelere ait minimum nominal üst akma sınırına göre, en az 1,5 katı emniyet faktörüne sahip olduklarının gösterilmesi gereklidir.

$$T_M = 1,5 \frac{R_{p0,2} \cdot W_{0,6}}{\sqrt{\left(\frac{0,15D}{L_M}\right)^2 + 0,75}} \quad (10)$$

$W_{0,6R}$  formül (11)'den elde edilebilir.

$$W_{0,6R} = 0,11 (Bt^2)_{0,6R} \quad (11)$$

Bileşenler, maksimum basınca göre yorulmaya dayanıklı olarak dizayn edilmelidir.

Kanat konumunun göstergesi, pervane kanatlarına form-düzenli şekilde mekanik olarak bağlanmalıdır. Kanatların ayarı, ayar düzeninden kanatlara  $\pm 0,25^\circ$ lik toplam hassasiyetle gerçekleştirilecektir.

## 6. Göstergeler

Kumanda edilebilir piçli pervane sistemleri, kanatların ayarlandıkları gerçek konumu gösteren ve makina dairesinde bulunan bir gösterge ile donatılmalıdır. Bundan başka, kanatların konumunu belirten iki ayrı göstergeden biri kaptan köprüsüne, diğeri de makina kontrol merkezine konulacaktır (Kısım 106, Otomasyon, Bölüm 4, ve Kısım 105, Elektrik, Bölüm 9,B.'ye bakınız).

## F. Balans Ayarı ve Testler

### 1. Balans Ayarı

Pervane ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin işlendikten sonra statik balans ayarları yapılmalıdır.

Kumanda edilebilir piçli -veya sabit piçli- pervanelerin kanatları arasındaki kütle farkı %1,5'dan fazla olmamalıdır.

#### Not:

*Dinamik balans ayarı gerektiği takdirde veya uygun görüldüğü takdirde (örneğin  $n_2 > 500$  rpm, çevresel uc hızı  $> 60$  m/sn), ISO DIN 1940-1 standardı benzeşim yoluyla uygulanabilir.*

## 2. Testler

Sabit kanatlı pervanelerin, kumanda edilebilir piçli pervanelerin, kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinin son incelemeleri ve ölçülerinin kontrolü, **TL** tarafından yapılacaktır.

**TL**, yüzeysel çatlakların ve döküm hatalarının tespiti amacıyla, tahribatsız muayeneler yapılmasını isteyebilir.

Pervanelerdeki hataların tespiti ve bunların giderilmesi, ile ilgili olarak, **TL** Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 12 göz önüne alınacaktır.

Bundan başka, kumanda edilebilir piçli pervane sistemlerinde basınç ve sızdırmazlık testleri ile sistemin çalışma deneyleri de gerçekleştirilecektir.

## 3. Pervanelerin Kalite Sınıfları

**3.1** Pervanelerin üretim kalitesi ve boyut hassasiyeti, kullanımlarına uygun olmalıdır. "S" ve "I" sınıfları ayrımı yapılmalıdır.

Eğer yapım şartnamesinde sudan yayılan gürültü ile ilgili istekler belirtilmişse veya  $v_0 > 28$  kn. ise, pervaneler "S" kalite sınıfında üretilmelidir.

Yapım şartnamesinde aksi belirtilmedikçe, tüm diğer pervaneler "I" sınıfına göre üretilmelidir.

**3.2** Madde 3.1'de kullanılan kalite sınıflarına ait istekler, ISO 484/1 ve 484/2 standartlarında verilmiştir.

## G. Dümen Pervane Donanımları

Nominal güç, pervaneye, pervane şaftına dik, döner bir şaft ve bir su altı muhafazasında yer alan dişli donanımı ile pervaneye iletilir. Bu muhafaza dönebilir özelliktedir ve bu nedenle manevra etkisi, pervane itmesinin yönü değiştirilerek elde edilir.

## 1. Genel

### 1.1 Kapsam

Bu alt bölümdeki kurallar, ana sevk sistemi olarak dümen pervaneleri, bunların kumanda yerleri ve kumanda yerinden dümen pervaneye kadar donatılan bütün nakil elemanları için geçerlidir.

### 1.2 Onaylanacak dokümanlar

Kontrolü yapabilmek için, bütün gerekli bilgiler verilmiş olarak, montaj ve kesit resimleri ile aynı zamanda, dişliler ve pervaneye ait parça resimleri üç kopya olarak, TL'nun onayına sunulmalıdır.

## 2. Malzemeler

### 2.1 Müsaade edilen malzemeler

Malzemenin seçiminde B.'de ve Bölüm 5, B.1 ve Bölüm 6, B.1'de istenenler gerektiğinde uygulanır.

### 2.2 Malzeme testleri

Dümen pervane sisteminde, burulma ve eğilme momentlerinin taşınmasına katılan bütün önemli elemanlar, TL'nun Kısım 2, Malzeme Kuralları'na göre TL'nun gözetiminde test edilmelidir.

## 3. Dizayn ve Donanım

### 3.1 Dümen pervane sayısı

Dümen pervane ile ana sevk sistemi olarak, en az iki adet dümen pervane ünitesi bulunmalıdır. Her iki birim de birbirinden bağımsız olarak çalışabilmelidir. Pervanelerin dizaynı için C.'ye bakınız.

### 3.2 Taşıyıcı boru ve kilitleme düzeni

Taşıyıcı borunun boyutsal dizaynı ve gemi bünyesinde bağlantısında, dinamik bileşenler dahil, pervane ve nozul itmesi nedeniyle oluşan yükler dikkate alınacaktır.

Her dümen pervane sistemi, servis dışı olduğu zaman pervane veya döndürme mekanizmasının arzu

edilmeyen dönmesini önlemek için, bir kilitleme tertibatı ile donatılmalıdır.

### 3.3 Kumanda

**3.3.1** Her dümen pervanesinin hem tahriki ve hem de döndürme mekanizmasının kumandası, kaptan köşkünden yapılmalıdır.

Kumandalar birbirinden bağımsız olmalı ve dümen pervane istek dışı değiştirilemeyecek şekilde tertiplenmelidir.

Tüm dümen pervaneler için, ortak ek bir kumanda sistemine müsaade edilebilir.

**3.3.2** Bir birime ait kumanda ve hidrolik sistemdeki bir elemanın devre dışı kalması, diğer birimin de devre dışı kalmasına neden olmamalıdır.

**3.3.3** Birden fazla dümen pervaneye ait hidrolik sistemler birleştirilmişlerse, hidrolik yağı kaçağı nedeniyle hasarlanan sistem, geriye kalan tüm diğer sistemler tam olarak çalışabilecek şekilde, izole edilebilmelidir.

### 3.4 Pozisyon göstergeleri

**3.4.1** Her dümen pervaneye ait pozisyonlar, kumanda köprüsünde ve her kumanda mahallinde görülebilmelidir.

**3.4.2** Gerçek pozisyon, her an dümen pervane üzerinde de görülmelidir.

### 3.5 Boru devreleri, hidrolik kumanda sistemleri

Hidrolik kumanda sistemlerinin boru devreleri aşağıdaki hükümlere tabidir:

**3.5.1** Boru devreleri dikişsiz veya boyuna dikişli kalın etli borulardan yapılacaktır. Soğuk çekilmiş, tavlansız borulara izin verilmez.

**3.5.2** Titreşim veya esnek bağlantılı üniteler nedeniyle gerekli ise, kısa boru bağlantıları için yüksek-

basıncılı hortum devreleri kullanılabilir.

**3.5.3** Boru devreleri, her an ulaşılabilir şekilde ve hasarlara karşı tamamıyla korunmuş olarak düzenlenmelidir.

Kumanda devrelerindeki bakır borular, titreşim nedeniyle sertleşmeye karşı, uygun bağlantılar kullanılarak korunacaktır.

Boru devreleri, geminin dış kaplamasından yeterli uzaklıkta olacaktır.

Bu boru devrelerinin, diğer hidrolik sistemlerle bağlantısı bulunmamalıdır.

**3.5.4** Boruların, valflerin, fittinglerin ve basınçlı kapların düzenlenmesi ve dizaynı için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 16 ve Bölüm 8, A., B., C., D. ve U.'ya bakınız.

### 3.6 Yağ seviyesi göstergeleri, filtreler

**3.6.1** Hidrolik sistem içinde yer alan tanklar, yağ seviyesi göstergesi ile donatılmalıdır.

**3.6.2** Müsaade edilebilen en alçak yağ seviyesi izlenebilmelidir.

Bunun için kumanda köprüsüne ve makina dairesine görsel ve sesli alarm tertiplenmelidir. Kumanda köprüsündeki alarm, tekil alarm olacaktır.

**3.6.3** Çalışan sıvının temizlenmesi için, boru sistemlerinde filtreler tertiplenmelidir.

### 3.7 Yağlama

**3.7.1** Yağlama yağının bir ana pompa ve bir bağımsız standby pompa ile temin edilmesi sağlanmalıdır.

**3.7.2** Ayırık yağlama yağı sistemlerinde, ana yağlama yağı pompalarının gemide mevcut olanaklarla değiştirilmesi mümkün ise, bu halde montaja hazır yedek pompanın standby pompa yerine gemide bulunmasına müsaade edilebilir.

### 3.8 Dişliler

Dişlilerin dizaynı için, Bölüm 6.'ya bakınız. Döndürme dişlileri genel olarak, alın dişlisi veya konik dişli şeklinde olur.

### 4. Üretici Atölyesindeki Testler

#### 4.1 Güç birimlerinin testi

**4.1.1** Güç birimlerinin, üretici atölyesinde deney standı üzerinde denemeleri yapılmalıdır.

Dizel motorları için Bölüm 3'e bakınız.

Elektrik motorları için Kısım 105, Elektrik, Bölüm 14'e bakınız.

**4.1.2** Hidrolik pompalar ve motorlar için "Pompaların Dizaynı, Yapımı ve Testleri için Kurallar" ı benzer şekilde uygulanacaktır. Tahrik gücü 50 kW veya üstünde ise, denemeler TL sörveyörü gözetiminde yapılmalıdır.

