


Tekne motorunun uzun ömürlü olması için

# PERVANE DİZAYNI, KAVİTASYON VE BRAKET SEÇİMİ

 *Hatalı veya yanlış dizayn edilmiş bir pervanenin motor üzerine yapacağı olumsuz etkiler birçok problem çıkarır.*

**Oktay ÇEMBERCİ**

Teknenin motordan en iyi performansı elde edebilmesi için bir çok faktörden biri pervanenin dizayn edilen noktasının seçiminin doğru yapılmasıdır. Teknenin tipine bağlı kalmak şartıyla, servis rotası ve gövdenin bakım uygulamaları, değişik servis şartlarına sadece sabit hatveli pervaneler uyabilir. Eğer pervane dizayn edilen noktayı yanlış tespit edersek tekne değişik şartlar altında kaldığında motor aşırı yüklenmeye tabi kalacaktır. Bu motora aşırı yüklenmenin sonuçlarından bazıları motorun yüksek bakım maliyeti, aşırı derecede motorun aşınması, motorun termal sıcaklığının artması, motorun aşırı genişlemesi ve motorun yıpranmasıdır. Aşırı ve normal devirli motorlarda teknenin servis periyodu boyunca hız kaybetmesine sebep olacaktır. Neden olağanüstü şartlarda dizel motorlar aşırı yüklenir? Herkesçe bilindiği gibi, ağır şartların etkileri ki bunlar rüzgâr ve dalgaların teknenin performansına yaptıkları çarpma etkileridir. Teknelerin gövdelerinin korozyon sonucunda pislmesi gövdenin direncinin de artmasına sebep olacaktır. Pervane bu etkilere, pervanenin veriminden fedakârlık göstererek, karşı koyabilir. Bütün bu gövde üzerinde oluşacak yük artışları dizel motorunun yüklenmesine neden olacaktır. Eğer dizel motorunda teknenin karşılaşacağı şartları yenebilecek yeterli güç mevcut değilse motor aşırı yükleneyecektir.

Seneler boyunca, pervanenin dizayn edilen noktasıyla ilgili birçok tanımlama yapıldı. Bu durum, ağır şartlar boyunca dizel motorun aşırı yüklenmemesi için en uygun tanımla motora uygun depozit güç bırakmakla tarif edilebilir.

Teknenin seyir sırasında toplam direncinde ne kadar bir artmanın mevcut olacağı önceden hesaplanmalı ki değişik seyir şartları için pervanenin motordan ne kadar güç kullanacağı tespit edilsin.

Motorla seyir süresince pervane veriminden kayıp, pervanenin yüklenmesi, deniz suyu sıcaklığı, tuzluluk, çevre

şartları, limanda bekleme sonucunda kısa zamanda mevcut olabilir. Mevcut pervanenin verimden kaybetmesini sağlayan ana uç faktör ise: kanadın pürüzlülüğü, kanadın bozulması, kanadın pislmesidir.

Pervane tasarımcısının görevi pervane ve motoru denk getirmektir ki her ikisi de verimli olarak beraber çalışsınlar. Pervane tasarımcısı teknenin bütün hayatını düşünerek pervanenin hatvesini doğru seçmelidir böylece hiç bir zaman motor aşırı yüklenmesin veya asla bütün gücünü kullanmasın. Bunu tespit etmek için, tasarılayıcı motorun ne kadar yükleneceğini önceden hissederek motora seyir toleransı bırakmalıdır.

Bu nedenle seyir şartları dikkate alındıktan sonra pervaneyi motordan %85 veya %90 güç kullanacak şekilde hesap etmelidir. Kompüter çıkarımıyla ilk önce teknenin çıplak gövde direnci hesaplanır bu dirence takıntılar eklendikten sonra dalga veya rüzgâr direnci de eklenerek teknenin toplam direnci bulunur. Bu bulunan toplam direnci gözönüne alarak en verimli pervane aranır.

Sonuçta motor hiç bir zaman yorulmasın ve aşırı mazot harcamasın.

