



Gemi Makineleri
İşletme Mühendisliği
1. Ulusal Kongresi

Kongre Bildirileri

Mayıs 22, 2003

Editörler

Müh. Süleyman SAVAS

Dr. İsmail ÇİÇEK



İTÜ
Denizcilik
Fakültesi



TMMOB
Gemi Makineleri
İşletme Mühendisleri
Odası

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ 1. ULUSAL KONGRESİ



ORGANİZASYON KOMİTESİ

Müh. Süleyman SAVAŞ,
TMMOB Gemi Makineleri
İşletme Mühendisleri Odası,
Yönetim Kurulu Başkanı

Prof. Dr. Osman Kamil SAĞ,
Dekan,
İTÜ Denizcilik Fakültesi

Yrd. Doç. Dr. İsmail ÇİÇEK,
Gemi Makineleri İşl. Mühendisliği
Bölüm Başkan Yrd.,
İTÜ Denizcilik Fakültesi

Müh. Ali KUŞOĞLU,
Araştırma Görevlisi,
İTÜ Denizcilik Fakültesi

Müh. Feramuz AŞKIN
TMMOB Gemi Makineleri
İşletme Mühendisleri Odası Genel Sekreteri

Yrd. Doç. Dr. Cengiz DENİZ
İTÜ Denizcilik Fakültesi

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ 1. ULUSAL KONGRESİ'NE HOŞGELDİNİZ

Sayın Başkan,
Değerli Katılımcılar,

TMMOB Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası ile İTÜ Denizcilik Fakültesi'nin birlikte hazırladıkları Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği 1. Ulusal Kongresi'ne hoş geldiniz.

Bir ilk olarak gerçekleşecek olan ve Gemi Makine Üreticilerini, İşletmecilerini, Eğitimci Akademisyenlerini ve ilgili sivil toplum kuruluşlarını bir araya getiren bu bilimsel kongrenin sektörümüze katkılar sağlamasını diliyorum. Kongremizin daha sonraki yıllarda Uluslararası bir Kongre şeklinde devam etmesi en büyük dileğimiz. Bu konuda gerekli çalışmalara şimdiden başladığımızı büyük bir mutlulukla bildiririm.

Kongremizin oluşumuna katkı sağlayan başta İTÜ Denizcilik Fakültesi Dekanı Pof. Dr. Osman Kamil Sağ'a ve şahsında tüm Öğretim görevlileri ile Öğrencilere, bildirileri ile bizlere katkı sağlayan bildiri yazarlarına, Ayrıca bize maddi destek vererek katkıda bulunan BP, Aksay Denizcilik, DNV ve Dünya Denizcilğe çok teşekkür ediyoruz.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisi (Marine Engineer) Gemi Makinelerini işleten, düzenli ve verimli çalışmalarını sağlayan, tamir ve bakımını yapan mühendistir.

Yeni inşaa gemilerin makine dairesi dizaynı ile birlikte, tüm gelişmiş ülkelerdeki meslektaşları gibi, inşaa süresince teknik danışmanlık da yaparlar. Bu danışmanlık sırasında işletme görevlerini sürdürürken kazandıkları bilgi birikimlerini yeni inşaa gemilere aktarabilirler.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri görev yaptıkları yere ve oraya ait tüm teçhizata hakimlerdir. Bir arıza yada anormal durum ortaya çıktığında tecrübeye dayalı olarak karar verirler ve olayı çözerler. Verdikleri bu kararların ve buldukları çözümün mühendislik açısından mantıksal veya teknik bir açıklaması mutlaka vardır.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğini denizcilik sektörümüzden, sektörümüzü de Türkiye'den ve özellikle de ekonomik durumdan bağımsız düşünmek mümkün değil. Bu yüzden hazır böyle elit bir toplum bulmuşken genel durumdan ve sektörümüzle ilişkisinden kısaca söz etmek istiyorum.

20. yüzyılın özellikle son çeyreğinde dünyamız baş döndürücü değişim ve gelişmelere sahne olmuştur ve olmaya da devam etmektedir. Teknoloji ve iletişim alanındaki yeniliklerin etkisiyle ortaya çıkan küreselleşme sürecinde, rekabet gittikçe yaygınlaşmış ama bir o kadar da zorlaşmıştır. Ülkemizde ise son on yılda yatırımlar giderek duraklamıştır. Siyasi ve ekonomik

istikrarsızlıklar sonucu ülkemiz sanayileşme sürecinden ve üretimden giderek uzaklaşmıştır. Kıt kaynaklar üretim yerine kamu açıklarının kapatılmasında kullanılmış rekabet gücümüz iyice zayıflamıştır. Son günlerde ise istikrar yalananmaya başlanmış, özellikle de sektörümüz ile ilgili doğru kişilerin doğru yerlere gelmesi bizleri umutlandırmıştır.

Tam düzeliyoruz derken geçtiğimiz ay yaşadığımız savaş krizi, başta reel sektör olmak üzere toplumun tüm kesimlerini derinden etkilemiştir ve etkilemeye de devam etmektedir.

Cumhuriyet tarihimizdeki en dramatik ekonomik küçülmeyi yaşadığımız geçen birkaç yılı geride bıraktık. Ülkemiz açısından 2003 yılı biraz daha umutlu olabileceğimiz bir yıl gibi görünüyor. Son ekonomik göstergelerde bu olasılığı destekliyor. Ekonominin bu durumu, zaten kötü olan navlun piyasalarında, standart dışı gemilerle ticaret yapmak için boğuşan denizcilik şirketlerini ve kaynak bulmakta zorlanan gemi sanayisini olumsuz yönde etkilemiştir. Ama, tüm bu olumsuz koşullara rağmen, krizin tam ortasından başlayarak şu güne kadar, gerek gemi sanayisinde gerekse deniz taşımacılığında olağanüstü gelişmelere şahit oluyoruz.

Türk armatörleri geçen 5 yıl içinde yurt dışında yaklaşık üç milyon dwt gemi yaptırdılar ve yaptırmaya devam ediyorlar.

Türk tersanelerinde ise, 2001 yılında 39 adet irili ufaklı gemi inşaa edildiğini bu konudan övgü ile bahseden yabancı basından izledik. Üstelik bunlardan toplam 101 750

dwt olan 17 adet geminin yurt dışı armatörleri için yapılmış olması ayrı bir gurur kaynağı olmuştur. Yine 2002 yılında 38 adet 136 945 dwt gemi inşaa edilmiştir. Bunlardan 20 tanesi ihraç edilmiş, 18 tanesi yerli armatörlere zamanında teslim edilmiştir. Şu anda toplam 256 800 dwt olan 71 adet gemi donatımda ve kızakta devam etmektedir. Anlaşmaları imzalanarak sipariş edilen 84 570 dwt olan 15 adet gemi ise inşaa edilmeyi beklemektedir.

Bu gelişmeler araştırıldığında, bünyelerinde teknik personel bulunduranın yararına inanarak o konuda eğitim görmüş, profesyonel, deniz tecrübesi olan teknik adamlardan faydalanma üzerine şirket politikalarını oluşturan yatırımcıların, daha rahat atılım yapabildikleri, kriz ortamında bile büyüyebildikleri açık bir şekilde görülecektir. Hal böyle olunca bizleri yetiştiren okulumuzla ve o okuldan mezun olan tüm mezunlarımızla kıvanç duymamak mümkün değil.

Sayın Katılımcılar,

Önümüzdeki önemli bir tehlike, sektörümüzdeki bu hareketlilik ve son günlerde piyasalarda hakim olan iyimserliğin, herkeste rehavete yol açarak, kötü alışkanlıkları tekrar canlandırmasıdır.

Tekrar başa dönmek için, hareketlilik artırılmalı ve mevcut iyimserlik mutlaka kalıcı bir iyileşmeye dönüştürülmelidir. Önümüzdeki yıllardan umutlu olabilmek için, bir takım reformları ve yapısal değişimi, denizciliğin tüm kurumlarıyla bir araya gelerek bir takvim çerçevesinde ve hızla gerçekleştirmek zorunda

olduğumuzu düşünüyoruz.

Bu hedeften hareketle, tüm kuruluşlar olarak hazırlamak zorunda olduğumuz ortak çalışma programlarında denizciliğimizin sorunlarına çözüm önerilerinin yanı sıra, konuları ele alırken izleyeceğimiz temel yaklaşım ve anlayışa ilişkin düşüncelere de yer verilmelidir diye düşünüyoruz.

Ülkemiz Denizciliğinin uluslar arası sularda başarılı olabilmesi için dünya denizciliğindeki gelişmelerin ve denizciliğin yapısındaki yeniliklerin yakından izlenmesi zorunludur. Ki günümüzde bilgi ve teknoloji rekabetin en temel unsurları haline gelmiştir.

Denizciliğimizin içinde bulunduğu sorunların ancak tüm tarafların temsil edildiği ve karar sürecine katıldığı platformlarda çözülebileceğine inanıyoruz. Bunun için çağdaş anlamda bir konseyin kurulması ve işler halde tutulması için çaba gösterilmesi gereklidir diye düşünüyoruz. Değişim ancak top yekün başarılabilir. Türk denizciliğinin, devletin düzenlemeleri ile çözülebilecek sorunları olduğu gibi, çözümünü kendi içinde araması gereken sorunları da vardır. Türk Denizcisi olarak tüm kurum ve kuruluşlarımızla kendi eksik ve yanlışlarımızı görmemiz ve gidermemiz gerektiği temel bir ilke olmalıdır.

Denizcilik sorunlarına çözüm üretilmesinde, yeni projeler geliştirilmesinde, çözüm önerilerinin sonuçlandırılmasında tüm sektör üyelerinin katılımını ve paylaşımını sağlayacak bir yaklaşım gösterilmelidir. Bu anlamda, sivil toplum örgütleri, odalar, özel sektör ve çalışanlar arasındaki ilişkilerin, sağlıklı ve diyaloga açık bir zeminde yürütmesi şarttır.

Son günlerde bu platform ve diyalog için olumlu adımlar atan Deniz Ticaret Odasına ve Değerli Başkanı Metin Kalkavan'a Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası olarak desteğimiz tam olacaktır.

Sektör olarak yeniden yapılanma sürecine girdiğimiz şu dönemde de Odamız olarak her türlü göreve hazır olduğumuzu aynı ocaktan yetiştiğimiz Sayın Müsteşarımıza bildirmek istiyoruz.

Büyük bir titizlikle hazırlamaya çalıştığımız bu bilimsel kongrenin devamlı olması ve sektörümüze katkılar sağlamasını diliyoruz.

Odamız adına hepinizi saygıyla selamlıyorum.

Organizasyon Komitesi Başkanı
Müh. Süleyman SAVAŞ



T.M.M.O.B. GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİ ODASI

ETA (Verim) harfi ile sembolize edilen T.M.M.O.B. Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası, Anayanın 135. maddesinde tanımlanan, 66 ve 85 sayılı KHK ve 7303 sayılı yasa ile değişik, 6235 sayılı yasaya göre kurulmuş kamu niteliğinde bir meslek kuruluşudur. Üyelerinin %70'i gemilerde ve bununla ilgili sektörde çalışmaktadır. Türk Denizciliğinin geliştirilmesi ve bu bağlamda hizmet verecek teknik elemanların yetiştirilmesinde ağır bir sorumluluk yüklenen İhtisas Odası, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği sahasındaki teknolojik gelişmeleri de yakından takip ederek, üyelerinin istifadesine sunmaktadır.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası'nın Görev, Yetki ve Sorumlulukları özetle:

- 1) a. Diesel motor sistemlerinin montaj, işletme, bakım ve testlerini,
- b. Yardımcı makineler, pompa, buhar ve kazan sistemlerinin montaj, işletme, bakım ve testlerini,
- c. Gemilerde kullanılan makine, teçhizat ve cihazlar ile benzeri kara tesislerinin, plan, proje ve şartnamelerini hazırlamak, kontrol ve tasdik etmek, işletmek, işletmesi ile ilgili bakım, onarım ve testlerini yapmaktır.
- 2) a. Deniz kirliliğinin önlenmesi ile ilgili cihazların seçimi, kontrolü,

çalıştırılması ve testlerini,

b. Yakıt taşıyan gemilerde yağ monitörlerinin seçimi, kontrolü, çalıştırılması ve testlerini,

c. Denizlerde can ve mal emniyetinin gereksinimi olan cihazların tespiti ve can kontrollerini yapma, görevlerini yerine getirmektir.

Diğer yandan; idari ve kazai mercilerde, özel kurumlar tarafından lüzumlu görüldüğü takdirde; yukarıda belirtilen maddelerle ilgili hususlarda bilirkişilik, disbecilik, eksperlik, hakemlik ve teknik müşavirlik gibi görevleri de üstlenmiştir.

Memleket kalkınması ve mesleki faaliyetlerin icrasında, muhtelif mimar ve mühendis odaları ile işbirliği yapan oda, son yıllarda güncelliği artan deniz kirliliği konusunda, İstanbul Boğazı'nın gemiler tarafından kirletilmesini önlemek amacı ile komite kurarak, gerekli girişimleri yapmakta, bu konuda düzenlediği seminerler ve diğer teknolojik gelişmeleri üyelerine aktarmaktadır.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası ve Aktiviteleri <http://www.gemimo.org/> adresinden takip edilebilir.



İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ DENİZCİLİK FAKÜLTESİ (İTÜDF) TUZLA/İSTANBUL

İTÜ Denizcilik Fakültesi (İTÜDF), İTÜ'nün 11 Fakültesinden en genci (1992) olup 1884 yılında kurulan Yüksek Denizcilik Okulu'nun (YDO) devamıdır. Tuzla'da Marmara Denize 400 m kıyısı bulunan 70.000 m² lik yerleşim alanı üzerinde, 52 bağımsız binada eğitimi lisans/yüksek lisans/doktora düzeylerinde sürdürür.

Güverte Bölümü mezunları 1 yıllık İngilizce Hazırlık ve 4 yıllık lisans eğitimi takiben İTÜ Güverte Lisans; Gemi Makinaları İşletme Mühendisliği Bölümü mezunları İTÜ Gemi Makinaları İşletme Mühendisliği diplomalarını alırlar. Her iki bölüm mezunları ise TC Gemi Adamları Sınav Merkezinde (GASM) Uzakyol Güverte/Makine Zabiti, bilahare de Uzakyol Kaptanı/Baş Mühendis ehliyetlerini alarak uluslararası/ulusal filolarda Kaptan/Baş Mühendis olarak çalışırlar. Mezunların bir kısmı da Armatör Şirketlerinde yönetici olarak görev yaparlar.

Eğitim Türk ticari denizcilik eğitimi ananeleri doğrultusunda ast-üst ilişkilerini içeren, üniformalı, yatılı kız/erkek öğrenciler içindir.

M/V AKDENİZ (148m boy, 18.6m genişlik, 7864 groston) İTÜDF'sinin 350 öğrenci kapasiteli eğitim/laboratuvar gemisidir. TC Denizcilik Simülatörler Merkezi, TC Deniz Güvenliği Eğitim Merkezi ve TC GASM, İTÜDF Tuzla Kampüsündedir.

İTÜDF, Birleşmiş Milletler Uluslararası Denizcilik Örgütünde (IMO) 162 ülkenin Denizcilik Eğitiminin başkanlığını Türkiye adına yapmaktadır. Ayrıca 5 kıtadan 48 ülkenin Denizcilik Üniversiteleri ve öğrencileri Birliğinde (IAMU/IAMUS) kurucu başkanlığını yapmıştır. Mezunlarının dünyanın 162 ülkesinde tanındığı İTÜDF, kariyer ofisi aracılığı ile her mezununa çok cazip şartlarda Uluslararası/Ulusal filolarda iş bulma garantisi verir.

Her yıl 100 Güverte, 50 Makine öğrencisi alan İTÜDF'sinin 53 kişilik (5 Japon Profesör) Akademik kadrosu vardır.

Fakültenin kapalı yüzme havuzu / kapalı spor salonunda çeşitli sportif uğraşılarda bulunan öğrenciler yine kürek ve yelken kulüplerinde deniz sporlarını yaparlar.

Daha fazla bilgiye www.tdf.itu.edu.tr adresinden ulaşılabilir.

İçindekiler

- 8 XXI. Yüzyılda Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği (Marine Engineering) Eğitimi ve İTÜDF/SUNY Denizcilik Üniversitesi Çift Diplomalı Uluslararası Ortak Programı, Prof. Dr. Osman Kamil SAĞ, Yrd.Doç. Dr. İsmail ÇİÇEK, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 21 Gemi Makine Dairesi Simülatörlerinin (MDS) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitimine Entegrasyonu, Yrd.Doç. Dr. İsmail ÇİÇEK, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 45 Titreşim Mühendisliğinin Gemi Makinelerinde Uygulanması
Müh. Dr. İbrahim H. ÇAĞLAYAN, Vibratek
- 55 STCW '95 Gereklere Göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitimi, Yrd.Doç. Dr. Cengiz DENİZ, Prof. Dr. Ahmet BAYÜLKEN, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 65 MAN B&W ALPHA Silindir Yağlama Sistemi,
Müh. Murat BAYRAK, Gerçel Marine
- 70 Gemi Makine Dairesi Operasyonlarında İnsan Faktörü : Deneysel Yaklaşım ve Değerlendirme, Yrd.Doç. Dr. İsmail ÇİÇEK, Arş.Gör. Müh. Ali KUŞOĞLU, Doç. Dr. Makoto UCHIDA, İTÜ Denizcilik Fakültesi, Kobe Denizcilik Üniv. Japonya
- 84 Gemi Makinelerine Ait Valf ve Piston Yenileme Teknikleri,
Müh. Hakkı SARIKAYA, İntermar
- 88 Makine Dairesinin Uydu Aracılığı İle Yönetimi, Müh. Asım Horasan, Teknogem
- 91 Marpol 73/78 Ek VI - NOx Emisyonları ile İlgili Kuralının İrdelenmesi,
Yrd. Doç. Dr. İ. Deha ER, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 97 İşletme Şartlarında Değişen Dizayn Parametrelerinin Motor Performansı ve İşletme Maliyetlerine Etkisinin İncelenmesi, Yrd. Doç. Dr. Adnan PARLAK, SAU Teknik Eğt. Fak. Sakarya
- 104 Makine Dairesi ile İlgili Klas Kuralları, Müh. Günay SÜRENKÖK, DNV İstanbul
- 108 Makine Anzalarının Hukuksal İncelenmesi,
Av. Müh. Mahmut KARAMAN, Atamer-Karaman Hukuk Bürosu
- 114 Denizde Yangın, Eğitim, Uluslararası Mevzuat Ve Türkiye'deki Durum,
Arş.Gör. Müh. Ali KUŞOĞLU, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 123 Su ve Su Sistemlerinin Tedavisi,
Müh. İlker MEŞE, UNISERVICE
- 137 Risk Yönetimi (Yakıt), Müh. Hakan TUNA, BP
- 143 Gemi İnşasında Kullanılan Karbonlu Alaşımız Yapı Çelikleri, Kaynak Kabiliyetleri ve Metalografik Yapıların İncelenmesi,
Öğr. Gör. Abdüssamed EMİR, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 153 Gemi Makine Turbobloverlerinin Bakım Onarım Teknikleri,
Müh. Haldun KARTAL, Uniturbine
- 160 İçten Yanmalı Bir Gemi Makinesinde Silindir İçindeki İşlevlerinin Termodinamik Simülasyonu, Arş.Gör. Müh. Yalçın DURMUŞOĞLU, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 172 Gemi Ana Makinelerinde PTO/PTI (Power Take Off/Power Take In) Sistemi,
Müh. Turan ESİN, Şener Petrol
- 176 Gemilerde Enerji Ekonomisi Uygulamaları,
Yrd. Doç. Dr. Cengiz DENİZ, İTÜ Denizcilik Fakültesi
- 193 Yakıt Separatörlerinde Separasyon Verimi Üzerine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi, Yrd. Doç. Dr. Adnan PARLAK, SAU Tek. Eğt. Fak. Sakarya
- 200 Makine Hasarları; Araştırma,
Müh. Süleyman SAVAŞ, Dünya Denizcilik
- 215 Anılar, Gemi Makine Dairesinde Yaşanmış İlginç Anılar ve Bulunan Çözümler,



XXI. Yüzyılda Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği (Marine Engineering) Eğitimi ve İTÜ/SUNY Denizcilik Üniversitesi Çift Diplomalı Uluslararası Ortak Programı

Prof. Dr. Osman Kâmil SAĞ
Dekan
Oksag@itu.edu.tr

Y. Doç. Dr. İsmail Çiçek
Gemi Mk. İşl. Müh. Bl. Bşk. Yrd.
ismail.cicek@itu.edu.tr

ÖZET

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği (Marine Engineering) gemi makinelerinin işletilmesi ve bakım ve onarımlarının yapılması alanındaki mühendislik dalıdır. Gemi Makineleri İşletme Mühendisi (Marine Engineer) ise gemi makinelerini işleten, düzenli ve verimli çalışmalarını sağlayan ve tamir ve bakımını yapan zabittir. Klasik olarak gemi makine dairesinde çalışacak olan zabitelerin eğitimi bu tanımlarda belirtilen hususlara göre yapılmaktadır. Bu tanımlamalar ışığında ve daha ileri anlamda Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri makine dairesinde bir arıza olduğunda tecrübeye dayalı olarak karar verirler ve verdikleri bu kararın mühendislik açısından mantıksal veya teknik bir açıklaması vardır. Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde bu hususların gözönünde bulundurulması gerekir.

Son 10-15 yılda olan teknolojik gelişmeler ve küreselleşmenin getirdiği sosyal gelişme ve değişimlerin klasiklikten uzak olarak çok hızlı bir şekilde gerçekleşmesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitimi de etkilemekte ve uluslararası çeşitli organizasyon ve eğitim kuruluşları arasında ikili ilişkiler ve eğitim programları oluşturulmaktadır. Bu değişimler Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminin de yeniden düzenlenmesini ve uluslararası ihtiyaçlara cevap verecek programa sahip olmasını gerektirmektedir. Bu çalışmanın amacı, Gemi Makineleri İşletme Mühendisinin çalışma ortamını dikkatlice inceleyerek ve gelişen teknolojik, ekonomik, sosyal ve kültürel değişiklikleri de gözönünde bulundurarak Gemi Makineleri İşletme Mühendislerinin eğitimlerinin nasıl olması gerektiği konusuna ışık tutmak ve son yıllarda yaşanan teknolojik ve

sosyal gelişmeler sonucunda bir ihtiyaç duyularak geliştirilen İTÜ Denizcilik Fakültesinin SUNY Denizcilik Üniversitesi ile yaptığı çift diplomalı uluslararası eğitimlerden biri olan yeni Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitim programını tanıtmaktır.

GİRİŞ

Dünyadaki küreselleşme gibi sosyal değişimler ve haberleşme sistemlerindeki teknolojik gelişimler değişik dünya devletlerini sosyal, ekonomik ve siyasal alanlarda işbirliğine yönlendirmiştir. Bu değişiklikler XXI. Yüzyılda eğitim alanında da işbirliği fırsatları doğurmaktadır. İTÜ Denizcilik Fakültesinin Üniversiteye bağlı bir eğitim kuruluşu olmasından bu yana olan gelişmelere ayak uydurabilecek dinamik çalışmalarda bulunulması tüm dünyanın dikkatini çekmektedir. Son on yıla sığdırılan çalışmalardan birkaçı maddeler halinde aşağıdaki gibi sıralanabilir (Sağ, O.K., 2002 ve Sağ, O.K., 2003):

- M/V Akdeniz Eğitim gemisinin İTÜDFye kazandırılması ve eğitimlerde kullanılması.
- Gemi Adamları Sınav Merkezi Kurulması ve İşletilmesi.
- TC Deniz Güvenliği Eğitim Merkezinin kurulması ve temel STCW kurslarının yenilenmesi.
- Kapalı yüzme havuzu kurulması ve Denizde Canlı Kalma eğitimlerine başlanması.
- Japan International Cooperation Agency (JICA) Araştırma ve Geliştirme Projelerinin yapılması (2000 - 2005).
- Yabancı Akademisyenlerin İTÜDF kampüsünde uzun vadeli ve kısa vadeli grup çalışmalarında

bulunmaları.

- Uluslararası Denizcilik Üniversiteler Birliğinin (IAMU) kuruculuğunun yapılması (5 Kıtadan 48 ülkenin Denizcilik Üniversiteleri denetimle seçilmiştir.)

- IAMU altında Dünya Denizcilik Üniversiteleri Öğrenciler Birliğinin (IAMU-S) kurulması ve faaliyetlerinin yönetilmesi.

- Uluslararası Denizcilik Üniversiteler Birliğinin ilk kuruluş konferansının İTÜ Denizcilik Fakültesi tarafından organize edilmesi.

- İTÜ Denizcilik Fakültesinin 1999-2000 yılları arasında IAMU başkanlığı yapması.

- İTÜDF Kariyer Ofisi kurularak yerli ve yabancı Gemi İşletme Şirketlerine stajyer ve mezun öğrenci gönderilmesi için ikili anlaşmalar yapılması.

- TC Denizcilik Simülasyon Merkezinin Kurulması: Dünya standartlarında Makine Dairesi Simülasyonları (Norcontrol tam kapsamlı Gemi Makine Dairesi Simülasyonu ve Unitest PC'ye dayalı özel eğitim amaçlı Gemi Makine Dairesi Simülasyonları) Köprüüstü, ARPA/RADAR, GMDSS, VTS, Sıvı Yük ve Tanker Simülasyonlarının kurulması ve eğitimlerde kullanılmaya başlanması.

- Uluslararası Denizcilik Üniversiteleriyle olan ikili anlaşmalar: Başlangıçta 3 (Romanya, Mısır, ABD - Maine) iken şu anda toplam 12'ye yükselmesi (KUMM/TUMM, Japonya; Gdynia, Polonya; Rijeka, Hırvatistan; SUNY, ABD; Admiral Makarov, Rusya; Odessa, Ukrayna; Shanghai, Çin Halk Cumhuriyeti; Nikola Vapstov, Bulgaristan).

- Birleşmiş Milletler Uluslararası Denizcilik Örgütünde (IMO) 162 ülkenin Denizcilik Eğitim Başkanlığının yapılması.

● Genç akademisyen denizcilerin yetişmeye başlamaları. İkili doktora programı anlaşmaları ve akademik kadronun sayısız yurtdışı eğitimlerde bulunmaları.

● İTÜDF Yüksek Lisans ve Doktora (Haziran 2002) programlarının başlatılması.

● Uluslararası alanda ilgi uyandıran araştırma çalışmalarının yapılması:

- Seyir gözlemlerinde İnsan Faktörü konulu araştırma çalışmasının göz bebeği hareket kayıt cihazı kullanılarak izlenmesi,

- Yağ ve yakıt atıklarının deniz yüzeyinde yayılmasının matematik modellemesi,

- Yağ ve yakıt atıkları ölçüm ve analizleri,

- Deniz yüzeyindeki yakıt atıklarının RADAR uydur görüntüleriyle tespiti,

- Gemi Makine Dairesinde İnsan Hatası konusunda deneysel çalışmalar, vb.

● Uluslararası konferanslarda araştırma çalışmalarının sunulmaya başlanması ve dergilerde yayınlanması.

● JICA/İTÜDF projeleri çerçevesinde yeni STCW kurslarının düzenlenmesi ve gerekli dersane kurulması, görsel ekipmanlar, uygulama alanları ve eğitim teçhizatlarının alımı. Şu anda oluşturulmuş olan kurs programları şunlardır: Tanker Familiarization, Advanced Tanker, Advanced Fire-Fighting, Medical First Aid, Maritime English/SMCP (Marlins English and UK Coast Guard Autorization), Chemical Tanker Familiarization, Advanced Chemical Tankers, Liquified Gas Tanker Familiarization, Advanced

Liquified Gas Tanker, Crowd Management, Crisis Management and Human Behavior, Medical Care, Crude Oil Washing (COW). JICA Projelerinin 2. aşaması olarak oluşturulma safhasında olan kurslar şunlardır: Inert Gas System, Gas Freeing and Tank Cleaning, Search and Rescue. Bu kurslara ilave olarak oluşum safhasında olan özel kurslar da şunlardır: Bridge Team Management, Engine Room Team Management, VTS Systems, Ship Team Management (Deck and Engine), Ship-Shore Total System Management (Pilots, VTS Operators and other parties involved).

● Öğrenci dershanelerin yenilenmesi.

● 100'den fazla üyesi olan BSUN (Black Sea Universities Association) üyeliği.

● 30'dan fazla üyesi olan IMAM (International Maritime Association of Mediterranean) üyeliği ve çalışmalar.

● Türkiye'deki diğer Denizcilik Eğitim Kurumları ile işbirliği (Karadeniz Teknik Üniversitesi, İstanbul Üniversitesi, Dokuz Eylül Üniversitesi).

● Denizcilik Müsteşarlığı ve Ulaştırma Bakanlığına danışmanlık çalışmaları.

● Class NK ile Denizcilik Eğitimi Kalite Standartları oluşturulması konusunda çalışma (İTÜDF ISO 9000/ISO 14000 Accreditation)

● Yeni Otomatik Kontrol Sistemleri Laboratuvarının kurulma çalışmasına başlanması (2003 yılında tamamlanacak).

● Yeni mezun öğrencilerin Fakülteye kazandırılmasının planlanması (2003 Temmuz ayında 10 yeni Araştırma Görevlisi).

Maddeler halinde anlatılmış olan uluslararası platformdaki önde gelen çalışmalar İTÜ Denizcilik Fakültesinin

saygınlığını uluslararası düzeyde ön plana çıkarmıştır. Bundan sonra yapılacak olan bütün dünyanın örnek alacağı eğitim programları hazırlayarak bu eğitimleri başarıyla vermek olacaktır. New York SUNY Denizcilik Üniversitesi ile birlikte oluşturulan çift diplomalı lisans eğitimi örnek bir başlangıçtır.

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ

Bu çalışmada İTÜ - SUNY Denizcilik Üniversitesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programının nasıl oluşturulduğu anlatıldığından müfredat programını hazırlama çalışmalarında dikkate alınan önemli bazı fikir ve hususları burada irdelenmek yerinde olacaktır.

Webster's Sözlüğüne göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğinin (Marine Engineering) ve Gemi Makineleri İşletme Mühendisinin (Marine Engineer) tanımı şu şekilde yapılmıştır:

"Marine' Engineer'ing: The branch of Mechanical Engineering that deals with the design, construction, installation, and repair of the machinery of the vessels."

"Marine' Engineer': An officer who operates, maintains, and repairs the machinery of a ship."

Bu tanımlamalara göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Gemi Makinelerinin işletilmesi ve bakım ve onarımlarının yapılması ile uğraşan mühendislik dalıdır. Gemi Makineleri İşletme Mühendisi (Marine Engineer) ise gemi makinelerini işleten, verimli çalışmalarını sağlayan ve tamir ve bakımını yapan zabıt mühendistir. Klasik olarak Gemi Makine dairesinde

çalışacak olan mühendislerin eğitimi bu tanımlarda belirtilen hususlara göre yapılmaktadır.

Webster sözlüğünün tanımlamasına göre, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği basit bir dal olmayıp, yapısı Makina Mühendisliği, İnşaat Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Kimya, Elektronik, Bilgisayar ve Haberleşme Mühendislikleri gibi temel mühendislik dallarının entegre olduğu bir mühendislik dalıdır denilebilir. Mühendisliğin genel anlamına bakıldığında, mühendislik bilime dayalı bilgiyi ve matematiksel analizi uygulayarak pratik problemlere optimum çözüm bulan meslek dalıdır. Mühendisliğin ana fonksiyonları şunlardır:

- Araştırma
- Geliştirme
- Dizayn
- İmalat
- Üretim
- Operasyon
- Yönetim

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği, Mühendisliğin bir dalı olduğuna göre mühendislik fonksiyonlarını Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğinde uygulamak doğru ve yerinde olacaktır. Ayrıca mühendislik, çözümün neden ve ne kadar doğru olduğunu göstermek durumundadır. Bu hususlar dikkate alındığında Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde olabilecek kaza ve olaylarda tecrübeli olunması amacını gözönünde bulundurmak gerekir (Nakazawa, 2000). Buna göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitiminde:

- 1.Eğitim ve Öğretim, ve
- 2.Araştırmaya dayalı çalışmalar neler olmalıdır?

Günümüzde Gemi Makine Dairesi makine ve ekipmanları değişik firmalar tarafından kendi geliştirdikleri teknoloji ve standartlara bağlı olarak üretilmektedir (Karasyov, 2000). Dolayısıyla makine dairesinde çalışacak olan adayların eğitim süreci bu makine ve sistemlerine tam olarak adaptasyon süresini azaltmaya yönelik hazırlanmış olmalıdır. Bunun başarılı bir şekilde yapılabilmesi için:

- 1.Eğitim ve öğretim programının makine dairesinde bulunan makine ve sistemlerin prensiplerini-öğrenmeye yönelik hazırlanması, ve
- 2.Simülatör gibi ekipmanlar kullanılarak bu bilgilerin değişik işletme şartlarında kullanılır hale getirilmesi gereklidir.

Bu temel tanımlamalar ve fikirler Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğinin ders programlarının hazırlanmasında faydalı olabilecek tanım ve fikirlerdir. Ayrıca Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitimi alan aday mühendislerin STCW95'de 'minimum' olarak belirtilen yeterlilikleri sağlaması gerektiğinden yine STCW95'de belirtilmiş olan tanımlamaları dikkatlice incelemek gerekir. STCW95 konvansiyonunda Gemi Makineleri İşletme Mühendisi "Engineer Officer" yani Mühendislik Zabiti (Vardiya Zabiti veya Makine Zabiti olarak da Türkçeye uyarlanmıştır) olarak tanımlanmıştır ve görevi şu şekilde belirtilmiştir:

- 1.Güvenli ve verimli işletimden sorumlu olması,
- 2.Çevre korumaya uyumlu işletim yapması.

Bundan dolayı Mühendislik Zabitelerinin görevi, vardiya tutmaktan başlayarak makine ve makine personelinin idare ve yönetimine kadar geniş kapsamlıdır. Buna ilave olarak Gemi Makineleri İşletme Mühendislerinin önemli ve doğal bir görevi kaza ve acil durum içeren durumlarda karar verebilmeleri ve verdikleri bu kararın doğru bir seçim olduğunu ispatlayan mühendislik temellerine dayalı mantıksal açıklamalarının olması gereklidir.

STCW95 A-III/1 ve A-III/2'de en çok kullanılan fiiller aşağıdaki şekilde bulunmuştur (Nakazawa, 2000):

SIRALAMA	İŞLETİM SEVİYESİ	YÖNETİCİ SEVİYESİ
1	Use (Kullan)	Monitor (İzle)
2	Operate (İşlet)	Control (Kontrol et)
3	Maintain (Devam ettir)	Maintain (Devam ettir)

Tablo 1. STCW95 Tablo A-III/1 ve A-III/2'de en çok kullanılan Fiiller.

Bu tablo incelendiğinde; Operasyon (İşletim) Seviyesi: 'Kullan', 'İşlet', ve 'Devam ettir' fiillerinin kullanımı daha fazladır ki bu yeterlilikleri sağlamak için gerekli olan bilgi 'Sistem', 'Ekipman', 'İşletim', ve 'Emniyet' kelimeleriyle yakından ilgilidir. Yönetim Seviyesi: 'İzle', 'Kontrol et', 'Devam ettir' fiillerinin kullanımı daha sık olup bu yeterlilikleri sağlamak için gerekli olan bilgi 'İşletme / Hukuk / Konvansiyon', 'Bakım ve Onarım', 'Sistem', 'Teori' kelime ve anlamlarıyla yakından ilgilidir. Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programının hazırlanmasında yukarıda anlatılan temel kavramlar dikkate alındığı gibi STCW95'de tanımlanan yeterlilikler de temel esas olarak

alınmıştır. STCW95 incelendiğinde yeterliliklerin pratik eğitimlerinde her bir yeterlilik için Eğitim Gemisi kullanımı, Ticaret gemisi kullanımı, Simülatör eğitimi, klasik laboratuvar ve atölyeler tavsiye edilmiştir. Program çalışmasında bu metotların her birinin ders programında efektif kullanılması konusunda çalışma yapılarak bu metotların hangi safhalarda ve ne şekilde kullanılacağı planlanmıştır (Sağ, O.K. ve Çiçek, I., 2000; Çiçek, I. ve diğerleri, 2001; Çiçek, I. ve Uchida, M., 2002). Referansı verilen bu çalışmalarda sonuçlar dikkate alınarak Simülatör Eğitimi, Eğitim Gemisi, ve Ticaret gemilerinin eğitim programında verimli bir şekilde kullanımı dikkate alınarak Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği müfredat programı ve ders içerikleri hazırlanmıştır.

SUNY (NEWYORK) DENİZCİLİK FAKÜLTESİ İLE İTÜ (İSTANBUL) DENİZCİLİK FAKÜLTESİ ARASINDA YAPILAN ÇİFT DİPLOMALI ORTAK GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI

NewYork SUNY Denizcilik Üniversitesi (State University of NewYork Maritime College) ile İTÜ Denizcilik Fakültesi arasında yapılan yeni program Yüksek Öğretim Kurumu (YÖK) tarafından onaylanmış ve 2003-2004 Eğitim / Öğretim yılında başlamak üzere Üniversite Seçme Sınav Kataloğuna girmiş bulunmaktadır. Dünyada iki köklü Denizcilik Üniversitesi tarafından yapılan ve dünyadaki ilk örneği olan çift

diplomalı ortak uluslararası lisans programını tamamlayan öğrenciler Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği (İTÜ) ve Bachelor of Engineering (SUNY) diplomalarını alacaktır. Mezunlar Uzakyol Vardiya ve Baş Mühendis ehliyet sınavlarına United States (US) Coast Guard veya Türkiye Cumhuriyeti (TC) Gemi Adamları Sınav Merkezinde (GASM) girebilirler.

Ayrıca, İTÜ Denizcilik Fakültesi ile SUNY Denizcilik Üniversitesi arasında Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği bilim dalında da ortak program düzenlenmiş, yapılan yeni program YÖK tarafından onaylanmış ve 2003-2004 Eğitim/Öğretim yılında başlamak üzere Üniversite Seçme Sınav Kataloğuna girmiş bulunmaktadır. Bu ortak lisans programı sonunda Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği (İTÜ) ve Bachelor of Science - BS (SUNY) diplomaları verilecektir. Mezunlar Uzakyol Vardiya ve Baş Mühendis ehliyet sınavlarına US Coast Guard veya TC GASM'de girebilirler.

SUNY Denizcilik Üniversitesi, 1874 yılında, New York'ta St.Mary Eğitim Gemisinde kurulmuş olup, ABD'nin en köklü ilk ve 1 numaralı Denizcilik Üniversitesidir. 1934 yılında şu andaki 56.000 m² lik Fort Schuyler Kampüsüne taşınmıştır. SUNY Denizcilik Üniversitesi, New York Eyalet Üniversiteleri sistemine 1948 yılında katılan ilk Üniversitelerden biri olup, yine ABD'de Denizcilik Eğitimine 1972 yılında ilk kız öğrenci alan üniversitedir. Throggs Neck Yarımadası

üzerinde, East River'ın Long Island Sound'a eriştiği bir konumda tarihi bir kale içinde kurulmuş olan Kampüs Kuzey Atlantik Okyanusu sahillerinde, New York Merkezi ve Manhattan'dan sadece birkaç mil uzaklıktadır. ABD'nin en gelişmiş Açık Deniz Eğitim Gemisi Empire State VI (173 m, 17.000 ton) ile 4 yıl boyunca her yaz yarıyılında 2 şer ay dünya denizlerinde açık deniz eğitimi gerçekleştirilir. Eğitim sistemi yatılı

ve üniformalı eğitim düzenindedir.

Aşağıda sunulan tablolar hazırlanan ve YÖK tarafından kabul edilmiş olan İTÜDF/SUNY çift diplomalı ortak uluslararası Gemi Makineleri İşletmeleri Mühendisliği ders programını göstermektedir.

	FALL	SPRING	SUMMER
YER:	İTÜ/İTÜDF (İSTANBUL)		
HAZIRLIK SINIFI	PREP 101 English I PREP 111 Basic Swimming PREP 112 Basic Sailing and Rowing SFTY 111 First Aid SFTY 112 Basic Fire Fighting	PREP 102 English II SFTY 113 Personal Safety and Social Responsibility SFTY 114 Personal Survival Techniques SFTY 115 Proficiency in Survival Craft and Rescue Boats	

İTÜDF/SUNY çift diplomalı ortak uluslararası Gemi Makineleri İşletmeleri Mühendisliği programının süresi 5 yıl olup, ilk yıl İngilizce Hazırlık Sınıfı mecburidir. Bu sınıfta Temel İngilizce eğitiminin yanı sıra kredisiz Temel Denizcilik Sertifika Eğitimleri ile Açık Deniz Eğitim Gemisinde Denizcilik Oryantasyonu verilir. Temel İngilizce başarı düzeyini sağlayan öğrencilere ise Hazırlık yılında Denizcilik İngilizcesi ile Temel Denizcilik Sertifika Eğitimleri ve Denizcilik Oryantasyonu yaptırılır. Hazırlık Sınıfı Eğitimi İTÜ Maslak Kampüsünde verilecektir.

	FALL	SPRING	SUMMER
YER:	İTÜDF (İSTANBUL)		
FRESHMAN YEAR	TEM 161 Mathematics I (4) TEM 171 Physics I (3) MAR 111 Mar. Eng.: Drawing & Design (3) MAR 141 Intr. to Engr. and Computers (3) TEM 181 English for Eng. Officers I (2) PS 101 Professional Studies I (3) TEM 111 Turkish I (2) TEM 141 History of Turkish Rev. I (2)	TEM 142 Mathematics II (4) TEM 152 Physics II (3) TEM 131 Marine Chemistry (3) TEM 162 English for Eng. Officers II (3) PS 102 Professional Studies II (3) PE 101 Physical Education (1)	MAR 510 Summer Sea Term I (6)

1. Sınıf Güz Yarıyılı Eğitimi İTÜDF'de, bahar yarıyılı ise SUNY'dedir. 1. Sınıf Yaz Yarıyılında ilk Açık Deniz Eğitimi SUNY Eğitim Gemisi SUNY-T/S EMPIRE STATE VI ile 2 ay dünya denizlerinde yapılacaktır.