#### 4.2 Basınç ve sızdırmazlık testleri

Basınç altındaki elemanlar bir basınç testinden geçirilmelidir.  $p_c$ , test basıncı aşağıdaki gibidir:

$$p_c = 1,5 \cdot p \quad (12)$$

$p$  [bar] = Maksimum müsaade edilebilen çalışma basıncı veya emniyet valflerinin açma basıncı. Bununla beraber 200 bar'ın üstündeki çalışma basınçları için, test basıncının  $p+100$ 'den daha büyük olması gerekmez.

Borular, bunların valfleri ve fittingleri için, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8.'e bakınız.

Gerekli görülen yapım parçalarında sızdırmazlık testleri yapılmalıdır.

### 4.3 Son muayene ve çalıştırma testleri

**4.3.1** Tekil elemanların muayenelerinin ardından ve montajdan sonra dümen pervaneler, son muayene ve çalıştırma testine tabi tutulacaktır. Son muayene, birkaç saat, kısmi veya tam yüklü durumdaki tecrübe çalıştırması ile birleştirilecektir. Diş boşluğu ve temas izi kontrol edilmelidir.

**4.3.2** Büyük dümen pervaneler için çalıştırma ve yük testleri için uygun test tezgahı mevcut değilse, 4.3.1'de belirtilen testler, liman tecrübeleri sırasında yapılabilir.

**4.3.3** Test kapsamının sınırlandırılması TL'nun onayını gerektirir.

### 5. Gemide Yapılan Tecrübeler

**5.1** Dişlilerin ve kumanda sisteminin arızasız çalışması ve yatak sıcaklıkları, tüm işletim koşulları altında, seyir tecrübeleri sırasında kontrol edilecektir.

Seyir tecrübelerinin tamamlanmasından sonra dişler muayene açıklıklarından muayene edilecek ve temas izleri kontrol edilecektir. Diş temas izi, Bölüm 6, Tablo 6.6'da verilen temas alanları yüzdesi referans değerleri esas alınarak değerlendirilecektir.

**5.2** Seyir tecrübelerinden sonraki temas izi kontrolünün kapsamı, 4.3.1'de istenilen temas izi kontrolünün yeterli bulunması koşuluyla, sövreyörün onayı ile sınırlandırılabilir.

### H. Yan İtici

#### 1. Genel

##### 1.1 Kapsam

Bu bölümde verilen kurallar; yan itici üniteler, kontrol istasyonları ve kontrol istasyonlarından yan itici ünitelere kadar olan tüm iletici elemanlar için geçerlidir.

### 1.2 Onaylanacak dokümanlar

Gücü 1000 kW ve daha fazla olan yanal iticiler için, montaj ve kesit resimleri ile dişli sistemi ve pervanelerin detay resimleri ve ayrıca kontrolde gerekli görülen tüm veriler, 3 kopya halinde, TL'nun onayına sunulmalıdır.

Bu husus, pervanelerde, sevk gücünün 500 kW'ın üzerinde olduğu durumlarda uygulanır.

### 2. Malzemeler

Malzemeler, Bölüm 6, B.H'deki kurallara tabi olup, bu kurallar pervanelerin malzemelerine ve malzeme testlerine benzeşim yoluyla uygulanır.

### 3. Boyutlandırma ve Dizayn

Yan itici birimlerin hareket ettirici mekanizmaları, Bölüm 56 ve pervaneleri, C.'ye göre boyutlandırılabilir.

Hidrolik hareket ettirici sistemlerdeki boru birleştirmeleri için, G.3.5'deki kurallar, uygun olması halinde geçerlidir.

Yan itici birimler, diğer bağlı sistemlerden bağımsız olarak çalıştırılabilir.

Yan itici birimlerin elektrikli parçaları için, Kısım 107, Elektrik, Bölüm 7, B'ye bakınız.

### 4. Üretici Atölyesinde Yapılan Denemeler

Bunun için uygun olması halinde G.4 uygulanır.

Tahrik gücü 100 kW ve daha fazla olan hidrolik pompa ve motorların testleri TL sövreyörünün gözetiminde yapılmalıdır.

Giriş gücü 100 kW'dan küçük olan yan iticilerin son muayeneleri ve işlev testleri, ilgili test protokolünü düzenleyecek olan üretici tarafından yapılabilir.

### 5. Gemide Yapılan Denemeler

Seyir tecrübesinde çalışma zamanlarının belirlenmesi için bir deneme yapılabilir.

## 6. Döküm Hataları

Pervanelerde çatlak bulunmamalıdır. Dökme bakır alaşımları için hataların düzeltilmesi, TL Kısım 2, Malzeme Kuralları, Bölüm 12.'ye göre yapılmalıdır.

## I. Su Jeti ile Sevk Sistemleri

### 1. Kapsam

Buradaki istekler, jet vasıtasıyla bir itme sağlayan tüm düzenlere uygulanır. Bu uygulama içine pump-jetler, su jetleri ve benzeri tahrik sistemleri dahildir.

### 2. Dizayn

2.1 Yerleştirme verileri, su jeti sevk düzeni üreticisi ile koordine edilmelidir. Tüm işletim koşullarında, bileşenlerde hasarlanmalara yol açabilecek olan pompada kavitasyon oluşmamalıdır. Bunu dizayn aşamasında sağlamak üzere, üretici aşındırıcı kavitasyon tehlikesi olan alanları belirtmelidir.

2.2 Manevra kabiliyeti ile ilgili istekler, yapım şartnamesinde belirtilmelidir.

2.3 Çok şaftlı geminin tüm sevk ünitelerinin manevra düzeni ile teçhizi planlanmışsa, yapım şartnamesinde dümen etkisi, durma süresi, beka kabiliyeti ve fazlalıkla ilgili isteklerin tanımlanmış olması ve karşılanabileceği sağlanmalıdır.

### 3. Yerleştirme

Pompa şaftı ve giriş kanalı, geminin boyuna orta düzlemine paralel olarak düzenlenmelidir. Pompa, geminin trimli durumunda, su hattına paralel olmalıdır. Pompa, geminin minimum draftında, sistemin ani çalıştırılması sağlanacak bir yüksekliğe konulacaktır.

### 4. Yapım İstekleri

4.1 Pompa; ivmelenme veya çarpma-durması işlemi sırasında ve manevra durumunda, maksimum manevra konumundaki jet ile oluşan boyuna ve enine kuvvetlere karşı koyabilecek şekilde tekne yapısına

entegre edilmelidir.

Gemi teknesine sökülebilir bağlantı yapılması, pompa ünitesinin kolay montajı ve sökülmesini sağlar.

4.2 Giriş kanalı formu, su jeti ünitesinin üreticisi ile koordine edilmelidir. Pompaya doğru akım devamlı olmalı ve tüm giriş alanında kavitasyondan kaçınılmalıdır. Giriş kanalı, hava girişi olasılığı bulunmayacak şekilde düzenlenmelidir.

4.3 Pompayı molozlardan korumak için, giriş kanalının uygun bir yerinde koruyucu bir kafes düzenlenmelidir. Bu kafesten önce, bir muayene kapağı bulunmalıdır. Bu kapağı, gemi yüzer halde iken açmak ve içine girmek mümkün olmalıdır. Akım yönünü tersine çevirerek giriş koruyucu kafesini temizlemek mümkün olmalıdır.

## 5. Manevra Olanakları

### 5.1 Manevra nozulu

Manevra nozulunun ayar açısı her iki tarafa da 30°'ye ulaşacaktır. Yapım şartnamesinde, ayar için bir süre tanımı yoksa, tüm 60°'lik aralık için, 8 sn.'den daha az bir değer kabul edilmelidir.

### 5.2 İtmeyi değiştirme düzeni

Eğer yapım şartnamesinde, ayar için bir süre tanımı yoksa, "tam yol ileri" den "tam yol geri" ye dönüşüm için 10 sn.'den fazla olmayan bir değer kabul edilmelidir.

İtmeyi değiştirme düzeninin nötr konumu (sıfır itme konumu) kontrol düzeninde işaretlenmelidir.

## 6. Hidrolik Sistem

6.1 Çok-şaftlı sistemlerde, her pervane ünitesi, kendi bağımsız hidrolik sistemi ile teçhiz edilmelidir.

### 6.2 Kontrol yağı pompaları

Kontrol yağı pompalarının yerleşimi, E.4'deki gibi olacaktır.

## J. Sevk Sistemlerinin Özel Şekilleri

### 1. Genel

**1.1** Askeri gemilere en uygun sevk sistemi araştırmaları özel sevk şekillerini içermelidir. Bu sevk sistemlerinin yerleşimi ve düzenlenmesi, sistemin üreticisi ile yakından koordine edilmelidir.

**1.2** Dizayn ve üretim istekleri yapım şartnamesinde belirtilmelidir. Mukavemet ve model testleri ile ilgili olarak pervane kuralları benzer şekilde uygulanmalıdır. Özel performans özelliklerinin güvenilirliği ve kontrolünün kanıtlanması için model testleri yapılmalıdır.

**1.3** Çeşitli sevk sistemlerinin dizayn karakteristikleri aşağıda verilmektedir. Kapsam, istekleri bütünüyle karşılamaz.

### 2. Sikloidal Pervaneler

**2.1** Sikloidal pervaneler, kanatları düşey bir eksen etrafında dönen ve itmenin boyutunu ve yönünü değiştirebilen sevk düzenleridir.

**2.2** Eğer düşük gürültü yayımı isteniyorsa, aşağıdaki esaslara dikkat edilmelidir:

- Cihazın boyutu nominal akustik yerleşim noktasında, teker gövdesinin çevresel hızı minimum olacak şekilde seçilmelidir.
- İtmenin ayarlanmasının, devir sayısının değiştirilmesi ile elde edildiği bir işletim modu kullanılmalıdır.
- Teknenin aranjmanı sonar sistemine mümkün olduğu kadar büyük mesafede kalabilecek şekilde olacaktır (kış aranjmanı).
- Giriş hızının azaltılması için düşük gürültülü bir dişli sağlanmalıdır.
- Gövdenin gemi temeline bağlantısı elastik olarak yapılacaktır. Tekne yapısının bir parçası olan temeller, uygun sağlamlıkta olacaktır.

- Geminin dibi ile aynı düzeyde olan teker gövdesinin yüzeyi sesi yaymayan malzeme ile kaplanmalıdır.

**2.3** Eğer düşük manyetik iz isteniyorsa, yüksek miktarda manyetize olmayan malzeme kullanılmalıdır, bilgi için Kısım 103, Askeri Gemiler için Özel Malzemeler'e bakınız.