## KAVİTASYON

Devir sayısının artımları içerisinde pervanenin kanatları üzerinde büyük miktarda kavitasyon oluştuğu zaman hızın artımları içerisinde aynı miktarda üretilecektir. Dönen pervane kanatlarının ilerleme zaviyesi üzerinde ise pozitif basınç üretir. Bu pozitif yüz basıncıyla negatif sırt basınçlarının toplamı toplam itmeye eşittir. Yaklaşık toplam itmenin üçte ikisi pervanenin emme tarafı pervane kanadının battığı mesafede oluşturduğu basınçla atmosfer basıncının toplamı bir mertebeyi aştığı veya eriştiğinde, kanatların üzerinden akan su bozulmaya başlar. Ve kavitasyon şartları altında kanatlar üzerinde akan su aşırı lokal stresleri oluşturacağından kanatların erozyona uğramasına ve dönerlerken kanadın yüzündeki basıncın diğer kanada yayılmasına neden olur.

Böylece kanatlar üzerinde akan su akışı bozulmaya uğrar ve müşterek karışma veya kanatlar arasındaki kavitasyon blokajı sonuçlarında herbir kanattan oluşacak itme miktarında azalma oluşur.

Yüksek devirli motorlarda rom helezon şeklindeki karışık suyun kalınlığı kanatlardan yayılmaktadır ve doğruca kanatların sırtına ve sırtın uçlarından kanat göbeğine inmektedir. Devir sayısı arttırıldığında karışmış olan su pervanenin bütün sırtını kaplamaya başlayacaktır. Bu noktada pervane kanadının sırtında üretilen negatif basınç maksimum noktaya erişmiştir.

Kavitasyon yüz, kanat ucu ve sırt kavitasyonu şeklinde belirtilir. Yüz kavitasyonu yüksek hızlı teknelerde seyir şartları alçak Hatve/Kutur oranları mevcut olan pervanelerde genellikle oluşur. Aşırı derecede yüz kavitasyonu negatif kanat ilerleme zaviyesi oluşturur. Bu da genellikle Hatve/Kutur oranının istenenden daha düşük olduğunda kendini belirtir.

Pervane ucu kavitasyonu ise aşırı derecede artmış kanat ucu hızlarında kendini belirtir. Kanat ucu kavitasyonu genellikle itmeye karşı bir engel oluşturmaz ama gücü ve kanat ucunun erozyona uğramasına sebep olur. (Genellikle motor çok devirli olduğunda.)

Sonucusu olan sırt kavitasyonu ise genellikle itme kaybına ve kanat erozyonuna sebep olurlar. Sırt kavitasyonu aşırı derecede artmış kanat basıncı veya kavitasyon oranı veya hesaplanandan daha az kanat genişlik oranını içeren pervanede oluşur. Sırt kavitasyonu ayrıca pervanelere motordan çok fazla güç transfer edildiğinde de oluşur. Çok miktarda kompleks kavitasyon kriterleri formüle edilmişlerdir. Bunlardan biri olan en gerçekçi ve doğru yol pervane kanadının yüzünde herbir alanda oluşacak basıncı hesaplamaktır.

Bunun yanında kavitasyonu önlemenin yollarından biri de kanat alanını arttırmaktır. Aşırı derecede arttırılmış kanat alanı içerisinde kanatlar arasında boşluk azalacağından bu da, kavitasyon blokajını oluşturur. Kavitasyondan ko-

runmak için gerekli minimum kanat alanı hesaplanabilir.

## PEE VE VEE BRAKET SEÇİMİ

Teknenin normal seyirinde, shaft braketleri bütün kendi üzerlerine düşecek olan yükleri karşılamalıdır. Bazı tekneler için normal seyir çok değişik şartları da içermektedir. Olabilecek aşırı yüklenmelerin tahmini çıkarımı dizayn sırasında hesaplanmalıdır. Bütün teknelerdeki olabilecek yükler şöyledir.

\* Pervaneden doğan kuvvetler.