	FALL	SPRING	SUMMER
YER:	SUNY (NEW YORK)		
SOPHOMORE YEAR	TEM 251 Mathematics III (3) TEM 252 Engineering Physics III (3) MAR 242 Solid Mechanics (3) MAR 241 Ship Systems I: Marine Auxiliary Machinery I (2) MAR 203 Manufacturing Processes I (2) MAR 272 Thermodynamics (3) MAR 290 Electrical Engineering I (3) PE 201 Physical Education (1)	TEM 242 Mathematics IV (3) MAR 243 Transport Processes (3) MAR 244 Dynamic Systems (3) MAR 250 Ship Systems II: Marine Auxiliary Machinery II (2) MAR 204 Manufacturing Processes (2) MAR 212 Machine Design (3) MAR 251 Heat Transfer (3) PE 202 Physical Education (1)	MAR 520 Summer Sea Term II (6)

2. Sınıf Eğitimi Güz ve Bahar Yarıyılıları SUNY'de yapılacaktır. 2. Sınıf yaz yarıyılında 2. Açık Deniz Eğitimi yine SUNY-T/S EMPIRE STATE VI ile 2 ay Dünya Denizlerinde yapılacaktır.

	FALL	SPRING/SUMMER
YER:	İTÜDF (İSTANBUL)	
JUNIOR YEAR	TEM 352 Numeric Analysis (2) MAR 311 Marine Electronics (3) MAR 321 Fluid Mechanics (2) MAR 343 Ship Systems III: Marine Diesel Engines (2) MAR 361 Naval Arch. & Ship Const. (3) MAR 332 Strength of Materials (2) MAR 322 Marine Eng. Materials (2) MAR 372 Marine Plant Operations with ERS I (3)	MAR 530 Long Term Sea Training (6)

3. Sınıf Güz Yarıyılı Eğitimi İTÜDF kampüsünde verilecektir. 3. Sınıf Bahar/Yaz yarıyıllarında, Açık Deniz Eğitimi 8 ay süre ile SUNY-İTÜDF Organizasyonunda Uluslararası/Ulusal Ticaret Gemilerinde maaş karşılığı yapılacaktır.

4. Sınıf Güz ve Bahar Eğitimleri İTÜDF kampüsünde verilecektir. Her iki ortak lisans eğitimi de kız ve erkek öğrencilerin üniformalı, yatılı, ast-üst ilişkileri içinde gerçekleştirilecektir.

	FALL	SPRING/SUMMER
YER:	ITU DF (İSTANBUL)	
SENIOR YEAR	MAR 434 Ship Systems IV: Marine Diesel Engines II (3)	MAR 442 Surveying Procedures (2)
	MAR 435 Ship Systems V: Steam & Gas Turbines (3)	MAR 452 Refrig. & HVAC Systems (3)
	MAR 451 Marine Auxiliary Machinery III (including Steam Boilers) (3)	MAR 462 Pneumatic & Hydraulic Control Systems (3)
	MAR 471 Automatic Control Systems (3)	MAR 472 Marine Power Plant Operations with ERS II (3)
	TEM 411 Turkish II (2)	DUI 422 Maritime Law (2)
	DUI 431 Labor Law (2)	MAR 492 Graduation Project (3)
	Elective 411 (3)	TEM 432 History of Turkish Rev. II (2)
	Elective 412 (2)	Elective 413 (3)
		Elective 414 (2)

4. sınıfta Güz ve Bahar yarıyıllarında alınacak Elective (Seçmeli) dersler 3 bölümden oluşmaktadır. Seçmeli dersler alınmaya başlandığında öğrenci aşağıdaki bölümlerden birinde Alt dal (Minor) çalışması yapmak üzere birini seçerek bu bölümdeki tüm dersleri başarıyla tamamlamak zorundadır:

GROUP I: MARINE ENGINEERING (CONVENTIONAL) [ME(C)]:

1. MAR 454E Marine Engineering Design I (3)
2. MAR 452E Modern Control Theory (2)
3. MAR 441E Marine Engineering Design II (3)
4. MAR 453E Modern Concepts (2)

GROUP II: MARINE ENGINEERING (MECHANICAL) [ME(M)]:

1. MAR 418E Mechanical Engineering Design (3)
2. MAR 480E Electrical Engineering II (2)
3. MAR 419E Mechanical Engineering Design II (3)
4. MAR 490E Electrical Engineering III (2)

GROUP III: MARINE ENGINEERING (ELECTRICAL) [ME(E)]:

1. CS 480E Computer Engineering I (3)
2. MAR 481E Communications (2)
3. CS 490E Computer Engineering II (3)
4. MAR 495E Marine Electrical Systems (2)

İTÜ-SUNY Denizcilik Üniversitesi Çift Diplomaya Yönelik Uluslararası Ortak Lisans Programı 2003/2004 ÖSYM Klavuzu Özel Bilgileri:

Programın Kodu	Programın Adı	Öğretim Süresi	Y-ÖSS Puan Tüdü	Genel Kontenjan	Okul - Birincisi Kontenjanı	MEB'te Desteklenecek Okullar Sayısı	Özel Koşullar ve Açılımlar
	İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ						
	Denizcilik Fakültesi – SUNY ortak programları						
	Gemi Makinaları İşletme Mühendisliği	4	SAY	25	-		1,2,3,4,5
	Deniz Ulaştırma İşletme Mühendisliği	4	SAY	25	-		1,2,3,4,5

1. Bu program hazırlık sınıfındaki TC uyruklu öğrenciler iki yıl içerisinde TOEFL koşullarını sağlayamazsa ÖSS puanına ve tercihlerine göre ÖSYM tarafından Türk Üniversitelerindeki aynı adı taşıyan ve öğretim dili Türkçe olan yükseköğretim programlarından birine yerleştirilirler.

2. Bu programdaki öğretim dili %100 İngilizcedir.

3. Bu programa başvurabilmek için yükseköğretim kurumunun aldığı bütün koşullara ek olarak; 1 Ocak 2003 tarihi itibarı ile 22 yaşından gün almamış olmak; reşit olmayanlar için veli göstermek; boyu erkek öğrencilerde 1,65 m.'den, kız öğrencilerde 1,62 m.'den az olmamak; boy uzunluğunun santimetre olarak ifade edilen değerinin son iki rakamından en çok 5 fazla veya 15 noksan kilo ağırlıkta olmak; dilinde kekemelik, pelteklik, tutukluk bulunmamak; yapılacak mülakat ve beden eğitimi sınavında başarılı olmak; sağlık durumunun denize

elverişli olduğunu, renk körlüğü ve şaşılık bulunmadığını, her iki kulağının arızasız olduğunu ve İTÜ Denizcilik Fakültesince öngörülen diğer sağlık koşullarına uygunluğunu tam teşekküllü bir hastaneden alınacak özel sağlık raporu ile belgelemek gereklidir. Bu programa girmeye hak kazananlardan yaptırılacak soruşturmada tutum ve davranışları ile yasadışı siyasi, yıkıcı, irticai, bölücü, ideolojik görüşleri benimsememiş, bu gibi faaliyetlerde bulunmamış veya karışmamış olması, herhangi bir suçtan dolayı mahkum olmamış ve başvuru tarihinde hakkında soruşturma ya da kamu davası ile şahsi bir ceza davası açılmamış olması, yaptırılacak arşiv araştırmalarının olumlu sonuçlanması koşulu aranacaktır. İTÜ Denizcilik Fakültesi, İstanbul Teknik Üniversitesine bağlı İngilizce Hazırlık Sınıfı hariç, üniformalı - yatılı bir Fakülte'dir. Mezunların uluslararası ve ulusal armatör gemilerinde cazip şartlarda iş garantisi vardır.

4. Bu programa Lise (Resmi ve Gündüz Öğretimi Yapan Liseler), Özel Lise, Anadolu Lisesi (Yabancı Dille Öğretim Yapan Resmi Liseler), Yabancı Dille Öğretim Yapan Özel Lise, Öğretmen Lisesi, Anadolu Öğretmen Lisesi ve Çok Programlı Liselerin Fen / Fen Bilimleri, Klasik Fen, Matematik, Tabii Bilimler ve Türkçe / Matematik Alan / Kolu çıkışlı olanlar ve Fen Lisesi, Özel Fen Lisesi, Askeri Lise, Teknik Lise, Anadolu Teknik Lisesi, Motor Teknik Lisesi, Endüstri Meslek Lisesi, Anadolu Meslek Lisesi, Denizcilik ve Su Ürünleri Meslek Lisesi, Gemi Yapı Meslek Lisesi, Motor Meslek Lisesi, Meteoroloji Meslek Lisesi, Anadolu Meteoroloji Meslek Lisesi Ve Denizcilik Endüstri Meslek Lisesi çıkışlı adaylar alınacaktır.

5. 2003-2004 eğitim-öğretim yılında aşağıdaki koşullarda İstanbul Teknik Üniversitesine yerleştirilerek kayıt olan ve devam koşulu sağlayan öğrencilere burs verilecektir.

Öğrenci Sosyal Hizmetler Birimi Bütçesine yapılan bağışlardan karşılanmak üzere 2003-2004 eğitim öğretim yılında ÖSYS sonucunda 0,5 katsayıyla çarpılarak elde edilecek Sayısal puan türü sıralamasında Türkiye genelinde ilk 2000'e giren ve Üniversitemizi tercih eden öğrencilerden a) ilk 500 öğrenci arasında yer alan öğrencilere aylık 150 000 000 TL karşılıksız burs ile bir veya iki kişilik odaları bulunan yüksek standartlı öğrenci yurtlarında ücretsiz barınma olanağı, b) 501-1000 arasında yer alan öğrencilere aylık 100 000 000 TL karşılıksız burs ile standart öğrenci yurtlarında barınma olanağı, c) 1001-2000 arasında yer

alan öğrencilere aylık 75 000 000 TL karşılıksız burs olanağı ile öğrenci yurtlarına girme önceliği sağlanması, Başarı bursu faslından burs alan öğrencilerin burslarının devamı ile ilgili hususlar Üniversite Yönetim Kurulu tarafından belirlenir.

6. Program ücretlidir. 2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılında ÖSYS sonucunda 0.5 katsayıyla çarpılarak elde edilecek sayısal puan türü sıralamasında Türkiye genelinde ilk 3000'e giren ve İTÜ Denizcilik Fakültesini tercih eden öğrencilerden Uluslararası - Ulusal Armatör kuruluşlarının da katılacağı mülakat sırasında başarılı olanlara yapışacak protokol ile mezuniyet sonrasında aynı şirkette çalışmak koşulu ile karşılıklı tam burs verilecektir. Öğrenimleri başarısızlık veya herhangi bir nedenle tamamlayamayan karşılıklı burslu öğrenciler, Fakültenin ayrıldıkları tarihe kadar kendilerine verilen bursu geri ödeyeceklerdir.

7. Türkiye'de yapılacak olan Hazırlık Eğitimi Öğrenim harcı 5.000 USD/yıldır. Bu ücrete barınma, yiyecek ücretleri dahil değildir. Hazırlık Eğitiminden sonra İTÜDF-SUNY'de yapılacak olan 4 yıllık eğitimin ortalama yıllık ücreti 11.500 USD'dir. Ancak bu ücrete öğrenim harcının yanısıra yurt, yemek, sağlık sigortası, kitap, kırtasiye (cep harçlığı hariç bütün masraflar) ücretleri dahildir.

2003-2004 Eğitim-Öğretim Yılında ÖSYS sonucunda 0.5 katsayı ile çarpılarak elde edilecek sayısal puan türü sıralamasında Türkiye genelinde ilk 3000'e giren ve İTÜ Denizcilik Fakültesini tercih eden öğrencilerden

Uluslararası-Ulusal Armatör kuruluşlarının da katılacağı mülakat sırasında başarılı olanlara yapılacak protokol ile mezuniyet sonrasında aynı şirkette çalışmak koşulu ile karşılıklı tam burs verilecektir.

8. Öğrenimlerini başarısızlık veya herhangi bir nedenle tamamlayamayan karşılıklı burslu öğrenciler, Fakülteden ayrıldıkları tarihe kadar kendilerine verilen bursu geri ödeyeceklerdir.

9. İTÜ-SUNY Denizcilik Üniversitesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programına 2003-2004 Eğitim-Öğretim yılında toplam 25 öğrenci alınacaktır.

SONUÇ

Dünyadaki sosyal, ekonomik, kültürel, ve teknolojik değişikliklere paralel olarak İTÜ Denizcilik Fakültesi son 10 yılda yaptığı çalışmalarla uluslararası platformda denizcilik eğitiminde yerini almıştır. Bu çalışmaların neticesi olarak Amerika Birleşik Devletleri SUNY Denizcilik Üniversitesi ile birlikte çift diplomalı ortak uluslararası Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği lisans programını başlatarak dünya Denizcilik Eğitiminde büyük bir rol oynayacak konuma gelmiştir.

İTÜ - SUNY Denizcilik Üniversitesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programının yetiştireceği öğrenciler sayesinde dünya ticaret sektörüne çok şeyler vereceği muhakkaktır. Şüphesiz ki ileri seviyede bir Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitim programının ana amacı tüm dünyadaki Gemi Makineleri İşletme Sektörüne katkıda bulunabilecek adaylar yetiştirmek

olmalıdır. Böylece çağdaş programlara sahip Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitimi "Yönetici" ve "Lider" mühendisler yetiştirmelidir.

KAYNAKLAR

1. Webster's Encyclopedic Unabridged Dictionary of the English Language, Random House Value Publishing Inc., Gramercy Books, New York, 1996.
2. Sağ, O. K. ve Çiçek, İ.; "Baseline Study, and the Preparation Towards the XXIst Century Undergraduate Deck and Engine Curricula of Istanbul Technical University, Maritime Faculty," International Association for Maritime Universities (IAMU) Inaugural General Assembly, 26-29 Haziran 2000, İstanbul.
3. Sağ, O.K.; "İTÜ Denizcilik Fakültesi - Türk Ticari Eğitiminin Geliştirilmesi", Japonya- Türkiye Ulaştırma Bakanlıklar, Uluslararası JICA Projesi (1 Nisan 2000 - 31 Mart 2005), Ege Bölgesi - Türkiye 1. Tanıtım Semineri, 28 Mart 2003, Mares Otel, Marmaris.
4. Sağ, O.K.; "The Project on Improvement of Maritime Education - Mid-Term Evaluation Mission", Japan International Cooperation Agency Mid-term Evaluation, Project on Improvement of Maritime Education and Training of Turkey, İTÜ Denizcilik Fakültesi, Ekim 8 - 25, 2002.
5. Nakazawa, T.; International Association of Maritime Universities (IAMU) General Assembly, İstanbul, 2000, pp. 20-25.
6. Çiçek, İ. and Uchida, M.; "Improvement of Marine Engineering Curriculum Using The Engine Room Simulator," International Association for Maritime Universities (IAMU) Third General Assembly, 26 - 29 Eylül, 2002, Castine, Maine, ABD.
7. Çiçek, İ.; Deniz, C.; Kuşoğlu, A.; Nakazawa, T.; "A Comparative Study of Training Methods for Training and Education of Marine Engineering Students

of IAMU Universities," *International Association for Maritime Universities (IAMU) Second General Assembly, 3-7 Ekim 2001, Kobe, Japonya.*

8. Harold, A.F.; "The Executive Role for the Marine Engineer", *Transactions of IMARE*, vol. 100, pp. 1-4, 1988.

9. *STCW 1978 as amended in 1995, International Maritime Organization (IMO), 1996.*

10. *Uluslararası Ortak Lisans Programları Kataloğu, "Denizcilik: İstanbul Teknik Üniversitesi - State University of New York. Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği, Deniz Ulaştırma - İşletme Mühendisliği 2003-2004", İstanbul Teknik Üniversitesi.*

KISALTMALAR

ABD : Amerika Birleşik Devletleri

BSUN : Black Sea Universities Association

COW : Crude Oil Washing

GASM : Gemi Adamları Sınav Merkezi

IAMU : International Association of Maritime Universities

IMAM : International Maritime Association of Mediterranean

IMO : International Maritime Organization

İTÜ : İstanbul Teknik Üniversitesi

İTÜDF : İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi

JICA : Japanese International Cooperation Agency

KUMM : Kobe University of Mercantile Marine, JAPAN

MDS : Gemi Makine Dairesi Simülörü / Simülörleri

M/V : Motor Vessel

ÖSS : Öğrenci Seçme Sınavı

ÖSYM : Öğrenci Seçme ve Yerleştirme Merkezi

SMCP : Standard Marine Communication Phrases

STCW : Standardization Training and Certification of Watchkeeping Officers

SUNY : State University of New York, USA

TC : Türkiye Cumhuriyeti

TOEFL : Test of English for Foreign Language

T/S : Training Ship

TUMM : Tokyo University of Mercantile Marine, JAPAN

UK : United Kingdom

VTS : Vessel Traffic System

YÖK : T.C. Yüksek Öğretim Kurumu



Gemi Makine Dairesi Simülatörlerinin (MDS) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitim Programına Entegrasyonu

İsmail ÇİÇEK

Gemi Mk. İşl. Müh. Bl. Bşk. Yrd.

İstanbul Teknik Üniversitesi

Denizcilik Fakültesi

Tuzla, İstanbul

ÖZET

Günümüzde gemi makine dairesi makine ve ekipmanları değişik firmalar tarafından kendi geliştirdikleri teknoloji ve standartlarına bağlı olarak üretilmektedir. Dolayısıyla makine dairesinde görev alacak adayların eğitimi, bu makine ve sistemlere tam olarak adaptasyon süresini azaltmaya yönelik hazırlanmalıdır. Bu da ancak daha önceden tecrübe edilmesiyle mümkündür. Bu problemler içinde bazıları vardır ki diğer eğitim yöntemleri olan eğitim gemisinde veya ticaret gemisinde uygulamalı eğitim, klasik makine laboratuvarları ve dersane eğitimleri yetersiz kalmaktadır. "Yönetim Seviyesi" olarak tanımlanan yeterliliklerin sağlanması ancak Gemi Makine Dairesi Simülatörlerinin (MDS) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde kullanılarak gerçek problemlere dayalı olarak oluşturulan problemlerin tekrar edilen eğitimlerle yapılmasıyla mümkündür. Dünyadaki deniz kazalarının %80'inin insan

hatasından kaynaklanmasından dolayı bu tür deniz güvenliğine yönelik mühendis eğitimlerinin deniz ticaret sektörüne katkısı büyüktür. (1) Bu çalışmada İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitim programında MDS'nin diğer eğitim metotları olan Eğitim Gemisi ve Ticaret Gemisi eğitimleriyle birlikte nasıl ve ne şekilde kullanıldığı ele alınmıştır. MDS'nin Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitim programına uygulanmasında temel esas STCW95 İşletim Seviyesi ve Yönetim Seviyesi yeterlilikleri ve bu yeterlilikleri sağlamak için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılması olmuştur. Ayrıca bu çalışmada MDS kullanılarak yapılan eğitimlerde hangi konuların pratik eğitimlerle nasıl verildiği örneklerle gösterilerek sektörde çalışan personelin sürekli eğitiminde de kullanılması önerilmiştir.

(1) National Transportation Safety Board Report, Washington D.C., PB98-916401, NTSB/MAR-98/01.

GİRİŞ

Son bir kaç yılda İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümünde Japon International Cooperation Agency (JICA), International Maritime Organization (IMO), International Association of Maritime Universities (IAMU) gibi organizasyonlar ve uluslararası saygınlığı olan Denizcilik Üniversiteleri ile olan ikili çalışmalar neticesinde aşağıda maddeler halinde belirtilen önemli araştırma ve geliştirme çalışmaları yapılmıştır:

- Norcontrol (Norveç) tarafından üretimi yapılan tam kapsamlı Makine Dairesi Simülatörünün (MDS) İTÜ Denizcilik Fakültesine yerleştirilmesi.
- Simülatör Merkezinin tamamlanması.
- Unitest (Polonya) tarafından üretimi yapılan 5 ayrı bilgisayara dayalı MDS'nin Fakülteye kazandırılması.
- MDS bazlı ders programlarının ve kaynaklarının hazırlanması.

MDS eğitimcilerinin uzun ve kısa programlarla eğitimleri ve araştırma çalışmaları:

- MDS Eğitimcilerin Eğitimi Sertifika Programı, IMO Eğitim kursu, Ocak 2003, 2 hafta süreli, Gdynia Denizcilik Üniversitesi İşbirliği, İTÜ Denizcilik Fakültesi kampüsü.
- MDS Eğitimi, Ocak 2002, 1 hafta süreli, Gdynia Denizcilik Üniversitesi İşbirliği, İTÜ Denizcilik Fakültesi kampüsü.

Norcontrol tarafından verilen MDS Eğitimcilerin Eğitimi Sertifika Programı, Haziran 2001, 3 hafta süreli, İTÜ

Denizcilik Fakültesi kampüsü.

MDS Eğitimi 1 hafta süreli için ön hazırlık eğitim çalışması, Kalmar Denizcilik Üniversitesi İşbirliği, Mart 2001.

MDS Eğitim, Araştırma Çalışması, ve MDS üretici testlerini içeren 40 gün süreli eğitim (Çiçek, İ., Taiyo Electric Şirketi, Denizcilik Eğitim Enstitüsü ve KUMM, Japonya.), Ocak - Şubat 2001.

MDS'in Denizcilik Eğitiminde Kullanılması konulu 2 hafta süreli çalışma, Kobe University of Mercantile Marine (KUMM) ve İTÜDF İşbirliği, İTÜ Denizcilik Fakültesi Kampüsü, Kasım 2000.

- Deniz Güvenliği ile ilgili konularda araştırma çalışmalarına başlanması (Çiçek, İ. ve Uchida, M., 2002; Uchida ve diğerleri, 2002).

- Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği ders programlarının ilerletilmesi için Uluslararası Denizcilik Üniversiteleri ile ortak çalışmalar yapılması (Sağ, O. K. ve Çiçek, İ., 2000; Nakazawa, T. ve diğerleri, 2001; Çiçek, İ. ve diğerleri, 2001). Uluslararası konferans ve seminerler düzenlenmesi ve diğer konferanslara katılınması (Baş, M. ve diğerleri, Mayıs 2002; Çiçek, İ., 2002; Çiçek, İ. ve Uchida, M., 2002; Uchida ve diğerleri, 2002).

- Kısa süreli Deniz Güvenliği kursları hazırlanması ve uygulamaya başlanması

- Otomatik Kontrol Sistemleri Laboratuvarı hazırlanması (2003 yılında tamamlanacaktır).

- Öğrencilerin staj değerlendirmesi

konusunda ankete dayalı araştırma çalışmasına başlanması.

Yukarıda anlatılan diğer eğitim ve çalışmalarla beraber İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde simülatorlerin kullanımına başlanmıştır. Ders araç ve gereçleri olarak üretilmiş olan simülatorlerin mühendislik eğitimi gözönünde bulundurularak derslerde kullanılabilmesi için ders program ve kaynaklarının en iyi şekilde hazırlanması gereklidir. Herhangi bir eğitim kurumunun Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği ders programına simülatorlerin uygulanabilmesi için ders programı ve içerikleri, simülatorlerin özellikleri, hangi derslerde ne şekilde ve nasıl kullanılacağı, değerlendirme sisteminin nasıl olacağı, ders kaynaklarının neler olacağı konularında kapsamlı çalışma yapmak gereklidir.

STCW95 incelendiğinde Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde "Operasyon seviyesi (Tablo A-III-1)" ve "Yönetim Seviyesi (Tablo A-III-2)" yeterlilik eğitimi verebilmek için aşağıdaki metotlardan birisinin kullanılmasını tavsiye edilmiştir:

- Ticaret gemileri,
- Eğitim gemisi,
- Gemi Makina Dairesi Simülatorü (MDS) kullanımı,
- Laboratuvarlar, atölye ve dersane uygulamaları.

İlk bakışta bu eğitim metotlarının sadece birinin kullanılmasının yeterli olduğu düşünülebilir. Ancak daha dikkatle incelendiğinde bu eğitim metotları birbirine alternatif olmayıp herbirinin eğitimde doğru zamanlarda ve efektif kullanımı eğitimin kalitesini

ve verimliliğini artırır (Çiçek, İ. ve diğerleri, 2001). Çiçek, İ. ve diğerleri (2001) bu eğitim metotlarının hangi yeterliliklerin sağlanmasında daha verimli olacağını sorveye dayalı yaptıkları araştırma neticesinde göstermişlerdir. İTÜ Denizcilik Fakültesinde yapılan bu çalışmalara göre, MDS'in diğer eğitim yöntemlerine göre bir çok açıdan daha avantajlı ve etkin olduğu tespit edilmiştir. Operasyon seviyesi eğitimi açısından Ana Makine, yardımcı makineler ve diğer sistemlerin normal çalışmalarının uygulamalı eğitiminin yapılabilmesi, vardiya tutma, vardiya sırasında normal izleme ve operasyon eğitimi buna bir örnektir. Bundan dolayı, İTÜ Denizcilik Fakültesi MDS, ticaret gemisi eğitimi, eğitim gemisi eğitimi, laboratuvar ve atölye eğitimleri, dersane eğitimleri STCW'95'de belirtilen yeterlilikler gözönünde bulundurularak verimli bir şekilde Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde kullanılmaktadır.

MDS kullanımının en avantajlı ve etkin özelliği ise özellikle STCW95 yönetim seviyesi yeterlilikleri için gerekli eğitim olan arızayı doğru ve hızlı olarak tespit edebilme ve makina dairesinde problem giderme konusunda tekrarlanan eğitim yapılabilmesidir. MDS kullanılarak bir makina dairesinde çıkabilecek her türlü arızalar senaryolar ile simüle edilerek, tatbiki olarak öğrencilerin tekrar tekrar eğitimi ve bilgisayar destekli olarak değerlendirilmesi yapılmaktadır. Bu ve buna benzer avantajlarından dolayı İTÜ Denizcilik Fakültesinde MDS kurulmuş ve Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği bölüm programına MDS dersleri STCW95 Operasyon ve

Yönetim Seviyelerine göre entegre edilmiştir. Bunun yanında İTÜ Denizcilik Fakültesinde MDS, Operasyon, Gemi Yardımcı Makinaları, Otomatik Kontrol Sistemleri, Dizel Motorları ve Makina Dairesi Ekonomisi gibi uygulama bölümleri olan diğer derslerde de laboratuvar ve uygulama aracı olarak da kullanılmaya başlanmıştır. Bu çalışmadaki amaç Gemi Makine Dairesi Simülatörlerinin (MDS) eğitimde diğer eğitim metotları olan Eğitim gemisi ve Ticaret gemisi ile birlikte nasıl kullanıldığı, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programına nasıl entegre edildiği hakkında bilgi vermek ve özellikle yönetim seviyesi eğitimlerinde MDS kullanılmasını örneklerle göstererek MDS'nin öğrencilerin eğitiminde kullanılmasının yanısıra gemilerde çalışan zabıtların, seyir güvenliği ve makine performansının artırılması konularını içeren sürekli eğitimlerde de kullanılabileceğini göstermektir.

GEMİ MAKİNE DAİRESİ SİMÜLATÖRLERİ

MDS'in Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği programında ilk kullanılmasında genel olarak IMO Model kursu 2.07'dan faydalanılması doğru olur. Fakat IMO Model kursunun genel kapsamlı hazırlanmış oluşu, simülatörün özelliklerine göre değişikliklerin yapılması ve kullanılacağı derslerin içeriklerine uygun olarak hazırlanması gerektiği için ayrı bir çalışma gerekir. Örneğin IMO Model kursu 2.07' nin "İşletim" ve "Yönetim" seviyesi eğitimlerinde nasıl kullanılacağı ayırt edilmediği gibi

derslerde laboratuvar aracı olarak kullanımı ve yöntemi konusu da yer almamaktadır.

Gemi Makine Dairesi Eğitimi için değişik simülatör tipleri üretilmiştir. Bütün simülatörlerin asıl amacı Gemi Makine Dairesindeki makine ve sistemlerin gerçeğe mümkün olduğu kadar uygun olarak (?) simüle edilmesi ve eğitimde kullanılabilmesidir. Simülatörlerin eğitimde kullanılmasındaki avantajları şunlardır (Cicek, I. ve Uchida, M. 2002):

- Normal ve anormal durumlar için tekrar edilen eğitimlerin yapılabilmesi,
- İşletme maliyetinin düşük olması,
- Eğitim için yapılan hazırlık zamanının efektif oluşu,
- Ders programının senaryolar ile istenildiği gibi hazırlanabilmesi ve ders programının kontrol edilebilir oluşu,
- Öğrencilerin değerlendirilmelerinin önceden hazırlanan senaryolarla gerçekleştirilebilmesi,
- Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitiminde Standart program hazırlanmasını mümkün hale getirmesi.

Yukarıda sayılan avantajlarından dolayı MDS'in XXI. Yüzyılda Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde kullanılması zorunluluk olmuştur. Bir akademisyen olarak şunu belirtmekte fayda vardır ki, MDS bir ders değil, bir ders aracıdır. Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği derslerinde kullanılmak üzere değişik firmalar tarafından bir çok değişik amaçlarda simülatörler üretilmiştir. Örneğin aynı firma tarafından üretilen (UNITEST, Polonya) öğrencinin yalnız çalışması düşünülerek hazırlanmış olan elektronik talimatlı PC bazlı simülatör

ile özellikle yönetim seviyesi eğitimi için geliştirilmiş olan Turbo Dizel simülátörünün dizaynı ve kullanım amacı birbirinden tamamen farklıdır. Norcontrol (Norveç) firması tarafından üretilen tam kapsamlı makine dairesi simülátörü ise makine dairesinin çevre koşullarını da simüle ederek vardiya tutma gibi eğitimlerde kullanılabilir. Bu yüzden değişik eğitim amaçları için üretilmiş olan MDS'lerini sınıflandırarak

derslerde araç olarak kullanmakta yarar vardır. Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde kullanılan bütün simülátör çeşitleri dizayn ve amaç gözönünde bulundurulduğunda aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Çiçek, 2002 ve Kluj, S., 2001):

Sınıfı	Fonksiyonu	Açıklama
B	Temel, CBT	Bilgisayara dayalı çalışma CD lerinden veya uygulama programlarından oluşan ana makine, jenerátörler, kazan, seperátörler gibi sadece bir makineyi ve sistemlerini simüle eden ve tek bir bilgisayarda çalışan simülátörlerdir.
P	(PC – Bilgisayar)	Genellikle bir bilgisayarda yada network ağıyla bağlanmış bilgisayarlar ile makine dairesini simüle eden programlardır
F	Full – Tam Kapsam	Kontrol odası ve makine dairesinde bulunan tüm makine ve sistemlerini mimik panel, ses, ve görüntü efekleriyle simüle eden tam kapsamlı simülátörlerdir. Bir Geminin Makine Dairesi tam kapsamlı olarak simüle edildiğinden Ekip Yönetimi, İletişim, Risk Yönetimi, Manevra, Vardiya Tutma gibi konularda Eğitim için dizayn edilmişlerdir.
S	Special – Özel	Genellikle tek bir PC ya da UNIX'de çalışan araştırma ya da özel eğitim amacı için geliştirilmiş olan simülátörlerdir. Örneğin özel tip bir makinenin problemlerine müdahaleyi göstermek amacıyla üretilmiş olan simülátörler.

Yukarıda belirtilen değişik amaçlara göre dizayn edilmiş simülátörlerin ders programında değişik derslerde ve

değişik safhalarda kullanımı verimli bir eğitim programının oluşmasında yardımcı olur.

İTÜ DENİZCİLİK FAKÜLTESİ MAKİNE DAİRESİ SİMÜLATÖRLERİ

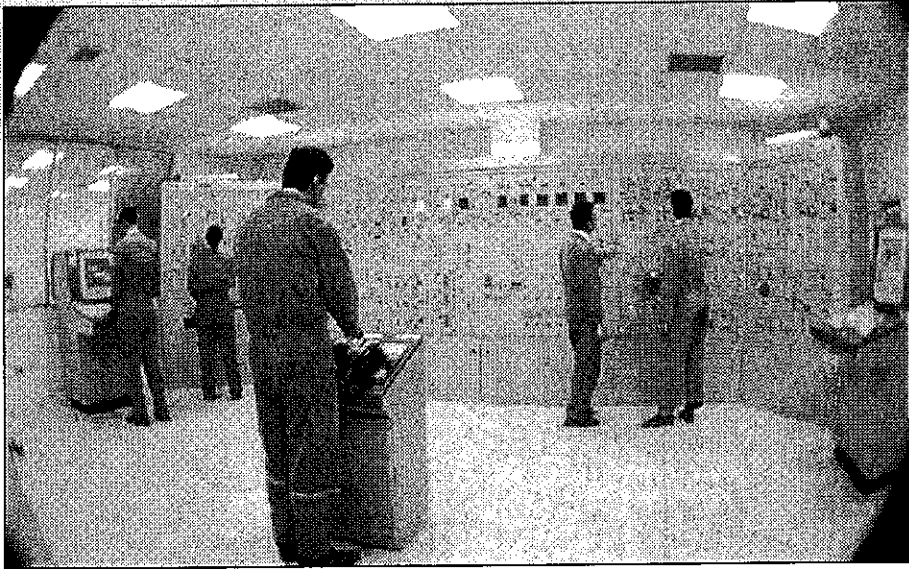
İTÜ Denizcilik Fakültesinde derslerde kullanılmak üzere şu simülátörler mevcuttur:

Tablo 1. İTÜ Denizcilik Fakültesi Makine Dairesi Simülátörleri.

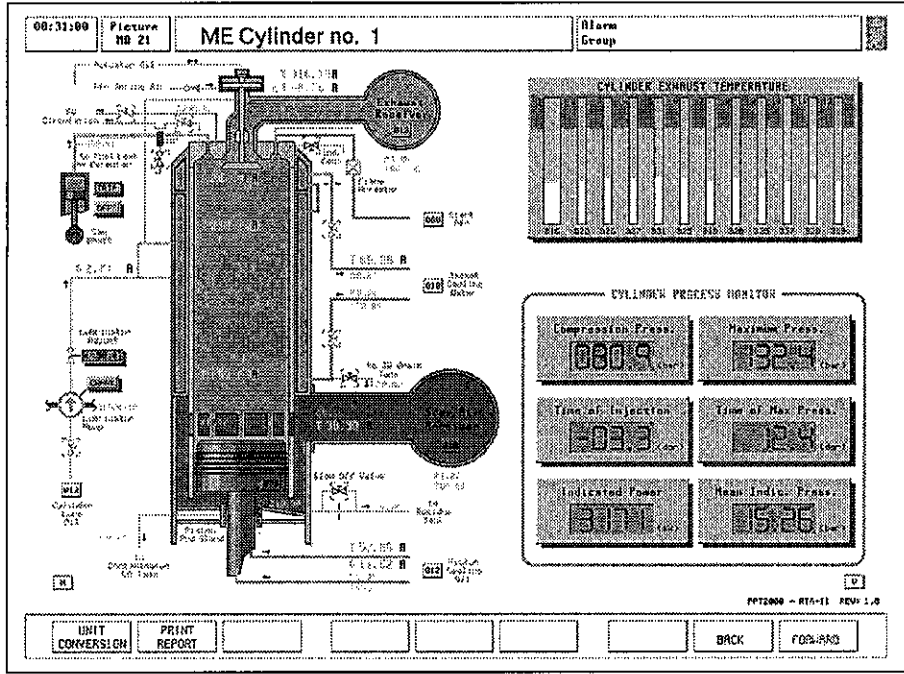
Sınıfı	Amaç/Üretici Firma	Kısa Özellikleri
F	Tam Kapsamlı MDS / (Norcontrol, NORVEÇ)	SULZER RTA 84C tipi ana makineli 4200 TEU bir konteyner gemisinin Makine Dairesi ve Kontrol Odasının makine ve sistemlerinin ses ve görüntü ile gerçeğe yakın olarak simüle edildiği sistemidir. Makineyi seyir hazırlama, manevra, vardiya tutma, ekip yönetimi, makine dairesi - köprüüstü ilişkileri, arızaların giderilmesi gibi eğitimlerde ideal bir eğitim aracıdır. Tam Kapsamlı simülátör olduğundan aşağıdaki bölümde teknik özellikleri detaylı olarak anlatılmıştır (Şekil 1 ve Şekil 2).
P	UNIX İşletim Sistemli Pratik Egzersiz İstasyonları / (Norcontrol, NORVEÇ)	Tam Kapsamlı MDS ile aynı programı çalıştıran Norcontrol tarafından üretilen 6 adet UNIX işletim sistemli bilgisayar simülátör uygulama programları öğrencilerin kendi çalışmalarını yapabilmeleri için kullanılmaktadır. Amaç, tüm Makine Dairesi makine ve sistemlerini seyir durumuna hazırlamak, öğrencinin yardımcı dokümanları kullanarak pratik egzersizler yapmasını ve arıza giderme konularında çalışma yapmasını sağlamaktır (Şekil 3).
P	Virtual Engine Room (VER) / UNITEST, POLONYA	Orta devirli diesel Ana Makinesi olan bir Makine Dairesinin tüm sistem ve makinelerinin tek bir bilgisayarda çalıştırıldığı simülátör sistemidir. PC bazlı ve görsel zengin görüntüye sahip olduğundan diz üstü bilgisayara kurulumu yapılarak meslek derslerinde yardımcı araç olarak kullanmak için idealdir (Şekil 4 ve Şekil 5).
P	Steam Engine Room Sim. (SER) / UNITEST, POLONYA	Buhar Türbinli bir Makine Dairesinin tüm sistem ve makinelerinin tek bir bilgisayarda çalıştırıldığı simülátör sistemidir. PC bazlı ve zengin bir görüntüye sahip olduğundan diz üstü bilgisayara kurulumu yapılarak meslek derslerinde yardımcı araç olarak kullanmak için idealdir (Şekil 6, Şekil 7 ve Şekil 8).
S	Turbo Diesel Sim. / UNITEST, POLONYA	Özellikle Yönetim seviyesi eğitimleri düşünülerek hazırlanmış olan Turbo Diesel simülátörü ile bir Turbo Diesel Makinesinin ve tüm sistemlerinin çalıştırılmaları yapılabildiği gibi "Yönetim Seviyesi" eğitiminde kullanılan tamir masraflarını minimuma indirme gibi özel amaçlı eğitim yapılabilmektedir (Şekil 9).
B	Basic - Bilgisayara Dayalı Programlar / UNITEST, POLONYA	Meslek derslerinde makinelerin birbirinden bağımsız olarak yapısının incelenerek çalıştırıldığı ve tanındığı programlardır. F ve P sınıfı simülátörlerde amaç Ana Makine ve tüm makine ve sistemleri seyir hazırlık için çalıştırmak iken B sınıfı simülátör programlarının amacı tek bir makineyi daha ayrıntılı olarak tanımak ve çalıştırmaktır. Örneğin Alfa laval Distiller, Auxiliary Steam Boiler, C.P. Propeller Installation, Hamworthy Oily Water Separator, GEA Fuel Oil Separators, Hydroster Steering Gear, Piston Compressor, Refrigeration Plant, Water Pumps, Diesel Engine Generators, Engine Remote Control System, Warma Biological Sewage Treatment Plant gibi programlar ayrı ayrı detaylı olarak simüle edilmiştir (Şekil 10).



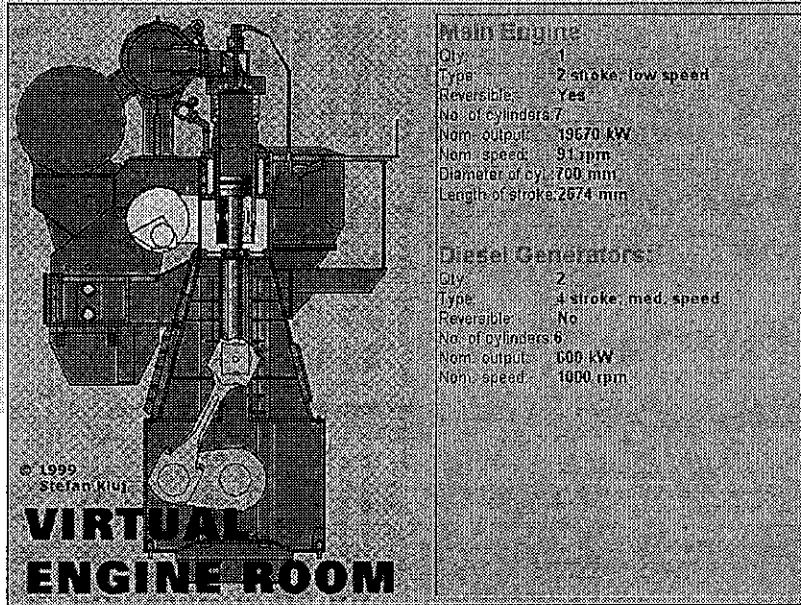
Şekil 1. İTÜDF Tam Kapsamlı MDS - Kontrol Odası.



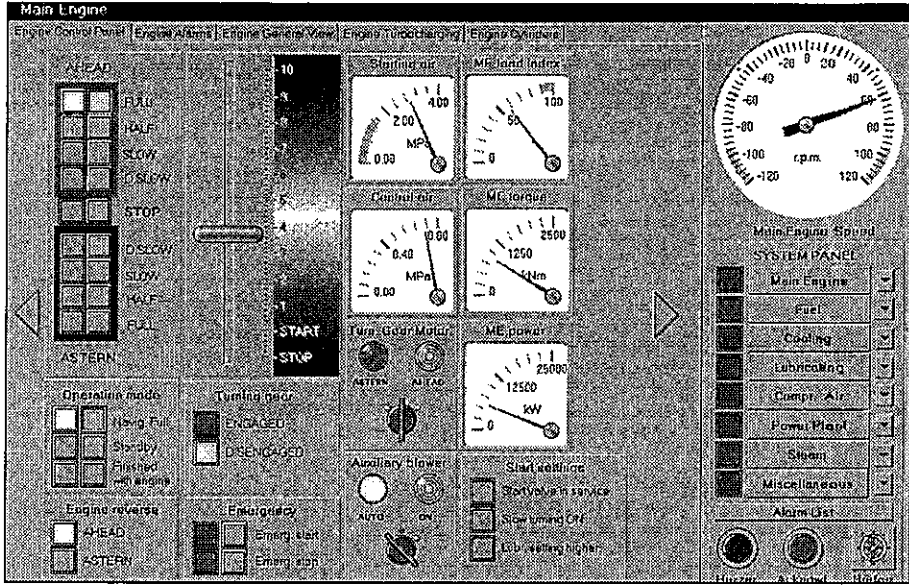
Şekil 2. İTÜDF Tam Kapsamlı MDS - Makine Dairesi.



Şekil 3. İTÜDF UNIX İşletim Sistemli P Sınıfı Egzersiz İstasyonu - Programdan Bir Görüntü.