### 3. Süper Kaviteyonlu Pervaneler

Süper kaviteyonlu pervanelerin kanatları, nominal yerleşim noktasında, tüm kanat yüzeyi üzerinde kararlı bir kaviteyon tabakası elde edilecek şekilde dizayn edilecektir. Yerleşim ve dizaynda, öngörülen işletme özellikleri ve arzu edilen ters dönme ve manevra yetenekleri dikkate alınmalıdır.

### 4. Kısmen Suyu Giren Pervaneler

Kısmen suya giren pervaneler, pervane kanatlarının su yüzeyini yardığı gemiler için düzenlenmek üzere dizayn edilirler.

Yüksek enine kuvvetlerden dolayı bu tip sevk sadece çok şaftlı sevk sistemlerinde uygulanabilir. Dalma derecesi, emme tarafında kararlı bir havalanma elde edilecek şekilde seçilmelidir.

### 5. Podlu Tahrik Şekilleri

#### 5.1 Kapsam

Bu tip tahrik şeklinde sevk gücü, sistemin su altı gondolu kısmındaki bir elektrik motoru ile sağlanacak ve gondolun nihayetlerindeki bir veya iki pervaneye doğrudan iletilecektir. Sistemin su altı kısmı, dümen pervaneler için öngörülen şekilde dönebilir ve bu nedenle tam sevk gücü ile bir manevra etkisi elde edilebilir.

#### 5.2 Yapısal önlemler

Podlu tahriklerin tekne yapısına birleştirildiği mahal boyuna ve enine su geçirmez perdelerle çevrilmelidir. Dış kaplama kalınlığı lokal olarak artırılmalıdır. Yeni dizayna sahip podlu tahrik sistemlerinde boyutların doğrudan hesabı TL'na verilmelidir.



### 5.3 Bileşenlerle ilgili istekler

Podlu tahrikler klaslanacaksa, bunun bileşenleri, aşağıda belirtilen mevcut TL Kurallarının isteklerine uygun olmalıdır:

- Elektrik tesisleri; Kısım 105, Elektrik, Bölüm 13.'e bakınız.
- Dişliler, kaplinler; Bölüm 6.'ya bakınız.
- Şaft sistemi; Bölüm 5.'e bakınız.
- Pervaneler; A., B., C., D.'ye bakınız.
- Döndürme mekanizması; dümen pervane üniteleri ile benzer şekilde, G.'ye bakınız.
- Hidrolik sistemler; Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 14'e bakınız.
- Sensörler ve kontrol sistemleri, aşırı sıcaklıklar, yağ seviyeleri, sızıntı gösterimleri, izin verilmeyen titreşimler, vb. için, Kısım 106, Otomasyon, Bölüm 11.'e bakınız.
- İlgili diğer istekler.

### K. Dinamik Konumlandırma Sistemleri (DK Sistemleri)

#### 1. Genel

##### 1.1 Kapsam

Aşağıda belirtilen alt sistemleri içeren, bir gemiyi dinamik olarak konumlandırmak için gerekli olan komple tesistir:

- Güç sistemi,
- İtici sistem, ve
- DK kumanda sistemi.

### 1.2 Konumu Muhafaza

Kumanda sisteminin normal hareketi dahilinde ve belirlenen ortam koşullarında istenilen konumun muhafazasıdır.

### 2. Ek Klaslama İşareti ile İlgili İstekler

#### 2.1 Güvenilirlik

DK sistemi, yeterli derecede güvenilir konum muhafaza yeteneği sağlayacak tarzda çalışan elemanlar ve sistemlerden oluşur. Gerekli güvenilirlik, konum muhafaza yeteneği kaybının sonuçlarına göre belirlenir. Daha büyük sonuçlar daha güvenli DK sistemini gerektirir.

Bu nedenle istekler 3 ayrı ek klaslama işareti altında gruplandırılmıştır. Her ek klaslama işareti ile ilgili tekil arıza kriteri tanımlanmıştır.

Belirli bir işletim için gerekli olan ek klaslama işareti için, konum kaybı sonuçlarının risk analizi esas alınır.

#### 2.2 Ek klaslama işaretleri

**2.2.1** DK 1 ek klaslama işaretinde, konum kaybı, tekil bir arıza durumunda oluşabilir.

**2.2.2** DK 2 ek klaslama işaretinde, konum kaybı, herhangi bir aktif eleman veya sistemdeki tekil bir arıza durumunda oluşmaz. Hasarlanmalara karşı yeterli korumanın kanıtlandığı ve güvenilirliğin TL tarafından yeterli bulunduğu durumlarda, statik elemanlarda arıza oluşması dikkate alınmaz. Tekil arıza kriteri aşağıda belirtilenlere uygulanır:

- Herhangi bir aktif eleman veya sistem (jeneratörler, iticiler, tablolar, uzaktan kumandalı valfler, vb.),
- Koruma ve güvenilirlikle ilgili olarak yeterince dokümente edilmemiş herhangi bir statik eleman (kablolar, borular, el kumandalı valfler, vb.).

**2.2.3** DK 3 ek klaslama işaretinde, tekil arıza aşağıda belirtilenlere uygulanır:

- Ek klaslama işareti DK 2 için belirtilenler ile normalde, arızalanacağı kabul edilen herhangi bir statik eleman,
- Yangın veya suyla dolma durumunda, herhangi bir su geçirmez bölmedeki tüm elemanlar,
- Yangın veya suyla dolma durumunda, herhangi bir yangın bölmesindeki tüm elemanlar.

**2.2.4** DK 2 ve DK 3 ek klaslama işaretleri için, eğer yapılması olasılığı varsa, hatalı tekil bir hareket, tekil bir arıza olarak kabul edilecektir.

**2.2.5** Çeşitli ek klaslama işaretleri için DK sistemi yerleşimine ait istekler Tablo 7.3'de gösterilmiştir.

### **2.3 En olumsuz durum arızası**

Tekil arıza tanımları esas alınarak, en olumsuz durum arızası belirlenecek ve sonuç analizlerinde kriter olarak kullanılacaktır.

### **2.4 Onay için verilecek dokümanlar**

Aşağıda belirtilen dokümanlar ve resimler onay için 3 kopya olarak verilecektir. İşletme ve bakım kitapları 1 kopya olarak verilebilir:

- Sistemin genel tanımı,
- Test programı dahil kontrol, emniyet ve alarm sistemleri dokümanları,
- İtici dokümanları,
- Elektrik güç sistemi dokümanları.

### **2.5 Hata durumu ve etki analizi (HDEA) / fazlalıklı sistem testi**

DK 2 ve DK 3 ek klaslama işaretleri için Hata Durumu ve Etki Analizi (HDEA) yapılarak, DK sisteminin güvenilirliği ve hazır olma durumu ile ilgili dokümanlar. HDEA'ne alternatif olarak, seyir tecrübelerinde doğrulanmak üzere, fazlalıklı sistem test prosedürü şeklinde, fazlalıklı sistem dokümanate edilebilir.

## **3. İşlevsel İstekler**

**3.1** DK sisteminin tüm elemanları, TL tarafından kabul edilen kural ve kaidelere göre dizayn, imal ve test edilecektir.

**3.2** Tekil arıza kriterlerini sağlamak için, elemanlarda aşağıda belirtilen fazlalık gereklidir:

- DK 2 ek klaslama işareti için, tüm aktif elemanların fazlalığı,
- DK 3 ek klaslama işareti için, tüm elemanların fazlalığı ve elemanların fiziksel olarak ayrılması.

**3.3** DK 3 ek klaslama işareti için tam fazlalık her zaman mümkün olmayabilir (örneğin; ana bilgisayar sisteminden, back-up bilgisayar sistemine tekil bir değiştirme sistemi gerekli olabilir). Güvenlik avantajlarının açıkça gösterilmesi ve güvenilirliğinin Türk Loydu'na kanıtlanması ve dokümanate edilmesi koşuluyla, normalde fazlalıklı olan sistemlerle, ayrılmış sistemler arasındaki fazlalıklı olmayan bağlantılar kabul edilebilir. Bu tür bağlantılar en azda tutulacak ve en güvenilir koşulda çalışacak şekilde yapılacaktır. Bir sistemdeki arıza, hiçbir durumda, diğer fazlalıklı sisteme aktarılmayacaktır.

**3.4** Fazlalıklı elemanlar ve sistemler hazır durumda bulunacak ve DK işleminin, devam etmekte olan işin güvenli olarak sona erdirilmesi için gereken süre kadar sürdürülmesini sağlayacak kapasitede olacaktır. Fazlalıklı elemanlara veya sistemlere aktarım, mümkün olduğunca otomatik olacak ve personelin müdahalesi en azda tutulacaktır. Aktarım kesintisiz ve işletimin kabul edilebilir sınırları içinde olacaktır.

## **4. Testler**

### **4.1 Fabrika kabul testi (FAT)**

Yeni bir tesisin 4.2'de belirtilen şekilde sorveylere ve testlere tabi tutulmasından önce, üretim yerinde fabrika kabul testleri yapılacaktır. Bu testler, onaylı programa göre yapılacaktır.

#### 4.2 İlk sömvey

**İlk sömvey** kuralların ilgili kısımlarına tam olarak uygunluğun sağlanması için DK sisteminin bütününde yapılacak sömveyleri içerir:

- Fazlalıklı ve bağımsız sistemlerin doğrulanması (DK 2 ve DK 3 ek klaslama işaretleri için),
- Alarm sisteminin testi ve ölçme sistemi lojiğinin kontrolü (sensörler, çevre donanımı ve referans sistemi),
- Herbir iticinin kumanda ve alarm sistemlerinin işlev testleri,
- Kural isteklerine göre elektrik tesisinin testleri,
- Uzaktan itme kontrol sistemi testleri,
- Bütünüyle DK sistemi testleri (tüm işletim durumları, back-up sistemi, alarm sistemi ve elle durdurma).

İlk sömvey; tüm sistemlerin ve elemanların bütünüyle testini ve ilgili ek klaslama işaretine ait tekil bir arızadan sonra geminin konumunu muhafaza yeteneğinin testini içerir.

#### 5. Diğer Ayrıntılar

Dinamik konumlandırma ile ilgili diğer ayrıntılar, TL Kuralları, Kısım 22, Dinamik Konumlandırma Sistemleri'nde tanımlanmıştır.