\*\* Dikine kuvvet

\*\* Enine kuvvet

\* Dönme dolayısıyla oluşan kuvvet

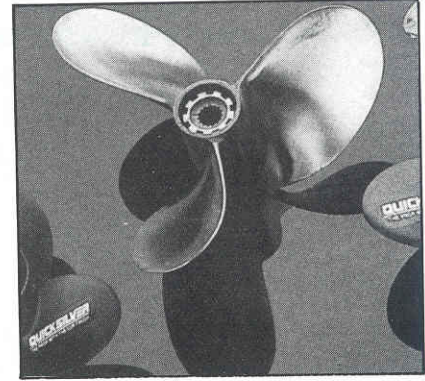
\* Vibrasyondan dolayı artan kuvvet

PEE ve VEE braketlerin dizayn metodu burada belirtilmiştir. Bu zamana kadar (1980) PEE ve VEE braketlerin teknelere göre seçimine yardımcı olacak bir döküman bulunamamıştır. Prensipler olarak eşit olarak alınan PEE ve VEE braketlerde VEE braketler %5 daha fazla direnç göstermişlerdir. Braketlerin pervanelerin performanslarına etkilerini hesaplamada çok az sayıda döküman mevcuttur. PEE braketlerin ince VEE braketlerden daha çok pervanelere gelecek suyu dağıttığı düşünülebilir. Fakat shaft boyunca VEE braketlerin yerleştirilmesi PEE braketlere göre daha zordur. PEE ve VEE braketlerden hangisinin seçilmesi gerektiği umumiyetle bilinmemektedir. 30 knot ve daha yu-

karı hızlarda kavitasyondan dolayı umumiyetle PEE braketler kullanılır. Yapımcılar genellikle kendi tecrübelerine güvenerek bu seçimi yaparlar. Braket kollarının kesimlerinin karakteristikleri ki yapımcıların ilk önce hesaplanması gerektirir. Birincisi kalınlığın/kirişe oranı, ikincisi ise kolların kesimlerinin biçimidir.

Kalınlığın/kirişe oranı imalat açısından ve hidrodinamik faktörler gözönüne alınarak seçilmelidir. Eğer kalınlık/kirişe oranı azaltılırsa, braket kollarının ağırlığı ve uzunluğuna bükülme dayanıklılığı da azaltılmış olur. Fakat ince braket kolları enine bükülmeye karşı daha duyarlı olacaktır. Genellikle kalınlık/kirişe oranı %15'den az ve %21'den çok olmamalıdır.

Braket kollarının biçimi düşük hızlı teknelerde genellikle önemli değildir. Eğer imalat açısından çok fazla tasarruf isteniyorsa giriş yeri yuvarlatılmış çıkış yeri ise konik şekilde olan düz braketler yapılabilir. Şu unutulmamalıdır ki, hidrodinamik açıdan kötü yapılmış braketler pervanelerin vibrasyonuna neden olmaktadır ve teknenin direncini artırmaktadır. En iyi dizayn olarak düşük hızlı teknelerde akma biçimli dizayn edilmiş (EPH) braket kollarının kesimleri tercih edilmelidir. Genellikle teknelerin çoğunluğu yüksek hızlarda seyrettiğinden kavitasyon düşünüldüğünde braketlerin kollarının kesimleri önemli olmaktadır. Bu durumda en uy-



gun kesim NACA-16 serisidir.

VEE braketlerde bacakların arasındaki açı bütün yönlerden gelebilecek yükler düşünüldüğünde maksimum dayanıklılık bakımından yaklaşık 90 derece olmalıdır. Fakat düşük zaviyede braket bacakların kısılmasına yardımcı olduğundan daha az direnç göstermesi ve imalatı daha az parça kullanması açısından önemlidir. Eğer bacaklar arasındaki açı çok ufaltılacak olursa streslerde o nispette artacaktır. Bundan başka göbekte suyun tazihinin artmasına, suyun sıkışmasına sebep olacaktır. Birinci yapılacak braket ayaklarının göbük üzerinde birbirleriyle olan mesafeleri en azından braket kollarının maksimum kalınlığının üç katı olmalıdır. İkinci ise 3 ve 4 kanatlı pervaneler için braket bacaklarının arasındaki açı 65 ila 70 derece arasında olmalıdır.

## GEAR POLYMERIZATION CATALYSTS

Series 8 & 9 (P.F., Ugar Inge) (1958)

### Catalysis of Marine Propellers

Propulsion is one of ship machinery, one which affects propeller's hydrodynamic performance, and life and is equally important as ship's hull. Rate of cavitation increases with ship speed, loading conditions and therefore more attention is needed on this subject. Propulsion can be improved only in case of propeller. But also water pumps, ballast and depth-keel also require high speed. In this study, the use and effect of catalytic and coating of materials will be explained. **Keywords:** ship water corrosion, ultrasonic spray system

#### Özet

Denizcilik performans hidrostatik performans, diğer taraftan bir geminin performansını etkilediği gibi, geminin dayanıklılığını da etkiler. Hızla artan kavitasyon hızları, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Denizi hızla ilerleyen bir geminin hızını, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Ancak, su pompaları, balast ve derinlik keçileri de yüksek hızda çalışmalıdır. Bu çalışmada, katalitik ve kaplama malzemelerinin kullanılması ve bunların geminin performansına etkileri açıklanmaktadır.