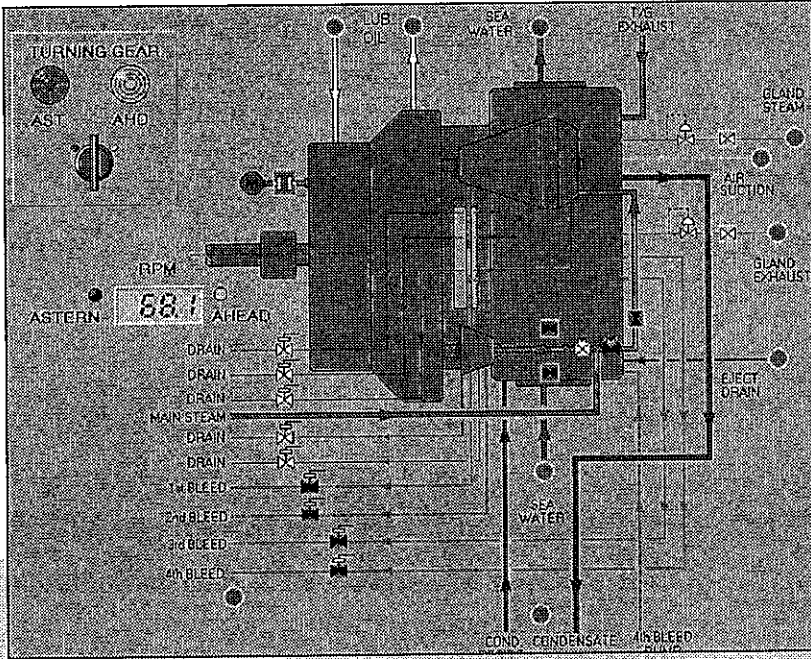
Şekil 4. İTÜDF PC Bazlı Makine Dairesi Simülâtörü - Virtual Engine Room (VER), UNITEST - Program Giriş Görüntüsü.



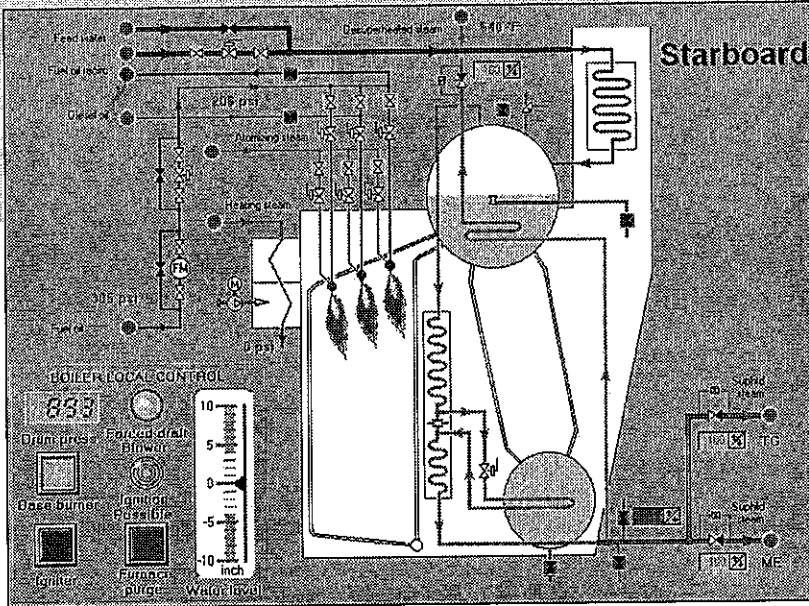
Şekil 5. İTÜDF PC Bazlı Makine Dairesi Simülatörü - Virtual Engine Room (VER), UNİTEST- Ana Makine Kontrol Sayfası.



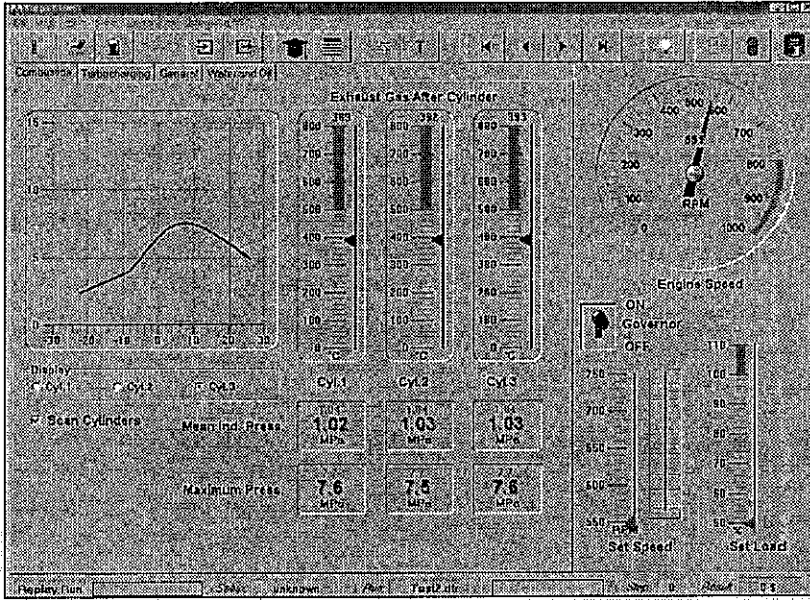
Şekil 6. İTÜDF PC Bazlı Makine Dairesi Simülatörü - Buhar Türbinli Makine Dairesi (SER), UNİTEST- Program Giriş Görüntüsü.



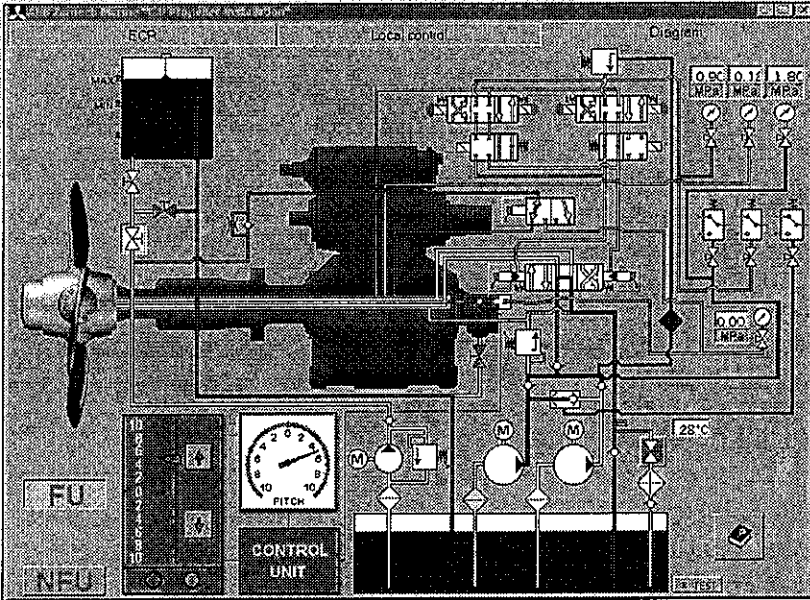
Şekil 7. İTÜDF- Buhar Türbinli Makine Dairesi Sim.(SER),
UNITEST- Program Türbin Sayfası.



Şekil 8. İTÜDF- Buhar Türbinli Makine Dairesi Sim.(SER),
UNITEST- Program Kazan Sayfası.



Şekil 9. İTÜDF S Sınıfı MDS (Turbo Diesel Simulator, Unitest, Poland) - Yanma Kontrol Sayfası.



Şekil 10. İTÜDF B Sınıfı Simülör Örneği - C.P. Propeller Installation Programı.

Yukarıda anlatılan simülâtör sınıflarının tamamı İTÜ Denizcilik Fakültesinde mevcut olup ders programında kullanılmaya başlanmıştır.

Aşağıdaki bölümde tüm simülâtör sınıfları içinde en kapsamlı olan İTÜ Denizcilik Fakültesinde kullanılan F tipi tam kapsamlı MDS'in özellikleri anlatılmıştır. Kongsberg Norcontrol tarafından üretilen ve şu ana kadar yapılmış makina dairesi simülâtörleri içinde en gelişmiş olan MDS olarak bilinen İTÜDF MDS aşağıdaki bölümlerden oluşmaktadır:

Makina Dairesi Kontrol Odası: Makine dairesindeki makine ve sistemlerin kontrollerinin yapıldığı kontrol odası konteyner tipi bir geminin makine kontrol odasındaki cihaz ve sistemlere sahiptir. Bu cihaz ve sistemler: Ana makine otomatik kontrol ünitesi, Güç kontrol ünitesi, Makine kumanda sistemi ve köprüüstü haberleşme sistemi, Ana jeneratörler kontrol panelleri, Senkronizasyon paneli, Acil durum jeneratör paneli, Turbo-jeneratör güç paneli, Diğer güç sistemleri paneli, 2 uzaktan kontrol bilgisayar sistemi ve Güç panelleri için ses simülasyon sistemidir. Tam kapsamlı MDS'in kontrol odası Şekil 1'de eğitim esnasında alınan fotoğraf ile gösterilmiştir.

Makine Dairesi: Mimik paneller kullanılarak aşağıdaki sistem ve bölümlerden oluşan Makine Dairesi makine ve sistemlerinin simülasyonu yapılmıştır:

oMimik paneller: Ana makine ve sistemleri, dizel jeneratörler ve sistemleri, liman ve baca kazanı, seperatörler, kompresörler, pompalar, balast, yakıt ve yağ tankları gibi Ana

Makine, yardımcı makineler ve sistemlerinin tamamı mimik paneller kullanılarak simüle edilmiştir,

oMakina dairesi acil durum makine kontrol ünitesi,
o2 bilgisayara dayalı operasyon istasyonu,
oMakina dairesi ses simülasyon sistemi.

Denetim Odası: Denetici öğretmen kontrol bilgisayarı, ses kontrol bilgisayarı, gemi dahili iletişim sistemleri ve ekipmanlarından oluşan bu bölüm öğrencilerin eğitimlerinin organizasyonu, gözlenmesi ve değerlendirilmeleri için kullanılmaktadır. Ayrıca seyir esnasında köprüüstü olarak kullanılmaktadır.

Egzersiz İstasyonları: Öğrencilerin derste gördükleri konuları kendi başlarına pratik eğitim uygulamaları yapabilmeleri için UNIX sistem bilgisayara dayalı 6 adet simülasyon sistemi ve programından oluşmaktadır. Öğrencilerin tam fonksiyonlu MDS'de yapacakları operasyonlara hazırlık amacıyla pratik eğitim ve alıştırmayı yapabilmeleri için kullanılmaktadır.

Konferans Salonu (Derslik): 60 öğrenci kapasitesi olan konferans salonunda P sınıfı simülâtöre bağlı olan data projektörü ile simülâtör öncesi ve sonrası ders ve seminerler verilebilecek şekilde hazırlanmıştır.

Simüle edilmiş olan Gemi ve Ana Makinenin teknik özellikleri Tablo 2'de gösterilmiştir.

Tablo 2. İTÜDF Tam Kapsamlı Simülatörde Sümüle Edilen Ana Makinenin Teknik Özellikleri.

SİMÜLATÖR TİPİ	ERS-L11 SULZER 12RTA 84, Konteyner, KMSS
Gemi	4,200TEU Konteyner Gemisi Boy: 295m., En: 32m., Draft : 12.6m., Dead-weight: 55,000tons
Ana Makine	SULZER 12RTA 84 Silindir Çapı: 840 mm., Strok: 2,400mm., MCR: 48,600 kW Ana Makine Devri: 102 rpm, Silindir Sayısı: 12, Ana Makine Endike basıncı: 17.0 bar, Skavenç hava basıncı: 2.4 bar, Hava Soğutucu Sayısı: 3, Turboşarjer sayısı: 3 Spesifik yakıt sarfıyatı: 165 g/kwh.
Elektrik Santrali	Üretim Dizel Jen.: 1,810kW x 2 adet, Turbo Jen.: 2,250kW x 1adet, Acil Durum Jen.: 1adet
Buhar Üretim Santrali	Yakıt ve baca kazanı: 0.75MPa, 12.0tonf/h

İTÜ Denizcilik Fakültesinde yukarıda liste halinde anlatılmış olan cihaz ve sistemler kullanılarak konteyner tipi bir geminin makine dairesinde gerçeğe uygun ortamda Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminin uygulamaları yapılmaktadır.

İTÜ DENİZCİLİK FAKÜLTESİ GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ BÖLÜMÜ EĞİTİMİNDE MDS'LERİN KULLANIMI

İTÜ Denizcilik Fakültesi - Japanese International Cooperation Agency (JICA) projeleri çerçevesinde tam kapsamlı MDS Haziran 2001 tarihinde İTÜ Denizcilik Fakültesine kazandırılmış ve bu tarihten itibaren yapılan çalışmalar ile Gemi Makine İşletme Mühendisliği derslerinde uygulanmaya başlamıştır. MDS kullanılarak Gemi Makineleri İşletme Mühendisi adaylarına eğitim verilmesindeki temel amaç derslerde görülen teorik bilgiler ve temel Laboratuvarlarda alınan becerilerin

gemi makine dairesi simülatörü kullanılarak pratik eğitimler ile pekiştirilmesidir. MDS kullanılarak yapılan pratik uygulama eğitimleri özet halinde şunlardır:

- Gemi Makine dairesi ile her bir makine ve sistemlerinin tanınması.
- Gemi makinelerinin her birinin ayrı ayrı çalıştırılma prosedürleri ve pratik uygulamalı eğitimi (Sistemler, Dizel Jeneratörler, Kompresörler, Liman Kazanı, Separatörler, vb.).
- Gemi Makine Dairesinin değişik ilk konum şartlarına göre seyir için hazır hale getirilmesi.
- Değişik durumlarda manevra eğitimleri ve manevra sırasında gözlem.
- Manevra durumunda olabilecek acil durumları içeren senaryolarla pratik eğitimler yapılması.
- Vardiya tutma, vardiyayı teslim alma ve verme, makine dairesi jurnaline ve yağ kayıt defterine gözlenen parametrelerin kaydedilmesi prosedürlerinin pratik eğitimlerle uygulanması. Vardiya anında gemi

makinelerinin normal çalışmalarının devamı için yapılacak işlemler ve gözlem.

● Makine Dairesi içi ve Makine Dairesi - Köprüüstü iletişimleri.

● Makinelerin çalışmaları sırasında çıkan arızalarda problemleri doğru tespit etme eğitiminin değişik senaryolarla ve gerektiğinde tekrar edilerek yapılması (yağ basıncı, pompalarda problem, yakıt sistemi arızaları, elektrik arızaları gibi).

● Gemi makinelerinin verimli çalışmalarını sağlama ve enerji ekonomisi için yapılacak işlemler (Turbo jeneratörün çalıştırılması, baca kazanının devreye alınması, Fuel Oil'den Dizel Oil'e geçilmesi gibi).

● Ekip çalışmalarında görev ve sorumlulukların benimsenmesi ve Ekip Yönetiminin uygulamalar ile yapılarak pekiştirilmesi.

● Ana Makinenin performanslı çalışması konusunda özel amaçlı Yönetim Seviyesi Eğitimleri (piston tutması, erken-geç püskürtme, enjektör yay basıncının düşük/yüksek oluşu, T/C problemleri durumunda yanma analizi, enjektörde püskürtmenin iyi olmadığı durumlar ve bu durumlarda silindirlerin ayrı ayrı P-V ve P-Theta diyagramlarıyla incelenmesi, yanma sonucu oluşan NOx, SOx, CO2 gibi bileşenlerin incelenmesi, yakıt sarfiyatını etkileyen faktörlerin incelenmesi ve azaltılması ve titreşimle ilgili analizler, vb.)

● Deniz Güvenliği ve Kirliliği konularında pratik uygulamalı eğitimler yapılması (Makine Dairesinde yangın olması, deniz kirlenmesine karşı alınacak önlemler, kritik seyir

durumlarında ve manevralarda problemlere müdahale etme, Jeneratör sistemi problemleri, sintine sularının idaresi gibi).

MDS'in Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitim programına uygulanmasında temel esas STCW95 İşletim Seviyesi ve Yönetim Seviyesi yeterlilikleri ve bu yeterlilikleri sağlamak için gerekli bilgi ve becerilerin kazandırılmasıdır. Dikkat edilecek olursa, yukarıda maddeler halinde belirtilen hususlar sadece öğrenci seviyesindeki adayların eğitiminde değil, halihazırda gemilerde çalışan ve şirketin karadaki makine personelinin de faydalanabileceği türden eğitimlerdir. Bu yazının konusu sürekli eğitim olmadığından bu konuya değinilmemiştir. Fakat bu yazıda anlatılanların tümünün sürekli eğitimler için de incelenmesinde fayda vardır.

Önceki bölümlerde yapılan simülasyon sınıflandırması simülasyon eğitimi söz konusu olduğunda hangi sınıf simülasyonun ders programının hangi bölümünde ve nasıl kullanılacağı hakkında bilgi vermek için gereklidir. Örneğin, İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitiminde ilk ve ikinci dönemde B sınıfı simülasyonlar kullanılırken, 3 ve 4. yarıyıldan itibaren B sınıfı, 4. yarıyıldan sonraki yarıyıldarda F sınıfı, ve buna ilave olarak 7. yarıyıldan itibaren S sınıfı olan özel amaçlı simülasyon (yönetim seviyesi eğitimleri için özel geliştirilmiş olan Turbo-Diesel Simülasyon sistemi) kullanılmaktadır. Tablo 3'de yukarıda anlatılan tüm MDS'lerin 4 yıllık Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde Eğitim gemisi ve Ticaret gemisi eğitimleriyle birlikte kullanımı gösterilmiştir.

Tablo 2. İTÜDFde B,P,F, ve S Sınıfı Simülatörlerin 4 yıllık eğitim içinde kullanılması.

	Güz Dönemi	Bahar Dönemi	Yaz
1. YIL	(B): Gemi Makinelerine Giriş I	(B): Gemi Makinelerine Giriş II	Eğitim Gemisi +
2. YIL	(B ve P) : Gemi Elektrikçi, Operasyon	(B ve P): Gemi Elektrikçi, Operasyon, Gemi Dizel Motorları I	(F)
3. YIL	(B ve P): Gemi Dizel Motorları II, Gemi Yardımcı Makineleri I. + (P, F): İşletim Seviyesi MDS dersi	Ticaret Gemisi Stajı (min. 6 ay)	
4. YIL	(B, P): Gemi Yardımcı Makineleri II, Otomatik Kontrol, Buhar Kazanları, Buhar Türbinleri, Gemi Yardımcı Makineleri II. (S): Gemi Dizel Motorları II + (P, F, S): Yönetim Seviyesi MDS dersi	(P): Buhar Türbinleri, Soğutma, İklimlendirme & HVAC Sistemleri, (S): Gemi Dizel Motorları III + (F): İleri Eğitimler, Ekip Yönetimi, Makine Dairesi İngilizcesi Uyg., Risk Yönetimi.	

ÖNEMLİ NOT: Yukarıdaki tabloda sadece simulator dersleri, eğitim gemisi ve ticaret gemisi eğitimleri ve simülatörlerin kullanıldığı meslek dersleri gösterilmiştir. Programda yer alan fakat Simülatör kullanılmaması gerektiği düşünülen dersler gösterilmemiştir.

Tablo 3 incelenecek olursa, Makine Dairesi Simülatörleri, Eğitim Gemisi ve Ticaret Gemisi Eğitimleri Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitiminde birbirini tamamlayıcı nitelikte ve verimli bir şekilde kullanımı yapılmaktadır.

MDS'nin Yönetim Seviyesi Eğitimlerde Kullanılması: Bakım sadece bir korunma yöntemi olarak değil, kullanılan çok önemli bir aparat, sadece yağlama işlemi değil, yağlama işleminin bir fonksiyonudur. Diğer bir ifade ile bakım sadece bir parçanın tamir edilmesi veya segmanın değiştirilmesi değil, makinenin çalışma performansını artıran bir çalışmadır. Makinelerin performanslarının artırılması, verimli çalışmaları ve yakıt sarfiyatının azaltılmasına yönelik

eğitimler İTÜ Denizcilik Fakültesinde MDS kullanımı ile uygulamalı olarak verilmektedir. Örneğin, 12 silindirli Sulzer RTA 84C tipi makinenin işletim anında her bir silindirin PV diyagramları alınarak birbirleriyle karşılaştırılabilmekte ve performans artırılması için neler yapılabileceği uygulamalı olarak gözlenebilmektedir. Aşağıdaki Makine arızalarının bulunması ve performansının artırılmasına yönelik yapılan eğitimlerden örnek olarak birkaçı sunulmuştur. Dikkat edilecek olursa konumuz sadece hangi çalışmaların yapılabildiğini göstermek olduğundan diyagramların ayrıntılı anlatılması bu yazıya dahil edilmemiştir.

Örnek 1. Ana Makine 4 no.lu Silindire Ait Enjektörde Kötü Püskürtme: Şekil 12 ve Şekil 13'de enjektörü aşınmış ve yakıtın yeterince atomizasyon yapılmadan damlatarak yanma odasına gönderildiği 4 no.lu silindir ile normal yanmanın olduğu 1 no.lu silindirin P-V ve P-Theta diyagramları gösterilmiştir (Şekil 12 ve Şekil 13). Bu diyagramlar çıkan alarmlar ve

beklenmeyen parametre değerleri sonucunda öğrenciler tarafından normal seyir eğitimi esnasında alınarak karşılaştırma yapılmış ve 4 no.lu silindir enjektörünün değişmesi gerektiği kararı bu çizimlerle birlikte Ana Makinenin diğer parametreleri (Şekil 11) karşılaştırılarak öğrenciler tarafından arıza tespit edilmiştir. Bu arıza olduğu andaki alınan değerlerden bazıları şunlardır:

ME RPM = 91

ME Cyl 4 Exhaust Temperature = 376 oC

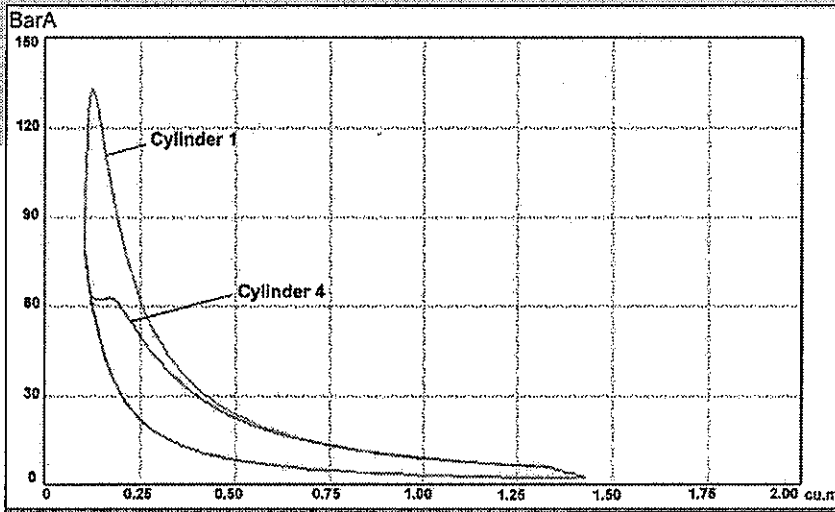
ME Cyl 1 Exhaust Temp. = 310 oC

ME Cyl 4 Exhaust Temperature Deviation = 48 oC (limitin üstünde)

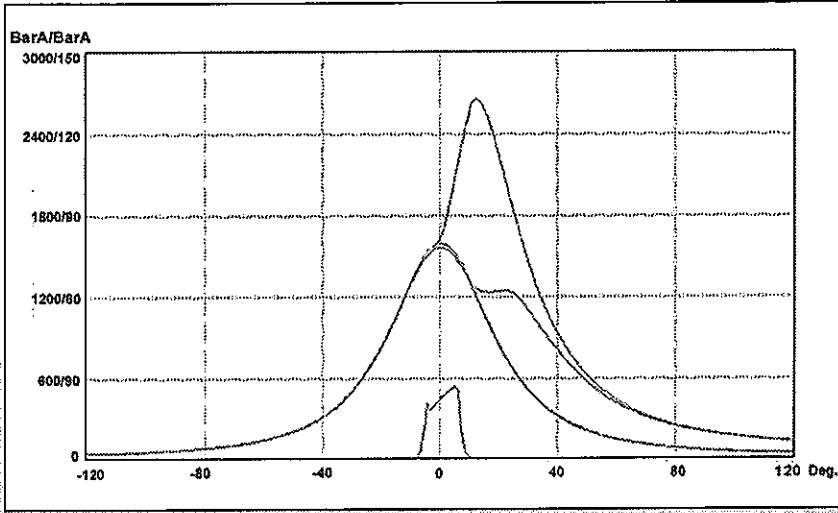
GENERAL		
SPEED :	91.5	RPM
INDEX :	59.7	%
MIP :	15.2	BAR
IKW :	3078.	KW
COMBUSTION		
TIGN :	-1.3	DGR
PMAX :	133.1	BAR
TMAX :	12.1	DGR
PCOMPR :	79.7	BAR
INJECTION		
PINJO :	420.8	BAR
PINJM :	543.5	BAR
TINJO :	-3.5	DGR
LINJ :	10.2	DGR

GENERAL		
SPEED :	91.5	RPM
INDEX :	59.7	%
MIP :	12.3	BAR
IKW :	2497.	KW
COMBUSTION		
TIGN :	8.8	DGR
PMAX :	67.4	BAR
TMAX :	9.8	DGR
PCOMPR :	78.3	BAR
INJECTION		
PINJO :	418.7	BAR
PINJM :	542.0	BAR
TINJO :	-3.5	DGR
LINJ :	10.2	DGR

Şekil 11. Ana Makine Silindir No. 1 (a) ve Silindir No. 4 (b) Yanma Parametreleri.

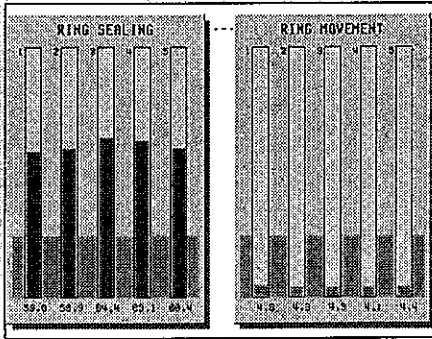


Şekil 12. Silindir 1 ve Silindir 4 - P-V Diyagramı (Cyl. 4 Nozzle Wear - Poor Automization).

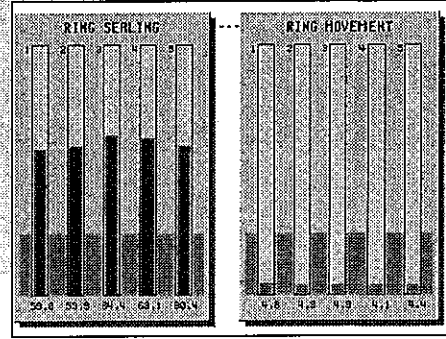


Şekil 13. Silindir 1 ve Silindir 4 - P-Theta Diyagramı (Cyl. 4 Nozzle Wear - Poor Automization).

Ayrıca, 4 nolu silindire ait piston segman monitörü incelendiğinde (Şekil 14) segmanların tuttuğu da görülmüştür.

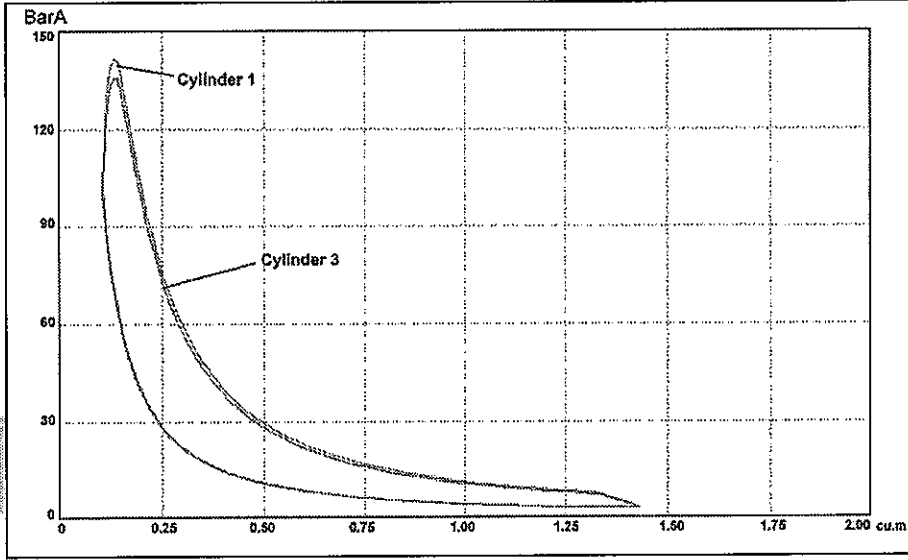


Şekil 14. Silindir No. 4 - Piston Segmanları Sızdırmazlık ve Hareket Durumu.

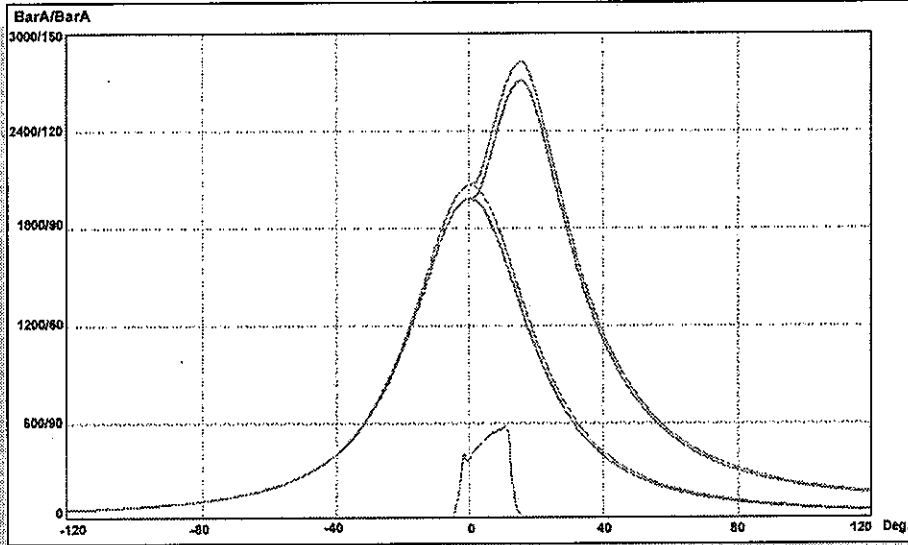


Şekil 15. Silindir No. 3: Piston Segmanları Sızdırmazlık ve Hareket Durumu.

Örnek 2. Ana Makine 3 no.lu Silindire Ait Piston Segmanlarında Tutma ve Aşınma: Diğer bir örnekte ise Ana Makine 3 nolu silindirin segmanları aşınma durumunda çıkan arızalar incelenmiştir. Piston segman monitörü durumu gösterdiği gibi (Şekil 15), P-V ve P-Theta diyagramları da yanmanın analiz edilmesini sağlamaktadır (Şekil 16 ve Şekil 17).



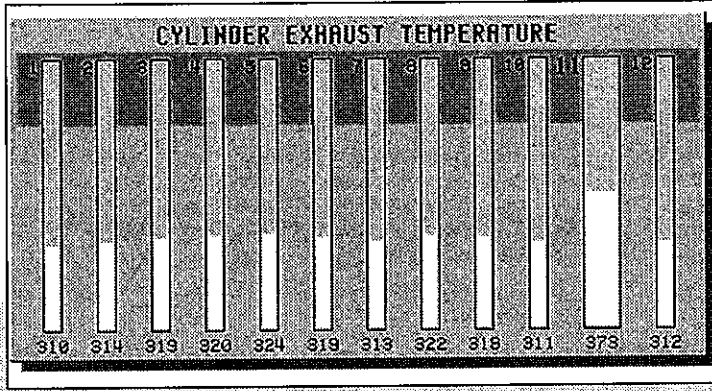
Şekil 16. Silindir 1 ve 3: P-V Diagramı. (Ana Makine Silindir 3 Segman Anzası).



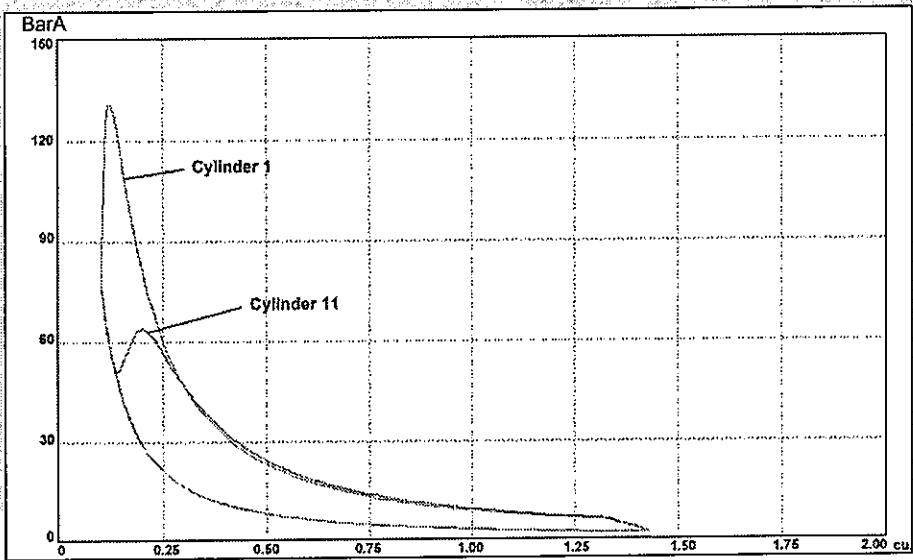
Şekil 17. Silindir 1 ve 3 - P-Theta Diagramı. (Ana Makine Silindir 3 Segman Anzası).

Örnek 3. Ana Makine 11 no.lu Silindirde Geç Püskürtme: Yine eğitimde gösterilen örneklerden biri vardiya tutma esnasında silindir no.11 in egzoz sıcaklığının diğerlerine göre

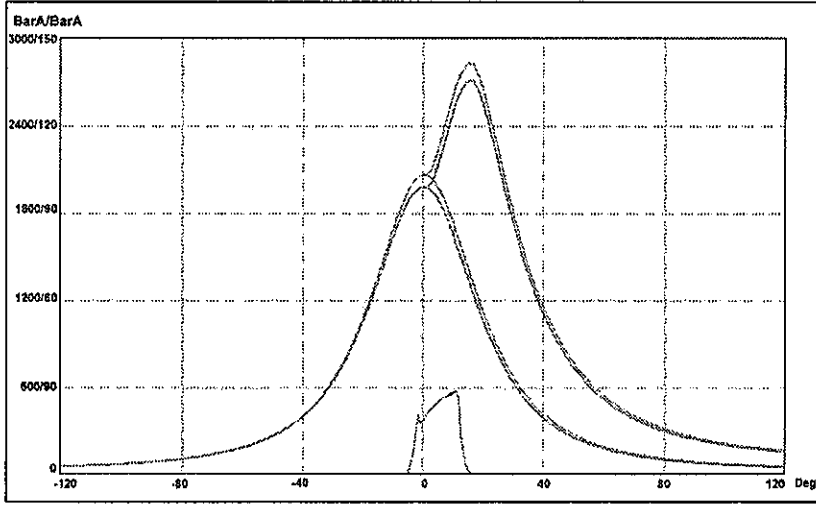
fazla oluşu (Şekil 18) sonucunda yapılan P-V ve P-Theta analizi sonucunda (Şekil 19 ve Şekil 20) geç püskürtme olduğu öğrenciler tarafından anlaşılmıştır.



Şekil 18. Ana Makine Egzos Sıcaklıkları. (Silindir No.11 egzos sıcaklığı yüksek).



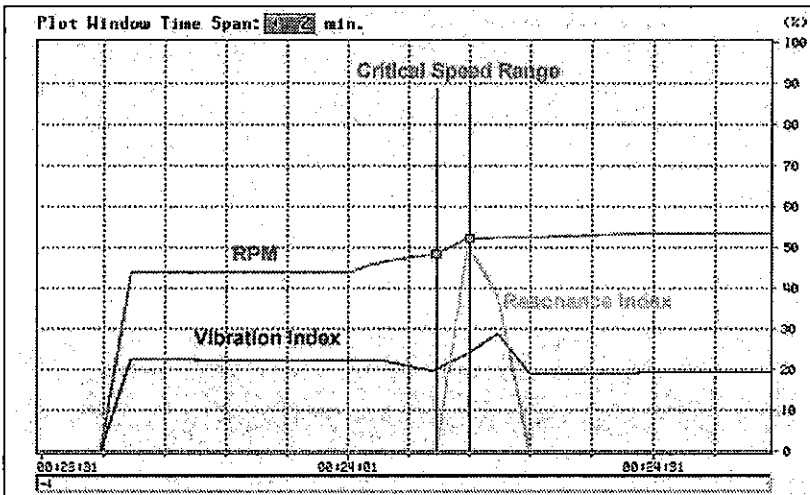
Şekil 19. ANA Makine Silindir 1 ve 11 P-V Diagramı. (Ana Makine Silindir 11 - Geç Püskürtme).



Şekil 20. Silindir 1 ve 11 P-Theta Diagramı. (Ana Makine Silindir 11 Geç Püskürtme).

Örnek 4. Ana Makine Kritik Devrinin Saptanması: Makine simülöründe Ana Makinenin kritik devrinin belirtilmemesi sonucu öğrencilerin kritik devri bulmaları istenmiştir. Simülörün bir özelliği olan 'Pen Recorder' kullanılarak 'Ağır Yol İleri' konumundan 'Yarım Yol İleri' konumuna geçilerek Ana Makine devir

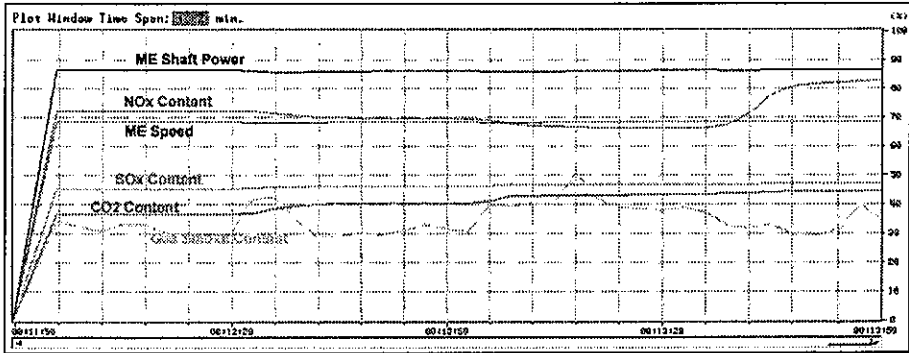
sayısı artışı ile değişen titreşim ve rezonans indexleri sürekli grafik üzerinde gösterilmiştir. Bu çalışmada Ana Makine kritik devrinin 49.6 ile 49.8 arasında olduğu öğrenciler tarafından gözlenmiş ve manevra esnasında Ana Makinenin bu devirler arasında çalıştırılmaması gerektiği gösterilmiştir (Şekil 21).



Şekil 21. Ana Makine Kritik Devir Testi.

Örnek 6. Ana Makine Performansına Göre Egzos Gazı Analizi: Günümüzde Çevre konularının ön plana çıkması, makineden çıkan egzos atıklarının içindeki NOx, SOx, CO2 gibi atıkların miktarlarındaki değişimlerin erken püskürtme, geç püskürtme, kötü yanma gibi durumlarda incelenerek bu

içeriklerin nasıl değiştiği gözlenebilmektedir. Şekil 22'de görülen NOx, SOx, CO2 ve duman oranlarındaki değişimler geç püskürtme ve enjektörlerden bazılarının damlama yapması sonucunda oluşmuştur.

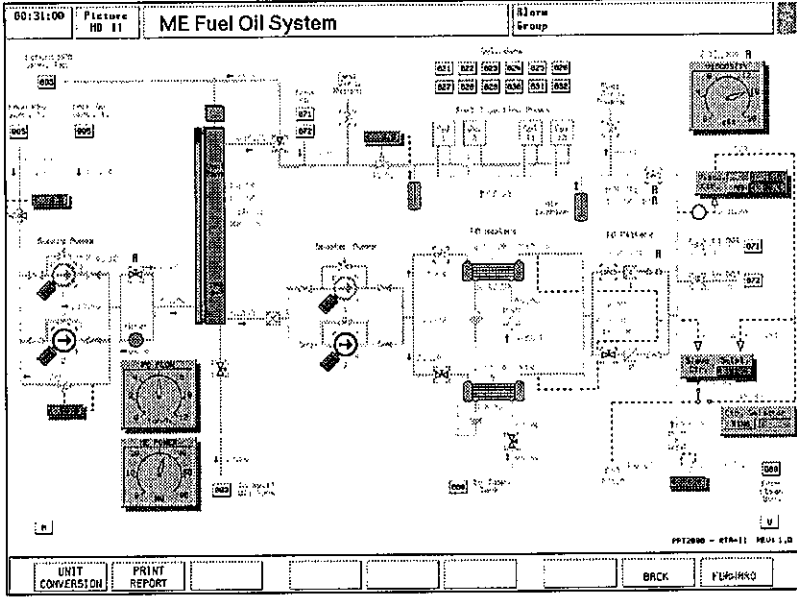


Şekil 22. Ana Makine Egzos Gazında NOx, SOx, CO2 İçerikleri.

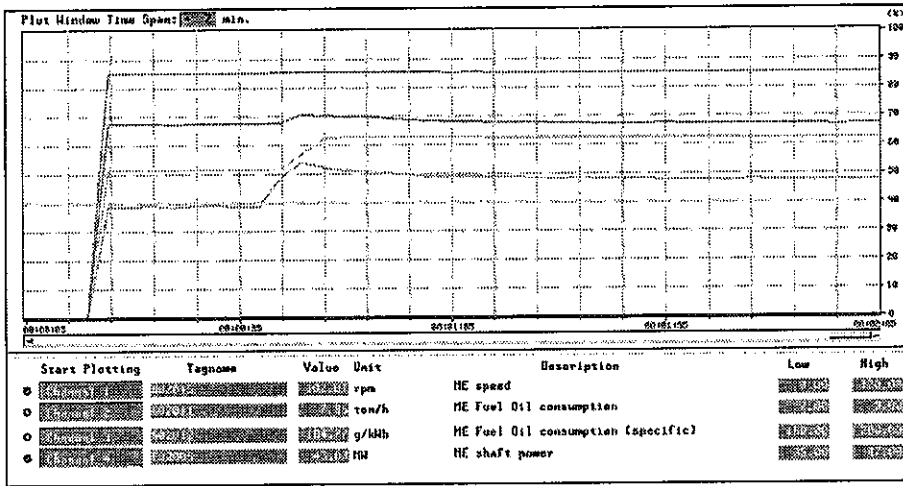
Örnek 7. Makine Dairesi PID Kontrol Sistemlerinde P-I-D katsayılarının Seçimi: Deneyimli işletimciler tarafından bile ayar edilmesi kompleks olarak bilinen P (Proportional), I (Integrative) ve D (Differential) katsayılarının seçimi kontrol sisteminin performansını ve stabilitesini direk olarak etkiler. Makine Dairesi Simülatöründe bu katsayıların değiştirilerek kontrol sisteminin davranışı ve buna göre optimum parametrelerin bulunması eğitimi de verilmektedir. Örneğin PID kontrol edici sistemi olan Deniz Suyu Sıcaklığı by-pass valfinin kontrolünde deniz suyu sıcaklığının anormal değişimlerinde sistemdeki osilasyonun giderilmesi için bu katsayıların manuel olarak değiştirilmesi gereklidir. İTÜ Denizcilik Fakültesi MDS'de bu durum

değişik senaryolarla öğrenciler tarafından gözlenebilmekte ve P, I ve D katsayılarının optimum seçimi konusunda tecrübe kazanabilmektedirler. Ayrıca normal PID sisteminden daha karmaşık bir sisteme sahip olan kaskat kontrol (Cascade Control) sistemini içeren Ana Makine Yakıt Sistemindeki Viskozite kontrolünün Tekil veya kaskat kontrolü ayrı ayrı yapılarak sistemin reaksiyonu öğrenciler tarafından gözlenebilmekte ve P, I ve D parametrelerinin seçiminin nasıl yapıldığı da uygulamalı olarak gösterilebilmektedir. Şekil 23'de gösterilmiş olan PID kontrol sisteminin parametrelerinin seçimi eğitiminin gerçek gemi üzerinde verilebilmesi çok zor, hemen hemen imkansızdır.