#### L. Pervanelerin Kavıtasyon Gürültüsü

Şekil 7.2'de; itme yükü katsayısına bağılı olarak kavıtasyon için olası ve olası olmayan alanlar gösterilmiştir.

Kavıtasyon başlangıç numarası:

$$\text{SIGMA}_n = \frac{p_S - p_V}{0,5 \cdot \rho \cdot (\pi \cdot D \cdot n_2/60)^2}$$

D, metre olarak alınacaktır.

İtme yükü katsayısı:

$$C_{Th} = \frac{T}{0,5 \cdot \rho \cdot v_A^2 \cdot A_D}$$

Tablo 7.3 DK Sistemi Yerleşimi

Alt sistem veya eleman		Ek klaslama işaretleri için minimum istekler				
		DK 1	DK 2	DK 3		
Güç sistemi	Jeneratörler ve tahrik üniteleri	Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı	Fazlalıklı, ayrı bölmeler		
	Ana tablo	1	1	2 Normalde açık bus-tie'lı ayrı bölmelerde		
	Bus-tie kesici	0	1	2		
	Dağıtım sistemi	Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı	Fazlalıklı ayrı bölmeden		
	Güç yöntemi	Yok	Varsa yeterli fazlalıklı	Varsa yeterli fazlalıklı		
İtici sistem	İtici yerleşimi	Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı	Fazlalıklı		
DK kumanda sistemi	Otomatik kumanda: Bilgisayar sistemleri adedi	1	2	2+1 Ayrı bölmelerde		
	Elle kumanda: Otomatik rotalı joystick	Var	Var	Var		
UPS		1	2	2+1 Ayrı bölmelerde		
Sensörler	Konum referans sistemi		1	3	3 1'i back-up kumanda sistemine bağlı	
	Geminin sensörleri	Rüzgar	1	2	2	Her birinden bir adedi back-up kumanda sistemine bağlı
		VRS	1	2	2	
		Cayro	1	2 veya 3	3	
Kablolar ve boru sistemleri		Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı ayrı bölmeler		
DK' lı olmayan ana sistemler		Fazlalıklı olmayan	Fazlalıklı	Fazlalıklı		

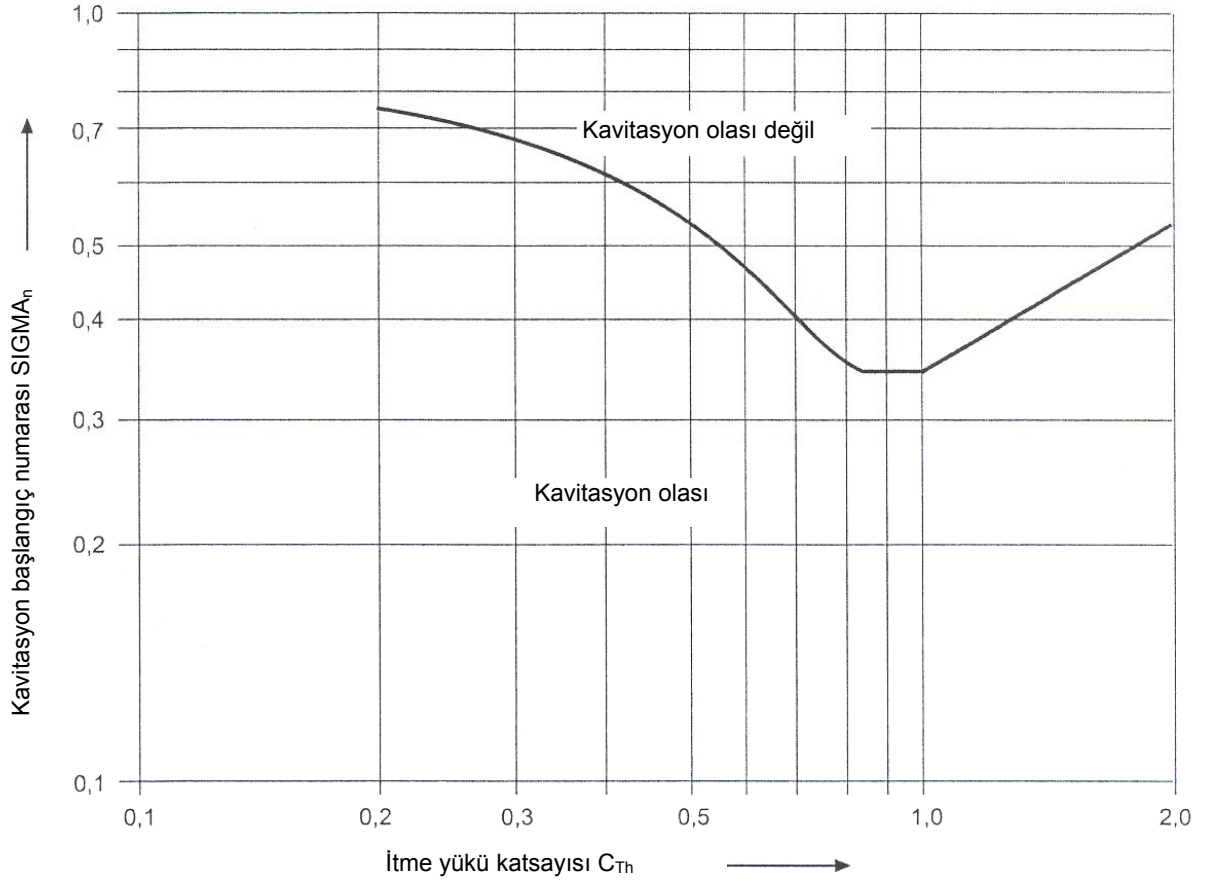


Fig. 7.2 Pervanelerin kavitasyon gürültüsü için SIGMA<sub>n</sub> - C<sub>Th</sub> diyagramı

## BÖLÜM 8

## BURULMA TİTREŞİMLERİ

## Sayfa

A.	Genel.....	8- 1
B.	Burulma Titreşimlerinin Hesabı.....	8- 1
C.	İzin Verilen Burulma Titreşimi Gerilmeleri.....	8-2
D.	Burulma Titreşimi Ölçümleri.....	8- 5
E.	Yasaklanmış Çalışma Alanları.....	8- 5
F.	Yardımcı Makinalar.....	8- 5

## A. Genel

## 1. Kapsam

Bu bölümdeki istekler; ana şaft sisteminin bileşenlerine ve önemli donanımlara uygulanır. Bölüm 1, B.4 ile karşılaştırınız.

## 2. Tanımlar

**2.1** Bu kurallarda sözü edilen burulma titreşimi gerilmeleri, burulma titreşimlerinin neden olduğu ilave gerilmelerdir. Bunlar, ortalama döndürme momenti üzerine değişken döndürme momentinin yüklenmesi suretiyle oluşur.

**2.2** Tesisin devamlı çalışacağı devir aralığı, servis devir aralığıdır. Bu aralık  $n_{min}$  (minimum devir) ile  $1,05 n_N$  (nominal devir) aralığını kapsar.

## B. Burulma Titreşimlerinin Hesabı

**1.** Burulma titreşim gerilmelerine ait titreşim hesapları, kontrol için TL'na sunulur. Bu arada aşağıdaki bilgiler kesin olarak hesaplarda yer almalıdır:

- Tekil kütleleri ve ataletsiz burulma elastisitelelerini kapsayan eşdeğer dinamik sistem,
- Ana makina,  
Makina dizaynı (sıralı motor/v-motor),

Anma gücü, anma devir sayısı,

Silindir sayısı, ateşleme sırası,

Silindir çapı, strok,

Krank-biyel oranı,

Bir krank tahrik düzeninin salınan ağırlığı,

- Titreşim damperleri, söndürme verileri,
- Kaplinler, dinamik karakteristikler ve söndürme verileri,
- Dişli donanımı verileri,
- Krank şaftları, iletim ve ara şaftlar, dişli donanımı şaftı, srast şaftı ve pervane şaftı çapları,
- Pervaneler  
Pervane çapı, kanat sayısı, piç ve açılım alan oranı
- Makina uyarılarının harmoniklerinin vektörel toplamalarına ve ilgili titreşim biçiminin naturel frekanslarına ait bilgiler,
- Tüm önemli sistem elemanlarını içine alan servis devir sayısı aralığı için, tahmini burulma gerilmelerine ait bilgiler.

**2.** Hesaplar, hem normal çalışma için, hem de, düzensiz ateşlemenin neden olduğu normal çalışmadan sapmalar için yapılır. Buradaki hesaplarda, bir tek silindirde ateşleme olmaksızın çalışma yapıldığı kabulü, esas alınır.

3. Tesis yapısı, farklı çalışma şekillerine müsaade ediyorsa, o zaman tüm farklı çalışma şekilleri için burulma titreşim karakteristikleri incelenmelidir (Örneğin; kumanda edilebilir piçli pervane tesislerinde sıfır ve tam piç için, tahrik edilen jeneratörlerin tam yüklü ve yüksüz durumları için, kaplinlerin bağlantılı ve ayrık kısımları için).

4. Sistemin belirlenmesinde önemli olan ve çok sayıda titreşim mertebelerinin üst üste binmesinden meydana gelen gerilmeler de, burulma titreşiminin hesabında göz önüne alınmalıdır.

5. Sistem içindeki değişiklikler, burulma titreşim karakteristiklerini önemli ölçüde etkiliyorsa, yeni bir burulma titreşim hesabı yapılır ve bu hesap, kontrol için sunulur.

6. Bir elektrikli makinadan çıkan ve toplam sistemin burulma titreşim gerilmelerine neden olan periyodik uyarılar (örneğin; statik redresör kontrollü motorlar), burulma titreşim hesabında göz önüne alınır. Elektrik makina üreticisi, uyarı spektrumu vermekle yükümlüdür.

### C. İzin Verilen Burulma Titreşimi Gerilmeleri

#### 1. Şaft Donanımı

1.1 Değişken burulma titreşimi gerilmeleri,  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  sınırları arasında değerlendirilecektir. Servis devri aralığında, devamlı çalışmada  $\tau_1$  sınırı aşılmayacaktır.

Servis devri aralığında veya geçiş durumlarında (makinanın çalıştırılması ve durdurulması) seyrek olarak oluşan olaylarda,  $\tau_2$  sınırı aşılmayacaktır.