#### Abstract

Marine propulsion performance affects hydrodynamic performance, and life and is equally important as ship's hull. Rate of cavitation increases with ship speed, loading conditions and therefore more attention is needed on this subject. Propulsion can be improved only in case of propeller. But also water pumps, ballast and depth-keel also require high speed. In this study, the use and effect of catalytic and coating of materials will be explained. **Keywords:** ship water corrosion, ultrasonic spray system

Denizcilik performans hidrostatik performans, diğer taraftan bir geminin performansını etkilediği gibi, geminin dayanıklılığını da etkiler. Hızla artan kavitasyon hızları, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Denizi hızla ilerleyen bir geminin hızını, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Ancak, su pompaları, balast ve derinlik keçileri de yüksek hızda çalışmalıdır. Bu çalışmada, katalitik ve kaplama malzemelerinin kullanılması ve bunların geminin performansına etkileri açıklanmaktadır.

The hydrodynamic performance of marine propellers is affected by the rate of cavitation, loading conditions and therefore more attention is needed on this subject. Propulsion can be improved only in case of propeller. But also water pumps, ballast and depth-keel also require high speed. In this study, the use and effect of catalytic and coating of materials will be explained. **Keywords:** ship water corrosion, ultrasonic spray system

Denizcilik performans hidrostatik performans, diğer taraftan bir geminin performansını etkilediği gibi, geminin dayanıklılığını da etkiler. Hızla artan kavitasyon hızları, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Denizi hızla ilerleyen bir geminin hızını, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Ancak, su pompaları, balast ve derinlik keçileri de yüksek hızda çalışmalıdır. Bu çalışmada, katalitik ve kaplama malzemelerinin kullanılması ve bunların geminin performansına etkileri açıklanmaktadır.

Denizcilik performans hidrostatik performans, diğer taraftan bir geminin performansını etkilediği gibi, geminin dayanıklılığını da etkiler. Hızla artan kavitasyon hızları, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Denizi hızla ilerleyen bir geminin hızını, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Ancak, su pompaları, balast ve derinlik keçileri de yüksek hızda çalışmalıdır. Bu çalışmada, katalitik ve kaplama malzemelerinin kullanılması ve bunların geminin performansına etkileri açıklanmaktadır.

Denizcilik performans hidrostatik performans, diğer taraftan bir geminin performansını etkilediği gibi, geminin dayanıklılığını da etkiler. Hızla artan kavitasyon hızları, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Denizi hızla ilerleyen bir geminin hızını, yüklenmiş koşullarda ve bu nedenle daha fazla dikkat gerektirir. Ancak, su pompaları, balast ve derinlik keçileri de yüksek hızda çalışmalıdır. Bu çalışmada, katalitik ve kaplama malzemelerinin kullanılması ve bunların geminin performansına etkileri açıklanmaktadır.





2007-08 Kışın Antalya'da kar yağışı

### 3.2.17 Antalya (Akdeniz) Kar Yağışı

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.



2007-08 Kışın Antalya'da kar yağışı

### 3.2.18 Antalya (Akdeniz) Kar Yağışı

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.



2007-08 Kışın Antalya'da kar yağışı

### 3.2.19 Antalya (Akdeniz) Kar Yağışı

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.

### 3.2.20 Antalya (Akdeniz) Kar Yağışı

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.

### 3.2.21 Antalya (Akdeniz) Kar Yağışı

2007-08 kışında Antalya'da kar yağışı beklenmezdi. Ancak Antalya'da kar yağışı beklenmeden önce Antalya'da kar yağışı beklenmezdi.





© 2005 by The McGraw-Hill Companies  
All rights reserved. Printed in the United States of America.

ISBN: 0-07-014013-3

© 2005 by The McGraw-Hill Companies  
All rights reserved. Printed in the United States of America.

## Copyright

This book is a derivative work of the McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics.

This book is a derivative work of the McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics. The McGraw-Hill Education's *Engineering Mathematics* series is a series of textbooks that provide a comprehensive and practical approach to the study of engineering mathematics.