Örnek 8. Yakıt Sarfiyatının Gözlenmesi: Yapılan eğitimlerde yakıt sarfiyatının gözlenmesine de büyük önem verilmiştir. Şekil 24'de Ana Makine yakıt valflerinin tamamının erken basınca açmaları durumunda alınmış olan grafik gözlenmektedir. Bu ve buna benzer Ana Makinenin performansını, spesifik yakıt harcamasını etkileyen faktörler kullanılarak grafiklerle gözlem yapılabilmektedir.



Şekil 23. MDS - Fuel Oil Viskozite Kontrol Sistemi.



Şekil 24. Ana Makine Yakıt Sarfiyatının Değişik Anzalarda İncelenmesi.

SONUÇLAR

Bu çalışmada tam kapsamlı MDS'nin Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde nasıl kullanılmaya başlandığı, diğer eğitim yöntemleri olan Eğitim ve Ticaret gemileri eğitimleriyle birlikte nasıl ve hangi safhalarda kullanılacağı, ve eğitim kalitesinin bu sayede nasıl artabileceği örneklerle gösterilmiştir. Eğitim devam eden bir olgu olduğuna göre Türkiye'de tek olan ve dünyada en iyi simülörler arasında olan İTÜ Denizcilik Fakültesi MDS'nin sürekli eğitimlerde de kullanılması gereklidir. Risk Yönetimi, Ekip Yönetimi, Makinelerin daha az yakıt sarfiyatlı ve verimli çalıştırılmaları, Uygulamalı Denizcilik İngilizcesi Eğitimi gibi sürekli eğitimlerde de Makine Dairesi Simülörlerinin kullanılması uzun vadeli şirket giderlerinin azaltılması bakımından yerinde olacaktır. Her sektörde olduğu gibi denizcilik sektöründe de belirli gelişmelerin olmasını sağlayabilecek asıl kaynak, personel, yani insan kaynağıdır. Eğitimli personel çalıştırmayan şirketler her zaman için hem maddi hem de manevi zarara uğramaya mahkumdurlar.

KAYNAKLAR

1. Çiçek, İ. ve Uchida, M.; "Improvement of Marine Engineering Curriculum Using The Engine Room Simulator," International Association for Maritime Universities (IAMU) Third General Assembly, 26 - 29 Eylül, 2002, Castine, Maine, ABD.
2. Sağ, O. K.; Çiçek, İ.; "Baseline Study, and the Preparation Towards the XXIst Century Undergraduate Deck and Engine Curricula of Istanbul Technical University, Maritime Faculty," International

Association for Maritime Universities (IAMU) Inaugural General Assembly, 26-29 Haziran 2000), Istanbul, Turkey.

3. Nakazawa, T.; Çiçek, İ.; Deniz, C.; Kusoglu, A.; "The Effective Training Method for Marine Engineers: Ships in Service, Training Ships or Engine Room Simulators," International Conference on Engine Room Simulators V (ICERS V): Simulator Aided Education & Training in the New Millennium, 25 - 29 Haziran 2001, Singapur.
4. Çiçek, İ.; Deniz, C.; Kuşoğlu, A.; Nakazawa, T.; "A Comparative Study of Training Methods for Training and Education of Marine Engineering Students of IAMU Universities," International Association for Maritime Universities (IAMU) Second General Assembly, 3-7 Ekim 2001, Kobe, Japonya.
5. Baş, M., Er, D., Çiçek, İ., ve Sağ, O. K.; "ITUMF Maritime English Education & Training Model," International Seminar on Maritime English, Conference Proceedings, sf. 183-197, 20-22 March 2002, İstanbul.
6. Çiçek, İ.; "Human Factor in the Engine Room," Japan International Cooperation Agency Mid-term Evaluation, Project on Improvement of Maritime Education and Training of Turkey, Presentation to Academic Staff, ITUMF Conference Room, Ekim 2002.
7. Uchida, M., Kuşoğlu, A., Çiçek, İ., Bayülken, A., ve Nakazawa, T.; "ERS as a Field for Research on Safety Management," International Maritime Lecturers Association 12, Eylül 2002, Shanghai, Çin Halk Cumhuriyeti.
8. STCW 1978 as amended in 1995, International Maritime Organization (IMO), 1996.
9. Det Norske Veritas: Standard for Certification of Maritime Simulator Systems, Standard for Certification No. 2.14, Ocak 2000.
10. Harold, A.F.; "The Executive Role for

the Marine Engineer", Transactions of IMARE, vol. 100, st. 1-4, 1988.

11. Kluj, S.: "Use of Checklists in Engine Room Simulator", Fourth International Conference on Engine Room Simulator, Haziran 28 - Temmuz 2, 1999, Vallejo, California, ABD.

12. Kluj, S.: *The Relation between Learning Objectives and the Appropriate Simulator Type, International Conference on Engine Room Simulators 5 (ICERS 5), 120-132, Singapur, 2001.*

13. Hikima, T.; Splinter J.; ve Oever, H.:

Automation & Control with the Use of an Engine Room Simulator, International Conference on Engine Room Simulators 5 (ICERS 5), 106-119, Singapur, 2001.

14. Nakamura, T.; Ikenishi, K, ve Andou, T.: *An Assessment Criterion with respect to Training for the Marine Engineer as an Operator, International Conference on Engine Room Simulators.*

Titreşim Mühendisliğinin Gemi Makinelerinde Uygulanması

Dr. İbrahim H. ÇAĞLAYAN

Özet

Titreşim mühendisliği, makina mühendisliğinin bir branşı olarak gelişmiş ve sanayide 1960'lı yıllardan itibaren giderek artan yoğunlukla kullanıma girmiştir. Titreşim mühendisliği, sanayinin birçok alanlarında uygulama bulduğu gibi, gemi inşa ve işletmeciliği alanlarında da geniş uygulama alanları bulmaktadır.

Gemicilik sektöründe titreşim mühendisliğinin uygulanması gemi inşa ve gemi işletme sektörlerini ilgilendiren iki ayrı şekilde uygulama bulmaktadır. Bu makalede, titreşim mühendisliği ve temel terminolojisi anlatıldıktan sonra, inşa ve işletme aşamalarında uygulamaları anlatılacaktır.

Titreşim Mühendisliği

Titreşim Mühendisliğinin Amaçları

Titreşim mühendisleri, bir sistemin titreşimlerini üç amaçla incelerler.

1- Sistemin titreşimlerini sönmölemek veya azaltmak:

Titreşim olması arzu edilmeyen yerlerde var olan titreşimler, önce analiz edilerek nitelik ve nicelikleri

saptandıktan sonra yine titreşim mühendisliği prensipleri kullanılarak sönmölenir veya yok edilir. Buna örnek olarak, otomobillerde kullanılan amortisör ve yayları örnek olarak gösterebiliriz. Bu tür sistemlerde, amaç özellikle şok şeklindeki titreşimlerin sönmölenip yumuşatılarak yolcuya iletilmesidir.

2- Sisteme titreşim vererek iş yaptırmak:

Özellikle, sanayide küçük parçaların bir bant üzerinde yürütülmesinde, eleme işlemlerinde veya çapak alma gibi işlemlerde işlenecek parçalara harekete verilmesi amacıyla kullanılır. Örnek olarak sarsak elekler, titreşimli konveyör bantları, titreşimli çapak alma tekneleri gösterilebilir.

3- Sistemin performans niteliklerini değerlendirmek:

Titreşim mühendisliği, en fazla uygulamasını bu amaçta bulmaktadır. Titreşim bir sistemin mekanik performansını değerlendirmek amacıyla kullanılabilir. Özellikle dönme hareketiyle çalışan sistemlerde arıza diagnostığıne yönelik olan bu incelemede, belli frekanslardaki

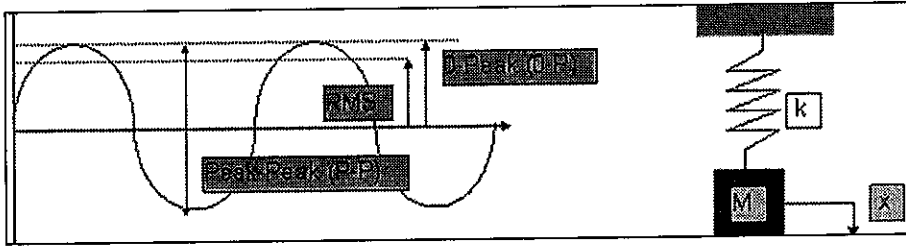
titreşim seviyelerinin yükselmesinin belli arızalardan kaynaklandığı bilgisinden hareketle, arıza tanımlaması yapılmaktadır. Bu yöntemde, 'spektrum analizörü' denilen cihazlar kullanılarak 0 Hz ile seçilen üst frekans değeri arasındaki frekanslarda titreşim genliği grafik olarak sunulur. Bu 'spektrum' adı verilen grafiklerle, titreşim mühendisleri arıza frekanslarında mevcut seviyeleri standartlarla veya tecrübeyle elde ettikleri normal sayılan değerlerle karşılaştırarak arıza var olup olmadığına, varsa da o arızanın ne olduğuna karar verirler.

Titreşim Mühendisliğinin Temelleri

Titreşim Mühendisliği temel olarak mekanik ve elektriksel sistemlerde uygulanabilir. Esas olarak,

$$y = a \sin(\omega t)$$

şeklinde ifade edilen bir denklemle gösterilen sinüsoidal salınım hareketi, bir titreşimdir. Titreşim mühendisliğinde kullanılan birimleri tanımlayabilmek için önce bazı tanımlar yapmak gerekir. Bkz. Şekil 1.



Şekil 1. Titreşimle ilgili bazı tanımlar.

Sinüsoidal olarak salınan bir kütle için Şekil 1. de verilen deplasman (y), hız (dy/dt) ve ivme (d²y/dt²) ifadelerinden de kolayca çıkarılabileceği gibi,

deplasman (salınım)	mm veya m	(P-P,RMS)	(1)
hız	mm/sn	(O-P,RMS)	(2)
ivme	mm/sn ² veya G	(O-P,RMS)	(3)

olarak ifade edilir. (Burada G = 9.81 m/sn²). Birimlerin yanısıra not edilmiş olan P-P, O-P ve RMS tanımları, maximum tepe, maximum üst tepeden alt tepeye ve efektif değerleri tanımlamaktadır. Elektrik mühendisliğinde de çok kullanılan bu ifadeler birbirlerine şu tanımlarla bağlıdır:

$$\text{RMS} = 0.7071 \times (\text{O-P}) \quad (4)$$

$$\text{P-P} = 2 \times (\text{O-P}) \quad (5)$$

Avrupa'da ve ISO standartlarını kullanan ülkelerde titreşim genliği genellikle mm/sn rms kullanılarak, ABD'de ise inç/sn O-P (ips) kullanılarak ifade edilir. O nedenle Amerika'da tanımlanmış bir titreşim düzeyini Avrupa normlarına

dönüştürmek için önce inç/sn'yi mm/sn'ye, daha sonra da O-P'yi RMS'ye çevirmek gerekecektir. Örneğin bir Amerikan kullanma kılavuzunda bir noktada kabul edilebilir titreşim 0.075 ips O-P (ips=inch per second, inç/sn) olarak verilmişse, bu Türkiye'de kullanılan normlar bazında ifade edilmek istenirse, (4) kullanılarak,

$$0.075 \text{ inç/sn} \times 25.4 \text{ mm/inç (O-P)} = 1.905 \text{ mm/sn (O-P)}$$

$$1.905 \text{ mm/sn (O-P)} \times 0.7071 = 1.35 \text{ mm/sn RMS bulunur.}$$

Titreşim mühendisliğinde en önemli unsurlardan biri de bir titreşimin frekansıdır. Frekans Hz (Hertz), cpm (cycles per minute, dev/dk), cps (cycles per second, dev/sn) ve order (çarpan, dönme devrinin katları) frekansı tanımlamada kullanılan birimlerdir.

$$1 \text{ Hz} = 1 \text{ dev/sn}$$

$$1 \text{ Hz} = 60 \text{ dev/dk} \quad \text{Hz-dev/dk dönüşümü için kullanılan tanımlardır.}$$

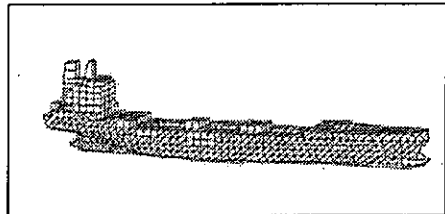
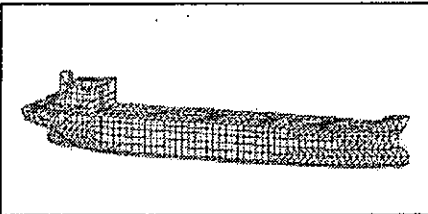
Gemi Mühendisliğinde Titreşimler:

Gemi İnşa ve Titreşimler

Gemilerde, inşa ve işletme ile ilgili titreşimler, titreşim mühendislerinin ilgi alanına girer. İnşa ile ilgili titreşimler dizayn ve tecrübe seyirleri sırasında genellikle söz konusu olur. Bir geminin dizayn aşamasında ne gibi titreşimlere sahip olacağının bilinmesinin geminin ilerideki ömrü ve performansı ile direkt bağlantısı vardır.

Gemilerin nasıl titreşeceğini bilmesi için günümüzde artık elle yapılan

hesaplar, yerini bilgisayarlar ve özellikle Sonlu Eleman Analizlerine (FEA-Finite Element Analysis) bırakmıştır. Özel bazı programlar, bilhassa suda yüzen cisimlerin titreşimlerinin analizi için modifiye edilmişlerdir. Gemi dinamiğinin ve titreşimlerinin incelenmesinde sıradan FEA bilgisayar programları kullanılamaz, zira suda yüzen cisimlerde dinamiğin hidrodinamik boyutunun da hesaba katılması ve suyun harekete geçirilen kısmının da dinamik bir etken olarak hesaplara katılması gerekir.

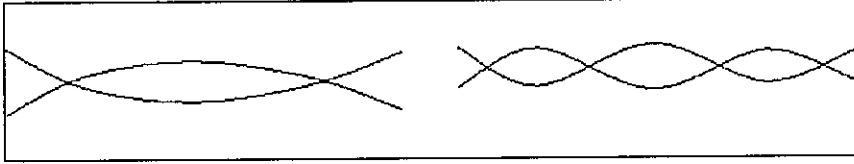


Şekil 2. Gemi FEA analizi için model örnekleri.

Bir geminin dinamiği ve titreşimleri en basit yaklaşımla gemiyi havada esneyen ve mesnetlendirilmemiş bir çubuğun hareketleri şeklinde irdelenebilir. Böyle bir yaklaşımda, geminin modellendiği çubuk boyunca rijiditesinin sabit olduğu varsayımı yapılır.

sözü edilen şartlar ve dizaynına bağlı olarak sergilediği, örneğin yalpa ve baş-kıç vurma gibi önemli ve gemi performansı ile ilgili hareketlerin ölçülmesi ve gemi mühendisleri ile birlikte değerlendirilmesi titreşim mühendisinin işidir.

Geminin dizayn ve tonajına bağlı



Şekil 3. Mesnetsiz bir çubuğun havada titreşimlerinin 1. ve 2. modu.

Bu modelin bir üst şeklinde suyun etkisi de hesaba katılır ve bu etki cismin kütesine ilave kütle olarak eklenir. Ancak, bu modellemenin sağlığı tartışılır zira ek kütle miktarı titreşimlerin frekansına bağlıdır ve sabit kalmaz.

Günümüzde bu gibi analizler artık yukarıda anlatılan kaba modellemelerle değil yine yukarıda sözü edilen FEA modellemeleri ile elde edilmektedir.

Geminin titreşimlerinin nasıl olacağının önceden bilinmesi, gemiye konulacak makinelerin seçiminde veya tahrik sistemlerinin dizaynında geminin doğal frekanslarından sakınacak şekilde seçilmesi gereklidir.

Gemi Dinamiği veya Gemilerin Rijit Kütleli Hareketleri:

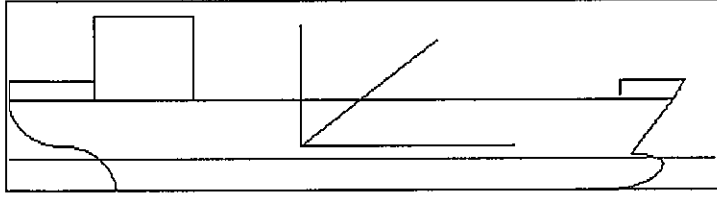
Geminin yük, yol ve deniz durumuna bağlı olarak hidrodinamik ve hidrostatik şartlara bağlı olarak hareketinin incelenmesi işi de titreşim mühendislerini ilgilendirir. Geminin

olarak, sahip olacağı yalpa ve baş-kıç vurma tabii frekansları konfor ve gemide malzeme yorulması açısından önemlidir. Kendi hareket tabii frekansları dalgaların frekansına uyan bir gemide hareket aşırı olacak, gemi mürettebat ve yolcularına çok zor anlar yaşatacaktır. Bu nedenle, gemi dizayn edilirken tabii frekanslarının neler olacağı hesaplanıp, tank testleri ile teyid edilmelidir.

Yapı Titreşimleri veya Strüktürel Titreşimler:

Geminin belli yol ve deniz şartlarında gemi konstrüksiyonunda meydana gelen titreşimler, o gemiyi konfor ve özellikle ömür açısından etkiler. Zira, üst binası yolda sürekli sallanan bir gemide bir süre sonra malzeme yorulması ve kaynak atması başlayacaktır. Bu titreşimlerin geminin suyla temas eden plakalarında meydana gelmesi ve kaynak atması ise çok daha ürkütücü sonuçlar doğurabilir.

Geminin dizayn ve inşasıyla alakalı bu

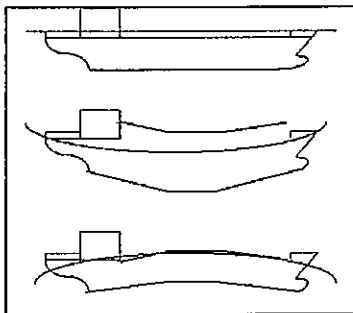


Şekil 4. Gemi Rijit Hareketleri ve Gemiye Bağlı 3 dönme eksenini.

titreşimler, bu açıdan hem strüktürel dizaynın, hem de gemi inşasının değerlendirme ve kalite kontrolünde kullanılabilir. Bu konuda hem ISO standartları, hem de MIL-Standart denilen ABD askeri standartları mevcuttur.

Geminin yapısal titreşimlerinin ölçülmesinde üstbina, tekne, baca ve direkleri incelemekte yarar vardır. Örneğin, radar direğinde oluşacak rezonans titreşimleri kısa sürede antenin elektroniğini etkileyebilecek ve giderilmesi hem daha pahalı hem de yaratacağı koşullar açısından daha riskli arızalara neden olacaktır.

Askeri gemilerde, silah sistemlerinden manevra yeteneğine kadar birçok hassas konuyu da ilgilendiren bir husustur, titreşimler.



Şekil 5. Gemi yapısal hareketleri ve dalgalar (aşırı abartılı çizilmiştir. Deniz yüzeyi gösterilmiştir.)

Yolcu gemilerinde ise, yolcu konforu da direkt olarak titreşim ve gürültüden etkilenen bir konudur.

Tecrübe Seyirleri ve Titreşimlerin Ölçülmesi

Tecrübe seyirlerinde titreşimlerin ölçülmesi birçok ülkenin standartlarında henüz yoktur. Bu ölçümleri talep eden klas kuruluşlarının sayısı bir elin parmaklarını doldurmaz ve bu ölçümler genellikle armatörün talebi üzerine yapılır.

Oysa, tecrübelerinde yapılacak titreşim ölçümleri ileride hem tersanenin hem de armatörün başının ağrımasının önüne geçeceği için her ikisi tarafından da talep edilmesi gerekir. Tecrübe seyirlerinde bulunacak problemler, garanti süresi içinde geminin daha ağır hasarlarla tersaneye rücu etmesinin önüne geçeceği gibi, tersane açısından da müşteri memnuniyetini arttıracaktır. Armatör açısından bakıldığında da, armatör teslim aldığı geminin sağlığının kontrolünü yaptırarak almış olur. Oysa, günümüzde tecrübe seyirleri genellikle geminin istenilen sürati üretilip üretilmediğine endeksli olarak cereyan etmektedir.

Gemi teslimatından önce gemi inşasını yapan tersanenin de, armatörün de gemi tahrik ve yardımcı sistemlerinin

sağlıklı çalıştığından emin olmaları ancak, tecrübe seyirlerinde yapılacak tahrik sistemi ve yardımcı makinelerde titreşim ölçümleri ile mümkündür. Ana



makinada yapılacak, titreşim ve şaft sisteminde burulma ve güç ölçümleri sistemin sağlığını garanti edecektir. Pürifayerinden fid suyu pompasına kadar irili ufaklı makinelerin sağlıklı bir şekilde mal sahibine teslim edildiğinin dokümente edilmesi işletmecilik ve teknik açıdan olduğu kadar, sigorta ve hukuk açısından da büyük bir dinginlik sağlayacaktır.

Seyir tecrübelerinde, gemi makinelerinde elde edilen rms titreşim seviyeleri bir rapor halinde sunulur. Bakınız Şekil 6.

Güverte adı	İskele			Merkez			Sancak		
	Düşey	Borda	Baş-kıç	Düşey	Borda	Baş-kıç	Düşey	Borda	Baş-kıç
Compass Deck	2.82	1.16	1.36	2.72	0.79	0.91	2.25	1.25	1.31
Bridge Deck	1.72	0.78	1.05	1.01	0.49	0.64	0.61	0.34	1.56
Cable Deck	1.13	0.54	0.73	0.83	0.50	0.49	1.28	0.67	0.49
Captain's Deck	1.06	0.61	1.09	1.03	0.74	0.64	0.88	0.69	1.92
Officer's Deck	0.96	0.54	0.42	0.92	0.42	0.62	2.30	0.64	0.54
Boat Deck	1.23	0.67	0.65	0.62	0.43	0.76	1.12	0.69	0.56
Poop Deck	0.85	0.57	0.49	1.00	0.54	0.84	1.02	0.54	0.69
Main Deck	0.71	0.65	0.76	1.29	0.75	0.73	0.70	0.61	0.84

Şekil 6. Örnek titreşim ölçüm raporu

(Tuzla tersanelerinden birinde inşa edilmiş bir geminin tecrübe seyri raporundan alınmış örnektir.)

Gemi İşletme ve Titreşimler

Gemi işletmeciliği açısından, titreşimlerin önemi çok büyüktür. Özellikle, uzak yol seyirleri yapan gemilerde gemi bakımının önemi daha da artmaktadır. Bakımların, en ekonomik olacak şekilde yapılması için gemi makinelerinin arızalarının önceden bilinmesi ve arıza henüz başlangıç safhasındayken giderilmesi gerekir. Yine gemi işletmeciliği açısından Örneğin, havuzlanan bir gemin bütün ihtiyaçlarının havuzlanma sırasında giderilmesi, o geminin seyre döndükten bir hafta sonra şaft jeneratörü dağıtması gibi bir durumla karşılaşmaması gerekir. O zaman, buradan alınacak ders, belli

zamanlarda seyir halindeki bir geminin titreşimlerinin ölçülmesi gereğidir. İşletme açısından gemi şu zamanlarda titreşim ölçümüne tabi tutulmalıdır:

- 1-Gemi makinelerinde periyodik tarama ölçümleri
- 2-Havuzlama veya genel bakım öncesi titreşim ölçümleri
- 3-Arıza tanımlama amaçlı münferit ölçümler

Gemicilik sektöründe 40 yıldır yapılmakta olan ölçümler göstermiştir ki, gemilerde 3-4 ay aralıklarla periyodik ölçümler yapılmalıdır. Bu gibi ölçümler, ortaya çıkabilecek arızaların önceden bulunmasına yardımcı olduğu gibi, maliyetleri de ciddi oranda düşürücü bir etkidir.

Amerika Birleşik Devletleri Deniz Kuvvetleri gemilerinde 1960'lı yıllardan beri uygulanmakta olan periyodik titreşim ölçümleri yapılan bir araştırmaya göre, bu işi yapmak için uygulanan her 1 Dolar karşılığında 19 Dolar tasarruf sağlamıştır. Deniz sektörü için, ortalama verilen rakam 1:15 tir.

Havuzlama ve genel bakım öncesi titreşim ölçümü yaptırmanın en büyük yararı, mümkün olan en kısa zamanda en fazla işi yapmış olarak sefere dönmek isteyen gemide, yapılması gereken işler listesini doğru ve eksiksiz sıralamaya yardımcı olmaktır. Aksi takdirde, dümen makinasındaki bir arıza ile sefere dönen bir gemi veya bow thruster motorunun sadece iki aylık ömrü kalmışken uzak yola çıkmasının ne kadar mahsurlu olduğunu anlatmaya bile gerek yoktur. Öyleyse, bakım öncesi yapılacak bir tarama ile gemi makinelerinin sağlığının bilinmesi ve varsa gizli pusuda bekleyen arızaların gün ışığına çıkartılarak giderilmesi gereklidir.

Ayrıca, zaman zaman ortaya çıkan problemlerin kişilerin tecrübeleri yanı sıra bir kerede ve doğru olarak teşhis edilip giderilebilmesi için titreşim ölçüm ve analizi en yararlı yöntemdir.

Gemi makinelerinde titreşim ölçümlerini makina bazında inceleyecek olursak:

Gemi Ana ve Yardımcı Makinalar ve Redüktör Titreşimleri:

Gemi ana makineleri, 2-zamanlı veya 4-zamanlı Diesel makineler

olabileceği gibi, daha çok askeri gemilerde de görüldüğü şekilde buhar türbinli veya gaz türbinli makineler olabilir. Gemi ana makinelerinde ve tahrik sisteminde iki türlü titreşim, titreşim mühendislerini ilgilendirir: Lineer titreşimler ve burulma titreşimleri.

Lineer titreşimler, makina veya gemi kontrüksiyonu üzerinde genellikle düşey, tulani ve bordalar yönünde ölçülen titreşimlerdir. Bu titreşimler genellikle ivmeölçer (akselerometre) olarak tanımlanan algılama aparatları ile, ivme cinsinden ölçülüp spektrum analizörü olarak bilinen işleme aygıtları ile işlenerek titreşim mühendislerinin kullanımına sunulur. Bu titreşimler mevcut standartlar, o makina daha önce ölçülmüş titreşim seviyeleri ve genel tecrübe bilgileri ile karşılaştırılarak değerlendirilmeye tabi tutulur. Bu ölçümlerde makina mevcut arızaları tanımlamaktır. Ancak bu tanımlama işleminde, daha önce sözü edilmiş olan titreşim spektrumlarının nasıl çizildiği de çok büyük önem taşır.

Şase, Rulman, Kaplin ve Dişli Grupları Arızalarının Bulunması

Titreşim ölçümleri titreşim spektrum grafiklerinde, dikey ekseninde titreşim hızının genliği, yatay ekseninde titreşimin frekansı olarak çizilir. Bkz. Şekil 7.

Bu tür grafiklerden rulman, kaplin, şase arızaları, fandeyşin (foundation) problemleri, volan-kam mili tahrik dişli grupları ile ilgili sorunlar ve türboşarj problemleri tanımlanabilir. Bu tür grafikler, içten yanmanın nedeniyle ortaya çıkan sadmenin diğer

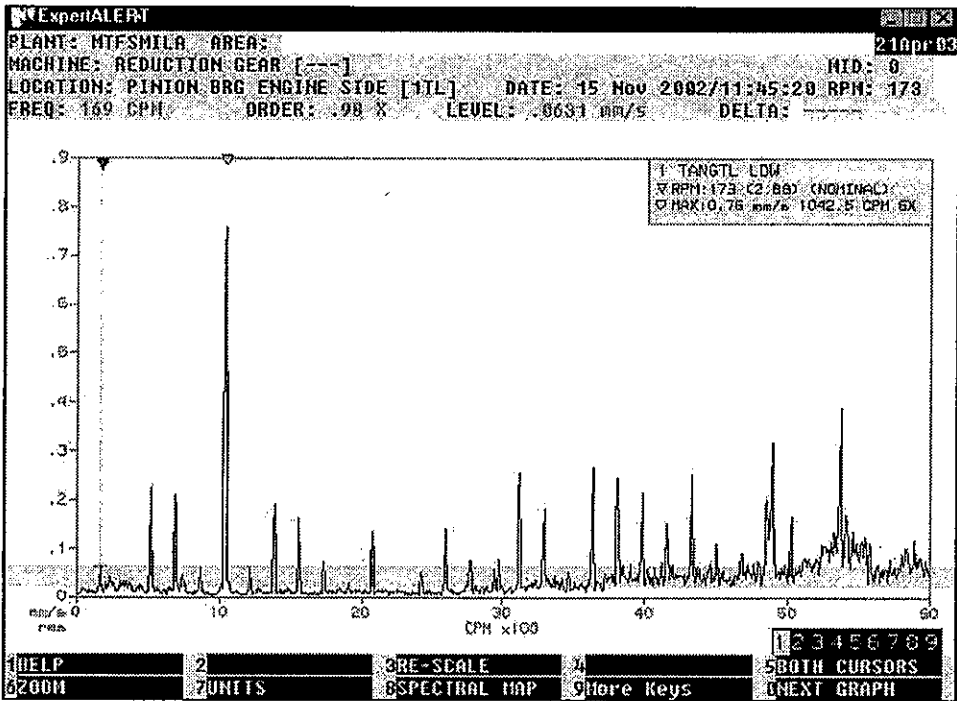
titreşimleri örtmesi nedeniyle, yataklama ve diğer mekanik sistemle ilgili fazla bilgi veremez.

Dizellerde Silindir, Piston, Enjeksiyon vs Anzalarının Bulunması:

Titreşim ölçümleri titreşim spektrum grafiklerinde, dikey ekseninde titreşim hızının genliği, yatay ekseninde ise herhangi bir referans noktasına bağlı olarak alınan krank açısı çizilmiştir. Bkz. Şekil 5.

Bu tür grafiklerden, bir dizel makina ile çok yüksek seviyede bilgi almak mümkündür. Zira, hangi titreşim seviyesinin hangi krank açısında,

dolayısıyla hangi olay meydana gelirken, örneğin sübap açılma kapanmaları, yakıt enjeksiyonu gibi, gerçekleştiği bilinirse arızayı tanımlamak son derece kolaylaşır. Bu konuda bilinen herhangi bir standart yoktur. Bu tür grafiklerle arıza tanımı, bir silindir üzerinde ölçülen titreşimin diğer silindirlerle karşılaştırılması ve/veya bir silindir üzerinde alınan titreşimleri daha önce aynı silindirde yapılmış ölçümlerle karşılaştırılması ile gerçekleşir.

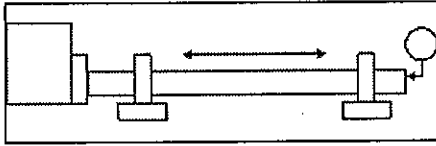


Şekil 7. Bir gemi redüktörü üzerinde alınmış titreşimlerin spektrumu

Şaft Titreşimleri:

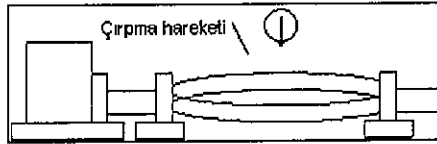
Şaft titreşimleri de üç amaçla ölçülebilir:

Şaftın Eksenel Hareketi:



Özellikle eksenel ve yatay hareketi: Genellikle deplasman ölçer olarak tanımlanan algılama aparatları ile ölçülen bu doğrusal eksenel titreşimler, şaftın ne kadar eksenel yönde oynadığının dolayısıyla sıras yatağına yapılan baskının değerlendirilmesi amacıyla ölçülür.

Şaft Çırpması:



Yatay yönde titreşiminin tesbiti ise genellikle, şaftta çırpma (whirling) dediğimiz, şaft dönme devrinin mil kritik frekansıyla çakışmasından kaynaklanan aşırı yatay hareket, bir başka deyişle, çocukların çevirdiği ip gibi savrulması sistemi zararlı şekilde etkileyeceğinden özellikle yataklama aralıkları açık olan sistemlerde ölçülür.

Şaftın Burulması:

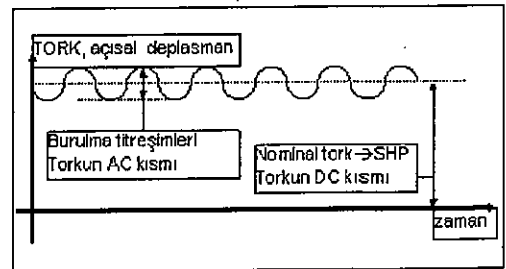
Ana makinadan alınan tork şaftın burulmasına neden olur; bu tork pervaneye kadar ulaşan "iş"tir. Ancak,

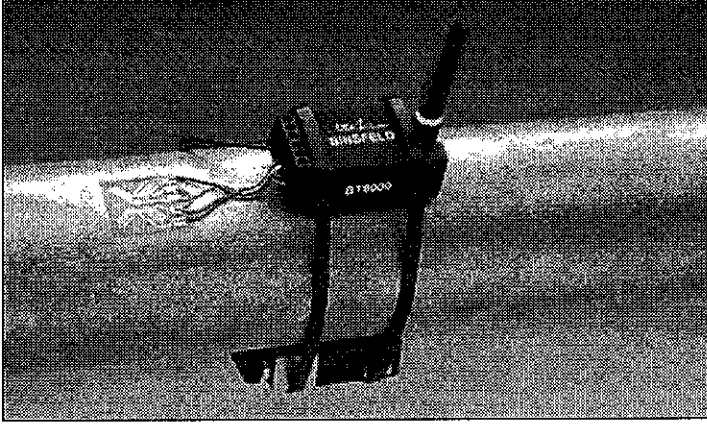
tork uygulamasıyla ortaya çıkan ve tamamen tork miktarı ve şaftın malzemesiyle ilgili bulunan burulma miktarı yine iki amaç için ölçülür:

- (x) Şafta uygulanan Şaft Beygir Gücü'nü (SHP) bulmak için,
- (y) Şaftın burulma titreşimlerini ölçmek için.

Şaft Beygir Gücü, burulma titreşimlerinde bulunan değerlerin DC (statik, taban değer) değerinden hesaplanır; burulma titreşimleri ise, sinyallerden DC kısım ayıklandıktan sonra kalan AC (dinamik, değişken kısım) kısmından hesaplanır.

Ölçümler için, şaftın üzerine birbirine 180 derecede 2 takım streyn geyç (strain gage) monte edilir. Streyngeyçlerden alınan ve şaftın gerçek burulma değeri, yine şaft üzerine monte edilmiş bir telemetri sistemi ile telsiz yayını şeklinde, şaftı çevreleyen bir antene iletilir. Streynölçer (strain indicator) cihazı ile şaft döndükçe ortaya çıkan burulma titreşimleri işlenerek, burulmanın statik değeri ve dinamik titreşimleri hesaplanarak SHP ve burulma titreşimleri bulunmuş olur.





Sonuç

Titreşim mühendisliği, gemi mühendisliği dalındaki uygulamalarla önemli sonuçlar elde edebilmektedir. Gemilerin makine ve konstrüksiyonlarının değerlendirilmesi, varsa problemlerin bulunması ve titreşim standartlarına uygunluğu hep titreşim ölçüm ve değerlendirmesi ile yapılmaktadır.

Gemilerde güç ölçümü, burulma titreşimleri değerlendirmesi, ana ve yardımcı makinelerinin arızalarının bulunması, konstrüksiyon ve inşaiye ilgili sorunlar büyük ölçüde titreşim mühendisliği yöntemleri ile ölçülüp, değerlendirilir ve çözüme doğru büyük adımlar atılması sağlanmış olur.



STCW '95 Gereklerine Göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitimi

Prof. Dr. Ahmet BAYÜLKEN

Yrd. Doç. Dr. Cengiz DENİZ

İstanbul Teknik Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi,
81716 Tuzla, İstanbul

ÖZET

Denizde can ve mal güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması uzun yıllardan beri denizciliğin en temel hedeflerinden biri olmuştur. Bu hedeflere varılabilmesi için öncelikle yapılması gereken, gemilerin uluslararası kuralların öngördüğü teçhizatla donatılmalarıdır. Ancak, sadece donanıyla güvenliğin istenen şekilde elde edilmesi mümkün değildir. Gemideki mevcut donanımı kullanan personelin bilgi ve becerisi de çok önemlidir. Çünkü denizdeki kazaların büyük bir bölümü, yaklaşık %70-80'i insan hatasından meydana gelmektedir. Denizde güvenliğin sağlanmasında bu derece önemli olan gemiadamlarının bilgi ve beceri düzeyleri sağlayacak eğitim standartlarının belirlenmesi gereklidir. Bu amaçla STCW sözleşmesi kabul edilmiştir.

Bu çalışmada STCW '95 sözleşmesinde gemi makineleri işletme mühendisliği yeterlik belgesi alınmasıyla ilgili

gerekler ile ülkemizde bu sözleşmeye uyum için yapılan çalışmalar ve yapılması gerekenler açıklanmıştır.

GİRİŞ

Gemilerin donatılmalarında, gemiadamlarının gerekli yeterlik belgeleri ve sertifikalara sahip olmaları şartı aranır. Bu şartların yanında, denizde güvenliğin sağlanması için gemiadamlarının belli bir bilgi ve beceri düzeyine de sahip olması gereklidir. Denizde can ve mal güvenliğin sağlanması ve çevre kirliliğinin önüne geçilebilmesi için gemiadamlarının aşağıda belirtilenleri yerine getirilmesi gereklidir:

- Gemi güvenliğini riske atmadan görevlerin yapılması,
- Acil bir durumla karşılaşıldığında en hızlı ve etkili biçimde acil duruma müdahale edilmesi,
- Personelin doğru ve etkin biçimde sevk ve idaresi.

Personelin gerekli bilgi ve beceriye

sahip olmadan, gemideki donanımları efektif olarak kullanıp tam anlamıyla güvenliği sağlamaları mümkün olmadığı gibi, acil bir durumda da paniğe kapılarak riskin artmasına ve kazaların daha fazla zarar vermesine neden olurlar.

Denizde güvenliğin sağlanmasında önemli bir yer tutan gemiadamlarının, eğitim belgelendirme ve vardiya tutma esaslarında uluslararası bir standart sağlamak amacıyla, STCW (Seafarer's Training, Certification and Watchkeeping) Sözleşmesi, 7 temmuz 1978 de kabul edildi ve 28 Nisan 1984 de yürürlüğe girdi. O tarihten beri, 1991, 1994, 1995 ve 1997 yıllarında değişiklikler yapıldı. Gerekli yeterlik standartlarını açıklığa kavuşturmak, eğiticiler ve değerlendiricilerin sahip olması gereken vasıfları belirlemek, 1978 Sözleşmesinin hükümlerinin yaptırımına etkili mekanizmalar sağlamak amacıyla, 1978 Sözleşmesinin ek bölümünün tümüyle gözden geçirilerek yenilendi. Yeniden gözden geçirme sonucu ortaya çıkan değişiklikler 1995 Konferansı sonucu alınan kararlar uyarınca kabul edildi ve 31 Temmuz 2002'de yürürlüğe girdi.

1995 Konferansına ait Sonuç Kararları, Konferans tarafından kabul edilen kararlar ve STCW Sözleşmesinin birleşik metni, daha önceki ilk maddeler, düzeltilmiş ek ve bu ekin içinde referans verilen destekleyici STCW Kodu, bir bütün halinde tek bir kitap halinde Uluslararası Denizcilik Örgütü (İMO) tarafından STCW'95 adı altında yayınlandı. STCW'95 üç ana kısımdan oluşmaktadır. Bu kısımlar şunlardır:

-Sözleşme Maddeleri

-KOD A

-KOD B

Sözleşme Maddeleri ve KOD A, üye devletlerin zorunlu olarak uygulayacakları en az standartları ayrıntılı olarak veren hükümleri içermektedir. KOD B'nin hükümlerinin uygulanması ise zorunlu olmayıp tavsiye niteliğindedir.

STCW'95 de yeni bazı tanımlar yapılmıştır. Eğitimi doğrudan ilgilendiren tanımlardan biri sorumluluk düzeyleriyle ilgili yapılan tanımlardır. STCW Kod A bölümü , Ek 1, Ayrım A, giriş kısmında sorumluluk düzeyi üçe ayrılmaktadır. Bu düzeyler şunlardır:

-Yönetim Düzeyi (Management Level)

-Uygulama Düzeyi (Operational Level)

-Destek Düzeyi (Support Level)

Bu düzeylerin tanımları Kod Bölüm I, Kısım A-I/1'de açık olarak yapılmıştır. Destek Düzeyi, yağıcılık ve gemicilik yapabilecek kişiyi, Uygulama Düzeyi Vardiya Mühendisi ve Vardiya Zabitanı, Yönetim Düzeyi ise ikinciler ile kaptan ve başmühendisleri ifade etmektedir.