Şekil 8.1'de gösterilen  $\tau_1$  ve  $\tau_2$  sınır değerleri, alışlagelmiş dizayndaki ara şaftlar ve pervane şaftları ile, aşırı zorlandığı kabul edilen yerler için ( $C_K = 0,55$  veya  $C_K = 0,45$  pervane şaftı için ve  $C_K = 1,0$  ve  $C_K = 0,8$  ara şaftlar için) belirtilmiştir. Belirgin durumlardaki bu sınırlar, bunların dizaynına ve buldukları yere bağlıdır ve belirtilen sahalarda dışında bulunabilirler. Sınır

değerleri, aşağıdaki denklemler ve Tablo 8.1 yardımıyla hesaplanır.

$$\tau_1 = \pm C_W \cdot C_K \cdot C_D \cdot (3 - 2 \cdot \lambda^2) \quad [\text{N/mm}^2] \quad (1)$$

$0,9 \leq \lambda \leq 1,05$  için;

$$\tau_1 = \pm C_W \cdot C_K \cdot C_D \cdot 1,38 \quad [\text{N/mm}^2] \quad (2)$$

$$\tau_2 = \pm 1,7 \cdot 6,0 \cdot \tau_1 / \sqrt{C_K \cdot C_W} \quad [\text{N/mm}^2] \quad (3)$$

$d$  [mm] = Şaft çapı,

$\lambda$  [-] = Devir sayısı oranı =  $n/n_o$ ,

$n$  [dak<sup>-1</sup>] = Devir sayısı,

$n_o$  [dak<sup>-1</sup>] = Anma devir sayısı,

$R_m$  [N/mm<sup>2</sup>] = Şaft malzemesinin çekme mukavemeti,

$C_W$  [-] = Malzeme faktörü.

$$= \frac{R_m + 160}{18} \quad (4)$$

Çekme mukavemeti  $R_m=450$  N/mm<sup>2</sup> 'den daha küçük şaft malzemeleri için, malzeme faktörü olarak,  $C_W=33,9$  değerleri kullanılır.

Çekme mukavemeti 800 N/mm<sup>2</sup> değerine kadar olan yüksek mukavemetli ve yüksek dövme faktörü olan uygun şaft malzemelerinde, TL'nun onayı ile, malzemenin  $R_m$  değeri, (4) numaralı formülde yerine koyularak,  $C_W$  değeri tespit edilir.

$C_D$  [-] = Büyüklük faktörü,

$$0,35 + 0,93 \cdot d^{-0,2}$$

$C_K$  [-] = Form faktörü.

Şaft donanımındaki bağlantı elemanlarının dizayn ve tipine bağlı olarak, ara şaftlar ve pervane şaftları için, form faktörü  $C_K$  değeri Tablo 8.1'den alınır.

**1.2**  $0,9 \leq \lambda \leq 1,05$  devir sayısı sahası içinde, rijid bağlı tesislerin (dişli kutu ve elastik kaplin olmaksızın) şaft donanımındaki değişken döndürme momenti, şaft donanımıyla en fazla nakledilen ortalama döndürme momentinin %75'ini aşamaz. Döndürme momenti sadece sürtünmeli kaplin ile naklediliyorsa, TL'nun onayıyla ortalama döndürme momentinin %90'ına müsaade edilebilir.

Dişli kutulu tesislerde 3.4 benzeşim yoluyla uygulanır.

## 2. Krank Şaftlar

**2.1** Krankşaftlar TL'nun dizel motorlarının krank şaftlarının hesabına ait esaslarına göre dizayn edilmelidir. Bu hesap kuralları esas alınarak bulunan maksimum değişken burulma gerilmeleri, çalışma devir sayısı sahası içindeki, her türlü çalışma koşulunda aşılmayacaktır.

**2.2** Krank şaftdaki burulma gerilmelerini azaltmak için yerleştirilen burulma titreşim damperleri, dizel motorlarında da kullanım için uygun olmalıdır. Türk Loydu, bunların kanıtlanmasını isteme hakkını saklı tutar.

Titreşim damperleri çalışmaya hazır durumda kontrol edilmeli veya muayene için kolaylıkla sökülebilir olmalıdır.

## 3. Dişli Donanımı

**3.1** Çalışma devir sayısı alanında  $0,9 \leq \lambda \leq 1,05$  olması halinde, genelde hiçbir dişli donanımı kademesinde, bu kademenin ortalama anma devir sayısı momentinin %30'undan daha fazla değişken döndürme momentleri oluşmamalıdır. Ortalama anma döndürme momenti olarak, dişli donanımı kademesiyle aktarılan maksimum ortalama döndürme momenti değeridir.

Şayet dişlinin yüksek güç için dizayn edilmiş olduğu kanıtlanabiliyorsa, bu takdirde TL'nun onayıyla ilgili dişli donanımı kademesinde, dizayn torkunun %30'u, limit sınır olarak kabul edilebilir. Diğer taraftan, müsaade edilebilen diş dibi eğilme gerilmelerinin ve dişli temas

yüzeyi basınçlarının (Herz basınçları) esas değerleri, uygun olarak azaltılır.

**3.2** Dişliler, servis devri aralığındaki devamlı çalışmada, B.2'deki normal çalışmadan sapmalar sırasında oluşabilen daha büyük değişken döndürme momentini alabilmelidir.

**3.3** Devreye girme ve çıkma durumlarında, dişli donanımı içinde rezonans frekanslarından ortaya çıkan değişken döndürme momenti değerlerinin, dişli donanımının dizayn edildiği ortama aktarılan anma döndürme momenti değerinin yaklaşık 2 katından daha büyük olmasına, müsaade edilmez.

**3.4** Değişken döndürme momentlerinin oluşturduğu çekiçlemeye, genelde sadece  $\lambda \leq 0,35$ 'e kadar olan alçak devir sahasından geçişler sırasında, müsaade edilebilir.

Bu kurallar, yüksüz boşta çalışan dişli donanımı kademeleri için (örneğin; tornistan düzeninin boşta çalışan kademesi, yüksüz şaft jeneratörün boşta çalışan dişlisi) kullanılmaz. Bunlar için, 3.5'deki kurallar kullanılır.

**3.5** Dişli donanımı kısımları yüksüz olarak birlikte çalışan tesislerde, yüksüz kısımların sürekli çalışmadaki değişken döndürme momenti, yük değişimiyle meydana gelen müsaade edilmeyen gerilmeleri azaltmak için, anma döndürme momentinin %20'sini aşmamalıdır. Bu durum, yalnız dişli donanımı kademeleri için değil, aynı zamanda burulma titreşimiyle özellikle zorlanan kısımlar için de (örneğin; çok diskli kavramalar) geçerlidir. Dişli donanımı sisteminin yüklenmiş kısımları için, ek olarak, 3.1'dekiler de geçerlidir.

Yüksek değişken döndürme momentleri, dişlilerin bu zorlamaları karşılması için önlemlerin alındığı Türk Loydu'na kanıtlandıktan sonra, onaylanır (3.1'e de bakınız).

**3.6** Değişken döndürme momentlerinin ve bileşke darbe reaksiyonunun oluşturduğu çekiçleme, mekanik titreşimle ilgili isteklerle çalışmayacaktır.



Tablo 8.1 Ara ve pervane şaftları için form faktörleri

C <sub>K</sub>	Şaft tipi
1,00	Dövme flençli ve/veya yağ basınçlı bağlantılı kaplinli ara şaftlar
0,80	Kama bağlantılı ara şaftlar
	Pervane şaftı sahasının ön tarafındaki pervane şaftları (1)
0,70	Çapraz oyuku ara şaftlar
0,60	Yivli ara şaftlar
0,55	Pervane şaftı sahasının kış tarafındaki (2) dövme flençli, pervane şaftları
0,50	Pervane şaftı sahasının kış tarafındaki (2) ve Türk Loydu'nca uygun görülen bir yöntemle pervanesi bağlanmış, pervane şaftları
0,45	Pervane şaftı sahasının kış tarafındaki (2) ve konik ve kamalı bağlantılı ve stern tüp içinde yağlamalı, pervane şaftları
0,40	Pervane şaftı sahasının kış tarafındaki ve (2) stern tüp içinde gres yağlamalı, pervane şaftları
<p><i>Stern tüp dışındaki (makina dairesi sahası) pervane şaftı kısımları için, ara şaftların C<sub>K</sub> form faktörleri, aynen kullanılır.</i></p> <p>(1) <i>Pervane şaftı sahasının ön tarafı : Bu saha, stern tüp içinde ve kış yatak sahasından başa doğru uzanan bölgeyi ve şaft bosalı konstrüksiyonlarda ise bu saha, kış bosa yatağından başa doğru stern tüp içinde uzanan bölgeyi kapsar.</i></p> <p>(2) <i>Pervane şaftı sahasının kış tarafı : Bu saha, stern tüp içinde kış stern tüp yatağından, pervane göbeğinin taşıyıcı ön kenarına kadar uzanan bölgeyi ve şaft bosalı konstrüksiyonlarda ise bu saha, kış bosa yatağıyla, pervane göbeğinin taşıyıcı ön kenarı arasındaki bölgeyi kapsar. Pervane şaftının kış tarafındaki saha, en az 2,5d kadar aksial olarak uzanmalıdır.</i></p>	

#### 4. Elastik Kaplinler

4.1 Elastik kaplinler, geminin çalışması sırasında oluşan burulma titreşim yüklerine dayanacak şekilde, dizayn edilir. Burada, B.4'e uygun olarak bir çok titreşim mertebelerinin üst üste eklenmesinden meydana gelen toplam yük göz önüne alınır (Bölüm 6'ya da bakınız).

4.2 Elastik kaplinler, servis devri aralığındaki devamlı çalışmada, B.2'deki normal çalışmadan sapmalar sırasında oluşabilen daha büyük değişken döndürme momentini alabilmelidir.

#### 5. Şaft Jeneratörleri

5.1 Ana makinadan doğrudan hareketli şaft jeneratörlü tesislerde, ivmelerin, jeneratörün her kısmında, üretici tarafından belirtilmiş değerlerin üzerine çıkmaması sağlanmalıdır.