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Sözleşmenin bir yeterlik belgesi alınması için öngördüğü şartlar sırasıyla eğitim, staj ve/veya deniz hizmeti ve sınavdır. Bu şartların tamamının yerine getirilmesi gereklidir. Uygulama düzeyi olan Gemi Makineleri İşletme Mühendisi olmak için gerekli şartlar, Sözleşmede Bölüm III, kural III/1 ve A-III/1'de belirtilmektedir. Yönetim Düzeyi olan Başmühendis olmak için gerekli şartlar ise, Sözleşmede Bölüm III,

kural III/2 ve A-III/2'de açıklanmaktadır. Bu kurallarda eğitim ve değerlendirme ile ilgili gereklilikler, Tablo A-III/1 ve Tablo A-III/2'de açıklanmıştır. Bu tablolar "Yeterlik", "Bilgi, Kavrama ve Beceri", "Yeterliği Ölçme İçin Yöntemler" ve "Yeterliği Değerlendirme İçin Ölçüt" ana başlıklarından oluşmaktadır. Tablo 1'de uygulama düzeyi için, Tablo 2'de ise yönetici düzeyi için bazı istenen şartları açıklamaktadır.

STCW '95 de Gemi Makineleri İşletme Mühendisi(Uzak Yol Vardiya Mühendisi) ve Uzak Yol Başmühendisi olmayı belirleyen kurallar ve gerekleri aşağıdadır:

A. Kural III/1

İnsanlı bir makine dairesinde vardiyadan sorumlu zabıtlar veya periyodik olarak insansız makine dairesinde görev yapmak üzere atanmış mühendislerin belgelendirilmesi için zorunlu minimum gerekler aşağıdadır:

(1) 750 kW veya daha büyük güçte ana makine ile yürütülen, bir açık deniz gemisindeki insanlı makine dairesi veya insansız bir makine dairesi görevi için atanmış makine vardiyasından sorumlu her zabıt uygun bir belgeye sahip olmalıdır.

(2) Belgelendirme için her aday aşağıdakileri yerine getirmelidir:

- 18 yaşından küçük olmamalı;
- STCW Kodunun A-III/1 bölümüne uygun olarak makine bölümünde altı aydan az olmayan deniz hizmetini tamamlamalı ve onaylı bir kayıt defterinde belgelendirilmiş gemi eğitimi

dahil ve STCW Kodunun A-III/1 bölümünde belirtilen yeterlik standartlarını yerine getiren ve 30 aydan az olmayan onaylı bir eğitim ve öğretimi tamamlamalıdır.

B. Kural III/2

3000 kW veya daha büyük güçte ana makine ile yürütülen gemilerdeki başmühendis ve ikinci mühendislerin belgelendirilmesi için zorunlu minimum gerekler aşağıdadır:

(1) 3000 kW ve daha büyük güçteki ana makine ile yürütülen bir açık deniz gemisindeki her başmühendis ve ikinci mühendis uygun bir belgeye sahip olmalıdır.

(2) Belgelendirme için her aday aşağıdakileri yerine getirmelidir:

- Vardiyadan sorumlu bir zabıt olarak belgelendirme için gerekleri yerine getirmelidir ve
- İkinci mühendis olarak belgelendirilmek için vardiya mühendisi olarak 12 aydan az olmayan onaylı bir deniz hizmetine sahip olmalıdır,
- Başmühendis olarak belgelendirilmek için, en az 12 ayı sorumlu durumda vardiya mühendisi ve geri kalanı belgeli olarak ikinci mühendis hizmeti olmak üzere, en az 36 aylık onaylı bir deniz hizmetine sahip olmalıdır
- Onaylı öğretim ve eğitimi tamamlayacak ve STCW Kodunun A-III/2 bölümünde belirtilen yeterlik standardını yerine getirmelidir.

TÜRKİYE'DE GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ EĞİTİMİ

Ülkemizin STCW/95 sözleşmesine tam ve eksiksiz uyumunu sağlamak amacıyla, 8.8.2001 tarihinde Gemiadamları Yönetmeliği ve 08.04.2002 tarihinde de yine bu yönetmelik gereklerine göre hazırlanan Eğitim ve Sınav Yönergesi yürürlüğe girmiştir. Bu yönergenin Gemi Makineleri İşletme Mühendisi (Uzakyol Vardiya Mühendisliği) eğitimini ilgilendiren maddeleri aşağıdadır:

Yönergenin 19. ve 20. maddeleri Uzakyol Vardiya Mühendisliği ve Baş Mühendisliği müfredatlarını açıklamaktadır. Tablo 3'de Uzakyol Vardiya Mühendisliği, Tablo 4'de ise Uzakyol Başmühendisliği eğitimi programları görülmektedir. Bazı derslerin isimleri aynı olsada içerikleri uygulama ve yönetici düzeylerinin gereklerini sağlayacak şekilde birbirinden farklıdır. Uzakyol Vardiya Mühendisliği 5 yarıyıldan, Uzakyol Başmühendisliği eğitimi ise 2 yarıyıldan oluşmaktadır. Ayrıca Uzakyol Vardiya Mühendisi olmak için 6 ay staj zorunluluğu da vardır.

Eğitim ve Sınav Yönergesi'nde dersler meslek dersi ve temel dersler olarak ikiye ayrılmakta, madde 46 da makine meslek derslerini açıklamaktadır. Makine meslek dersleri şunlardır:

- Gemi Makinelerine Giriş,
- Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı,
- Dizel Motorları,
- Gemi Yardımcı Makineleri,

- Hidrolik - Pnömatik ve Otomatik Kontrol,
- Denizde Güvenlik,
- Makine Dairesi Simülatörü,
- Denizcilik İngilizcesi

Bu dersler, yine aynı yönergede madde 43,44,45 de tanımlanan, "en az üç yıl deniz hizmetine sahip" öğretim elemanı, öğretmen veya eğitmenler tarafından verilmesi zorunluluğu getirilmiştir.

Eğitim için kullanılacak eğitim-öğretim donanımları ve araç gereçleri ilgili en az gerekler madde 49 da açıklanmıştır.

Eğitim ve Sınav Yönergesi ile gemiadamları eğitim müfredatında, eğitim araç gereçlerinde, eğitim kurumları için giriş koşullarında, sınıf geçme ve mezuniyet gerekleri ile eğitmenlerin yeterliğinde, deniz eğitiminin esaslarında, sınava giriş şartları, sınav konuları ve başarı gereklerinin de belli bir standart oluşturulmuştur.

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ ve BAŞ MÜHENDİSLİĞİ SINAVI

Eğitim ve Sınav Yönergesi'nde belirtilen müfredata göre eğitimlerini ve stajlarını tamamlayan gemiadamları herhangi bir yeterlik belgesi almaları için sınava tabi tutulurlar. Bu sınavlarda başarılı olmaları durumunda yeterlik belgelerini alabilirler. Eğitim ve Sınav Yönergesi'nde Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği (Uzakyol Vardiya Mühendisi) ve Uzakyol Başmühendisliği sınavı konuları ve başarılı olma esasları yeniden düzenlenmiştir. Bu esaslar aşağıdadır.

1. Uzakyol Vardiya Mühendisi

Uzakyol Vardiya Mühendisi sınav konuları şunlardır:

1. Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı
2. Ana Makine Operasyon ve Bakımı
3. Elektroteknik, Termodinamik ve Otomatik Kontrol
4. Teknik Resim
5. Uluslararası Denizcilik Sözleşmeleri
6. Gemi İnşa ve Sörvey İşlemleri
7. Denizcilik İngilizcesi

"Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı", "Ana Makine Operasyon ve Bakımı", "Denizcilik İngilizcesi" derslerinden yazılı sınav geçme notu 100 üzerinden 70 puandır. Yazılı sınavda başarılı olanlar, yine en az 100 üzerinden 70 puan almaları gereken sözlü ve/veya uygulamalı sınava tabi tutulurlar. Her iki sınavdan başarılı olanlar ilgili derslerden geçmiş sayılırlar. Diğer derslerden geçme notu yazılı sınavda 100 üzerinden 60 puandır.

2. Uzakyol İkinci Mühendisi ve Uzakyol Başmühendisi

Uzakyol İkinci Mühendisi ve Uzakyol Başmühendisi sınav konuları şunlardır:

1. Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı
2. Ana Makine Operasyon ve Bakımı
3. Elektroteknik, Hidrolik - Pnömatik ve Otomatik Kontrol
4. Termodinamik ve Soğutma-İklimlendirme
5. Deniz Hukuku ve Uluslararası Denizcilik Sözleşmeleri
6. Gemi İnşa ve Sörvey İşlemleri
7. Denizcilik İngilizcesi

Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı", "Ana Makine Operasyon ve Bakımı", "Denizcilik İngilizcesi" derslerinden yazılı sınav geçme notu Uzakyol İkinci Mühendis için 100 üzerinden 70 puandır. Yazılı sınavda başarılı olanlar yine en az 100 üzerinden 70 puan almaları gereken sözlü ve/veya uygulamalı sınava tabi tutulurlar. Her iki sınavdan başarılı olanlar ilgili derslerden geçmiş sayılırlar. Diğer derslerden geçme notu yazılı sınavda 100 üzerinden 60 puandır.

Yukarıdaki "Gemi Makineleri Operasyonu ve Bakımı", "Ana Makine Operasyon ve Bakımı", "Denizcilik İngilizcesi" derslerinden yazılı sınav geçme notu Uzakyol Başmühendisi için 100 üzerinden 75 puandır. Yazılı sınavda başarılı olanlar yine en az 100 üzerinden 75 puan almaları gereken sözlü ve / veya uygulamalı sınava tabi tutulurlar. Her iki sınavdan başarılı olanlar ilgili derslerden geçmiş sayılırlar. Diğer derslerden geçme notu yazılı sınavda 100 üzerinden 70 puandır.

SONUÇLAR

Ülkemizde eğitim veren herhangi bir kurum veya kuruluşun verdiği eğitimlerin ve bu eğitimler sonunda alınacak belgelerin uluslararası geçerliliğinin olabilmesi için, STCW'95 sözleşmesine uyumlu olarak verilmesi zorunluluğu vardır. Bu sözleşmedeki eğitim ve değerlendirme gereklerinin ülkemizde nasıl uygulanacağını gösteren yasal bir döküman olan Eğitim ve Sınav Yönergesinde belirtilen bütün şartların yerine getirilmesi gereklidir. Müfredat, araç-gereç, eğitici

ve değerlendirme ana başlıklarında toplanabilecek ve minimum gerekleri belirleyen bu yönergenin esaslarının yerine getirilmesi gereklidir. Bunun yanında, uluslararası rekabete açık, sürekli bir gelişimin sağlanması da göz önünde bulundurularak yetiştirilen gemiadamlarının, herhangi bir uluslararası şirkette rahatlıkla çalışabilecek özgüvene ve beceriye sahip olmalarını hedeflemek gereklidir.

STCW'95 in zorunlu kıldığı noktalardan biri de "Bağımsız Değerlendirme"dir. Bunun sağlanabilmesi için, eğitim kurumlarının hedeflerini, faaliyetlerini gösteren bir kalite sistemine sahip olmaları, dökümante edilmiş bu sistemin gereklerini yapmaları ve belirlenecek esaslara göre kurum dışından bağımsız değerlendirme (denetleme)'ye tabi tutulmaları gereklidir. Bu denetlemeler sonucunda elde sonuçların belli bir format içinde idare tarafından 1 Şubat 2004 tarihine kadar IMO'ya gönderilmesi gereklidir.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitimi veren kurumların da diğer

eğitim kurumları gibi, STCW'95 e uyumlarını sağlanabilmek için mevcut durumlarını yasal dökümanlara göre gözden geçirmeleri, tesbit ettikleri eksikliklerini ivedilikle gidermeleri ve kalite sistemine sahip olmaları gereklidir.

KAYNAKLAR

1. STCW'95, IMO, 1995
2. Gemiadamları Yönetmeliği, Denizcilik Müsteşarlığı, 2001
3. Eğitim ve Sınav Yönergesi, Denizcilik Müsteşarlığı 2002
4. Deniz C., Cömert A., STCW'95 i Doğru Anlamak, Denizcilik Dergisi, Mart-Nisan 2002
5. T. Nakazawa ,C.Deniz, I.Cicek, A Proposal for Marine Engineering Institutions to Organize the Effective Training Method, Society of Naval Architects & Marine Engineers, 24th Annual Journal 2000/2001

Yetenek	Bilgi Kavrama ve Beceri	Yeteneği Ölçme için Yöntemler	Yeteneği Değerlendirme için Ölsüt
Gemilerde tipik olarak yerine getirilen onarım işlemleri ve imalat için uygun aletlerin kullanımı	Gemilerde ve onarım teçhizatının yapımı ve onarımında kullanılan malzemelerin özellikleri ve sınırlamaları İmalat ve onarım için kullanılan usullerin özellikleri ve sınırlamaları Onarım sistemleri ve parçaların imalatında düşünülen özellikler ve parametreler Ateşye çevresinde güvenli çalışma pratiklerinin uygulanması	Aşağıdakilerin biri veya daha fazlasından elde edilen kanıtın değerlendirilmesi : 1 onaylı ateşye beceri eğitimi 2 onaylı pratik tecrübe ve deneyler	Gemiyeye ilişkin parçaların imalatı için önemli parametrelerin tanınması Malzemenin seçimi Seçilmiş toleranslara göre imalat Ekipman ve takım tezgahlarının kullanımı uygun ve güvenlidir
Gemi tesis ve teçhizatının sökülme, bakım, onarımı ve yeniden montajı için el aletleri ve ölçüm cihazlarının kullanımı	Teçhizat yapımında dizayn özellikleri ve malzemelerin seçimi Makine resimleri ve el kitaplarının yorumlanması Teçhizat ve sistemlerin işletmeye ilişkin karakteristikleri Gemi elektrik sistemlerinde çalışmak için güvenlik gereklilikleri Gemi AC ve DC elektrik sistemleri ve teçhizatının yapısı ve işletme özellikleri Elektriksel test ve ölçme teçhizatının yapısı ve operasyonu	Aşağıdakilerin biri veya daha fazlasından elde edilen kanıtın değerlendirilmesi : 1 onaylı ateşye beceri eğitimi 2 onaylı pratik tecrübe ve deneyler	Aşağıdaki güvenlik usulleri uygundur Aletler ve yedek donanımları seçimi uygundur. Teçhizatın sökülme, denetim, onarım ve tekrar montajı el kitapları ve uygun pratiklere göre yapılır Tekrar işleme ve performans deneyi el kitapları ve iyi pratiklere göre yapılır Güvenlik usullerinin yerine getirilmesi yeterlidir Test teçhizatının seçimi ve kullanımı uygun ve sonuçları yorumlanması doğrudur El kitapları ve uygun pratiklere göre onarım ve bakımın yürütülmesi usullerinin seçimi El kitaplarına ve uygun pratiklere göre onarımdan sonra ekipmanın ve sistemlerin performans testi ve işletmesi, servise geri getirilmesi
Güvenli makine vardiyesi sürdürme	Makine vardiyesinin tutulmasında izlenecek prensipleri: 1 vardiya alma ve kabul emre ile ilgili görevler 2 vardiya sırasında yürütülen rutin görevler 3 makine dahresi, jurnalının döndürülmesi ve alınan değerlerin öneminin değerlendirilmesi 4 vardiya tutulmasıyla ilgili görevleri	Aşağıdakilerin biri veya daha fazlasından elde edilen kanıtın değerlendirilmesi : 1 onaylı hizmet deneyimi 2 onaylı eğitim gemisi tecrübesi 3 uygun olma yerde, onaylı simülatör eğitimi 4 onaylı laboratuvar teçhizatı eğitimi	Yürütülen vardiya da davranış vardiyesinin, teslim edilmesi kabul edilmiş ilkeler ve usuller Makine teçhizatı ve sistemlerinin işletmesinin sıklığı ve süresi, yapımının önerileri ve bir makine vardiyesinin tutulmasında izlenen prensipler dahil, kabul edilmiş ilke ve usullere göre yürütülür . Geminin makine sistemlerine ilişkin hareketi ve aktiviteler, uygun bir kayıt şeklinde sürdürülür Mühendislik görevlerine ilişkin İngilizce yayımlanmış doğru bir biçimde yorumu Net ve anlaşılır haberleşme
Yazılı ve konuşma şeklinde İngilizce kullanımı	Makine yayımlarını ve makine görevlerini lera etebilmek için bir zabıtın İngilizce dilini yeterli bir biçimde kullanması	Pratik eğitimden elde edilen kanıtın değerlendirilmesi ve sınav	

Tablo 1. İşletme Düzeyinde Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği için
Tablo A-III/1' de İstenen Bazı Gerekliler

Yeterlik	Bilgi, Kazanma ve Beceri	Yeterliği ölçme için yöntemler	Yeterliği değerlendirme için ölçüt
Plan ve program operasyonları	Kırsal bilgi Termodinamik ve sıvı iletim Mekanik ve hidro mekanik Gemi enerji tesislerinin (dizel, sıvı ve gaz türbinli) çalışma ilkeleri ve soğutma Yakıt ve yağların fiziksel ve kimyasal özellikleri Malzeme teknoloji Hızar kontrol dahil gemi inşaatı ve gemi yapısı	Aşağıdakilerin bir veya daha fazlasından elde edilen 1. onaylı eğitimden önceki deneyimi 2. onaylı eğitimden önceki deneyimi 3. uygun olan yerde, onaylı simülatör eğitimi Aşağıdakilerin bir veya daha fazlasından elde edilen 1. onaylı eğitimden önceki deneyimi 2. onaylı eğitimden önceki deneyimi 3. uygun olan yerde, onaylı simülatör eğitimi	Planlama ve operasyonların hazırlanması, enerji tesisinin dizayn parametreleri ve seferin gerektirdiği uygun olmalıdır.
İlişkili sistemlerin dahi, ana ve yardımcı makinelerin ilk hareketleri ve kapatılma	İlişkili sistemlerin dahi, ana ve yardımcı makinelerin ilk hareketleri ve kapatılma	İlişkili sistemlerin dahi, ana ve yardımcı makinelerin ilk hareketleri ve kapatılma	İlk hareketi hazırlama yöntemleri ve yakıt yağlama yağ, soğutma suyu ve havanın sağlanması en uygun olmalıdır.
Makine performansı ve kapasitesini işletme, gözlemlenme ve değerlendirme	Pratik bilgiler Aşağıdakilerin işletme ve bakımı: 1. gemi dizel motorları 2. gemi buharı türbinleri 3. gemi gaz türbinleri Dümen donanımı sistemi, yardımcı kazan sistemleri, pompalama ve boşaltma sistemleri dahil, yardımcı makinelerin operasyon ve bakımı Kontrol sistemlerinin operasyon, test etme ve bakımı Güçverme makineleri ve yük elleçleme teçhizatının işletimi ve bakımı	Aşağıdakilerin bir veya daha fazlasından elde edilen 1. onaylı eğitimden önceki deneyimi 2. onaylı eğitimden önceki deneyimi 3. uygun olan yerde, onaylı simülatör eğitimi	Makine tesisinin güvenli ve verimli işletilmesi ve durumunun emin olmak için düzenlemeler, işletmenin tüm çalışma tarzı için uygundur
Makine sistemleri, teçhizat ve devrelerinin güvenliğini sürdürme	Pompalar ve boşaltma teçhizatı dahil, makinenin işletme ve bakımı	Aşağıdakilerin bir veya daha fazlasından elde edilen 1. onaylı eğitimden önceki deneyimi 2. onaylı eğitimden önceki deneyimi 3. uygun olan yerde, onaylı simülatör eğitimi	Yakıt ve balast operasyonları, işletme gerekliliklerini yerine getiri ve deniz çevresinin kirlenmesini önleyecek biçimde yürütülür
Yakıt ve balast operasyonlarının denetimini			

Tablo 2. Yönetici Düzeyinde Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği(Başmühendis) İçin Tablo A-III'de İstenen Bazı Gerekliler

Uzakyol Vardiya Mühendisliği Eğitim İçerikleri

Birinci sömestr (yarıyıl)

Denizcilik İngilizcesi I
Matematik
Fizik
Kimya
Statik
Teknik resim I
Denizde güvenlik I

Temel güvenlik eğitimleri (bu eğitimler tüm gemiadamları için
gemiadamları yönetmeliği madde 19 hükümleri uyarınca alınması gereken
zorunlu asgari güvenlik eğitimleri olup, öğrencinin deniz eğitimi için gemiye
katılmasından önce tamamlanmalıdır)

Gemi makinelerine giriş

İkinci sömestr (yarıyıl)

Denizcilik İngilizcesi II
Termodinamik
Dinamik
Teknik resim II
Malzeme bilgisi
Atelye I
Dizel motorları I
Denizde güvenlik II

Üçüncü sömestr (yarıyıl)

Denizcilik İngilizcesi III
Atelye - II
Dizel motorları II
Gemi yardımcı makineleri I
Gemi makineleri operasyon ve bakımı I
Elektroteknik I
Denizde güvenlik III

Dördüncü sömestr (yarıyıl)

Denizcilik İngilizcesi IV
Gemi yardımcı makineleri II
Otomatik kontrol
Gemi makineleri operasyon ve bakımı II
Elektroteknik II
Denizde güvenlik IV
Deniz hukuku

Beşinci sömestr (yarıyıl)

Bilgisayar programlama ve kullanımı
Elektronik
Makine elemanları
Gemi inşa
Isı transferi
Uluslararası denizcilik sözleşmeleri

Uzakyol İkinci Mühendis ve Uzakyol Başmühendis Eğitim İçerikleri

Birinci sömestr (yanyıl)

- Termodinamik
- Mekanik ve hidromekanik
- Soğutma ve iklimlendirme sistemleri
- Malzeme teknolojisi
- Gemi inşa
- Dizel motorları operasyon ve bakımı I
- Gemi makineleri operasyon ve bakımı I
- Elektroteknik

İkinci sömestr (yanyıl)

- Denizcilik ingilizcesi
- Dizel motorları operasyon ve bakımı II
- Gemi Makineleri operasyon ve bakımı II
- Hidrolik ve pnömatik
- Otomatik kontrol
- Uluslararası denizcilik sözleşmeleri
- Denizde güvenlik
- Güvenlik ve kalite yönetimi
- Personel idaresi
- Sörvey işlemleri
- Buhar türbinleri
- Gaz türbinleri



MAN B&W ALPHA Silindir Yağlama Sistemi (ALPHA ACC)

Müh. Murat BAYRAK
Gerçel MARINE
MAN B&W Türkiye Temsilcisi

iki zamanlı makinalarda silindir yağlama yağı harcamı toplam makine işletme maliyetinin önemli bir kısmını oluşturmaktadır. Yakıt maliyeti hesap dışında tutulacak olursa, silindir yağlama yağı harcamı toplam işletme maliyetinin % 25 lik bir kısmını oluşturur. Optimum yağlama yağı miktarı ile yağlama yağı harcamı ve minimum layner aşınmasından dolayı yedek parça harcamı azaltılır. Optimum yağlama ile yanma sonucu oluşan zararlı gazların miktarı da düşürülür.

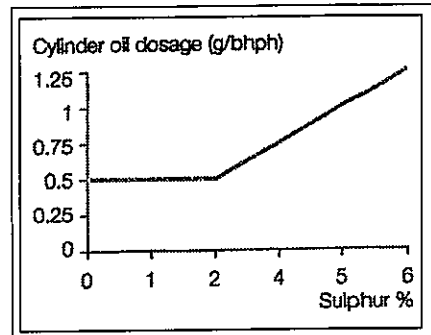
Alpa Silindir Yağlama Sisteminde (Alpha ACC) layner çevresine yerleştirilmiş nozullar yardımı ile harici iki adet yağ pompası tarafından, yüksek basınçlı silindir yağı (45 bar) piston üzerindeki segmanlara püskürtülür. Pistonun hareketi sonucu segmanlar yardımı ile layner yüzeyinde homojen bir yağ filmi oluşturulur.

Alpa ACC Sisteminde yağ debisi yakıt içerisinde mevcut olan S2(Kükürt) miktarına ve makine yüküne (silindir

içerisine püskürtülen yakıt miktarı) bağlı olarak ayarlanır.

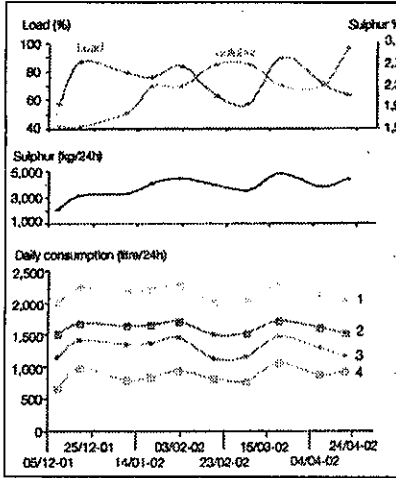
Layner aşınmasının temel nedeni yanma ile kimyasal reaksiyon sonucu ortaya çıkan sülfirik asidin sebep olduğu korozyondur. Sülfirik Asit miktarı yakıt içerisindeki Kükürt (S2) miktarı ile doğru orantılıdır. Aşağıdaki diagramda yağ debisi ve Kükürt (S2) miktarı arasındaki değişim gösterilmektedir.

Şekil 1’de belirtilen kontrol TBN 70-80 olan silindir yağına göre verilmiştir. Uzun süreli %1 altında kükürt içeren yakıt kullanımda TBN 40-50 olan yağ kullanımı tavsiye edilmektedir.



Şekil 1

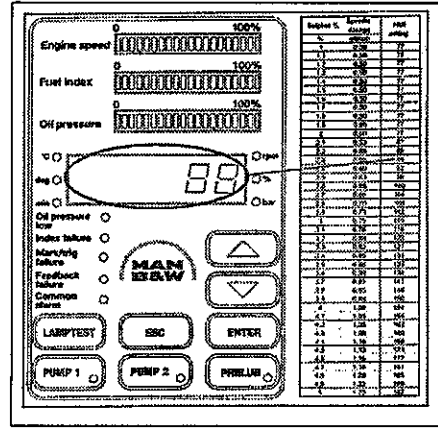
Şekil 2’de Alpha ACC sistemindeki silindir yağlama yağ debisinin kükürt ile bağlantılı değişken debi ayarları gösterilmektedir. Sistemin verimli çalışması açısından makine personelinin alınan yakıt içerisindeki kükürt miktarını sisteme girmesi gerekmektedir.



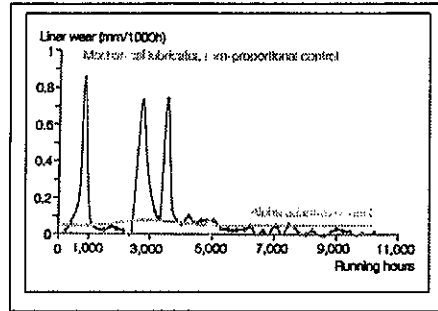
Şekil 3

Şekil 3’te 6800 TEU Konteyner gemisinde yapılan ölçüm sonuçları verilmiştir. Alpa ACC 12.12.2001 tarihinde 12 K 90 MC(54840 kW/74640 HP) tipi ana makineye monte edilmiştir ve ilk beş ay sonucunda ölçülen sonuçlar belirtilmiştir.

- 1-Mekanik yağlama sistemi-Normal dozaj(1,2 g/bhph,rpm kontrol)
- 2- Mekanik yağlama sistemi-Minimum dozaj(0,9 g/bhph,rpm kontrol)
- 3-Alpha yağlama sistemi-Normal



Şekil 2

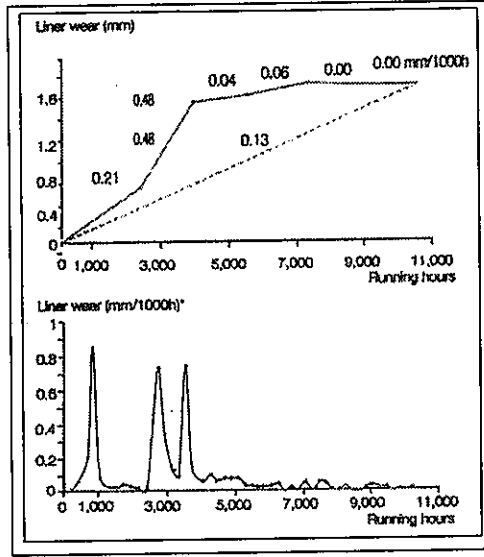


Şekil 4

dozaj(0,8 g/bhph,mep kontrol)
4- Alpha ACC yağlama sistemi:0,25 g/bhph/S%

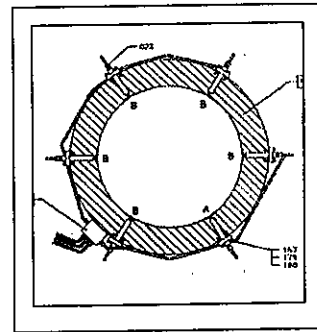
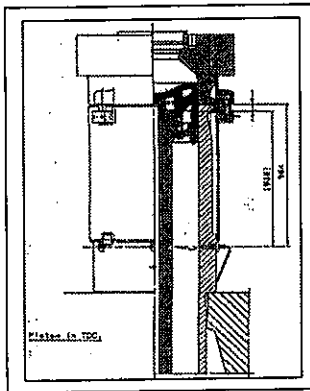
Şekil 3’teki en üst diagramda yük ve kükürt değişimi miktarları verilmektedir. Ortadaki diagramda silindir içerisine yakıt ile birlikte giren S2 miktarı, aşağıdaki diagramda ise çeşitli metotlara göre yapılan yağ harcamaları verilmektedir.

Şekil 4 de ve Şekil 5 te aynı süreçte mekanik silindir yağlama sistemi ve Alpha ACC için ölçülen layner aşınma miktarları verilmektedir.

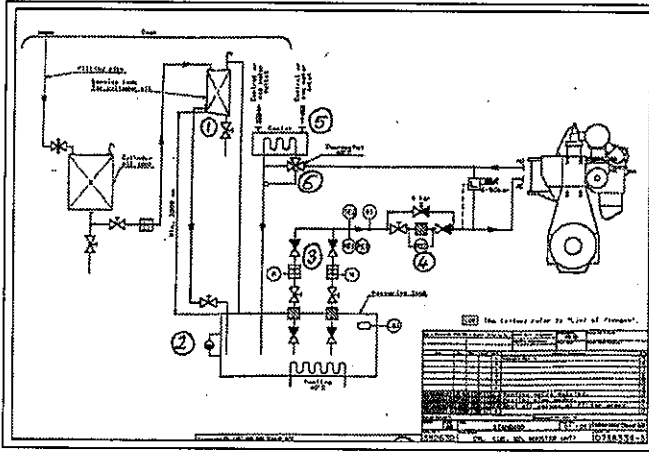


Şekil 5

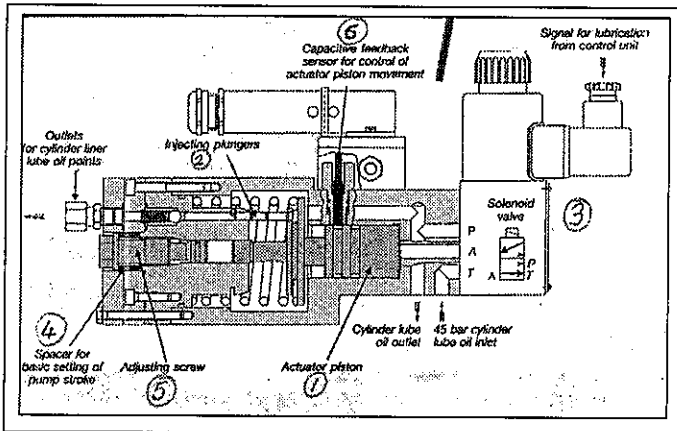
26-50 MC-C(1600-12640 kW) makinalarda layner üzerinde tek sıra, 50-98 MC-C (12640-80080 W) makinalarda çift sıra nozul bulunmaktadır. Nozul sayıları silindir çapına bağlı olarak 4,6 veya 8 adet olarak değişmektedir. Aşağıdaki resimde nozulların silindirlerde yerleşimi gösterilmektedir.



Silindir yağlama yağı ana tanktan (1) gravite ile makine üzerindeki 30-50 litrelik ara tanka (2) gelir. Makina üzerinde bir adet asıl ve bir adet yedek olmak üzere iki adet yağlama yağı pompası (3) bulunmaktadır. Yağlama yağı pompası ara tanktan emdiği yağı yüksek basınç filtresinden (4) geçirerek lübrikatörler üzerinden sürekli olarak sirküle ettirir. Lübrikatör girişlerinde 45 bar basınçlı yağ mevcuttur. Yağlama yağı sürekli olarak yüksek basınç ile sirküle ettiğinden yağın sıcaklığı yükselmektedir. Dönen yağın sıcaklığı su soğutmalı bir ısı değişiriciden (5) geçirilir. Yağ sıcaklığı, sıcaklık kontrol valfi (6) ile 45 ° C de sabit tutulur.



Aşağıdaki resimde lübrikatör detayı verilmektedir. Lübrikatör içerisinde nozul sayısına eş enjektör bulunmaktadır. Ana piston her püskürtmede enjektörleri iterek yağı nozullara gönderir. Pistonun hareketi bir selenoid valf yardımı ile gerçekleştirilir. Selenoid valfin aktive edilmesi ile yön kontrol valfi yağı piston kafasına gönderir. Pistonun hareketi ile enjektörler itilir ve yüksek basınçlı yağ nozullarından püskürtülür. Pistonun hareket mesafesi bir burç (4) ve şekilde gösterilen ayar civatası (5) ile kontrol edilir. Pistonun hareketi bir sensör(6) yardımı ile sürekli kontrol edilir.



Selenoid valfe uyarı enerjisi ana kontrol panelinden gelir. Ana kontrol panelinde üç adet elektronik kart bulunmaktadır. Kontrol panelinde volan üzerine yerleştirilen iki adet sensör yardımı ile makine devri ve her bir silindire ait üst ölü nokta kontrol edilir. Ayrıca silindir içerisine yerleştirilen bir basınç sensörü ile silindir içi basıncı kontrol edilir. Bu sensörlerden alınan sinyaller kontrol panelinde değerlendirilerek selenoid valfe uyarı gönderilir. Nozul öncesi yağ basıncı da ayrı bir basınç sensörü ile kontrol edilir, püskürtme işlemi bir numaralı segman üzerine, piston üst ölü noktaya çıkarken gerçekleştirilir.

Herhangi bir sinyalin alınmaması durumunda (sensör arızası, kablo kopması, mekanik arıza, v.s.) sistem otomatik olarak " acil kontrol" konumuna geçer ve yağ debisini %150 'ye çıkararak makineyi emniyete alır. Fabrikada test çalışmaları sırasında lubrikatörlerden bir tanesi devre dışı bırakılarak makine 24 saat boyunca çalıştırılmıştır. Makine durdurulduktan sonra yapılan incelemelerde linerde herhangi bir aşınma gözlenmemiştir. Lubrikatörlerden bir tanesi devre dışı kaldığında yağ debisi otomatik olarak % 150 ye çıkmış ve diğer silindirlerdeki yanmayan silindir yağları konveksiyon ile bu silindiri de yağlamıştır. Bu testin amacı manevra sırasında Alpha ACC sisteminde oluşabilecek mekanik veya elektronik arızalarda sistemin emniyetinin sağlandığının kanıtlanmasıdır.

Alpha ACC sisteminin işletmecisi açısından en önemli özelliği ise

ekonomik yağ harcamasıdır. 6S 70 MC (16860 kW/22920 BHP) ana makine bulunan bir konteyner gemisinde yapılan araştırma sonuçları aşağıda tetkiklerinize sunulmuştur. Bu makine de mekanik silindir yağlama sistemi Alpha ACC ye dönüştürülmüş ve bir yıl boyunca Alpha ACC sonuçları ölçülmüştür.

Yakıt kükürt oranı
3 %

Mekanik lubrikatör yağ harcamı
1,20 g/bhph

Alpha ACC lubrikatör yağ harcamı
0,75 g/bhph

Yıllık çalışma saati
7000 saat

Yağlama yağı fiyatı
1 USD/litre

Mekanik lubrikatör yıllık yağ harcamı
186 ton

Alpha ACC lubrikatör yıllık yağ harcamı
108 ton

Yağlama yağı tasarrufu
78 ton/84,333 Litre

Kazanç
84,333 USD

Alpha ACC yerleştirme maliyeti
860,400 DKK(113,960 USD)
(1 USD = 7,55 DKK)

Geri dönüşüm süresi
1,35 yıl

Sonuç

ALPHA ACC silindir yağlama sistemi üzerinde günümüzde üretilen iki zamanlı MAN B&W makinelerinin % 60 ında kullanılmakta olup, önümüzdeki 5 yıl içerisinde %100'e yükselmesi ön görülmektedir.



Gemi Makine Dairesi Operasyonlarında İnsan Faktörü: DeneySEL Yaklaşım ve Değerlendirme

Yrd. Doç. Dr. İsmail ÇİÇEK / Doç. Dr. Makoto UCHIDA* / Müh. Ali KUŞOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi
Tuzla, İstanbul

* Kobe Denizcilik Üniversitesi
Kobe, JAPONYA

ÖZET

Günümüzde deniz kazalarının %80'i insan hatasından kaynaklanmaktadır. Gemilerde meydana gelen hataların birçoğu personelin performans yetersizliği, eğitimsizliği, bilinçsizliği veya meydana gelen olaylara kayıtsız kalmaları sonucu meydana gelmektedir. İleride de makinelerin dizaynı ve işletilmesi insanlar tarafından yapılacağı için bu hataların devam edeceğini kabul etmek gerekir. Bu bilgiler ışığında, temel mühendislik dallarının entegrasyonu olan Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğinde eğitim 'İnsan Hatası' nı en aza indirme amacına yönelik yapılmalı ve buna göre Eğitim-Öğretim programı ve ders eğitim sistemleri hazırlanmalıdır. Her sektörde olduğu gibi denizcilik sektöründe de belirli gelişmelerin olmasını sağlayabilecek asıl kaynak, personel, yani insan kaynağıdır.

Eğitimli personel çalıştırmayan şirketler her zaman için hem maddi hem de manevi zarara uğramaya mahkumdurlar.

İnsan hatalarını minimuma indirmeye yönelik program hazırlayabilmek için öncelikle insan hatalarının nedenlerini ve nasıl olduğunu analiz etmek ve buna bağlı olarak yorum getirmek gereklidir. Bu çalışmada İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği eğitiminde Makine Dairesi Simülatörünün (MDS) insan hatalarının analiz edilmesinde kullanımı ele alınmıştır. İTÜ Denizcilik Fakültesinde Makine Dairesi Simülatörü kullanılarak "Gemi Makine Dairesi İşletiminde İnsan Faktörü" konusunda yapılan araştırma çalışmaları sunularak çalışma sonuçlarının ne şekilde faydalı olabileceği ve ileride yapılması gereken çalışmaların neler olduğu değerlendirilmiştir.

GİRİŞ

STCW95 konvansiyonunda Gemi Makineleri İşletme Mühendisi "Engineer Officer" yani Mühendislik Zabiti (Vardiya Zabiti veya Makine Zabiti olarak da Türkçeye uyarlanmıştır) olarak tanımlanmıştır ve görevi şu şekilde belirtilmiştir:

1. Güvenli ve verimli işletimden sorumlu olması,
2. Çevre korumaya uyumlu işletim yapması.

Bundan dolayı Mühendislik Zabitlerinin görevi, vardiya tutmaktan başlayarak makine ve makine personelinin idare ve yönetimine kadar geniş kapsamlıdır. Buna ilave olarak Gemi Makineleri İşletme Mühendislerinin önemli ve doğal bir görevi kaza ve acil durum içeren durumlarda karar verebilmeleri ve verdikleri bu kararın doğru bir seçim olduğunu ispatlayan mühendislik temellerine dayalı mantıksal açıklamalarının olması gereklidir. Diğer taraftan acil bir durum içeren mühendislik olaylarında verilen kararın mühendislik temelleri açısından mantıklı bir açıklamasını verebilmek kolay olmayıp ancak olayın mühendislik ve / veya fiziksel prensibini bilmekle mümkündür.

Mühendislik bilgisi gerektiren olayların vuku bulması durumunda tecrübe olsa bile teorik bilgi eksikliğinin olması durumunda ne olur? O ana kadar tecrübe edilmeyen bir durumla karşılaşıldığında bu olayla ilgili o kişinin yeteri kadar teorik bilgisi yoksa (mühendislik prensipleri bilgisi noksanı) o zaman o kişi 'panik hali' diye adlandırdığımız duruma düşer ve bu durumda yanlış kararların

verilmesine sebep olur. Bu da karşımıza 'insan hatası' olarak çıkar. Uluslararası Çalışma Örgütü (International Labor Organization) tarafından yayınlanan İşçi Sağlığı ve İş Güvenliği Ansiklopedisinde iş kazası "belirli bir zarar ya da yaralanmaya neden olan beklenmeyen veya önceden planlanmamış olay" olarak tanımlanmıştır. Bu kazalar iki türlü sonuç doğurmaktadır. Bunlar personele gelebilecek zararlar veya şirkete olan maddi zararlar. İnsan hatası sonucunda şirkete gelebilecek zararlar makinenin yanlış tamir edilmesi, yanlış monte edilmesi, ve yanlış işletilmesi sonucu o makinenin tamamen ya da kısmen çalışamaz hale gelmesidir. Maddi bir kayıp olduğu için telafisi şirket veya personel tarafından mümkün olabilir. Fakat personele gelecek olan zararlar ölüm, ağır ya da hafif yaralanma şeklinde meydana gelebilir ve telafisi mümkün olmayabilir. Aslında, bazı hafif yaralanmalar dışındaki durumlar direk şirkete olan zarar olarak ortaya çıkmaktadır. İnsan gücünün veya zekasının kullanıldığı Gemi Makine Dairesinde insan hatalarını tamamen kaldırmak diye bir kavram düşünülemez. Ancak hataların minimuma indirilmesi için çeşitli yollar izlenmektedir. Bunlar:

1. **Kaliteli personel seçimi:** Bilgi ve becerisi işe uygun olan personel doğabilecek hataları azaltır.
2. **Eğitim:** Hatalar eğitim sayesinde azaltılabilir. Fakat insanlar her zaman eğitildikleri gibi çalışmazlar. Veya önceki alışkanlıklarını devam ettirebilirler. Ayrıca eğitim sürekli bir olaydır. Zamanla oluşan beklenmedik olaylar da eğitim gerektirebilir.

3. Dizayn: Çalışan aletlerin ve çalışma ortamlarının iyi dizayn edilmiş olması hataları azaltıcı bir faktördür. Ayrıca güvenli alet ve çalışma ortamları insanları hayati tehlikelerden korur ve işgücü kaybını önler. Dizayn dış korumalı, az korumalı ya da korumalı, ya da tam korumalı dizayn olarak karşımıza çıkar.

Örneğin, bir elektrikçi üç fazlı bir motorun çalıştırma kablolarını bağlarken kabloyu doğru bağlarsa motor doğru yönde döner. Ters bağlarsa motor ters yönde dönmeye başlar ve kendisine veya sisteme ya da çevreye zarar verebilir. Az korumalı dizaynda, elektrikçinin önünde iki kablo vardır. Korumalı dizaynda, kablolar ters bağlanırsa motor çalışmaz. Tam korumalı dizaynda ise motorun kullanma klavuzu değişik renkte monte edilen kabloların nasıl bağlanması gerektiğini gösterir veya ters bağlandığında alarm verir.

Gemi Makineleri Dizaynında insan hatalarını minimuma indirmeye yönelik dizayn yapılmalıdır. Bu yüzden ki Gemi Makineleri dizayn safhasında işletme esnasındaki oluşan problemlerle sıklıkla karşılaşan Gemi Makineleri İşletme Mühendislerinin de dahil edilmesi gereklidir.

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETMECİLİĞİ VE İNSAN FAKTÖRÜ

Günümüzde gemilerde meydana gelen hataların bir kısmı personelin performans yetersizliği, eğitimsizliği, bilinçsizliği ve meydana gelen olaylara kayıtsız kalmaları sonucu meydana gelmektedir. İleride de makinelerin dizaynı ve işletilmesi insanlar

tarafından yapılacağı için bu hataların devam edeceğini kabul etmek gerekir. Bu bilgiler ışığında, temel mühendislik dallarının entegrasyonu olan Gemi Makineleri İşletme Mühendisliğinde eğitim 'İnsan Hatası' nı en aza indirme amacına yönelik yapılmalı ve buna göre eğitim-öğretim programı ve ders eğitim sistemleri hazırlanmalıdır.

İTÜ Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitiminde Makine Dairesi Simülatörünün kullanılmaya başlaması insan hatasını, diğer bir deyimle işletmecisi hatasını minimuma indirmeye yönelik uygulamalı eğitimleri mümkün hale getirmiştir. Simülatör derslerindeki eğitimlerde senaryolar hazırlanarak Makine Dairesinde önceden yaşanmış olan olayların uygulamalı eğitimle gösterilmesi sağlanmalıdır. Bunu MDS eğitiminde başarmak için aşağıdaki yol izlenecektir:

1. Önceden meydana gelmiş olan kazalarla ilgili bir veri bankası oluşturulmalıdır (Knowledge-base).
2. Kaza oluşmadan önceki durum analiz edilerek sebep olan bütün faktörler ortaya konulmalıdır.
3. Hatanın nereden oluştuğu ve oluşmaması için neler yapılması gerektiği incelenmelidir.
4. Şemalar halinde kazanın nasıl oluştuğu incelenmelidir.
5. Veri bankasındaki diğer buna benzer meydana gelen kazaların ve zarar tabloların izlenmesi gereklidir.
6. MDS'de kazadan önceki ilk durumları içeren senaryo oluşturulmalıdır.
7. Senaryo çalıştırılarak kazanın aynen tekrar edilebildiği gözlenmelidir.

8. Senaryo, öğrencinin eğitiminde kullanılmalıdır.

9. Daha sonra kaza senaryosunda öğrencinin yaptıkları kayıt edilerek öğrenci ile tartışılmalıdır.

Kazaların minimuma indirilmesi için ayrı bir çalışma olarak da oluşacak kazaların incelenmesine devam edilmelidir. Araştırmalarda özellikle kazaların oluşum nedenleri iyi incelenmeli ve ortaya konmalıdır. İyi eğitilmiş personel makinelerin yanlış çalıştırılmalarına izin vermeyerek makineyi ve özellikle kendini oluşacak kazalardan koruyacaktır.

Bazı çalışma ortamlarında mühendisler, ekonomik kârı sağlamada kullanılan eğitilmiş kişiler olarak görülüp mühendislik olaylarını asıl yöneten "supervisor" olarak görülmezler. Bu düşünceye göre;

1. Mühendisler teknik bir alt yapıya sahip oldukları için maksimum ekonomi sağlarlar.

2. Bakımdaki problemi en kısa sürede en verimli bir şekilde çözebilirler.

3. Uzun zaman sürecinde ne yapılacağını kararlaştırırlar. Arızaları azaltıp, makinenin veya yerin nasıl korunacağını bilirler.

4. Teknik olmayan konularda kişileri yönlendirerek sorumluluklarını artırır.

Bazı ortamlarda ise mühendisler, işletmede meydana gelen olaya direkt müdahale eden ve olaydan her yönüyle sorumlu olan (ekonomik yön ve yöneticilik - supervisor) kişiler olarak görülürler ve ikisinin bir arada olması gerektiğine inanılır. Bu ikinci düşünceye göre yukarıdaki maddelere ilave olarak mühendisler;

1. Altında çalışan yeni göreve katılmış personelin iş ortamına adaptasyonunu kolaylaştırır.

2. Çalışan personelle kısa toplantılar yaparak performanslarını artırır.

3. Muhtemel verim düşüşünü engellemek için personeli bir disiplin altında tutarlar.

4. Yeni bir işe başladığında o işe adaptasyonu kolaylaştırır.

5. Yeni fikirlere her zaman açıktırlar.

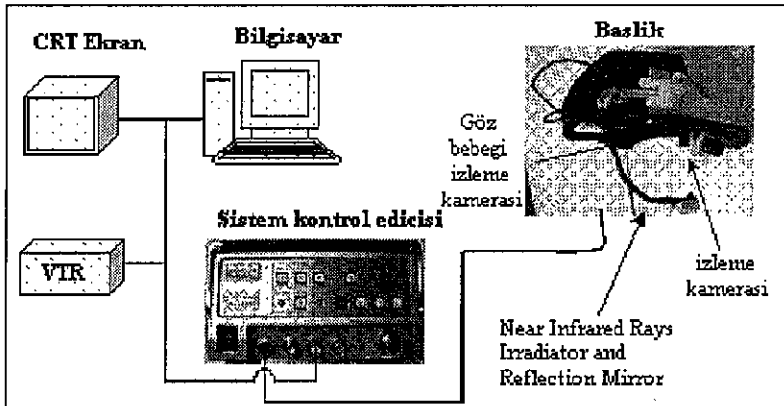
Yukarıda belirttiğimiz iki farklı bakış açısını düşünecek olursak, 1. Makine Zabiti ve Başmühendis olarak sektörde çalışacak olan gemiadamlarının eğitimlerinde yönetim seviyesi düşünülerek eğitim yapılmalıdır. Bu anlamda, MDS kullanımında özellikle Risk Yönetimi ve Ekip Yönetimi ve Eğitimleri önem taşımaktadır. Oluşturulacak eğitimlerde kaza durumlarını içeren senaryolar risk yönetimi ve ekip eğitimi konularını da içererek bakım organizasyonu konusunda öğrenciler eğitilmelidirler.

MAKİNE DAİRESİ OPERASYONLARINDA İNSAN FAKTÖRÜ DENEYLER VE YORUMLAR

İnsan davranışlarının veri, organizasyon, ve reaksiyon (S-O-R) şeklinde modellenmesi geneldir. Makine dairesinde algılanan veriler insan hareketini belirlemektedir. Hareket daha önceden bilinen ve sonradan elde edilen verilerin birleştirilerek karar verilmesiyle başlar. Hareketin devamında kişinin çevreyle olan ilişkisi ön plana çıkar ve kişiye yeni bilgiler yüklenir. İnsanın hareketi

de buna benzer çevrimlerle karakterize edilmiş olur. Makinelerin incelemesini yapan bir makine zabiti belirli bir süre içinde gözlemlediği sıcaklık, basınç gibi parametrik değerleri önceki değerlerle veya makinenin durumuna göre o anda kafasında oluşturduğu değerlerle karşılaştırır. Eğer bu dönemde bir hata ile karşılaşmışsa problemin çözülmesi dönemine girilir. Bu dönemde gemi adamları durumu tartışarak stratejileri formüle ederler ve son olarak da hatayı bitirmek veya azaltmak için uygun bir stratejiyi uygulamaya koyarlar. Örneğin bu durum tamir edilmiş olan bir parçanın problemli parça ile değiştirilmesi olabileceği gibi makine veya sistemleri değişik konum veya şartlarda çalıştırmaya yönelik girişimler de olabilir. Bu anlatımdan operatörün (bu örnekte Makine Zabiti'nin) hatırlama ve beklenti yeteneğinin bir sistemin sürekliliğini sağlamak için ne kadar önemli bir yere sahip olduğunu görmekteyiz.

Eğitimde kullanılmasının yanında, İTÜ Denizcilik Fakültesinde MDS, Makine Dairesinde insan hatalarının nasıl oluştuğunun tespit edilebilmesi amacıyla "İnsan Faktörü" konulu araştırma çalışmalarında kullanılmaya başlanmıştır. Bu amaçla MDS kullanılarak deneysel çalışmalar yapılmaktadır. Üzerinde deney yapılacak öğrenci ya da mühendisin başına bir göz bebeği hareketini izleme ve kayıt cihazı takılarak simülasyon ekranında gözünün tam olarak nereye baktığı takip edilmiş ve operasyon esnasında bakış noktası devamlı olarak kaydedilmiştir. Göz Bebeği İzleme ve Kayıt cihazının gönderdiği görüntü sinyalleri ve operasyon esnasında bakılan simülasyon ekranı görüntüsü aynı anda video kayıt cihazında kayıt edilmiştir. Başlık, kontrol edici, bilgisayar, ve kayıt cihazından oluşan Göz Bebeği İzleme ve Kayıt Cihazı Şekil 1'de gösterilmiştir.



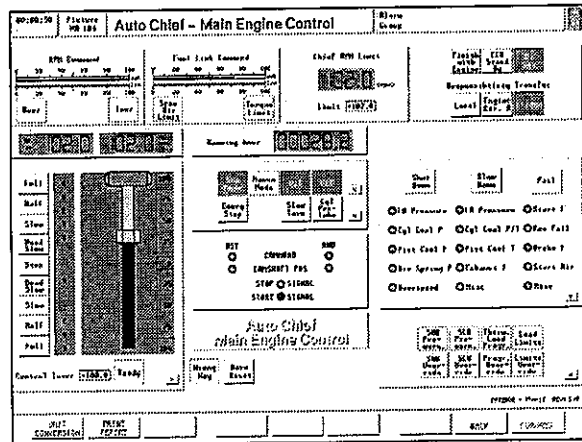
Şekil 1. Göz Bebeği İzleme ve Kayıt Cihazı Deney Düzeneği.

Şekil 1'de gösterildiği gibi, deney yapılan şahıs, kameraya bağlı başlığı şapka şeklinde kafasına takmakta ve kafasını rahat hareket ettirebilmekte ve bakılan yeri izleme kamerası ve göz bebeği izleme kamerası vasıtasıyla hareketler ve operasyon ekranı PC ya da video kaydedicisine kaydedilebilmektedir. Ayrıca sistem, bir pil ile beslendiğinde, deney yapılan kişinin sırtında taşıdığı bir çanta ile tam kapsamlı MDS'de de deney yapılabilmektedir. Göz bebeği kayıt cihazının teknik özellikleri Tablo 1'de verilmiştir.

Type	EMR-8 model ST-560, NAC
Eye Mark Detector	Method : Pupil / Cornea Reflection Method Resolution : Eye Movement 0.1 degree Diameter of Pupil 0.02 mm Extent : Eye Movement 40.0 degree circle Diameter of Pupil 2.5 mm - 7.0 mm
Field Viewing Camera	1/4 inch color image sensor, 250,000 pixel Horizontal Resolution : more than 330TV
Recorded Data	View Image, View Point Coordinate, Pupil Diameter, Flame Number (hour, minute, second, field), Status Data, Cue Signal, Scene Number

Tablo 1. Göz Bebeği İzleme ve Kayıt Cihazı Teknik Özellikleri.

Şu ana kadar yapılan deneyler operasyon sırasında operatörün gösterdiği reaksiyonları incelemek olmuştur. Bu deneyde yapılan senaryoda deney yapılan şahsın makine uzaktan kontrol sistemini köprüüstünden Makine Kontrol Odasına aktarması, daha sonra ana makineyi önce hazır (Stand-by) konumuna alması ve sistem davranışını izlemesi, daha sonra köprüüstü komutlarına göre rak koluna komanda ile Ana Makineyi yarım yol ileri vermesi ile manevra operasyonları deneysel olarak gerçekleştirilmiştir. Deney esnasında Şekil 2'de görülen MDS Kontrol Konsolu Program görüntüsü sabit tutularak sadece manevra sırasındaki fonksiyonların sabitlenmesi sağlanmıştır. Diğer bir ifade ile, MDS'in diğer program görüntülerine ihtiyaç duyulmadan deney yapılmaktadır.



Şekil 2. MDS Ana Makine Kontrol Konsolu.

Operasyon-A deneylerinin sonuçları Tablo 2.1 ve Table 2.2'de sunulmuştur. Operasyon-B deneylerinin sonuçları Tablo 3.1 ve 3.2'de sunulmuştur.

Operasyon A deneyine başlamasından yaklaşık 40-90 saniye sonra Seyir Moduna (Sea Mode) geçme komutu gelmektedir. Operasyon B ise "Yarım Yol İleri" komutu gelmesinde 40 saniye önce ve sonraki bölümü kapsamaktadır. Tablo 2 ve Tablo 3'de her bir birey için yapılan deney sonuçları dikey olarak sıralandığı için her bir birey için ayrı ayrı yorumlama yapılabilir. Simülatör sayfasının ekrandan dışarıya çıkması veya yana yatması deney ekipmanını hareket ettirmesinden kaynaklanmıştır. C/E-1 ve Öğrenci-3'de görüldüğü gibi bazı bireyler üzerinde yapılan deneylerin her ikisinde de yana eğilme görülmüştür. Bu sonuçlar deney yapılan bireylerin özelliğinden kaynaklanmaktadır. Daha başarılı deney yapabilmek için geniş açılı kamera lensi kullanmak yerinde olacaktır. Ayrıca Öğrenci-1 ve Öğrenci-2 üzerinde yapılan deneylerde göz bebeği hareketinin yukarıya ve aşağıya fazla miktarda oynadığı görülmüştür. Bu durum da bireylerin aralıklarla masa üzerinde duran klavye ve mouse'a ve sonra tekrar simülatör ekranına bakmalarından kaynaklanmaktadır.

Tablo 2 ve Tablo 3'ün ilk sıralarındaki deney sonuç grafikleri ilk ölçümde yapılan, yani bireylere deney hakkında bilgi verilmeden, yapılan deney sonuçlarıdır. Son iki sıradaki, yani 3. ve 4. sıralardaki grafikler ise ikinci deney ölçüm sonuçları, yani bireyin senaryonun tekrar edildiğini bilerek yapılan deney sonuçlarıdır. Yapılan bu iki ayrı ölçüm ile senaryonun

bilinmemesi ve senaryonun bilinmesi olarak iki farklı durum arasındaki sonuçlardaki farklılıklar ve ilişkiler ortaya konulmuştur.

Öğrenci-5 (Tablo 2) ve Öğrenci-4 (Tablo 3) üzerinde yapılan ilk ve ikinci gözlemler dikkat çekici bulunmuştur. İkinci ölçümde, dairenin yarıçapının büyük olması, makine telgrafından bir sonraki gelecek olan komutu bekleme süresinin uzun oluşunu göstermektedir. Bu da komutları bekleme konusunda 'duyarlılığın' ya da 'bilincin' arttığını göstermektedir. Başmühendislerin (C/E-1, C/E-2, C/E-3) reaksiyonlarında birinci ve ikinci deneyler arasında kayda değer fark görülmemiştir. Deneyler dikkatli incelendiğinde C/E-1, C/E-2 ve Öğrenci-4'ün reaksiyonlarını gösteren grafikler, yukarıda ideal işlem olarak anlatılan akışa çok yakın olduğunu göstermiştir. Öğrenci-1, Öğrenci-2 ve Öğrenci-5'e ait grafikler incelendiğinde, bireylerin göz bebeklerinin sürekli olarak ekranın değişik bölümlerine tesadüfi olarak odaklandığı ve davranışın ideal işlem tanımından uzakta olduğu görülmektedir.

SONUÇLAR

Bu basit deney senaryosunun sonuçlarından Tecrübeli Mühendis ile Başlangıç seviyesindeki Mühendis arasındaki fark görülebilmektedir. Ayrıca ikinci defa tekrarlanan sonuçlarda tüm bireylerin deneylerde ideale yaklaşması da eğitimin önemini göstermektedir. Bu deney grafiklerine bağlı olarak aşağıdaki yorumları yapmak yerinde olacaktır:

- Tecrübeli Mühendis ile başlangıç seviyesindeki Mühendis adayı arasında

farkedilir bir gözlem farkı görülmüştür. Bu fark manevra sırasında neyi gözlemesi gerektiğinin bilgi ve tecrübesinin olmasından kaynaklanmaktadır.

- Bu örnek deney için, manevra senaryosu aynı birey için tekrar edildiğinde belirli bir tecrübe oluşmakta ve daha bilinçli ya da kontrollü izleme kabiliyetini artırmıştır. Bu da göstermektedir ki özellikle riskli yönetim durumları içeren senaryoların eğitimde kullanılması deneyimi artıracaktır.

- İkinci defa yapılan deneylerde bireylerin senaryo içeriğini bilmelerinden dolayı ve konuyla ilgili bilgilerinin daha fazla olmasından dolayı daha rahat davrandıkları gözlenmiştir. Bu durumun sonuçları etkilediği düşünülmektedir. Tekrar yapılacak deneylerde bireyin panik durumunda olup olmadığı (kalp atış sayısı v.s.) değişik aparatlarla gösterilmeli ve kaydedilmelidir.

- Bu deneyler değişik risk durumlarını içeren senaryolarla tekrar yapılmalı ve daha çok veri ile bulgular pekiştirilmelidir.

- Deney senaryosu, analiz programlarının yetersiz oluşu nedeniyle ancak Simülatörün tek bir ekranında gerçekleştirilebilmiştir. Bilgisayar programının geliştirilmesi veya eldeki programlarla değişik senaryolar içeren ve bilgisayar ekranında başka bir pencere açılması durumunda da analiz edebilecek şekilde düzenlenmesi gereklidir.

- Deney düzeneği pil kullanımı mobil hale getirilerek tam kapsamlı Makine Dairesi ve Kontrol odasında da önceden oluşturulan senaryolarla deney yapılmalıdır.

- Önceki bölümde anlattığımız Gemi Makine Dairesinde oluşan yaşanmış

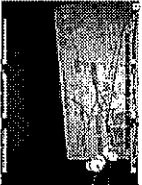
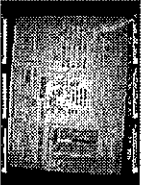
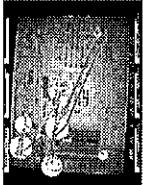
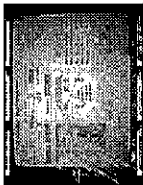
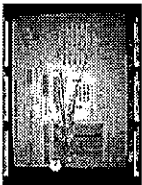
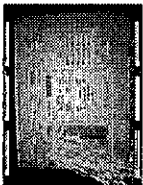
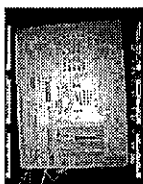
gerçek problemler ve nasıl oluştuğu hakkında bilgi toplanmalı ve bilgi bankası oluşturulmalıdır. Bu olaylar düzenli kaydedilerek, bilgi noksanlığı, ihmal, panik durumu, stresli ortam gibi gruplara ayrılarak işlenmelidir.

- Gerçek deneyimler Makine Dairesi Simülatöründe senaryo haline getirilerek eğitimde kullanılmalı ve Mühendis adaylarının tecrübeleri Mühendislik sanatının eseri olan Makine Dairesi Simülatöründen tam faydalanmak suretiyle gerçekleştirilmelidir.

KAYNAKLAR

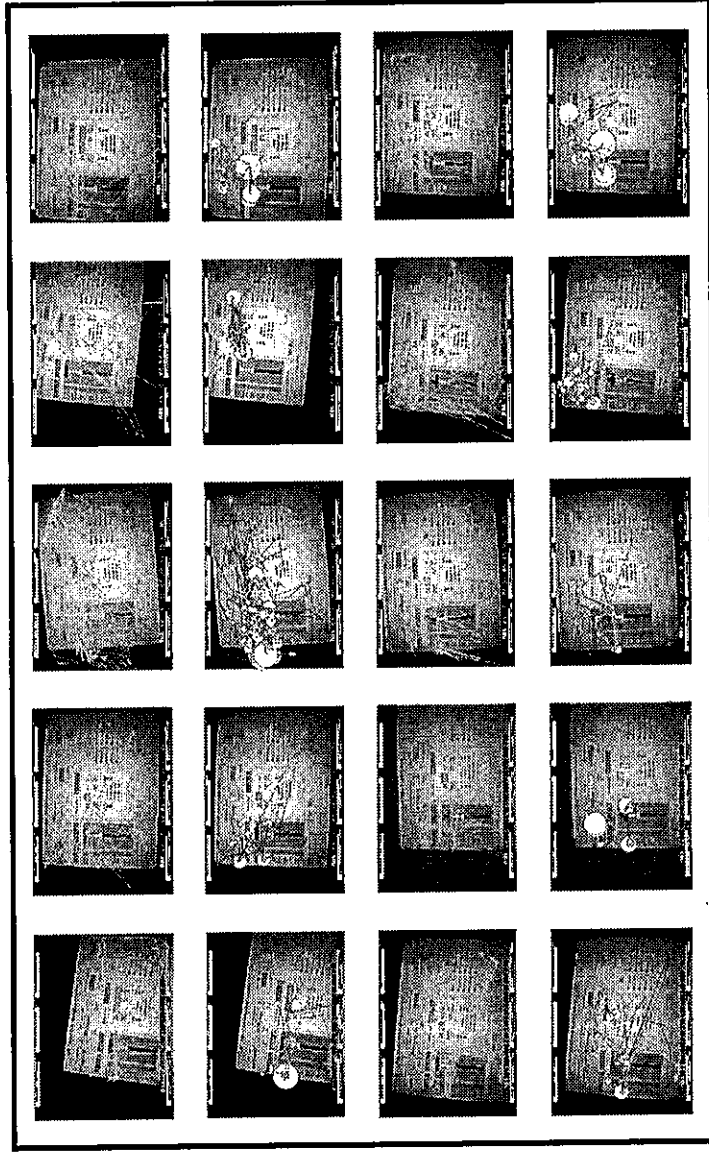
1. STCW 1978 as amended in 1995, *International Maritime Organization (IMO)*, 1996.
2. Nakazawa, T.; *International Association of Maritime Universities (IAMU) General Assembly, İstanbul, 2000, pp. 20-25.*
3. Uchida, M., Kusoglu, A., Cicek, I., Bayulken, A., and Nakazawa, T.; "ERS as a Field for Research on Safety Management," *International Maritime Lecturers Association 12, September 2002, Shanghai, Republic of China.*
4. Cicek, I.; "Human Factor in the Engine Room," *Japan International Cooperation Agency Mid-term Evaluation, Project on Improvement of Maritime Education and Training of Turkey, Presentation to Academic Staff, ITUMF Conference Room, October 2002.*
5. Nakamura, T.; Ikenishi, K. and Andou, T.; *An Assessment Criterion with respect to Training for the Marine Engineer as an Operator, International Conference on Engine Room Simulators.*

Tablo 3.1. Göz Bebeği İzleme ve Bekleme Süresi Kayıtları - Operasyon B (1/2).

	C/E 1	C/E 2	C/E 3	C/E 4	C/E 5
1. Ölçüm					
2. Ölçüm					

Tablo 3.2. Göz Bebeği İzleme ve Bekleme Süresi Kayıtları - Operasyon B (2/2).

Öğrenci 3 Öğrenci 4 Öğrenci 5 Öğrenci 6 Öğrenci 7



1. Ölçüm

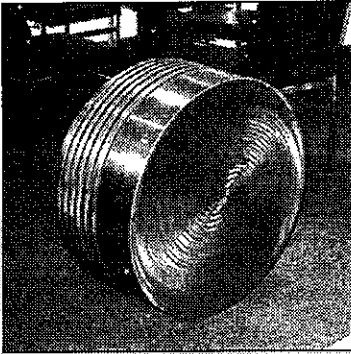
2. Ölçüm

onarılan pistona karşı avantajı şudur. 400 mikron kalınlıktaki chrome plate zamanla bitmektedir. Krom kaplama bittikten sonra, sekman yuvalarında aşınma çok hızlı boyutlara ulaşmaktadır. Halbuki 2 mm kalınlıktaki stellite kaplamanın 0,50 mm aşınması için yaklaşık 4 yıl gerekmektedir ve 0,50 mm aşınmadan sonra ilave 0,50 mm aşınması için ise minimum 2 yıl gerekmektedir. İkinci defa onarım için gelen piston daha az kaynak işlemine maruz kaldığından pistonun ömrü daha fazla olmaktadır.

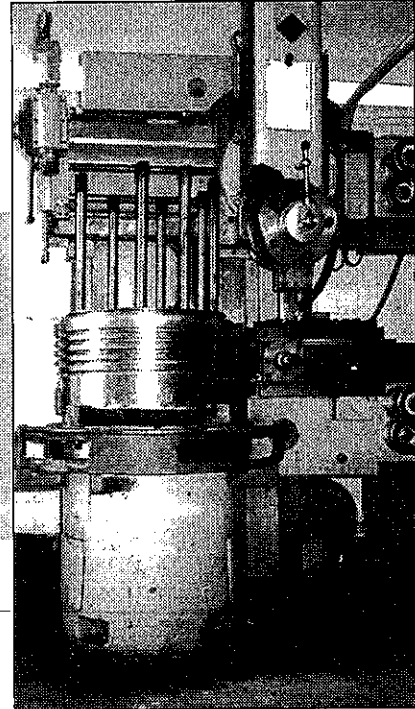
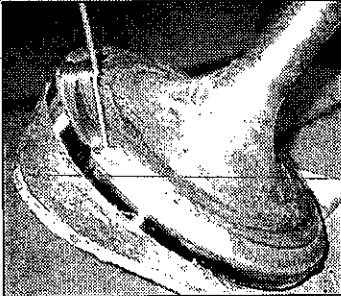
C- Electron Beam Welding System

Piston sekman yuvaları torna edilerek önceden hazırlanmış olan özel nimonic veya hardchrome ringler alt ve üst yüzeye geçirilerek electron beam weldingle kaynak edilir. Kaynak sonrası sekman yuvaları ve piston orijinal ölçüsüne işlenir. Electron beam welding sistemin avantajı şudur; Kaynak işlemi kısa sürmekte ve kaynak deformasyonu minimum olmaktadır. Toplam recondition süresi her iki yöntemden daha azdır, fakat şu anda en pahalı yöntemdir.

Recon edilmiş - MAN Piston Crown



Valf diskini TIG kaynağı ile setelitle kaplanıyor.



Pistonun son işlemi

EXHAUST VALFLERİN RECONDITIONU

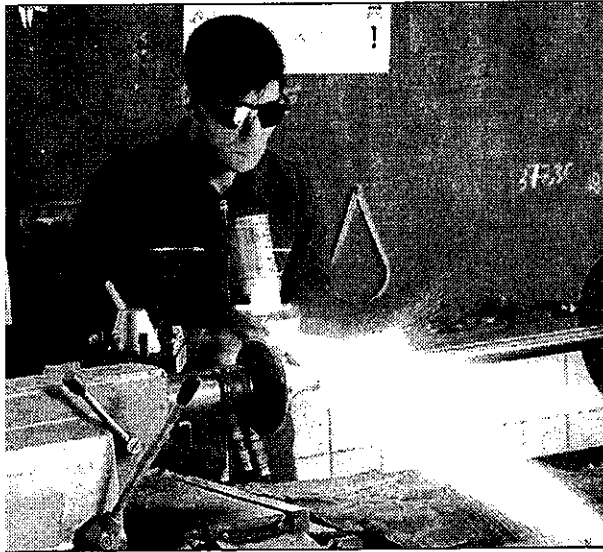
Onarım için gelen valf önce grit blastinge tabi tutulur. Temizlenen valf diski ve Stem'i ölçülür. Yapılması gereken işlem gemi sahibine bildirilir, işe başlama onayı alınır. Valf magnetic teste tabi tutulur. Sonrasında tornaya kaldırılarak diskin yüzü tamamen torna edilerek yanık ve sertleşerek kristalleşmiş yüzey tamamen temizlenir. Diskin alt kısmındaki yanık yüzey torna edilerek temizlenir.

Diskin alt ve üst yüzü MIG gaz altı kaynak teli ile doldurulur ve yavaş soğumaya alınır. Valf tornaya kaldırılarak dış orijinal ölçülere tornalanır ve stellite yuvası açılır. Valf ön ısıya tabi tutulur ve TIG welding sistemle valfin çalışan yüzü Stellite 6 veya Stellite 12 ile doldurulur. Kaynak yüksekliği 4 mm ' ye ayarlanır. Kaynak operasyonundan

sonra diomatic Earth'a gömülür, valf çok yavaş soğumaya alınır. Altı saat bekledikten sonra ve stres release uygulandıktan sonra valf tornaya kaldırılır, orijinal ölçülerine torna edilir ve taşlanır. Valf tamamlandıktan sonra çatlak testine tabi tutulur.

Son olarak valfin diski üzerine firmamızın özel markası ve tarihi damgalanır.

Şayet stem kısmı aşınma sebebiyle orijinal ölçüden düşmüş ise Rototec spray welding sistemle Krom Carbürle kaplanarak orijinal ölçüsüne taşlanır. Bunun için valfin aşınan kısmı ve çapı ölçülerek maliyet çıkarılır, armatöre haber verilir, onayı alındıktan sonra işe başlanır.



Valfin krom kaplanması



Mig kaynağı ile valfin diskine tampon atılıyor.



Makina Dairesinin Uydu Aracılığı ile Yönetimi

Müh. Asım Horasan
Teknogem

UZAKTAN KUMANDALI GEMİLERE DOĞRU

1978 yılında Inmarsat A uydu terminalleri gemilere monte edilmeye başlandığında şaşkınlık hakimdi. Haberleşme esnasında yukarıdaki uydunun başımıza düşeceğini savunanlar vardı. Bu kesim, kılask yöntem olan SSB Deniz Telsizinin yerini tutamayacağını iddia ediyordu. Biraz haklıydılar. UHF ve VHF telsiz sistemleri öyle geliştiki, telsiz frekans bandları üzerinden, Makineleri ve sistemleri uzaktan kumanda ve kontrol (scada) yöntemleri, e.mail ile alınıp verildiği gibi, pek çok uygulama günümüzde gerçekleşti,

1994 Yılında Inmarsat-B terminali devreye girdiğinde uydu üzerinden 64K data hattı elimizde idi. Ne büyük bir buluştu, Artık gemilerin kontrolünü enspektörler, kaptan ve baş mühendisin elinden alıyordu. Hatta personeli olmayan ticari gemi denemeleri yapıyordu.

Denizde Bu kadar küçük data bandları ile çalışılırken, Askeri gemilerde ve

Karada ki uygulamalara bakarsak, özellikle TV ve Askeri uygulamalar için kullanılan büyük band genişlikleri mevcut idi. Neden Denizde de ticari olarak aynı tarz çalışılamıyordu?

Aynı Yıllarda Terminal maliyetlerindeki düşüşlerle, VSAT uygulamaları ticari gemilere doğru kaymaya başladı. Bu terminaller ile çok geniş bant uygulamaları yapılabilmekte, yolcu gemilerinden canlı TV yayınları dahi gerçekleştirilebilmekteydi.

VSAT terminalleri, gemilerde önce Askeri amaçlar için kullanıldı. Terminallerin anten çapları çok genişti. Günümüzde 1.2 metre çapa kadar indirgenebildi. Bu ebatla bir anten ile 12 ila 20Mb band genişliğine ulaşılabilir. Gemilerden bu kadar büyük band genişliğinde ve direkt merkez ofise bağlantı yapılması, sistem integratörlerini bir kez daha hareketlendirdi. Artık onlar uzaktan kumandalı büyük gemileri hayal edilebilmekteydi.

Gemide bulunan,
● Tüm makinelerde,

- Devrelerde,
- Valflerde,

Kontrol ve kumanda sistemleri dijital ve elektro mekanik olmalıydı. O zaman bu sistemleri uzaktan kontrol edebildik. İlk Uygulamaları Gemi Kontrol odası dizaynları ile görmeye başladık. Günümüzde Makine dairesi Kontrol odaları ve Köprüüstü , alarm ve değerlerin kontrol edildiği yer olmaktan çıktı. Operasyon merkezi haline geldi. Kendilerine teşekkür ediyoruz.

"Köprü üstünde bulunan cihazlar tamamen elektronik olduğundan dataların iletilmesi sorun olmamakta , yeni teknolojilerin sisteme adapte edilmesi çok kolayca gerçekleşmekte."

Bugünlerde

- 50-70.000 DWTluk LNG gemileri,
- Petrol Platformları,
- Büyük ebatdaki petrol tankerleri,
- Fabrika gemileri,
- Yolcu gemileri,
- Mega yatlar,
- Araştırma Gemileri,
- Kablo Döşeme platformları,

Mobil VSAT Terminalleri ile donatılmakta.

Sebeplerini incelediğimizde;

- Kullanan sektörlerin, gemide çalışan personelinin her zaman kaliteli ve pahalı olması,
- Personel hatalarının çok yüksek maliyetler getirmesi,
- İşletme giderlerini aşağıya çekerek yeni yatırımlara yer açmak istemesi,
- Merkez de bulunan tecrübeli ekip tarafından operasyonların kameralar yardımıyla gözlenmesi,

Sizlerle bir vakayı takdim etmek istiyorum.

İki adet Gemi, Üzerlerine monte edilen 2'şer Mb lik Mobil VSAT terminalleri ile merkez Ofisin networküne bağlayalım. Gemi Makine dairesi adamsız çalışacak şekilde dizayn edilmiş, Kontrol odasına gelen tüm değerler bilgisayarlar tarafından alınmakta ve kontrol odasından yapılan tüm operasyonlarda bilgisayarlar tarafından yapılmakta. Tüm makine dairesi kontrol düzeni sensörler ve elektro mekanik kontrol sistemleri ile donatılmış. Köprü üstünde bulunan tüm cihazların dataları bilgisayarlara gelmekte, radar ekoları ve otomatik pilot referansları kontrol bilgisayarında, dijital harita vasıtasıyla gemiyi yönetmekte, dümene kumanda etmekte. Makine dairesi ,Köprü üstü ve geminin muhtelif yerlerinde bulunan hareketli kamera sistemi ile görüntüler merkez ofise naklen iletilmekte. Merkez ofis tarafından, gemide bulunan VDR ile kayıt altına alınan datadan daha fazlası kayıt altına alınmakta. Bilgisayarlarda olan tüm datalar ve görüntüler merkez ofiste kurulu komuta kontrol odasına anında iletilmekte. Burada görevli kişide işinin yanı sıra, gemiyi 24 saat kontrol etmekte.

Böyle bir bağlantının aylık uydu işletme maliyeti yaklaşık olarak \$20.000 civarında. Gemi başına \$10.000. Fakat sistem akıllı olduğundan kimin daha fazla ve geniş data hattına ihtiyacı varsa , ona daha geniş band vermekte, band genişliğini akıllıca kullanarak ayrıca tasarrufda sağlamakta. Böyle bir otomasyon ile

Gemide tasarruf edilen değerleri çıkarttığınızda gerçekten genel işletme maliyetleri çok aşağıya çekilmekte.

MOBİL VSAT Uygulamalarından Yakın Gelecekteki Beklentiler

- Yüzen araçların en az personel ile hareket ettirilmesi,
- Yüzen aracın üzerine konulacak kameralar, kontrol odası yazılımları, köprü üstü yazılımları geliştirilmesi ile pek çok geminin karada bulunan yönetim merkezi ile yönlendirilmesi, (şirketlerin karadaki ofislerinde kaptan ve baş mühendislerin vardiya tutmasıyla aynı anda pek çok gemiye kumanda etmesi)
- Yüzen araçta çalışan personelin en az seviyede, daha kaliteli, eğitilmiş zabitan istihdam edilerek kalitenin artması. İşletme maliyetlerinin düşürülmesi.
- Karada bulunan yönetim merkezine Yüzen araçtan akan tüm data ve istenen uygulamaların gerekli ise kayıt ve ikaz merkezlerine anında yönlendirilmesi
- Günümüzde kullanılan VDR'ların bir benzerinin aynı anda karada bulunan kontrol merkezinde de kayıt altına alınması. VDR kayıtlarına daha fazla datanın girilmesinin sağlanması,

Mobil Uydu haberleşme Sistemi (VSAT) handikapları, avantajları

- Kaplama alanının tüm dünyaya yayılmış olmakla beraber İnmarsat gibi tek bir düzen sağlayamaması,
- Uydu kaplama alanından çıkarken bir başkasına geçiş için yapılan çalışmaların biraz karmaşık olması,
- Uydu üzerinden direkt bağlantı kurulması sonucu gemilerin ofiste bir

oda veya masa gibi yönetilmesi,

- Uydu üzerinde askıda duran band genişliğinin ihtiyaca göre dağıtılması sonucunda firmanın pek çok gemisi kullandığından işletme maliyetlerini günümüzde bile çok aşağıya çekmesi,
- Uydu anten çapının hala bir miktar büyük olması, ve C veya KU band sürekli uydu bağlantı organizasyonlarının karmaşık olması. Dolayısıyla çalışılan uydu kapsama alanında daha efektif olmakta.
- Böyle bir teknoloji kullanılırken konvansiyonel İnmarsat sistemlerinden vazgeçilememesi,

Sonuç

Gemilerin uzaktan kumandalı olarak yönetilmesine doğru hızla ilerlerken vermemiz gereken karar, aşağıdaki iki dizayn kriteridir:

- 1- Her türlü kontrolün ve operasyonun bir merkezden yapılması, gemide bulunan personelinde, merkez tarafından yapılamayanları yapması mı gerekir?
- 2- Tüm kayıt ve değerlerin merkez tarafından kontrol edilerek , gerekli düzeltmelerin gemi personelden istenmesi mi gereklidir?



Emisyonlar

MARPOL 73/78 Ek VI - NOX Emisyonlar ile İlgili Kuralının İrdelenmesi

Yrd. Doç.Dr. İsmail Deha ER

İTÜ Denizcilik Fakültesi

Gemi Makinaları

İşletme Mühendisliği Bölümü

ÖZET

Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO)'nun onyedinci Genel Kurulu, gemilerden kaynaklanan hava kirliliğinin engellenmesine ilişkin politikanın acilen tespit edilmesi gerektiğini benimsemiş ve bu amacın en iyi şekilde, 1978 Protokolü ile Gemilerden Kaynaklanan Kirliliğin Önlenmesi Uluslararası Sözleşmesi 1973 (MARPOL 73/78)'e yeni bir Ek ilave edilmesi gerektiğini tesbit etmiştir. Bu çerçevede Dökme Kimyasal Yükler Alt-Komiteesinde ve bu Komite'nin Hava Kirliliği Çalışma Grubu'nda 5 yıl süren yoğun müzakerelerin sonucu olarak MPEC tarafından bir MARPOL 73/78 Taslak Protokolü ve MARPOL 73/78 Ek VI Taslağı hazırlanmıştır.

Bu çalışmanın amacı ilgili kuralın, sertifikasyon ve kontrol yöntemlerinin tartışılması, gemilerden yapılan emisyonların kontrol gereksinimleri, test periyotları ve ağırlık faktörleri, azot oksit emisyon standartları ve IAPP sertifikası gereklilikleri irdelenmesi şeklinde olacaktır. Böylece kuralın kendisinin tanıtılmasının yanında, alternatif yöntemler dahilinde bu kuralın

gerekliliğinin deniz endüstrimizde kullanılabilmesi önerilmektedir.

1. GİRİŞ

Temel teori dahilinde azot oksit formasyonu irdelendiğinde, yanma olayı esnasında azot oksitlerin oluşmasına yol açan elementler, azot ve oksijendir. Bu iki gaz, beraberce; motor hava girişlerinden alınan karışımın 99%'unu oluştururlar. Bunlardan oksijen, yanma olayı sırasında tüketilir, ve; sözkonusu motorun hava/yakıt karışım oranı özelliğine göre değişen ve yanmaya katılmayan bir kısım hava ise dışarı atılır (1). Hava girişlerinden alınan azotun büyük bir kısmı reaksiyona katılmaz. Bununla birlikte, küçük orandaki azot kitlesi yanma odasında oksitlenmeye uğrayarak çeşitli azot oksitler haline dönüşür. Bu olayda oluşan azot oksitler (NOx), çoğunlukla NO ve NO2 gazları olup, bunların oranları; öncelikle alev veya patlama sıcaklığının bir fonksiyonu olmakla birlikte, bir ölçüde de, varsa; yakıt içindeki organik azotun miktarı ile ilişkilidir. NOx 'i oluşturan değişik azot oksitlerin oranları, aynı zamanda; dizel

tespiti olanağını verecek, uygulanması zorunlu test, sörvey ve sertifikasyon prosedürlerini oluşturmaktır. Gemilerde halen kullanılmakta olan deniz tipi dizel motorlarının emisyon değerlerinin gerçek ağırlıklarının hassas olarak tayin edilmesindeki güçlükler nedeniyle, bu motorlarda kullanılmak üzere, ve; müsaade edilen NOx emisyon miktarlarına uygunluğun tayinine imkan verebilen basit ve pratik formüller geliştirilmiştir.

İdareler; gemilerde ana ve yardımcı makine olarak kullanılacak dizel motorlarının emisyon değerlerinin, kontrol edilebilen koşullarda ve hassas ölçümlerin yapılmasına elverişli test-laboratuvarlarında yapılmasını sağlamak hususunda teşvik edici olmalıdır. Ek VI'nın Kural 13'üne uygunluğun, bu başlangıç aşamasındaki denetimler, bu Kriterler dokümanının uygulanması açısından çok önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Daha sonra gemiler üzerinde yapılacak ölçümlerin, gerek kapsam gerekse de hassasiyet isteklerinin daraltılması kaçınılmaz olacak, bu müteakip ölçümleri; emisyon performansının halen devam edip etmediğinin belirlenmesi ile, sözkonusu motorun; imalatçısının teknik gerekliliklerine göre monte edilmiş, çalıştırılmakta ve idame ettirilmekte olduğunun, ve; motor üzerinde daha sonraki dönemlerde yapılmış olan ayar ve değişikliklerin, imalatçı firma tarafından başlangıçta yaptırılmış bulunan ölçüm ve sertifikasyon performansında herhangi bir azaltma meydana getirmemiş olduğunun tespit ve teyidi amacına yönelik olarak uygulanması esasa bağlanmıştır.