Önemli ölçüt, teğetsel ivmedir. Bu teğetsel ivme, açısız ivme ile etkin yarıçapın çarpımına eşittir. Açısız ivme, zorlanmış burulma titreşim hesaplarıyla belirlenir ve tüm önemli mertebelerin toplamı olarak anlaşılır. Buna rağmen, rezonansın tesbit edildiği noktalar için, bunun yerine, tek tek harmonik titreşim değerleri, değerlendirilmede esas alınır.

5.2 Şaft jeneratörlerinin açısız titreşim genliği, genelde  $\pm 5^\circ$  elektriksel değerleri aşmamalıdır. Elektriksel titreşim genliği, mekanik titreşim genliği ile kutup çifti sayısının çarpımıyla bulunur. Yüksek değerler, Türk Loydu tarafından, gemideki elektrik sisteminin yapısına bağlı olarak, kabul edilebilir.

#### 6. Bağlı Üniteler

6.1 Ana sevk sistemine, güç itibarıyla veya şekil itibarıyla bağlı olan diğer üniteler de (örneğin; ek güç

türbinleri veya kompresörler), burulma titreşimleri incelenmesinde göz önüne alınır. Bu ünitelere ait dinamik zorlamaların değerlendirilmesinde, 1'de sözü edilen faktörlere ek olarak, ilgili üreticinin koyduğu sınır değerleri de, göz önüne alınmalıdır. Bu limit sınırların aşılması halinde, ilgili ünite devreden ayrılır. Bu ünitelerden birinin devreden ayrılması ile, genel olarak, ana sistem önemli aşırı zorlamalarla karşılaşmamalıdır.

**6.2** Özel kritik durumlarda, hasarlı çalışma (devreden ayrılmış ünite) için yapılan zorlanmış burulma titreşim hesapları, B.1'e uygun olarak, **TL**'na sunulur. Böyle durumlarda, hasarlı çalışma için de, **TL**, ölçme tekniğine uygun bir kanıt isteme hakkını saklı tutar (D'ye bakınız).

#### **D. Burulma Titreşimi Ölçümleri**

**1.** Geminin seyir tecrübesinde, sevk sistemi burulma titreşimi ölçümleri, tüm çalışma sahası içinde yapılır. Eş sevk sistemlerinin ölçüm sonuçları varsa, bundan sonraki eş gemilerde **TL**'nin uygun görmesiyle, ölçümler yapılmayabilir.

**2.** Mevcut sevk sisteminin değişmesi durumunda, burulma titreşim karakteristiklerinin yeniden kanıtlanmasını isteme hakkını **TL** saklı tutar.

#### **E. Yasaklanmış Çalışma Sahaları**

**1.** Genelde, servis devri aralığında çalışma sınırlamalarına izin verilmez.

**2.** Örneğin, yanma düzensizlikleri gibi özel çalışma koşullarında, makina üreticisi sınırlamalarına dikkat edilmeli ve tüm makina kontrol istasyonlarına konulacak olan yönerge levhasında gösterilmelidir.

#### **F. Yardımcı Makinalar**

**1.** Önemli yardımcı makinaların çalışma devir sayılarına ait alanlar, aşırı burulma titreşim gerilmelerinden uzak olacak şekilde, C'ye uygun olarak dizayn edilmelidir.

#### **2. Jeneratörler**

**2.1** Gücü 150 kW'dan büyük olan dizel jeneratör grupları için, burulma titreşim hesapları onay için **TL**'na verilecektir. İncelemelerde, doğal frekanslar ve zorlanmış titreşim hesapları da yer alacaktır. Tam yükte (nominal güçte) nominal devrin %90 ÷ %105'i aralığındaki devir sayıları incelenmelidir.

**2.2** Rijid olarak bağlı jeneratörler (elastik kaplınsız), jeneratör şaftının çıkış tarafındaki değişken tork, nominal torku'nun %250'sini aşmamalıdır.

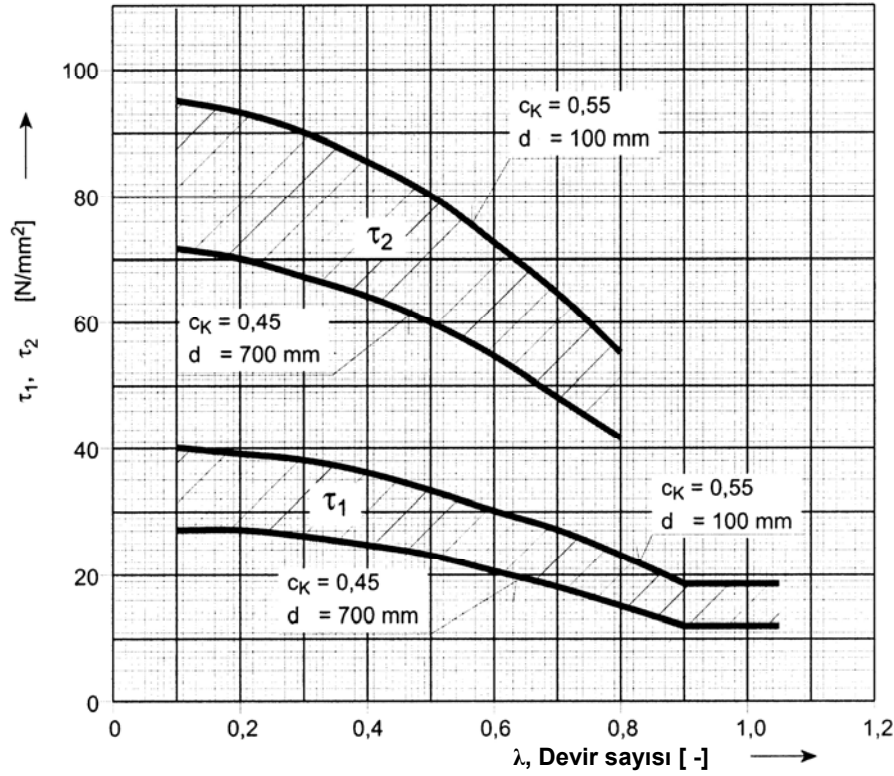
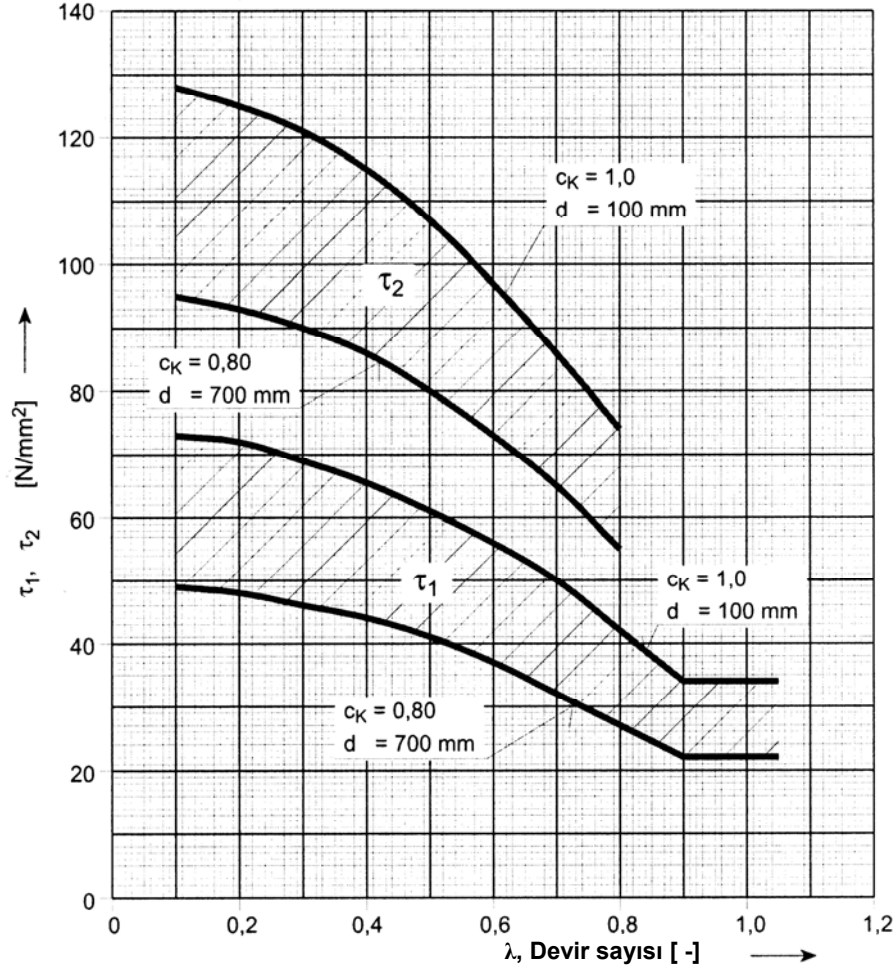
Bu sınır değerinin, nominal devrin %90 ÷ %105 aralığında muhafaza edilebileceği kanıtlanmalıdır.

Jeneratör üreticisinin, jeneratörü daha yüksek dinamik tork'a uygun olarak dizayn etmesi koşuluyla, özel durumlarda %250 sınırının aşılması değerlendirilebilir.

#### **3. Baş Pervane**

**3.1** Gücü 150 kW'ın üstünde olan dizel tahrikli baş pervaneler ve diğer önemli yardımcı makinaların doğal ve zorlanmış burulma titreşim hesapları onay için **TL**'na verilecektir. Burulma titreşimi hesaplarında, grubun fiili yük profili esas alınmalıdır.

**3.2** Elektrik tahrikli baş pervaneler ve diğer önemli yardımcı makinalar için üretici, ilgili tahrik kuvvetlerinin (pervane kanat frekansı) grupta aşırı burulma titreşimi yükleri oluşmasına neden olmadığını kontrol etmelidir. Özel hallerde, **TL** ilgili hesapların verilmesini isteyebilir.



Şekil 8.1 Şaft malzemesinin çekme mukavemeti 450 N/mm<sup>2</sup> olan ve formül 1,2,3'e uygun şaft donanımında müsaade edilebilen burulma titreşimi gerilmeleri

## BÖLÜM 9

## BUZ KLASLI GEMİLER İÇİN MAKİNA DONANIMI

## Sayfa

A.	Genel.....	9- 1
B.	B Ek Klas İşareti ile İlgili İstekler.....	9- 1

## A. Genel

## 1. Klas İşaretine Yapılan B Ek Klas İşareti

B.'deki kuralların sağlanması koşuluyla, nehir ağzlarında ve kıyı bölgelerindeki sürüklenen buzlu sularda seyir yapabilmek için makina donanımı takviye edilmiş olan askeri gemilerde B ek klas işareti verilir.