Bu konuda, yapılacak kontroller

içerisinde önemli yer teşkil eden bir diğer husus, test yakıtları ve ölçüm aletlerinin belirlenmesidir. Bu çerçevede yakıtın niteliği, motor egzost gazının özelliklerini etkileyecektir. Bu nedenle, test amacıyla motorda kullanılacak yakıtın özellikleri belirlenecek ve kaydedilecektir. Referans yakıtların kullanılması durumunda, yakıtın referans kodu veya nitelikleri ile, yakıtın analiz raporu mevcut bulundurulması gerekmektedir. Test süresince kullanılacak yakıtın seçimi, yapılacak olan testin amacına bağlıdır. İdare tarafından aksi belirtilmedikçe ve, referans bir yakıt cinsinin mevcut olmaması durumunda, motor tipine uygun niteliklere sahip olan, ve; ISO 8217, 1966'da belirtilmiş olan DM grade bir marine fuel kullanılması esasa bağlanmıştır. 8 . Yakıt sıcaklığı, motor imalatçısının önerileri çerçevesinde ayarlanacaktır. Yakıt sıcaklığı, yakıt sisteminde enjektör pompasının girişinde veya, imalatçısı tarafından belirtilmiş olan yerde ölçülecek, sıcaklık değerleri ile sıcaklığın alındığı yer kaydedilecektir. Benzer şekilde, egzost gaz akışının belirlenmesi egzost akış değerinin, bir akış nozulu veya eşdeğer bir ölçüm aparatı vasıtasıyla doğrudan ölçülmesini içermekte olup, ölçüm metodunun uluslararası bir standarda uygun olması gereklidir.

Egzost gazı akış değeri için önerilen hesaplama usulü, aşağıdaki şekilde gerçekleştirilebilir:

$$GEXHW = GAIKW + GFUEL$$

(Nemli egzost kitlesi için)

veya,

$VEXHD = VAIRD + FFD \cdot GFUEL$
(Kuru egzost hacmi için)
veya,

$VEXHW = VAIRD + FFW \cdot GFUEL$
(Nemli egzost hacmi için)

4. TEST PERİYOTLARI VE AĞIRLIK FAKTÖRLERİ

Deniz tipi dizel motorlarının NO_x Teknik Kriterlerinde belirtilen test yöntemleri ve hesaplama metotları kullanılmak suretiyle teyit edilmesinde, aşağıda açıklanan test periyotları ve ağırlık faktörleri kullanılacaktır.

- Dizel-elektrik sistemler de dahil olmak üzere, gemi ana tahrik sistemi olarak kullanılan dizel motorları için E2 test periyodu uygulanacaktır.
- Değişen-piç kontrollü pervane sistemleri için E2 test periyodu uygulanacaktır.
- Pervane-tanzimli ana ve yardımcı makineler için E3 test periyodu uygulanacaktır.
- Sabit-devirli yardımcı makineler için D2 test periyodu uygulanacaktır.
- Yukarıdakilerin dışında kalan, değişen-devirli, değişen-yüklü yardımcı makineler için C1 test periyodu uygulanacaktır.

Tablo 1- Sabit-devirli ana makine uygulamaları için test periyodu
(Dizel-elektrik tahrik sistemleri ve değişen-piç kontrollü pervane sistemler dahil)

E2 Test Periyodu	Sürat	100%	100%	100%	100%
	Güç	100%	75%	50%	25%
	Ağırlık Faktörü	0.2	0.5	0.15	0.15

Tablo 2-Pervane-tanzimli ana ve yardımcı makine uygulamaları için test periyodu

E3 Test Periyodu	Sürat	100%	91%	80%	63%
	Güç	100%	75%	50%	25%
	Ağırlık Faktörü	0.2	0.5	0.15	0.15

Tablo 3- Sabit-devirli yardımcı makine uygulamaları için test periyodu

D2 Test Periyodu	Sürat	100%	100%	100%	100%	100%
	Güç	100%	75%	50%	25%	10%
	Ağırlık Faktörü	0.05	0.25	0.3	0.3	0.1

5. SONUÇ

Belirli bir motorun spesifik dizaynından bağımsız olmak üzere, NO_x değerlerini etkileyen çeşitli ayar ve değişikliklerin gemilerde yapılabilmesi mümkün ve normaldir. Bu değişikliklerin etkilediği parametreler: püskürtme zamanlaması, enjektör memesi, yakıt pompası, yakıt kemi, müşterek raylı sistemlerde püskürtme basıncı, sıkıştırma oranı, turboşarjer tipi ve markası, valf zaman ayarı, NO_x azaltma cihazı "su püskürtme", NO_x azaltma cihazı "emülsifiye yakıt" (yakıt/su emulasyonu), NO_x azaltma cihazı "egzost gazı geri kullanımı", NO_x azaltma cihazı "seçilmiş katalitik reaksiyon" olarak özetlenebilir (9) .

Kuralın gereklerinin günümüzde sadece yeni inşa gemiler tarafında ağırlıklı olmasına rağmen, İsveç, Norveç, İngiltere ve ABD'de yerel uygulamalara bakıldığında, 1 Ocak 2000 tarihinden önce inşa edilmiş gemiler içinde kuralın yaptırımları hayata geçirilmiştir. Bu çerçevede mevcut gemilerin (1 Ocak 2000 tarihinden önce inşa edilmiş) NO_x emisyonlarının azaltılması yönünde yapılan çalışmaların katalik konvertörler tarafında ağırlık kazandığı görülmektedir. Ülkemizde bu alanda yapılabilecek çalışmalar, mevcut deniz endüstrisi içinde sadece konvertör imalatçıların temsilciliklerinin alınması yönünde değerlendirilmemesi gerektiği vurgulanmalıdır. Maliyet analizinde dikkate alındığında, lisans sözleşmesi altında, konvertör üretiminin yerel sanayide gerçekleştirilebilir olması, daha sonra MARPOL 73/78 Ek VI'da ilave olacak, olası yeni kurallara; ülkemizin çok daha hızlı

entegrasyonunu sağlayacaktır.

6. REFERANSLAR

- (1) Wright, A.A. *Exhaust Emissions from Combustion Machinery, Marine Engineering Practice Series, Part 20. Institute of Marine Engineers, London, 1999.*
- (2) ABS, *Guidance Notes on the Prevention of Air Pollution from Ships. American Bureau of Shipping, New York, 1999.*
- (3) CIMAC Heavy Fuels Working Group, *Progress Report. Marine Engineers Review, November 97, Institute of Marine Engineers, London, 1997.*
- (4) IMO, *Annex VI of MARPOL 73/78 Regulations for the Prevention of Air Pollution from Ships and NOX Technical Code. International Maritime Organization, London, 1998.*
- (5) IMO, *MARPOL 73/78 Consolidated Edition. International Maritime Organization, London, 1997.*
- (6) *National Air Pollutant Emission Trends, 1900-1996, U.S. EPA, EPA- 454/ R-97-011, December 1997.*
- (7) *Marine Emissions Quantification - BCFC Ferries operating in Greater Vancouver Regional District Airshed, 97/EE/7002, Final Report, Lloyd's Register of Shipping for the British Columbia Ferry Corporation, London, United Kingdom, 1997.*
- (8) ISO 8178, *Reciprocating Internal Combustion Engines -Exhaust Emission Measurement, Parts 1 to 9.*
- (9) Er, İ.D., "An Overview of NO_x Emissions Controls in Marine Diesel Engines," *Energy Sources, Energy Sources, 24, 319-327 (2002).*



Performans İşletme Şartlarında Değişen Dizayn Parametrelerinin Motor Performansı ve İşletme Maliyetlerine Etkisinin İncelenmesi

Yrd.Doç.Dr.Adnan PARLAK

Gemi Mk.İşl. Müh.
SAU Teknik Eğitim Fakültesi, Esentepe
Kampüsü-54187, SAKARYA

ÖZET

Bu çalışmada, işletme şartlarında dizayn parametrelerinde meydana gelen değişimlerin motor performansına etkileri deneysel olarak incelenmiştir. Bu amaçla türboşarj basıncı, sıkıştırma oranı ve püskürtme avansı parametre olarak seçilmiştir. 1000 d/d 'da yapılan deneysel çalışmada, aşırı doldurma basıncı 1.4 bar' dan 1.1 bar' a, sıkıştırma oranı 18.20'den 17.20'ye düşürülmüş, püskürtme avansı ise optimum püskürtme avansına göre 4 KMA küçültülmüştür. Tam yükte yakıt sarfiyatındaki artışlar, aşırı doldurma basıncının 0.3 bar düşmesi durumunda %10.5, sıkıştırma oranındaki bir birimlik düşmede %5, püskürtme avansındaki 4 derecelik azalma durumunda %5.5 ölçülmüştür. Tek silindirli motorun çalışması ana makine veya jeneratör dizellerinin çalışmasına genellenirse, toplam işletme maliyetleri içerisinde gemi motorları ve jeneratör dizellerin yakıt maliyetinin yüksekliği dikkate alındığında(%59) dizayn parametrelerindeki değişimin olumsuz

etkisi bariz bir şekilde işletme maliyetlerini artıracak görülmektedir. Genelleme yoluyla yapılan bir örnek uygulamada dizayn parametrelerinin performansa etkisi %10.5 alındığında bir yıllık çalışma boyunca ortaya çıkan ek maliyet toplam işletme maliyetlerinin %5'ine kadar çıkmaktadır.

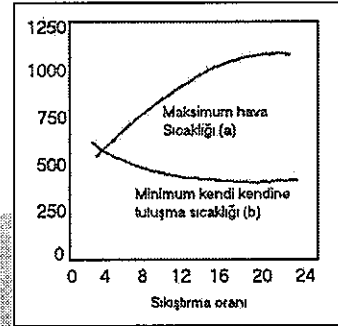
1.GİRİŞ

1970'li yıllarda ortaya çıkan petrol krizi alternatif enerji kaynakları konusundaki araştırmaları hızlandırmıştır. Bu kapsamda, gemi ana makinelerinde yakıt olarak, daha ucuz olması nedeniyle fuel oil kullanımı bu yıllarda başlamıştır. Fuel oil, dizel yakıtına göre ucuz olmakla birlikte toplam işletme giderleri içerisindeki payının %50'lerin üzerinde olması toplam maliyetleri yinede arttırmaktadır. Bu noktada, gemi motor ve aksamlarının bakım ve işletmelerinin düzenli ve uzman kadrolarla yapılmasının önemi ortaya çıkmaktadır. Özellikle gemi bakım ve

onarımalarında meydana gelebilecek dizayn parametrelerindeki değişimler yakıt giderlerinin artmasına neden olabilmektedir. Yakıt sarfiyatındaki artışa ilave olarak parçaların servis ömürlerinin kısalması da söz konusudur. Bu çalışmada özellikle gemi makineleri işletmeciliğinde uzmanlık ve profesyonelliğin önemine vurgu yapılarak bilinçsiz işletmeciliğin maliyetlerinin maddi boyutuna, yapılan deneysel çalışmalarla işaret edilmiştir. Bu amaçla motor dizayn parametrelerinden aşırı doldurma basıncı, sıkıştırma oranı ve püskürtme avansları parametre olarak seçilmiştir. Bu parametrelerin seçilmesinin sebebi işletme ve bakımlar esnasında yanlışlıkla yada geciktirilmiş bakımlar nedeniyle her zaman değişebilecek olmalarıdır ve değişimlerinin doğrudan motor performansını etkilemesidir.

Sıkıştırma Oranı:

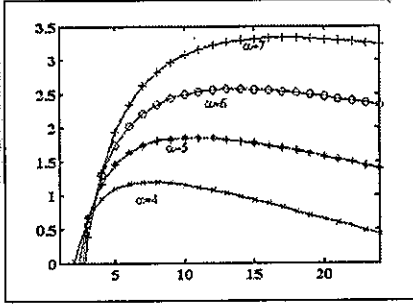
Sıkıştırma oranı arttıkça havanın sıkıştırma sonu sıcaklığı artar. Sıkıştırma oranı arttıkça yakıtın kendi kendine tutuşma sıcaklığı; sıkışmış havanın yoğunluğu arttığı için düşmektedir. Bu yakıt ve oksijen molekülleri arasındaki temasın yaklaşması sebebiyle reaksiyon süresinin düşmesinden kaynaklanmaktadır[1,2]. Sıkıştırma sonu sıcaklığının artmasıyla birlikte minimum kendi kendine tutuşma sıcaklığının düşmesi gecikme periyodunu azaltır(Tutuşma gecikmesi). Yanma işlemi esnasında ortaya çıkan maksimum basınç artışı sıkıştırma oranının artışıyla olumlu etkilenir. Gecikme periyodu sıkıştırma oranı arttıkça kısaldığı için basınç yükselme hızı azalır.



Şekil 1 Maksimum hava sıcaklığı ve minimum kendi kendine tutuşma sıcaklığı üzerine sıkıştırma oranının etkisi

Yüksek sıkıştırma oranı hava ve yakıtın daha iyi karışması demektir. Hava sıkıştırıldığı zaman hava molekülleri daha aktif olurlar. Bu aktivite hava moleküllerinin yakıt molekülleriyle daha iyi karışmasını sağlayarak daha fazla yakıtın yanmasına ve dolayısıyla daha fazla ısı enerjisi açığa çıkmasına neden olur. Sıkıştırma oranının artmasıyla küçülen hacimde kayıp azalır. Dolayısıyla bu ısıda karışımın kolay tutuşmasını sağlar. Sıkıştırma oranının yüksek olması yanmış gazların daha fazla dışarı atılmaları anlamına gelir. Dolayısıyla yerine daha fazla taze hava girdiğinden daha iyi yanma meydana gelir. Ancak sıkıştırma oranının artırılmasıyla güç ve verimdeki artış sürekli değildir. Sıkıştırma oranı belirli noktayı aştıktan sonra kazanç sağlamaz. Mekanik verim sürtünme kayıpları nedeniyle motor elemanları üzerine binen mekanik ve ısı yükleri artar. Daha iyi bir sızdırmazlık gerekir. Bu maliyetinde artması anlamına gelir. Yatak yükleri artar. Bu yükleri kaldırmak için yapılacak parçaların ağırlığı artar. Şekil 2'de sıkıştırma oranındaki değişime bağlı olarak güçteki değişim

görülmektedir. Şekil incelendiğinde optimum sıkıştırma oranına ulaştıktan sonra güçte düşme başlamaktadır[3,4].

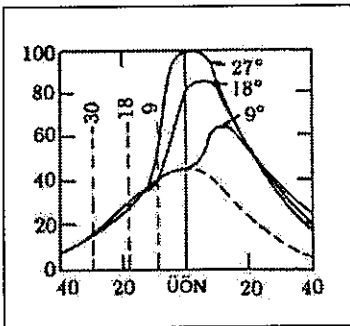


Şekil 2 Farklı sıcaklık artış oranları için (q) için sıkıştırma oranına bağlı olarak güçteki değişim.

Şekilden de görüldüğü gibi sıkıştırma oranını optimal noktadan aşağı indirmek yada yukarı çıkarmakla performans kötüleşmektedir.

Püskürtme Zamanı:

Püskürtme avansının, basınç değişimine etkisi Şekil 3'de görülmektedir (Üç farklı avans değeri için). Her çevrimde püskürtülen yakıt miktarı sabittir. 30 derecelik püskürtme avansı için, püskürtme başlangıcında



Şekil 3 Püskürtme avansının etkisi

basınç ve sıcaklık düşük olduğu için gecikme periyodu avanstaki artışla artmaktadır. Optimum püskürtme avansı, pek çok faktöre bağlı olmakla birlikte ÜÖN dan 20 derece öncedir.

Şekilden görüldüğü gibi püskürtme avansı artırıldığında basınç artma hızı artığından vuruntu oluşmaktadır. Tutuşma gecikme süresinin uzaması soğuk motorda arttığı için vuruntu daha şiddetli olarak kendisini hissettirecektir. Bunun etkisi piston, kaver yada silindir gömleğinin çatlaması şeklinde kendisini gösterir. Püskürtme avansının küçülmesi durumunda (rötarlı çalışma) maksimum basınç sağlanamayacağından güçte düşme meydana gelecektir. Ancak bu durumda egzoz sıcaklıkları artmaktadır. Valf ayarının normalden küçük ayarlandığı bir durumla da birleştiğinde egzoz valfinin özellikle yüksek yüklerde soğutma probleminin dolayısı ile yanma tehlikesi vardır.

Giriş Hava Basıncı :

Giriş hava basıncını arttırmak veya aşırı doldurma kendi kendine tutuşma sıcaklığını düşürmekte ve dolayısıyla gecikme periyodu kısalmaktadır. Maksimum basınç giriş hava basıncı yüksek olduğu için yükselir. İlave olarak aşırı doldurma vasıtasıyla bir çevrimde silindire hava miktarı doğal emişli motorlara göre daha fazla olduğu için motorun tüm çalışma şartlarında püskürtülen yakıtın tutuşması için yeterli oksijen bulmak mümkündür

2.MATERYAL VE METOT

Çalışmada özellikleri Tablo 1'de verilen Ricardo E6-MS/128/76 tipi deney motoru kullanılmıştır. Test

düzeneğinin şematik görünüşü ise Şekil 4' de görülmektedir. Deneyler esnasında subap ayarları, motor katalogunda belirtilen değerlere göre ayarlanmış, enjektör açma basıncı 150 bar'a test edilmiş, segmanlar yenilenmiştir. Emme havasının ölçümünde eğik manometre-sönümleme tank düzeneği kullanılmıştır.

Tablo 1- Ricardo 6 Motor Özellikleri

MOTOR	ÖZELLİKLER
Motor tipi	E6-MS/128/76
Silindir sayısı	1
Silindir çapı (mm)	76.2
Silindir stroku(mm)	110
Silindir hacmi (cm ³)	507
Sıkıştırma oranı	4.5-20
Devir(d/d)	1000-3000
Püskürtme avansı	20-40

Sıkıştırma oranı, motor gövdesine monte edilen dişli mekanizma vasıtasıyla, komple silindir gömleği ve silindir başlığının silindir motor gövdesi içerisinde yukarı veya aşağı hareketi ile ölü hacmin değiştirilmesi suretiyle değiştirilmektedir. Motor sıkıştırma

oranı değişimi hareketli silindir başlığı ile sabit gövde arasına monte edilmiş 1/50 hassasiyetli bir mikrometre vasıtasıyla ölçülmüştür. Milimetre cinsinden ölçülen değerler üretici firmanın vermiş olduğu dönüşüm grafiğinden girilerek motorun sıkıştırma oranı bulunmuştur. Deneyler esnasında motor, elektrik dinamo-metresiyle yüklenmiştir. Yüklemler esnasında elde edilen elektrik enerjisi ısıtıcı dirençler üzerinden havuza verilerek harcanmıştır.

Motor devri, yük, emme manifold sıcaklığı, egzoz sıcaklığı, motor soğutma suyu giriş-çıkış sıcaklıkları, yakıt tüketim zamanları her bir test noktası için kaydedilmiştir. Her ölçüm noktasında motor kararlı çalışmayı sağlayıncaya kadar yeterli bir süre beklenilmiştir. Ölçümlerde hatayı minimize etmek amacıyla 5 ölçümün ortalaması alınmıştır

Genelleme yapılan 30.000 dwt' luk

Tablo 2 Örnek gemiye ait işletme maliyet kalemleri ve teknik özellikler(2003 yılı için)

	Günlük giderler(\$)
Personel giderleri	850
Gemi ve aksamalarının sigorta giderleri	150
İaşe	120
Bakım	600
P\$1 cıup giderleri	200
Haberleşme	200
Diğer ekstra maliyetler	100
Toplam(günlük)	2370
Toplam yıllık	865,000
Ana makine günlük F/O sarfıyatı	28 ton
Jeneratör ve kazan D/O giderleri(seyir)	1,5 ton
Jeneratör ve kazan D/O giderleri(liman)	2,5 ton
F/O maliyeti(ton)	180
D/O maliyeti(ton)	255
Toplam yakıt gideri(seferde)	920,000
Toplam yıllık yakıt gideri	1,037,375
Yıllık toplam gider	1,902,937

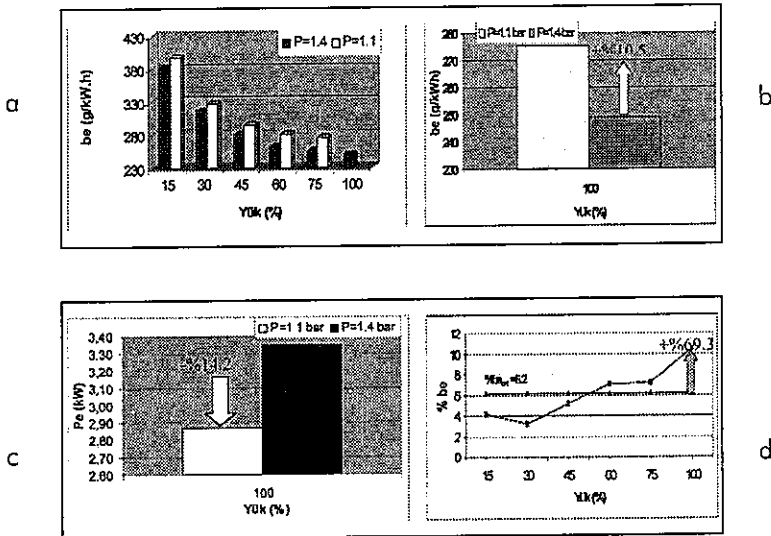
gemiye ait teknik özellikler ve işletme maliyetleri (running costs) Tablo 2'de verilmiştir. Hesaplamalarda geminin 185 gün sefer yaptığı kabul edilmiştir. Seyir yapmadığı zamanlarda 2,5 ton Dizel oil sarfiyatı olduğu kabul edilmiştir.

3.SONUÇLAR VE İRDELEME

Deneysel çalışma neticesinde aşırı doldurma basıncı 1.4 bar 'dan 1.1 bar' a düşürüldüğünde özgül yakıt sarfiyatı %10.5 artmış, tam yükte güçteki düşme ise %14.2 olmuştur. Şekil 4a'da motor yüküne bağlı olarak, Şekil 4b' de ise tam yükte özgül yakıt sarfiyatının aşırı doldurma basıncındaki değişime bağlı olarak nasıl değiştiği görülmektedir. Şekil 4c'de tam yükte güçte meydana gelen düşme yüzdesi görülmektedir. Şekil 4d'de ise ortalama değişime göre tam yükteki etkisi verilmiştir. Şekilden görüleceği

gibi motor aşırı doldurma basıncındaki düşmenin etkisi motor özellikle tam yük sınırında çalıştırıldığında kendisini göstermektedir. Bu sınırdaki çalışma durumunda ortalama özgül yakıt sarfiyatı artış yüzdesine göre yakıt sarfiyatındaki artış oranı %69'u bulmaktadır.

Sıkıştırma oranındaki bir birimlik düşme motor performansında önemli bir kötüleşme meydana getirmektedir. Sıkıştırma oranı 18.20'den 17.20'ye düşürüldüğünde özgül yakıt sarfiyatı %5.75 artmış, tam yükte güçteki düşme %7.5 olmuştur. Motorun tam yükte çalıştırılması durumunda ortalama özgül yakıt sarfiyatındaki artış oranına göre artış %145'leri bulmaktadır. Şekil 5a 1000 d/d 'da yüke bağlı olarak iki farklı sıkıştırma oranında özgül yakıt sarfiyatındaki değişim, Şekil 5b'de tam yükte özgül yakıt sarfiyatındaki değişim, Şekil 5c'de ise tam yük şartlarında efektif güçteki

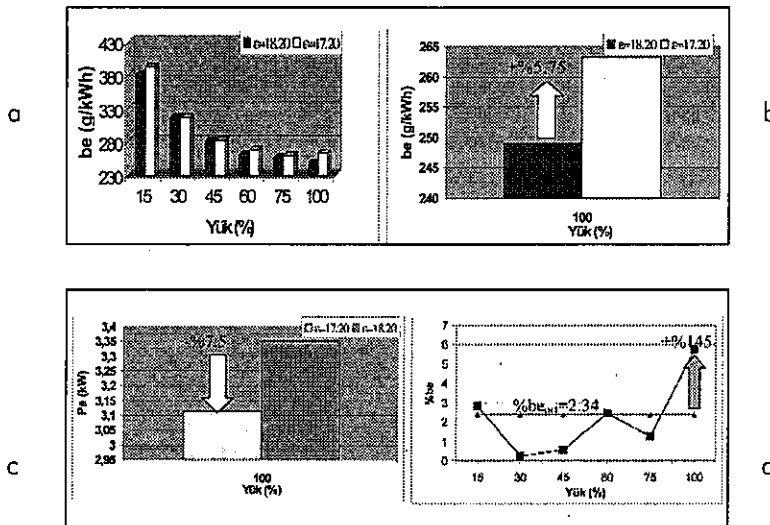


Şekil 4 aşırı doldurma basıncının motor performansına etkileri(1000 d/d).

değişim verilmiştir. Şekil 5d'de ise özgül yakıt sarfiyatındaki ortalama artış yüzdesine göre değişik yüklerdeki değişimler verilmiştir. Şekilden görüleceği gibi tam yük şartları kritiktir ve en fazla yakıt sarfiyatlarının meydana geldiği noktalar. Gerçekte sıkıştırma oranının küçülmesinin nedeni bakımlar esnasında daha kalın bir contanın konulması yada mevcut contanın üzerine yeni bir contanın eklenmesi şeklinde olabileceği gibi ayar şimleriyle sıkıştırma oranı ayarlanan motorlarda şim ayarların yanlış seçilmesinden kaynaklanabilir.

Püskürtme avansındaki değişim de motor performansını doğrudan etkilemektedir. Özellikle yakıt pompası ayarı esnasında yakıt kemlerinin yanlış takılması yada yanlış ayarı, yakıt pompalarında basma başlangıcının veya basma sonunun tam ayarlanmaması, püskürtme avansının değişiminde önemli paya sahiptir. Jeneratör dizellerinin tamiri esnasında

zamanlama hatasını önlemek amacıyla konulan markaların tam çıkıştırılmaması da püskürtme avansının uygun ayarlanması açısından önem arz eder. Özellikle gemilerde egzoz sıcaklığına bakarak pompa ayarlarının yapılması püskürtme zamanının ayarlarını bozabilir. Egzoz sıcaklıklarının düşmesi pompanın ayarının yapıldığı anlamına gelmez. Bu silindire gönderilen yakıt miktarını azaltmak anlamına da gelebilir. Aslında püskürtme avansına etki eden bir diğer önemli faktörde enjektör açma basınçlarıdır. Açma basıncı normalden küçük ayarlanmış bir enjektör zamanından önce püskürtmeye başlar. Fazla ayarlanmış bir enjektör ise geç açmaya başlayacağı için püskürtme avansını küçültücü etki meydana getirebilir. Deneyisel çalışmada püskürtme avansı 4 krank mili açısı (KMA) küçültüldüğünde özgül yakıt sarfiyatı %5 oranında artmış güçteki düşme ise %9.1 olmuştur. Şekil 6a'da

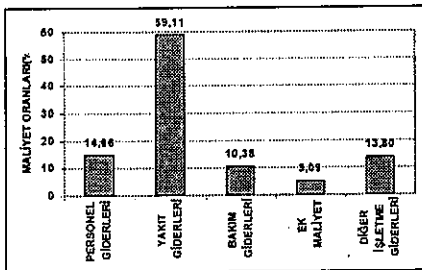


Şekil 5 Sıkıştırma oranındaki değişimin motor performansına etkisi(1000 d/d)

yüke bağlı olarak püskürtme avansındaki değişimin özgül yakıt sarfiyatına etkisi, Şekil 6b'de tam yük şartlarında özgül yakıt sarfiyatındaki değişim, Şekil 6c'de ise tam yükte güçte meydana gelen düşme gösterilmiştir.

Yukarıdaki deneysel veriler baz alınarak işletme esnasında dizayn parametrelerinde meydana gelen değişimin motor performansını %10.5 değiştirdiği kabul edilerek yapılan hesaplamada bir yıllık işletme giderleri baz alındığında bu değişimin toplam işletme giderleri içerisindeki payı %5' i bulmaktadır. Bunun rakamsal karşılığı 107.000\$' a tekabül etmektedir. Şekil 7'de meydana gelen ek maliyetin ana giderlere göre değişimi, şekil 8'de ise diğer giderlerin yanında ek maliyetin payı karşılaştırılmıştır.

Şekil incelendiğinde ek maliyetin payı işe giderlerinin 2.5 katı, personel giderlerinin 1/3'ü, gemi sigorta bedelinin 2 katına çıkmaktadır. Bir gemide yakıt sarfiyatını etkileyen tüm parametreler dikkate alındığında bu maliyetin daha yukarılara çıkacağı aşikardır. Bu noktada gemi

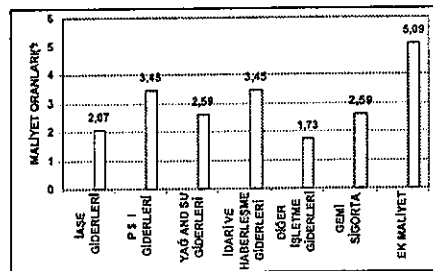


Şekil 7 Ek maliyetin geminin toplam giderler içerisinde ana kalemlere göre karşılaştırılması

işletmeciliğinin profesyonel bir anlayışla yapılması gerektiğini göstermektedir. Optimum fayda anlayışını dikkate alan bir işletmecilik ve gerçek anlamda işletme bilincine sahip bir gemi işletme mühendisliği eğitiminin alınmasının gerekliliği ve önemi bu çalışmadan çıkarılabilecek önemli bir sonuçtur.

KAYNAKLAR

1. V. Genesan, "Internal combustion engines", McGraw-Hill, 1995.
2. Heywood J.B, Internal Combustion Engine Fundamentals, McGraw-Hill, 1988.
3. Parlak A. "Bir dizel motorunda sıkıştırma oranı artışının performansa etkisi", PAU Mühendislik Dergisi, cilt:9,sayı:2,2003
4. Parlak A. Yaşar H., " Maksimum yanma sıcaklığı ve sıkıştırma oranı ilişkisinin motor performansına etkisi üzerine teorik dizel çevrim analizi", Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri enstitüsü dergisi, cilt: 14, sayı:4.



Şekil 8 .Ek maliyetin toplam işletme giderleri içerisinde ana kalemler haricindeki kalemlere göre karşılaştırması



Solas İstekleri

Makina Dairesi Yangınlarından Korunma Konusunda Mevcut Gemiler İçin Yürürlüğe Girecek Solas İstekleri

Müh. Günay SÜRENKÖK

DNV, İstanbul

Uluslararası denizcilik örgütü IMO, SOLAS 1994 Mayıs ekleriyle (MSC 31 (63), makina dairesi yangınlarından korunma konusunda SOLAS Bölüm II-2 Kural 15.2.9'dan 15.2.12'ye bir takım yeni istekler ortaya koydu. Yeni kurallar, çift cidarlı yüksek basınçlı yakıt borularına, düşük basınçlı yakıt boru devreleri flanş ve ek/bağlantı yerlerinin siperlenmesine ve sıcak yüzeylerin izole edilmesine istekler getirmektedir.

Yeni kurallar 01.Temmuz.1998 tarihinden itibaren inşa edilen gemiler

için yürürlüktedir. 01.Temmuz.2003 tarihinden itibaren de aynı kurallar geriye dönük olarak tüm mevcut gemiler için de yürürlüğe girecektir.

01.Temmuz.2003 tarihinden itibaren klaslar, bayrak ve liman devletleri tüm gemilerin bu kurallara uygunluğunu denetleyeceklerdir. Muafiyetler sadece bayrak devleti tarafından verilebilir.

Gemilerin "İnşa Emniyet Sertifikası"nı (Safety Construction Certificate) doğrudan ilgilendirdiğinden ve geminin seyrine engel olabileceğinden , 01.Temmuz.2003 tarihinden önce

gemilerin bu kurallara uygunluğunun sağlanması gemi sahipleri ve çalışanları açısından çok büyük önem arz etmektedir.

"Çift Cidarlı Yakıt Devreleri" ile ilgili istekler

SOLAS Bölüm II-2 Kural 15.2.9; tüm dışarıda kalan, ve yüksek basınçlı yakıt pompalarıyla yakıt enjektörleri arasında bulunan yüksek basınçlı yakıt devrelerinin herhangi bir nedenden zafiyeti halinde bir başka cidarla korunmasını istemektedir. Dış cidarla yüksek basınçlı iç devre kalıcı bir şekilde bir bütünlük oluşturmalıdır. Çift cidarlı boru sistemi, yakıt kaçaqlarını toplama ve devrenin zafiyeti halinde alarm verme düzeneklerini sağlamalıdır.

"Çift cidarlı boru sistemi", çift cidarlı borulardan, yakıt kaçaqlarını toplama tankı, bu tankın geminin ana alarm ve monitör sistemine bağlı alarmından, ve kaçak toplama tankının yakıt "overflow" tankına devresinden oluşur. Bu istek sadece dışta kalan devreler için geçerlidir. Devrelerin tamamıyla kapalı olduğu ve kaçaqların içeride kalacak bir şekilde toplandığı makinelerde tek cidarlı boru kabul edilebilir. Bu tip uygulamalarda kabul şartı, her hangi bir kaçağın fark edilebilmesi ve kaçak yakıtın yağlama yağına karışmasının engellenmiş olduğu çözümlerdir.

Yakıt dreyn tankının, yakıt kaçaqları toplama tankı olarak kabulü mümkün değildir. Yakıt kaçaqları toplama tankının makinanın boyutuna bağlı olarak yaklaşık 1-30 litre kapasitede olması gerekir. Bunun nedeni yakıt kaçaqlarının erken safhada fark edilebilmesini sağlamaktır.

Eğer makinada "çift cidarlı yakıt boruları sistemi" makina imalatçısı tarafından yapılmıyorsa, sistemin bayrak devleti / klas tarafından onaylanması gerekmektedir.

"220 °C üzerindeki yüzeylerin izolasyonu"

SOLAS Bölüm II-2 Kural 15.2.10; yakıt sistemindeki bir zafiyet halinde sıçrayan yakıtla temasa neden olabilecek, 200 °C'in üzerindeki tüm yüzeylerin uygun bir şekilde izolasyonunu istemektedir.

İzolasyon malzemesi yanmaz/tutuşmaz ve yağ emmeyecek bir yüzeye sahip olacak şekilde amaca uygun olarak seçilmelidir. En çok rastlanan problem alanları; endikatör valfleri, her silindirden çıkan egzost boruları, egzost manifold, turbo şarjler ve buna bağlantılar, basınç/sıcaklık sensörleri açıklıklarıdır. Genelde yüksek sıcaklıktaki noktaların tespiti yüzeyden temasla termometre yoluyla, lazer başlı kızıl ötesi ısı ölçerlerle veya

ve makul bir hareket tarzı teşkil edecek şekilde ve bile bile fevkalade bir fedakarlık yapılması veya fevkalade bir masrafa katlanılması halinde "müşterek avarya" hareketi mevcut sayılır ve bu hareketin ancak doğrudan doğruya neticesi olan zarar veya masraflar, müşterek avaryadır."

Bu tanım, müşterek avarya hareketine ve hareketin sebebine ilişkin unsurlar içerir. Buna göre müşterek avarya hareketi, makul ve kasti olmalı (yani karar, bilerek, istenerek, iradi olarak verilmeli) ve bu hareket, fevkalade masraf veya zarara sebebiyet vermeli ve bu itibarla, bir fedakarlık teşkil etmelidir. Müşterek avarya hareketinin sebebi ise, müşterek deniz sergüzeştine atılmış gemi ve yükün, dolayısıyla navlununun, tehlike karşısında müşterek selameti olmalıdır.

TTK m. 1179'da müşterek avaryanın genel tanımı verilmekle birlikte TTK'nın 1124-1195. maddelerinde muhtelif müşterek avarya halleri özel olarak düzenlenmiştir. Bunlar:

1. Denize yük vesairenin atılması (TTK m. 1184)
2. Geminin hafifletilmesi (TTK m. 1185)
3. Geminin karaya oturtulması (TTK m. 1186)
4. Geminin yüzdürülmesi (TTK m. 1187)
5. Gemide çıkan yangının söndürülmesi (TTK m. 1188)
6. Yakıt yerine yakılan yük, gemi eşyası ve kumanyası (TTK m. 1189)
7. Barınma limanındaki masraflar (TTK m. 1190)
8. Muvakkat tamirler (TTK m. 1191)
9. Boşaltılma sırasında yüke gelen

zarar (TTK m. 1192)

10. Geminin müdafaası (TTK m. 1193)

11. Geminin kurtarılması (TTK m. 1194)

12. Para tedariki (TTK m. 1195)

Özel olarak düzenlenmiş olan bu haller, TK m. 1179'da verilen genel tanıma uygun oldukları takdirde müşterek avarya olarak kabul edileceklerdir; dolayısıyla kanuni tanımdaki unsurların her somut olay bakımından mevcut olması aranacaktır.

III. SOMUT OLAY İNCELEMESİ

Müşterek avarya müessesesinin hukuki yapısını somutlaştırmak ve kolay anlaşılabilir hale getirebilmek gayesiyle, ham petrol yüküyle Süveyş kanal geçişinde makine yangınına maruz kalan "TPOA" gemisindeki yangının, müşterek avarya mı yoksa hususi avarya mı sayılması gerektiği hususu incelenecektir.

Söz konusu olay şöyle olmuştur: TPOA isimli gemi, 11.5.1994 günü ham petrol yüklü olarak Süveyş Kanal geçişi sırasında kanalın 59. kilometresinde, ana makine devri düşerek durmuştur. Bunun üzerine makine ancak lokal konumda zorlanmak suretiyle ve kontrolsüz olarak çalıştırılabilmektedir. Bu esnada düzensiz yanmadan dolayı egsoz sıcaklıkları aşırı yükselmiş ve turboşarjörde yangın başlamıştır. Yangın gemi personelinin müdahalesi ile söndürülmüş ancak bu esnada makine kontrolü dışında kalan gemi, römorkör desteği olarak Süveyş Kanalının 60. km taşı civarına ulaşmıştır.

Söz konusu hadise, gemi, ham petrol yükü ile Süveyş Kanal kuzey geçişini

yaptığı esnada gerçekleşmiştir. Dolayısıyla, müşterek avaryanın ön koşulu olan, deniz sergüzeştine atılmış gemi ve yük ve bunlar arasında menfaat birliği olayımızda mevcuttur. Yukarıda da işaret ettiğimiz gibi, müşterek avaryanın tatbiki ancak gemi yüklüyken mümkündür.

İkinci unsur olarak, gemi ve yükü tehdit eden müşterek ve mevcut bir tehlikenin varlığı araştırılmalıdır. Söz konusu olayda hem gemiyi hem de yükü tehdit eden, gemiyi seferden alıkoyacak şekilde ciddi boyutta makine (turboşarjör) arızası nedeniyle, bu tehlike şartının gerçekleştiği kabul edilmelidir.

Deniz sergüzeştine atılmış gemi ve yük ile bunları tehdit eden bir tehlikenin mevcudiyeti tespit edildikten sonra, bu tehlikeden kaçınmak üzere girişilen hareketin müşterek avarya hareketi niteliğinde olup olmadığı araştırılmalıdır. Olayın müşterek avaryadan sayılabilmesi için bu hareketin, fevkalade zarar ve masraflara sebep olacak nitelikte, ayrıca makul bir fedakarlığın bilerek ve istenerek yapılmış olması gerekir.

Söz konusu olayda, aşırı ısınan turboşarjörün uğradığı hasar ve geminin römorkaj ve geçici onarım masrafları, fevkalade, yani munzam (ek) zarar niteliğindedir. Kanunun aradığı anlamda fevkaladeliliğin, zarar veya masrafın büyüklüğü veya miktarının değil, fakat olağan dışı olmasının bir sonucu olduğunu belirtmek gerekir.

Somut olay bakımından, müşterek avaryanın tanımındaki deniz sergüzeştine atılmış gemi ve yük ile

bunları tehdit eden bir tehlikenin varlığı gerçekleşmiş gözükmemektedir. Ancak, müşterek avaryanın mevcut olması için diğer bütün unsurların mevcudiyetinin bulunup bulunmadığı da değerlendirilmelidir. Bu bağlamda, sözkonusu olayda müşterek avaryanın varlığının tespiti bakımından tartışma konusu yapılması gereken diğer bir husus, fedakarlığın kasti olup olmadığı; yani kaptanın fedakarlığa ilişkin bir emri bulunup bulunmadığıdır. Zira yetkili bir şahıs tarafından verilen bir fedakarlık kararı yoksa müşterek avarya hali yoktur. Bu kararı kimin vermesi gerektiği kanuni tanımda yer almamakla birlikte, kural olarak müşterek selameti ve yolculuğun icabını en iyi takdir edebilecek olan kaptanın fedakarlığa yönelik bir karar alması gerekir. Kaptan karar verebileceğine göre, gemi adamları, yük ilgilileri veya sigortacıların kararı yeterli değildir. Olayımızda, kaptanın, gemi ve yükün müşterek selameti için gemi jurnaline veya bir tutanağa dercedilmiş, "makinanın kırılması ve yangın çıkması ihtimaline rağmen çalıştırılmasına devam edilsin" veya bu anlama gelebilecek bir beyanı yoktur. Yani, olaya ilişkin hiçbir belgeye gemi kaptanının fedakarlığa karar verdiğine dair iradesi yansımamıştır. Müşterek avaryanın varolabilmesi için en önemli öğelerden biri olan güvenlik ya da esenlik için iradi bir kararın yokluğu durumunda, müşterek avarya yok demektir. Zira, bilmeden, karar vermeden ve bu kararı açıklamadan, olayların akışı içinde ortaya çıkan hasar veya zarar fedakarlık olamaz.

Olayda irdelenmesi gereken bir diğer unsur ise, müşterek avarya hareketinin makul olup olmadığıdır. Müşterek avaryanın diğer zorunlu unsurlarının yani, kaptanın fedakarlığa yönelik iradi bir kararının irdelenmesi yapılan olayda bulunduğ kabul edilse dahi, bu fedakarlığın aynı zamanda kanunun aradığı anlamda makul olması gerekecektir. Yargıtay, müşterek avarya hareketinin makul olması gereğini, 1959 tarihli bir kararında şu cümlelerle açıklamıştır: "...daha az zararlı geçirilebilecek bir tehlike için daha büyük bir fedakarlığa girilmemek veya makul ve mantiki sayılmayan hareketlerde bulunmamak lazımdır. Alınan bir tedbirin faydasızlığı aşikar ise, ezcümle, su ve yağ ekzantiriji kırık bir makinenin çalıştırılmasına imkan olmadığı, çalıştırıldığı takdirde derhal bozularak maksadın elde edilemeyeceği, faydalı bir sonuca varılamayacağı muhakkak ise bu makul ve mantiki bir tedbir sayılamaz...".