2. Buzlu sularda seyirin diğer koşulları ile ilgili önlemler 1.'de belirtilenlerin dışında, buzlu sularda seyirin koşulları ile ilgili önlemler, her durumda ayrı ayrı TL tarafından belirlenecektir.

Askeri Otorite tarafından diğer klas işaretli gerekli görülmesi halinde, TL Kuralları, Kısım 4, Makina Kuralları, Bölüm 13'e bakınız.

## B. B Ek Klas İşareti ile İlgili İstekler

## 1. Gerekli Sevk Gücü

Bölüm 3, A.3'e göre ana makinaların nominal gücü; söz konusu buz ek klası koşulları ve devamlı servis için gerekli olan sevk tesisi güç ihtiyacını karşılayacak şekilde olmalıdır.

## 2. Gerekli Takviyeler

## 2.1 Pervane şaftları, ara şaftlar, strast şaftları

## 2.1.1 Genel

Bölüm 5, C.3'deki formül ve faktörlerle birlikte, formül (1)'e göre yapılması gerekli olan pervane şaft

takviyeleri, pervane koniğinin ön ucundan veya pervane şaftı kış flencinden itibaren minimum  $2,5 \cdot d$  aksenal mesafeye kadar kış stern tüp yatağın veya şaft braketi yatağı alanına uygulanır.

Pervane şaftının stern tüp içinde yer alan ( $2,5 \cdot d$ 'nin dışındaki) bitişik kısmının çapı, buz klası için formül (2)'ye göre elde edilen takviye faktörü %15 azaltılarak dizayn edilebilir.

## 2.1.2 Takviyeler

$$d_E = C_{EW} \cdot d \quad (1)$$

$d_E$  [mm] = Pervane, ara veya strast şaftları için artırılmış çap,

$d$  [mm] = Bölüm 5, C.3'e göre şaft çapı,

$C_{EW}$  [-] = Buz klası takviye faktörü,

$$C_{EW} = c \cdot \sqrt[3]{1 + \frac{85 \cdot m}{P_W^{0,6} \cdot n_2^{0,2}}} \geq 1,0 \quad (2)$$

$P_W$  [kW] = Ana makina gücü,

$n_2$  [dak<sup>-1</sup>] = Pervane şaftı devir sayısı (devir/dak.),

$m$  [-] = Buz klası faktörü,

= 8

$c$  [-] = 0,7 dişli donanımdaki sıkı geçmeler için,

= 0,71 sabit piçli pervanelere ait pervane şaftları için,

= 0,78 kumanda edilebilir piçli pervanelerin şaftları için,

= 0,6 ara ve strast şaftları için.

Eğer pervane bir nozul içinde çalışıyorsa, c değeri %10 azaltılabilir.

## 2.2 Kaplin civataları, sıkı geçme bağlantılar

Şaft sistemi ve dişli kutularındaki sıkı geçme bağlantılarının dizaynında gerekli olan yüzey basıncı  $p_E$  [ $N/mm^2$ ] (3) formülüne göre hesaplanır:

$$p_E = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c_A^2 \cdot c_e^6 \cdot Q^2 + T^2)} \pm \theta \cdot T}{A \cdot f} \quad (3)$$

Kökten sonraki + işareti; geri itmeyi karşılayacak sınırlayıcısı olmayan konik sıkı geçme bağlantılar için uygulanır.

Kökten sonraki – işareti; geri itmeyi karşılayacak sınırlayıcısı olan konik sıkı geçme bağlantılar için uygulanır.

$c_A$  [-] = Bölüm 5'e bakınız.

$c_e$  [-] =  $0,89 \cdot C_{EW} \geq 1,0$  (4)

$C_{EW}, c_e$  [-] = Formül (2) veya (4)'e göre buz klası takviye faktörleridir.

Diğer semboller için Bölüm 5, D.4'e bakınız.

## 2.3 Pervaneler

### 2.3.1 Genel

B buz klasına sahip gemilerin pervaneleri, Bölüm 7.'de verilmiş olan dökme bakır alaşımından veya dökme çelik alaşımından üretilmelidir.

### 2.3.2 Takviyeler

#### 2.3.2.1 Kanat kesitleri

$t$  [mm] = Bölüm 7, C.3'e göre kanat kesit kalınlığı,

$t_E$  [mm] = Kanat kesitinin arttırılmış kalınlığı,  
=  $t$  ;  $C_{EP} \leq C_{din}$  ise

$$= \frac{C_{EP}}{C_{din}} \cdot t \quad ; \quad C_{EP} > C_{din} \quad \text{ise}$$

$C_{EP}$  [-] = Buz klası takviye faktörü,

$$C_{EP} = f \cdot \sqrt{1 + \frac{21 \cdot z \cdot m}{P_w^{0,6} \cdot n_2^{0,2}}} \geq 1,0 \quad (6)$$

= 0,62 dolu pervaneler için,

= 0,72 kumanda edilebilir pervaneler için,

$z$  [-] = Kanat sayısı,

$C_{din}$  [-] = Bölüm 7, formül (3)'e göre dinamik faktör,

Formüllerde geçen diğer terimler, formül (2)'dekilerin aynısıdır.

#### 2.3.2.2 Kanat uçları

$$t_{1,0E} = \sqrt{\frac{500}{C_w}} \cdot (0,002 \cdot D + t') \quad (6)$$

$t_{1,0E}$  [mm] = Takviye edilmiş kanat ucu,

$t'$  [mm] = Kalınlık arttırılması,  
= 10, buz klası B için

$D$  [mm] = Pervane çapı,

$C_w$  [N/mm<sup>2</sup>] = Bölüm 7, C.2 Tablo 7.1'e göre malzeme faktörü.

$C_{EW}$  [-] = Formül (2)'ye göre buz klası takviye faktörü.

### 2.3.2.3 Pervane önder ve takip kenarları

Kanat ucu kalınlığı  $t_{1,0E}$  olmak üzere, kanat kenarından  $1,25 \cdot t_{1,0E}$  uzaklıkta ölçülen, sabit kanatlı pervanelerin önder ve takip kenarları kalınlıkları ve kumanda edilebilir piçli pervanelerin önder kenarı kalınlığı, B buz klası için en az  $t_{0,1E}$ 'nin %35'ine eşit olmalıdır.

### 2.3.2.4 Pervanenin montajı

Eğer pervane, pervane şaftına basınçlı yağ yöntemine göre sıkı geçmeli olarak monte ediliyorsa, ortalama koniklik çapındaki gerekli yüzey basıncı  $p_E$  [N/mm<sup>2</sup>], formül (7)'ye göre belirlenir:

$$p_E = \frac{\sqrt{\theta^2 \cdot T^2 + f \cdot (c_A^2 \cdot c_e^6 \cdot Q^2 + T^2)} \pm \theta \cdot T}{A \cdot f} \quad (7)$$

$c_e$  [-] = Formül (4)'e göre buz klası takviye faktörü,

Diğer semboller, Bölüm 7, D.1.2'ye göredir.

Flençli pervanelerde, tespit civatalarının gerekli  $d_{sE}$  çapı formül (8)'e göre hesaplanır:

$$d_{sE} = C_{EW}^{1,5} \cdot d_s \quad (8)$$

$d_{sE}$  [mm] = Tespit civatalarının takviye edilmiş diş dibi çapı,

$d_s$  [mm] = Bölüm 5, D.4.3'e göre pervane tespit civatalarının çapı,

### 3. Elastik Kaplinler

Ana sevk sistemindeki elastik kaplinler,  $T_{nom}$ 'deki burulma titreşimlerinden dolayı meydana gelen kaplindeki yükler ile aşağıda verilen döndürme  $T_E$  [Nm] büyüklüğündeki kısa süreli olarak etkiyen döndürme momenti şoklarına dayanacak şekilde dizayn edilmelidir:

$$T_E = K_E \cdot T_{nom} \quad (9)$$

$T_{nom}$  [Nm] = Kaplinin nominal döndürme momenti,

$K_E$  [-] = Buz klası takviye faktörü,

$c_1$  = 17,5 makina tesisinin dişli donanımı için

= 30 türbin tesisinin dişli donanımı için

### 4. Deniz Sandıkları ve Boşaltma Valfleri

Deniz sandıkları ve boşaltma valfleri, Kısım 107, Gemi İşletim Tesisleri ve Yardımcı Sistemler, Bölüm 8'e göre dizayn edilecektir.

### 5. Dümen Makinası

Dümen makinası bileşenlerinin boyutsal dizaynında, Kısım 102, Tekne Yapısı ve Donanımı, Bölüm 12.'de belirtilen dümen rotu çapı göz önüne alınmalıdır.

### 6. Elektrikle Pervane Tahriki

Elektrikle pervane tahrik sistemi kullanılıyorsa, Kısım 105, Elektrik, Bölüm 13.'deki koşullar sağlanmalıdır.

**BÖLÜM 10****YEDEK PARÇALAR****Sayfa**

A.	Genel.....	10- 1
B.	Yedek Parçaların Kapsamı.....	10- 1

**A. Genel**

1. Seyir sırasındaki hasarlanma olayında makinanın çalışmasının ve geminin seyir kabiliyetinin sürdürülebilmesi için; ana tahrik donanımı ve önemli donanım (Bölüm 1, B.4'e bakınız) ile ilgili yedek parçalar, gerekli takımlarla birlikte gemide bulundurulacaktır.

Geminin teslimi aşamasında, fiilen gemide yer alan sistemler ve bileşenler dikkate alınarak, aşağıdaki tablolarda verilen isteklerin karşılandığı kabul edilir.

2. Makina tesisinin dizaynı ve yerleşimine, geminin amaçlanan servis ve çalışmasına ve üreticinin önerilerine bağlı olarak, yedek parçaların kapsamı hakkında Askeri Otorite ile TL arasında anlaşmaya varılabilir.

Yedek parçaların kapsamının Askeri Otorite ile TL arasında özel anlaşmaya bağlı olarak belirlendiği hallerde, teknik dokümanlar sağlanacaktır.

İlgili yedek parçaların bir listesi gemide bulundurulacaktır.

3. Aşağıdaki tablolarda yer almayan sevk sistemleri ve önemli donanımlar için, yedek parçaların kapsamı, her durumda ayrı ayrı olmak üzere; Askeri Otorite, tersane ve TL arasında belirlenecektir.

**B. Yedek Parçaların Kapsamı**

Yedek parçaların kapsamı, aşağıdaki tablolara uygun olmalıdır.

A= Sınırsız sefer bölgesi ve Y

B= Diğer sefer bölgeleri

**Açıklamalar:****Yakın sefer – Y**

Bu sefer bölgesi, genelde kıyı boyunca yapılan seferler için en yakın sığınma limanına ve kıyıya olan uzaklığı, 200 deniz mili ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca Kuzey Denizi ile, Akdeniz, Karadeniz, Hazar Denizi gibi kapalı denizlerle, benzer deniz şartlarının olduğu diğer denizlerin de tüm bölgelerinde sefer yapılabilir.

**2.3.2.2 Kıyı seferi - K50/K20**

Bu sefer bölgesi, genelde kıyı boyunca yapılan seferler için en yakın sığınma limanına ve kıyıya olan uzaklığı, sırasıyla 50/20 deniz mili ile sınırlandırılmıştır. Ayrıca Baltık Denizi, Marmara Denizi gibi kapalı denizlerde ve benzer deniz şartlarının olduğu körfezlerde sefer yapılabilir.

**2.3.2.3 Kıyı seferi - K6**

Bu sefer bölgesi, kıyı boyunca yapılan seferler için en yakın sığınma limanına ve kıyıya olan uzaklığı, 6 deniz mili ile sınırlandırılmış gemilere verilir. Bu sefer bölgesi, sığ sular, koylar, körfezler, haliçler, veya ağır deniz koşullarının oluşmadığı benzer sularla sınırlandırılmıştır.

**1. İçten Yanmalı Makinalar**

İçten yanmalı makinalara (Bölüm 3.'e bakınız) ait yedek parçaların kapsamı Tablo 10.1 ÷ 10.3'de verilmiştir.

**2. Dişliler ve Srast Yatakları**

Dişliler ve srast yataklarına (Bölüm 6.'ya bakınız) ait yedek parçaların kapsamı Tablo 10.4'de verilmiştir.

**3. Diğer Yedek Parçalar**

Ana ve yardımcı makinalara ait diğer yedek parçaların kapsamı Tablo 10.5'de verilmiştir.

Tablo 10.1 Ana makina için yedek parçalar (1), (4), (5)

Yedek parça kapsamı		A	B
Ana yataklar	Ana yataklar veya yatak şelleri, her tip ve büyüklükte, şimleri, civataları ve somunları ile birlikte komple	1	
Ana srast bloğu (gömme)	Michell tipi srast bloğunun "ileri" yüzüne ait pedler veya komple "white" metal baskı çemberi	1 Takım	1 Takım
Konnektin rot yatakları	Krank pin yatakları veya yatak şelleri, her tip ve büyüklük için, şimleri, civataları ve somunları ile birlikte, bir silindir için	1 Takım	-
	Trank piston tipi; Gacın pin burç/yatak şelleri ve emniyet halkaları ile birlikte, bir silindir için komple	1 Takım	-
Silindir layneri	Silindir layneri, ringleri ve contalarıyla birlikte komple	1	-
Silindir kaveri	Silindir kaveri civataları ve somunları, bir silindir için	1	-
	Silindir kaveri, tam teçhizatlı montaja hazır, gasketi dahil,	¼ Takım	-
Valfler	Egzost valfleri, bir silindir için tam teçhizatlı ve montaja hazır	1 Takım	1 Takım
	Emme valfleri, bir silindir için tam teçhizatlı ve montaja hazır	1 Takım	1 Takım
	İlk hareket valfi, tam teçhizatlı ve montaja hazır	1	1
	Aşırı basınç kontrol valfi, komple	1	1
	Yakıt püskürtme valfleri, her tip ve büyüklük için, ilgili teçhizatıyla birlikte komple, bir makina için (2)	1 Takım	¼ Takım
Hidrolik valf hareket mekanizması	Yüksek basınç borusu/hortumu, her tip ve büyüklük için	1	-
Piston - Trank piston tipi	Pistonun her tipi için, segmanlar, gacın pin, konnektin rot, saplamalar ve somunlarla birlikte komple	1	-
Segmanlar	Piston segmanları, bir silindir için	1 Takım	-
Piston soğutması	Teleskopik veya mafsallı, montaja hazır, soğutma boruları ve fittingleri, bir silindir için	1 Takım	-
Silindir yağlayıcıları	Yağlayıcılar, komple, ilgili hareket sistemi ile en büyük tip	1	-
Yakıt püskürtme pompaları	Yakıt püskürtme pompası, komple veya seyirde değiştirme pratik olarak mümkünse, hareketli kısımların komple seti, bir pompa için (plencerler, bilezikler, valfler, yaylar, vs.)	1	-
Yakıt püskürtme yüksek basınç boruları	Yakıt püskürtme yüksek basınç boruları, her tip ve büyüklük için komple, bağlantı elemanlarıyla birlikte	1	-
Dolgu havası sistemi (3)	Yedek körükler, tahrik sistemi dahil komple	1	-
	Egzost gazı türboşarjleri; Rotorlar, yataklar ile birlikte komple nozul ringleri ve bağlı yağlama yağı pompası	1 Takım	-
	Emici ve basıncı valfler, her tip bir pompa veya bir silindir için	1 Takım	-
Contalar ve salmastralar	Silindir kaveri ve layneri için özel contalar ve salmastralar, bir silindir için	-	1 Takım
Egzost gazı sistemi	Her tipte kompensatör	1	-

(1) Birden fazla makinalı tesislerde, yedek parça sadece bir makina için önerilir.

(2) a) Silindir başına bir veya iki yakıt püskürtme valfine sahip makinalar : Komple bir takım yakıt valfi

b) Silindir başına ikiden daha fazla sayıda yakıt püskürtme valfine sahip makinalar : Her silindir için 2 adet komple valf, keza bunlara ait yeterli sayıda valf parçaları (valf gövdesi hariç), sökülen valflerin çalışabilir kısımlarını tekrar kullanmak üzere komple yedek parçalar.

(3) Arıza durumunda ana makinanın emercensi çalıştırılmasının mümkün olduğu açıkça görülüyorsa, egzost gaz türboşarjeri ve yardımcı körük için yedek parçalardan vazgeçilebilir.

(4) Tavsiye edilen yedek parçaların tespiti için gerekli alet ve teçhizatın gemide bulundurulması tavsiye edilir.

(5) Kullanılan yedek parçaların yerine yenisi konulmalıdır.



Tablo 10.2 Önemli hizmetlerde kullanılan elektrik jeneratörlerini çalıştıran makinalar için yedek parçalar

Yedek parça kapsamı		A
Ana yataklar	Yataklar veya şeller, her tip ve büyüklük için şimleri, civataları ve somunları ile, komple	1
Valfler	Egzost valfleri, kovanları, valf sitleri, yayları ve diğer teçhizatıyla birlikte komple, bir silindir için	2 Takım
	Emme valfleri, kovanları, valf sitleri, yaylar ve diğer teçhizatıyla birlikte komple, bir silindir için	1 Takım
	İlk hareket valfi, kovani, siti, yayları ve teçhizatıyla birlikte komple	1
	Aşırı basınç kontrol valfi, komple	1
	Yakıt püskürtme valfleri, her tip ve büyüklük için, tüm teçhizatıyla birlikte komple, bir makina için	¼ Takım
Konnektin rot yatakları	Krank pin yatakları veya yatak şelleri, her tip ve büyüklük için, teçhizatı ile birlikte, komple	1
	Gacın pin, burcu ile birlikte, bir silindir için	1
Segmanlar	Segmanlar, bir silindir için	1 Takım
Yakıt püskürtme pompaları	Yakıt püskürtme pompası, komple veya seyirde değiştirilebilen, hareketli kısımların komple seti, bir pompa için (salmastralar, valfler, yaylar v.s.)	1
Yakıt püskürtme boruları	Her tip ve büyüklük için yakıt yüksek basınç boruları, komple, bağlantı elemanlarıyla birlikte	1
Contalar ve salmastralar	Silindir kaveri ve silindir layneri için her tip ve büyüklükte özel contalar ve salmastralar, bir silindir için	1 Takım
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Jeneratör set sayısı (standby dahil), kurallarda öngörülenden fazla ise, bu durumda yardımcı makinalar için yedek parça önerilmez.</li> <li>2. Jeneratörü çalıştırmak üzere aynı tipte birçok makina tertiplenmişse, yalnız bir makina için yedek parça önerilir.</li> <li>3. Emercensi jeneratörleri çalıştıran makinalar için yedek parça önerilmez.</li> </ol>		

**Tablo 10.3 Jeneratörler hariç, önemli amaçlar için kullanılan yardımcıları harekete geçiren makinalar için yedek parçalar**

Yedek parça kapsamı
Önemli amaçlar için kullanılan yardımcıları harekete geçiren makinalar için gerekli yedek parçaların kapsamı Tablo 10.2 uygun olarak belirlenir.
<i>Not: Aynı kullanım amaçlı ek bir ünite var ise, bu takdirde yedek parça önerilmez.</i>

**Tablo 10.4 Ana sevk sistemindeki dişliler ve srast yatakları için yedek parçalar**

Yedek parça kapsamı	A	B
Makinadan hareketli dişli yağlama yağı pompasının kullanmadan dolayı değiştirilecek parçaları veya standby yağlama yağı pompası bulunmuyorsa, komple bir yağlama yağı pompası	1 Takım	-
	1	
Srast yataklarının baş kısmı için oynak pedler	1 Takım	1 Takım

**Tablo 10.5 Ana ve yardımcı makinalar için diğer yedek parçalar**

Yedek parça kapsamı	A	B
Hortumlar ve genişleme parçaları	%20	%20
Yakıt püskürtme valflerinin testi için gerekli teçhizat	1	1
<i>Not: Gemide onarım ve bakım işlerinin yapılabilmesi için, makina tesisinin büyüklüğüne göre yeterli sayıda uygun ve özel aletlerin bulundurulması gereklidir.</i>		