Bu karardaki kriteri olayımıza uygularsak: Makinenin düzensiz çalışmasından kaynaklanan egsoz sıcaklığı yükselmesinin turboşarjörde kısa sürede yangına yol açacağı, o şekilde her halükarda uzun süreli seyir yapılamayacağı, sadece Süveyş Kanalı içinde biraz daha ilerlenebileceği öngörülmüş olmalıydı. Bu öngörünün sonucu olarak, geminin kanalın 59. km taşı yerine 60. km taşında kıyıya yaslanması dikkate alındığında, maruz kalınan tehlikenin kaçınılan tehlikeden farklı olmadığı da anlaşılabilecektir. Hiçbir faydalı neticeye hizmet etmeyeceği öngörülmesi gereken kararın, uygulamaya konulması makul sayılmayacağından, tartışma konusu ikinci unsur bakımından da mevcut

olayda müşterek avaryadan söz edilemeyecektir. Kaptanın seyre devam kararı, ancak makinenin 5-10 çalıştırılmasıyla bir limana girilebilecek veya kanaldan çıkmak mümkün olabilecek idiyse makul sayılabilirdi; çünkü o takdirde faydalı netice elde edilebilirdi. Bu nedenle, fedakarlığın kasdi, yani isteyerek ve sonuçlarını tasarlayarak yapıldığı farz ve kabul edilse dahi, kaptanın kararı müşterek avarya hareketi niteliğinde değildir. Zira müşterek avarya hareketinin, hareketin sonunda fayda vermediği ortaya çıksa dahi, kararın verildiği sırada objektif kriterler bakımından makul ve mantıklı olması gerekir. En özet anlatımla, kaptan, kanal içerisinde kendisini tehlikeden kurtarmayacak ancak kısa mesafe ilerleme imkanı verebilecek bir kararı uygulamaya koyarak yük ve gemi adına faydalı netice doğuracak şekilde hareket etmemiştir. Makul sayılmayan, dolayısıyla faydalı sonucun elde edilemeyeceği öngörülebilecek bu hareket, sadece turboşarjördeki hasarın büyümesine neden olarak zararı artırmıştır. Bu zarar, olay bir müşterek avarya sayılamayacağı için geminin geçerli bir tekne-makine sigorta poliçesi varsa ve sigorta mevzuatı bakımından diğer koşullar da gerçekleşmişse, hususi avarya niteliğinde sigortacıdan tazmin edilebilir; aksi durumda, bu zarar donatan üstünde kalır.

Yukarıdaki hususların tartışıldığı olaya ilişkin yargılama, İstanbul Birinci Asliye Ticaret Mahkemesinde görülmüş, Mahkeme, 29.1.1997 tarihli kararında, yukarıdaki değerlendirmeler ışığında olayda, müşterek avarya şartlarının gerçekleşmemiş olduğu sonucuna varmıştır.

IV. SONUÇ

Yüklü bir geminin karşılaştığı tehlikeden kurtulmak maksadıyla yapılan fedakarlık sonucu doğan zarar ve masrafların gemi, yük ve navlun arasında paylaşılması, doğal adalet ve hakkaniyet gereğidir. Şüphesiz bu paylaşım, ancak mevcut olay bakımından müşterek avarya söz konusuysa yapılabilecektir. Bu amaçla hukuksal düzenlemeler müşterek avaryanın tanımını yaparken adalet düşüncesi yanında denizciliğin gereklerine uygun unsurları da dikkate alarak hareket etmiştir. Müşterek avarya halinin kabulü için, bu unsurların her

biri, somut olayın şartları dikkate alınarak titiz bir incelemeye tabi tutulacak ve müşterek avarya kararına ancak tüm bu şartların mevcudiyeti halinde varılabilecek ve paylaşım, ancak bu durumda yapılacaktır. Mevzuatın ve denizcilik teamüllerinin aradığı kriterlere göre yapılacak değerlendirme sonucunda, olayın müşterek avarya olmadığı sonucuna varılırsa; olay hususi avarya sayılacak ve doğan zararlar gemi ve yük arasında paylaşılmayacak ve her bir tarafın kendi üzerinde kalacaktır.



Mevzuat

Denizde Yangın, Eğitim, Uluslararası Mevzuat ve Türkiyedeki Durum

Arş. Görv. Ali KUŞOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi
Denizcilik Fakültesi Gemi Makineleri
İşletme Mühendisliği Bölümü
kusoglu@itu.edu.tr

ÖZET

Dünya denizlerinde çalışan gemiler "Gemi Adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Standardları Sözleşmesi(STCW)", "Denizde Can Güvenliği sözleşmesi(SOLAS)" ve "Gemilerden Denizlerin Kirlenmesi ve kirliliğin Önlenmesi Sözleşmesi (MARPOL)" gibi uluslararası mevzuatlara uygun olarak hareket etmek zorundadır. Bu uluslararası kurallar denizlerde yaşanan bazı kazalardan sonra oluşturulmuş veya geliştirilmiştir. Buradaki amaç denizde riski azaltmak, ekonomik ve insan kaybını ortadan kaldırmaya çalışmaktır. Bunların içinde yer alan konulardan bir tanesi de YANGIN'dır. Dünyanın birçok yerinde olduğu gibi ülkemiz sınırlarında da bu tür olaylar meydana gelmiştir. Bu tür olayların başımıza gelmemesi için yapılması gerekenler, bilindiği gibi, daha önceki olaylardan ders çıkarmak ve tekrarının olmaması için önlemler

almaktır. Bunun için ise en azından uluslararası sözleşmelere uygun olarak gemileri donatmak ve personelin eğitimini sağlamaktır ki bu bir zorunluluktur. Olması gereken riski azaltıcı malzeme kullanmak ve iyi bir eğitim yaptırmaktır.

Dünyada bu mevzuatlara uyulup uyulmadığı değişik şekillerde kontrol edilmekle birlikte, her ülke sınırları dahilinde oluşabilecek riski azaltmaya çalışmaktadır. Bu kontrollerin en başında ise liman devlet kontrolü gelmektedir. Liman devlet kontrol istatistikleri incelenerek risk oluşturan ülkeler (bayrak devletleri) veya klas kuruluşları tespit etmek mümkündür. Bunlara karşı daha hassas davranarak limanlarını (veya bizde olduğu gibi boğazlarını) emniyet altına alması söz konusu olabilir.

Bütün bu istenmeyen durumlarla (emergensi olaylar veya tutuklanma gibi) karşılaşmamak istiyorsak gemide çalışan personelin; (STCW'de belirtildiği gibi) iş, görev ve

sorumlulukları üzerine almak için yeterliğini kanıtlanmış; bilgi düzeyi ve anlayışı, gemide emercensi durumlarla mücadele operasyonlarının denetimi için yeterli olması gerekmektedir. Bu yazıda anlatılan çalışma İTÜ Denizcilik Fakültesinde bu eğitimin nasıl verildiğini, kurslardan edinilen izlenimleri ve durum değerlendirmesini kapsamaktadır.

1- GİRİŞ

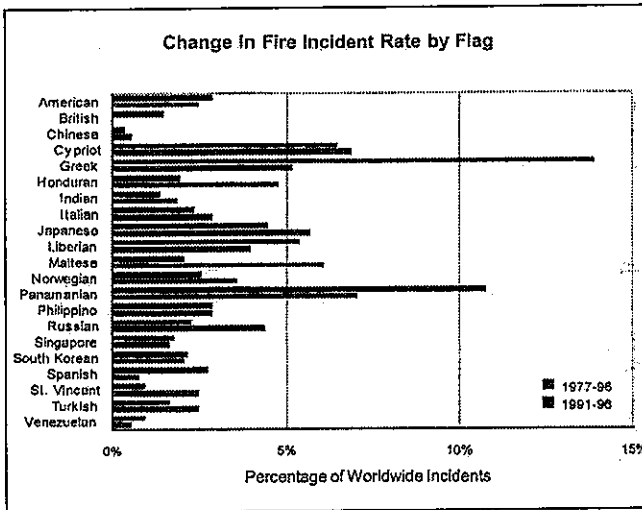
- Genel Değerlendirme

1988-1997 yılları arasındaki istatistik verilere bakıldığında tekne ve makine sigortasının %3'ü yangın ve patlamalardan oluşan kazalar oluşturmaktadır. Bu ödenen para açısından incelendiğinde ise %16 olarak görülmektedir (bu rakam gemi başına ortalama 2,022,763 USD'a mal olmaktadır). Dolayısıyla yangın çıkmadan neler yapılması gerekiyorsa önceden hazırlıklı olunması

gerekmektedir.

Şekil 1' de görüldüğü gibi ülkelerin 20 yıllık yangın kazalarının ortalamasını göstermektedir. İlk çizgiler 20 yıllık alttaki çizgiler ise 1991-1996 yılları arasındaki ortalamayı göstermektedir. Burada belki en bariz olarak %14 ten %5'lere düşen Yunanistan görülebilir. Bununla birlikte Panama, Liberya gibi ülkelerde yangın oranında son 5 yıl ortalamasında düşme gözlenmektedir. Bununla beraber Kıbrıs, Malta, Honduras, İtalya ve Türkiye gibi ülkelerde yangın oranında son 5 yıl ortalamasında artma gözlenmektedir. Bu durum sigorta ve P&I klüpleri tarafından da takip edilmektedir.

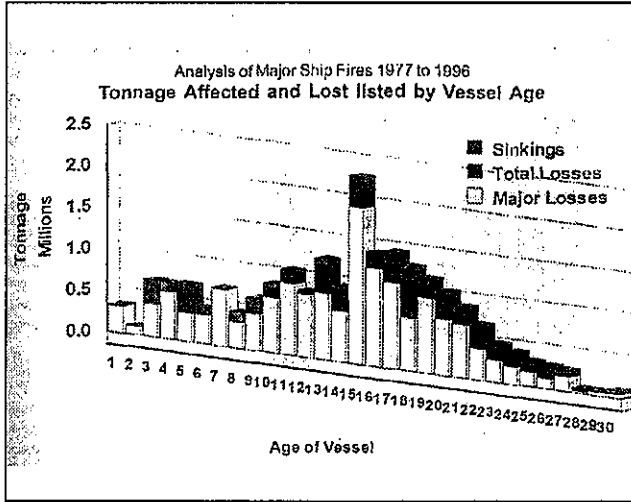
Şekil 2' de görüldüğü gibi 10 yaş ve üzeri gemilerde yangın çıkma olasılığı fazlaşmaktadır. Türk bayraklı gemilerin yaş ortalaması düşünüldüğünde, ülkemizde riskli gemi işletmeciliği yapıldığı söylenebilir. Gemide yangının çıkması durumunda



Şekil 1 : Yangın Kazalarının Bayrak Devletine Göre Değişimi.

(1) The Swedish Club Highlights, July 1998

Şekil 2 : Büyük Gemi Yangınları (1977-1996)



maddi ve manevi kaybın fazla olduğu gözükmemektedir. Dolayısı ile her ülke bu tür olaylarla karşılaşmamak, limanlarını riske sokmamak ve bağlı bulunduğu gemiler tarafından bayrağını sokuncalı bayraklar arasında sokmamak için önlemler almak zorundadır. Bunun için ise en azından uluslararası sözleşmelere uygun olarak gemileri donatmak ve personelin eğitimi sağlamaktır (ki bu bir zorunluluktur). Bunların bir şekilde denetlenmesi ve yangınla mücadele çevre faktörü, insan sağlığı ve ekonomi düşünülerek geliştirilmelidir. Bunu iki kısımda incelememiz gerekmektedir.

- 1-Denetlenme esasları açısından
- 2-Eğitim esasları açısından

2- Liman Devlet Kontrolleri Ve Yerimiz

Yukarıda bahsi geçen nedenlerden dolayı ülkeler kendi limanına gelen gemilerin risk oluşturmaması için tedbir düşünmesi, eğer söz konusu bir eksiklik var ise bunun giderilmesi için önlemler alması, gayet doğaldır. IMO bu çalışmaların belirli bir standarda bağlanması, gemilerin denetleme mekanizmasının oluşturulmasıyla ilgili çalışmalarının ilki Hague Memorandumuyla başlamıştır. Ve ülkeler IMO tarafından alınan kararlar doğrultusunda denetleme yapmaktadırlar.

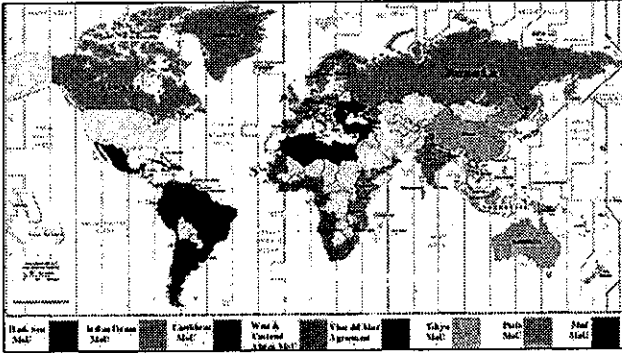
Liman devlet kontrolleri (PSC) değişik birliktelikler ile bu kontrollerin uluslararası mevzuata uygun yapılış standartlarını kendi aralarında

(1) Frank Rushbrook, Rushbrook's FIRE ABOARD

(2) Frank Rushbrook, Rushbrook's FIRE ABOARD

belirlemişlerdir. Şekil 3 liman devletlerinin bağlı olduğu memorandumları göstermektedir. Gerçekten istenirse düşük performanstaki bayrak devletleri, klas kuruluşları vs. Paris Mou., Tokyo Mou., Akdeniz Mou.'ların raporlarından öğrenilebilir. Buradaki yetersizliklerin nedenleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Teknik bilgi yetersizliği
- Kaynak yetersizliği
- Emniyet ve Çevre kültürünün yerleşmemiş olmasıdır.(1)



Şekil 3 : Dünyadaki liman devleti birliklikleri

IMO kayıtlarına göre Türk bayraklı gemi tutuklanmalarının %90'ı gerçekleştiği Paris Mou.'yu incelemekte fayda var. Paris Mou. Avrupa ve çevresindeki 20 ülkelerden oluşan bir birliktelik. Yayınlamış oldukları yıllık raporlar incelendiğinde her geçen yıl denetleme sayısında bir artma gözlenmektedir. Denetlenen gemilerin ise yaklaşık olarak %10'u tutuklanmaktadır. Bu tutuklanan gemilerin ise yaklaşık %10'unu Türk bayraklı gemiler oluşturmaktadır. Ortalama olarak her yıl 750 gemimiz denetlenmekte ve bunların 170 tanesi

değişik sürelerle tutuklanmaktadır. Bu 750 geminin ise yaklaşık olarak 650 tanesinde eksiklik tespit edilmektedir ki bu da %95 demektir. Şu an Paris Mou'da Türkiye kara listede bulunmakta ve çok yüksek risk içeren ülkeler arasında 10. olarak yer almaktadır. Yine Paris Mou raporları incelendiğinde önemli eksiklik olarak görülenler arasında yangın yer almaktadır.

Tablo 1'e bakıldığında 4 sütun Türk bayraklı gemilerin diğerlerine göre oranını göstermektedir. Ortalama

8,82 olduğuna göre sarı renkli olan rakamlar ortalamanın üstünde gözükmemektedir. Dolayısı ile bu konularda bizler diğer bayrak devletlerin daha da gerisinde olduğumuz gözükmemektedir. 5. sütuna baktığımızda ise en fazla kusurumuzun olduğu kod yüzdesini görmekteyiz. Bu da

bize acil olarak düzeltilmemiz gereken kusurlarımızı gösteriyor. %10'nun üzerindeki yeşille işaretlenmiş ve acil olarak düzeltilmemiz gerekenleri göstermektedir.

4. sütun ile 5. sütunu beraber incelediğimizde ise kırmızı renkle işaretlenen kodlar acil olarak ele alınması gerekmektedir. Tabloda yangını içeren konuları ise mavi ile işaretledik. Sonuç olarak göstermektedir ki yangın güvenliği açısından 0600, 0700, 0900, 1000, 1200 ve 1800 kod No'lu konuların öncelikle incelenmesi-denetlenmesi gerekmektedir.

Tablo 1 : Türk bayraklı gemilerin kusurları

kod	Türk gemilerin kusurları (T1)	Paris mou. Tespit ettiği kusurlu gemiler(P1)	T1 P1	T1 Σ T1
0100	257	3581	7,18	4,24
0200	108	1302	8,29	1,78
0300	235	2113	11,12	3,88
0400	87	876	9,93	1,43
0500	81	703	11,52	1,34
		10516	10,68	18,52
0700		8547	8,14	11,35
0800	116	1586	7,31	1,91
0900		8951	7,73	11,41
1000		326	12,27	0,66
1100	129	1323	9,75	2,13
1200		3906	6,61	4,26
1300	138	1109	12,44	2,28
1400	285	3713	7,68	4,7
	915	8315	11	15,09
1600	325	2703	12,02	5,36
1700	317	5116	6,2	5,23
1800		151	10,6	0,26
1900	5	43	11,63	0,08
2000		1262	6,58	1,37
2100	31	456	6,8	0,51
2200	0	13	0	0
2300	28	758	3,69	0,46
2500	87	1239	7,02	1,43
9800	2	33	6,06	0,03
9900	9	65	13,85	0,15
Toplam	6063	68706	8,82	

Tablo 2 : Tutuklanan Türk bayraklı gemilerin kusurları

	2000	2001	2002
Pumps	29	34	37
Fire dampers remote control etc.	19	22	14
Fire fighting equipment	7	9	12
Cleanlines of engine room	8	9	11
Vantilator air pipe ceasing	5	6	9
Personal equip-fire fighting	5	15	9
Fixed fire extinguishing install	7	12	8
Doors	5	2	8
Other(sayfty in general)	5	6	6
Fire prevention	4	4	5
training/instruction manual	1	9	5
emer. Equ. For 2 way comm.		11	5
Other(fire fighting equip)	3	2	5
General alarm	1	3	3
Muster and drills	1	7	3
Fire alarm	1	3	3
aborden ship drills	2	2	2
closing devices water tight door	1	3	2
Muster list	1	1	
Fire drills		1	
Inert gas alarm	2		
Fire control plan	1		
		161	
toplam tutuklanma	163	216	166
toplam tutuklanma(Paris mou)	1728	1753	1662

Tablo 2'ye bakıldığında ise yukarıda elde ettiğimiz verilerin alt başlıkları açısından önemlidir. Tabloda 2000, 2001, 2002 yıllarında yangınla ilgili kusurları göstermektedir .

Şimdi bu raporlara başka bir açıdan bakacak olursak. Tutuklanmamıza neden olan ağırlıklı ülkeler hangisi? Bu ülkelerin tutuklama sırasında neresindeyiz?

Tablo 3'e baktığımızda 1. sütun Paris Mou'ya tabi olan ülkeleri, 2. sütunda bu ülkelerde tutuklanan Türk bayraklı gemi sayısını, 3. sütunda bu ülkede tutuklanan gemi sayısını, 4. sütunda

bu ülkede tutuklanan gemilerin yüzde kaçını Türk gemilerin oluşturduğunun, 5. sütunda ise tutuklanan Türk bayraklı gemilerin yüzde kaçının bu ülkede tutuklandığını göstermektedir .

4. sütuna baktığımızda ortalamamızın %19.38'i gösterdiğini görürüz. Bunun üstünde olanlar adı geçen ülkede ortalamamızın üzerinde Türk bayraklı gemi tutuklandığını görürüz. Burada ortalama üstünde olanları kahverengi ile, ortalama ile %10 arasındakileri ise yeşil ile gösterildi. 5. sütunda ise Türk bayraklı gemilerin yüzde 10'dan fazla olanları sarı ile gösterildi. 4. ve 5. sütunları göz önüne

aldığımızda Türk bayraklı gemiler için en riskli ülkeler sırasıyla 1- İtalya, 2- Rusya, 3- İspanya, 4-Portekiz, 5- Yunanistan, 6- Hırvatistan ve 7- Fransa'dan oluşmaktadır.

Diğer liman kontrollerinde Türkiye'nin durumu pek farklı değil. Tokyo Mou.da %11.51 ile 8., USCG da %6,77 ile 11. ve % 7 tutuklanma ile 7. sırada yer almaktadır. Türk bayrağını taşıyan herhangi bir gemi hangi limana giderse gitsin kara listede yer aldığından dolayı öncelikle denetlenecek gemiler arasında olacaktır.

Liman devleti kontrolleri açısından incelediğimizde

1.Donatan açısından

a.Türk bayraklı gemilere istatistiksel olarak bakıldığında zorluklar çıkaran ülkelere gemilerini yollarken dikkat

Tablo 3 : Türk bayraklı ülkelerin tutuklandığı ülkeler ve oranları

	Bu ülkede tutuklanan Türk bayraklı gemi sayısı (T)	Bu ülkede tutuklanan gemi sayısı (P)	T/P	T/212
BEL.	4	58	6,90	1,89
CAN	1	9	11,11	0,47
CRO	8	32	25,00	3,77
DEN	1	9	11,11	0,47
FIN	1	6	16,67	0,47
FRA		51	18,81	4,72
GER	3	53	5,68	1,42
		62	27,41	8,02
ICE	0	1	0,00	0,00
IRL	0	3	0,00	0,00
		286	20,40	28,30
NET	6	58	10,34	2,83
NOR	0	8	0,00	0,00
POL	1	12	8,33	0,47
		117	23,33	13,21
		108	27,77	14,15
		162	22,22	16,98
SWE	0	4	0,00	0,00
UK	6	55	10,91	2,83
Toplam tutuklanma	212	1094	19,38	

etmeleri,

b.Gemilerin kurallara uygun teçhizat ile donatılması(yangın açısından en önemlileri Tablo 2'de görüldüğü gibi; pompa, yangın damperleri, yangın ekipmanları vs.)

c.Liman devlet kontrol sörveyörüne gerektiği şekilde açıklamalar yapabilecek (dil açısından yeterli) personelin seçilmesi,

d.Uluslararası Kurallara hakim, gerekli denetimi yapabilen personelin seçilmesi,

2.Gemide çalışanlar açısından

a.Risk (Türk bayraklı gemiler açısından) taşıyan ülkelere giderken hazırlıklar yapılması,

b.Bilhassa Tablo 1'deki 0600, 0700, 0900 ve 1500 kod olarak ifade edilen konulara daha fazla özen göstermek,

3.İdare açısından

a.Türk limanına gelen gemilerin denetleme yüzdesinin artırılması,

b.Bilhassa risk taşıyan ülkelere giden Türk bayraklı gemilerin kontrolünün yapılması,

c.Kendi bayrağına sıkıntı yaratan ülkelerin gemilerini daha bir dikkatle denetlemek,

3 - Yangınla Mücadele Esasları Ve Eğitimdeki Yerimiz

STCW 95 Kısım A-VI/1-2'de temel yangınla mücadele ve Kısım A-VI/3'te ileri yangınla mücadelede zorunlu Minimum eğitim esaslarında bahseder ve Tablo A-VI/1-2 ve Tablo A-VI/3'e atıfta bulunur. Bu tablolar, STCW'nin genelinde olduğu gibi, 4 sütun oluşmaktadır. Burada 1. sütunda

yeterlilik, 2. sütunda bilgi, anlayış ve beceri, 3. sütunda yöntemler ve 4. sütunda ise değerlendirme ölçütlerinden bahsetmektedir. A-VI/1-2'de yangına ilişkin emercensi durumlara cevap vermek için hazır olma durumunun ve yangın riskinin azaltılması ve 'yangınla mücadele ve söndürme' esaslarının, A-VI/3'te ise 'gemide yangınla mücadele çalışmaları'nın denetlenmesi', 'yangın ekiplerinin organizasyonu ve eğitimi', 'yangın arama ve yangın söndürme sistemleri ve teçhizatının denetim ve kullanımı' ve 'yangın kapsayan kazalarda araştırma ve raporların düzenlenmesi' konu başlıklarından bahseder. A-VI/1-2 tüm gemi adamları için, A-VI/3 ise yangınla mücadele organizasyonlarını denetleyecek olan gemi adamları tarafından alınması zorunlu bir eğitim olduğundan bahseder.

IMO yine almış olduğu Karar A.437(XI) ile eğitimin nasıl yapılacağını belirler. Ve buna ilave olarak'ta IMO model kurslarla destekler. Eğitim kurumları IMO tarafından tespit edilen bu durumu uygulama yoluna gitmeleri gerekmektedir.

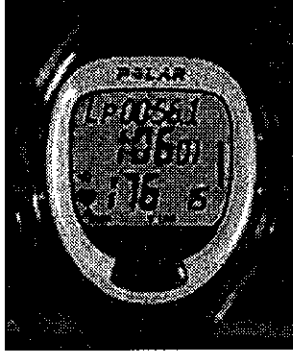
İTÜ Denizcilik Fakültesi temel yangınla mücadele eğitimini uzun yıllar yapmakla birlikte, ileri yangınla mücadele eğitimini ise 2001 Temmuz'undan beri vermektedir. Temel yangınla mücadele eğitimi 2,5 (1,5 teorik+1 uygulama) gün, ileri yangınla mücadele eğitimini ise 3 (2 teorik+1 uygulama) gün olarak verilmektedir.

Gemide yangınla mücadele organizasyonlarını denetleyecek olan gemi adamları yukarıda da belirtildiği gibi 4 ana konuyu içermektedir. Teorik olarak anlatılan bu konular STCW 95

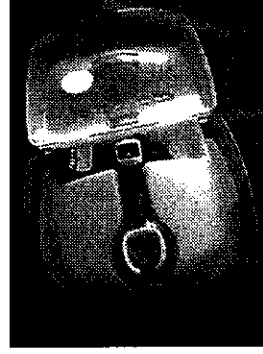
Kısım A-VI/3'teki tablonun 3. sütununda da belirtildiği gibi uygulama eğitiminin, geminin taklit edilmesi suretiyle mümkün olduğunca gerçeğe uygun yapılmasını öngörmektedir.

İTÜ Denizcilik Fakültesinde uygulama eğitimlerinin gerçeğe yakın olabilmesi için 4 adet 40'lık konteyner kullanılmak suretiyle gemiye benzetilmeye çalışılmıştır. İlk katta iki adet 20'lik konteyner kullanılarak makine dairesi oluşturulmuş. Buraya makine ekipmanları yerleştirilmekle birlikte sabit CO2 sistemi de yerleştirilmiştir. Yine buraya yüksek genişlemeli köpük çakışmaları için ortam oluşturulmuştur. Makine kontrol odası ve şalter dairesi simülasyonu da altı katta yapıp üst katta ise kamara ve kuzine oluşturulmuştur.

İleride tanker yangınları için ayrıca bir simülasyon kurulması ve petrol yangınlarına daha uygun eğitim alanı yapma çalışmaları düşünülmektedir. Uygulama eğitimi iki aşamadan oluşmaktadır. Öncelikle yangınla mücadele ekipmanlarının kullanımını gemilerde personele anlatım metotları ve bakım-tutum esasları, Tablo A-VI/3'te yer alan 2. ve 3. satırda ifade edildiği gibi, uygulamaya yönelik anlatılmaktadır. İkinci aşamada yangınla mücadele organizasyonunun hazırlanması, simülasyonda organizasyona uygun olarak personelin görevlerinin tarif edilmesi (anlatılması) ve yapılan bu role eğitimi sonrasında değerlendirme metotlarının geliştirilmesi, yine Tablo A-VI/3'te 1. ve 4. satırda ifade edildiği gibi, uygulamaya yönelik anlatılmaktadır. Aşağıda resimlerde yangın uygulama eğitimi gözükmektedir.



Şekil 4



Şekil 5

Yangın simülasyon merkezinde yapılmakta olan bu eğitimler sırasında bazı anketler, deneyler ve gözlemler yapılmıştır. Kalp atış monitörü (Şekil 4-5) kullanmak suretiyle, kursiyerlerin eğitim sırasındaki kalp atış hızları kaydedilmiştir. Kursiyer 18. dakikada teneffüs cihazını kullanmaya (Şekil 5), 3030'da ise simülasyon merkezine girmiştir (Şekil 7). Şekil 8 incelendiğinde teneffüs cihazını kullanmaya başladığında kalp atışında bir artma tespit edilmiş, fakat simülasyon merkezine girişte ise bu artış hızı çok fazla oranda değişmiştir. Bu deney kurtarma ve yangın söndürme ekiplerinde defalarca denenmiş ve benzer sonuçlar elde edilmiştir. Bu deneylerden çıkan sonuç;

1- Kursiyerler dinleme esnasında iken kalp atışlarının değişmediği gözlenmiştir.

2- Herhangi bir cihazı kullanırken kalp atışında artma gözlenmiştir.

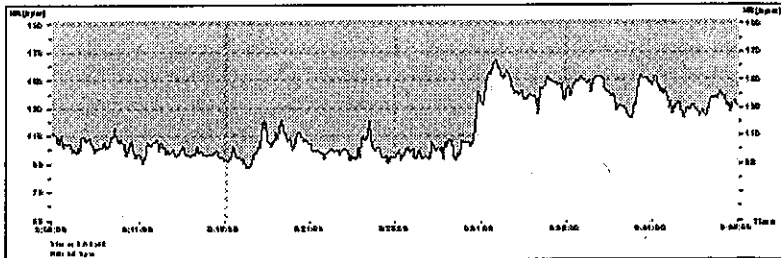
3- Bilgilerini diğer personele aktarıırken de kalp atışında artma gözlenmiştir (STCW 95 Tablo A VI/3 2. satırda, yönetici düzeyde olan zabitanı eğitmen olarak görmektedir).

4- Yangın mahalline girerken (simülasyonda gerçek yangına göre kıyaslandığında çok fazla risk olmadığı halde) kalp atışında çok fazla artış gözlenmiştir.

5- Oturmakta olan personel ile yürüyen, yürüyen ile iş yapan arasındaki kalp atış hızı aynı olmadığı gözlenmiştir.

6- Personelin psikolojik durumu kalp atışını etkilediği gözlenmiştir.

Şekil 8 : Bir kursiyerin kalp atış grafiği



Ayrıca İTÜ Denizcilik Fakültesinde bugüne kadar yapılan eğitimler esnasında yapmış olduğumuz içtetkiklerde (STCW 95 Tablo A VI/3 4. satırda gemilerde de yapılması gerekmektedir),

1- Kursiyerlerin %40'ı teneffüs cihazı ile ilgili bilgiye sahip olmadıkları (ki bu personel gemideki mürettebata teneffüs cihazını ve diğer ekipmanları anlatması gerekmektedir),

2- Personelin kalp atışının artması, nefes alıp vermesinde artmayı getirmekte, bu ise personel teneffüs cihazındaki tüpün daha kısa süre içinde bitirdiği,

3- Yangınla mücadele sırasında kullanılan ekipmanları verimli olarak kullanılmasının bilinmediği,

4- Simülasyon içine girildiğinde yön tayin etmekte zorluk çektiği,

5- Simülasyon içerisinde sabit bir yerde bulunan yaralının dahi bulunmasında zorluk çekildiği,

6- Organizasyon eğitimleri sırasında haberleşme araçlarının (VHF, UHF) elde olmasının yangınla mücadele açısından sıkıntılara neden olduğu,

7- Personelin kısa, öz ve anlaşılır tarzda muhabere yapamadığı (bilhassa makine personeli), görülmüştür.

4 - SONUÇLAR

Sonuç olarak Türkiye bu durumunu düzeltmek için

- 1- Gemilerin kurallara uygun olarak donatılmalarının sağlanması,
- 2- Gemide çalışan personelin kuralları yerine getiren, kurallar hakkında bilgi sahibi ve gemiye konulan ekipmanlar hakkında bilgi sahibi olması,
- 3- İdare olarak Türk bayrağına diğer ülkeler tarafından oluşturulan zorlukların kaldırılabilmesi için, kendine göre yaptırımları (diğer bayraklı gemilerin ciddi denetlenmesi gibi) göz önünde tutması gerekmektedir.

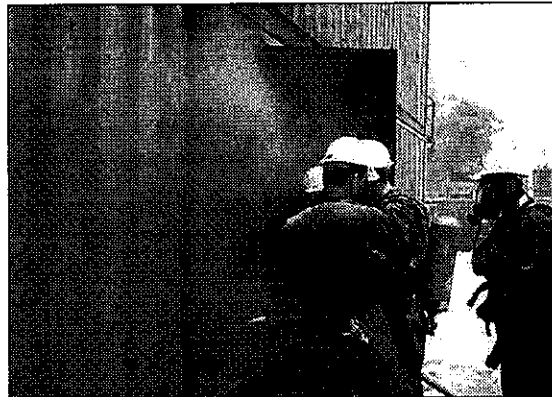
KAYNAKLAR

1. *The Swedish Club Highlights, July 1998 'Main engine damage'*
2. *Frank Rushbrook, Rushbrook's FIRE ABOARD*
3. *S.Y. Tsui, director of marine Hong Kong Special Administrative region, China*
4. *Mediterranean MoU*
5. *2001 Paris Mou. Blue Book 2001*
6. *Paris Mou.'nun aylık raporlarının derlenmesi*
7. *STCW 95*

Şekil 6



Şekil 7





Su ve Su Sistemlerinin Tedavisi

Müh. A.İlker MEŞE

Uniservice

Su Dünyasına Giriş

Bir gemi sahibi veya işletmecisi, genellikle yakıtın en iyisini, yağın en kalitelisini seçerken, gemisinde sürekli kullandığı su için, herhangi bir değerlendirme yapmaz.

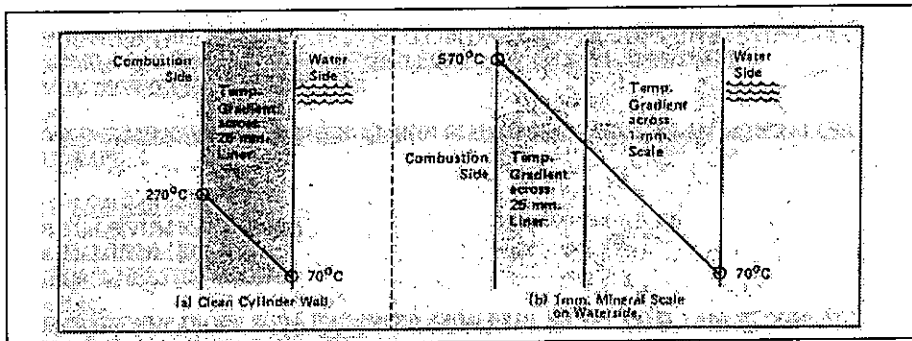
Halbuki, suyun gemi ünitelerindeki önemi tahminlerin çok ötesindedir. Suyun sistemde yaptığı korozyon ve kışır, son derece sinsi bir şekilde büyür. aşırı yağ-yakıt sarfiyatları, egzost valflerinde hasarlar, layner çatlamaları, turbocharger keyslerinde çatlamalar, istenilen makina performansının elde edilememesi, makinada yanma eşitsizlikleri, kazanlarda aşırı yakıt sarfiyatları, boru delinmeleri, kazan çökmeleri gibi nedenlerde birinci sırayı alır.

Bununla ilgili en güzel örnek, aşağıdaki şekilden de anlaşılacağı gibi, soğutma suyu devresindeki 1 mm. Kışırın ortaya çıkardığı ısı farkıdır.

Diğer bir örnek ise, kazanlarda kışır oluşumu ile ilgili aşağıdaki örnektir

Kazan boru Kışır kalınlığı	Etki kaybı	Yakıt harcımı
0.4 mm.	% 4	40 lt.
6.4 mm.	% 38	380 lt.
20.0 mm.	% 90	900 lt.

Uniservice mühendis el kitabı, tamamen bunların önlenmesi için hazırlanmıştır. Faydalı olacağını ve mühendislerimizi aydınlatacağını umuyoruz.



(gpg) ve her milyonda eş değer (epm) gibi değerler su analizinde kullanılır

Parts per million (ppm)

Milyonda bir parça, bir başka bir milyon parçada bir parça eş değer ifadesidir. Örneğin, bir suyun içinde, bir ppm silika dendiğinde, burada numunenin 1.000.000 parçası içersinde silikanın bir parçası anlamına gelecektir.

Parts of billion

Burada suyun bir milyar parçası içersinde, silikanın bir parçası ifade edilmektedir.

Grains per gallon

Bütün eski sistemlerde neticelerinin ifadesidir. Her gallon için, her milyon da parçalardan daha az belli olan bir ifade şekline sahiptir

2. Ph değerinin raporlanması

Asit. Nötr, alkaline

Bir su ile meydana gelen solisyonlar asit, nötr veya alkali olabilirler. Bunun ifade ediliş şekli ph dir.0 -14 lük bir skala üzerinde solisyon içersinde bir yere toplanmış hidrojen iyonlarının (h), logaritma ile bir ayrımının ölçülmesidir. Orta nokta 7.0 dir. Ve nötr olarak ifade edilir. Değer 7.0 nin altında ise asitli ortamın oluştuğunu, değer 7.0 üzerinde olursa alkaline ortamın artması düşünülür. Ph, elektronik ölçümlerle, renkli indikatörlerle ve özel test kağıtları ile ölçülür.

3. Suda eriyen katıların toplanması raporu - conductivity

Kazan suyunda kirlenme, suda eriyen katıların neticesidir. Suda eriyen

tuzların iyonları, bir elektrik akımının rehberliğini yaparlar. Conductivity nin bir diğer tarifi ise, bir su numunesinde bir electroddla ölçülen akım miktarıdır.

Suda eriyen iyonize solidlerin toplanması, elektrik iletkenliğinin Oranıdır.Örneğin distile su çok az iletkenidir. Bunun yanında tuzlu su çok yüksek iletkenidir.

Bu şekilde, suyun iletkenliğini ölçerek, suda eriyen katıların miktarlarının tahminini yapabiliriz. Kullanılan bir conductivitymeter ile suyun iletkenliği microhmohs / mhos ölçer ve suyun karakteristiği için kullanılır.

2. DIESEL SOĞUTMA SUYU SİSTEMLERİ

Bir çok makina imalatçısı, soğutma sisteminde distile su kullanılması tavsiye ederler ancak çoğu makina veya sanayi tesisinde "su kalitesi" bölümünde anlatıldığı gibi, liman suyu veya kuyu suyu kullanılmaya devam edilir.

Modern diesel makinelerinin su sistemleri, ısı transferinin azalmasına neden olabilecek alçak toleranslara sahip kritik nokt alara sahiptirler bir çok raporda silindir kaverlerinin çatlaması, liner sızıntılarının sebebi, bu sahalardeki depositlerdir maalesef sık sık yapılan kontrollerde, insan gözüyle görülmeyecek özelliktedirler.zira scale, çamur ve oksit tabakaları görülmez.

Gerçekte, 1 mm. Den daha az oluşan tabaka nedeniyle, metallerle ilgili çapraz eğrilerde çok büyük oynamalar ortaya çıkar.

Diesel soğutma suyu sistem- lerindeki kirlilikler

Burada, sahil sularının yaptığı (sertlik tuzları, silt vb.) Kirliliklerin yanında, soğutma suyuna karışabilen yağlama yağı veya yakıt kirliliğide incelenecektir.

Yağ kirliliği

Yağı, soğutma sistemlerinde sık sık kontrol edin. Yağın kaynağını ortadan kaldırın.

Aşırı ısınan sahalarda kontroller çok zordur ve yağ veya karbonize olmuş yağ filmi dramatik etkilereneden olabilir

Su içindeki askıdaki katıların yağ formu ile ilişkisi için, bir çok kimyasal temizleme teknikleri vardır reserve tank ve header tankta yağ gözükebilir, ama periyodik olarak tekrar yağ görülürse, aşağıdaki işlemleri uygulayın.

A- Jacket Soğutma

1- t / charger bir çok makinada jacket suyu ile soğutulur ve volute keyste su yüzeyinde çok yüksek bir ısı transferi vardır

Bir çok bloverler keyslerinde inspection kapaklarına sahiptir bu 4 veya daha fazla civata ile tutturulmuş dört köşe bir kapaktır. Blover kolaylıkla dreyn edilir ve bu noktadan kontrol edilir

Sirkülasyonda yağ mevcutsa, iç yüzeyde yapışık bir t abaka ve ince yağ filmi gözükecektir

2- Bir çok ağır devirli makinada "u" şeklindeki boruları kolayca sökülüp a'da acıklandığı gibi kolayca kontrol edilir

B- Piston, fuel valve ve yardımcı

makina sistemleri

Bu sistemlerin, soğutma suyu depolama tanklarında yağ kirliliği kolayca gözükebilir veya soğutma suyunun rengi "sütlü" gibi olur

Yağın kaldırılması

Bir yağ kirliliği durumunda pahalı tamirler, güç düşümleri veya aşırı sıcaklık problemlerini önlemek için, en kısa sürede ortadan kaldırılmalıdır. Eğer, yağ hala yağlı konumda, tam olarak karbonize olmamışsa kolayca ortadan kaldırılabilir. Sadece makina stop edildikten sonra, sistemin içersine %5-10 bir emilasyon olarak degreaser gp / cold wash verilir.

Soğutma suyu sıcaklığı sistemde 50-60 oc de muhafaza edilmelidir. Sirkülasyon 24 saat devam edilmelidir ve sisteme overflowdan su ilave edilerek tasmaı sağlanır

Yağ tamamen kaldırılınca, mümkün olduğunca çabuk dreyn edin, sonra tekrar su ile doldurun. 30 dk. Tekrar sirküle edin ve dreyn edin. Ve tekrar iyi kaliteli su ile doldurun. Ve tekrar doğru miktarda qc-2/nclt ilave edin.(acil olarak yapılmalıdır.)

Not:

-Makinadaki ciddi kirlenmeler için uniservice teknik servislerine danışın.
-Hafif kirliliklerde, operasyon sırasında da temizlik yapılabilir ama bu işlemden öncede "teknik servislerimize" danışın.

Diesel Makinaları Soğutma Suyu Sistemlerinde Korozyon

A- oksijen korozyonu

Su da eriyen oksijenin varlığı, bu sistemler içinde normal olarak korozyon oluşumuna neden olurlar

Açık sistemlerdeki hava girişi ve suda erimiş oksijen, demirli veya demirli olmayan metalleri asındırır. Bu havanın girişine mani olunmalı ve minimum oranda tutulmalıdır. Çünkü makinada, isi transferine engel olarak ciddi asınlara neden olurlar.

Sistem üzerindeki yüksek noktalardaki hava fırlarlar ile bu normalde kontrol edilir. (Örneğin kaverler)

Bu hava fırlarlar ve atmosferik sealler uygun çalışma koşullarında tutulmalıdır.

B- Asidik Korozyon

Normal olarak, genellikle silindir kaveri çevresindeki zayıf seallerin Nedeni ile sisteme giren (örneğin sıkıştırma gazları) asidik gazlar nedeniyle korozyon olur.

Bu gazlar soğutma suyunun ph değerini düşürür ve metal asınmasını başlatırlar

Asit ortamı, liman suyunun veya deniz suyunun yüksek kloru nedeniyle oluşabilir.

Kavitasyon korozyonu/erozyon

Kavitasyon, normal olarak vibrasyon ve / veya suyun akısından ortaya çıkan türbülans nedeni ile oluşan hava oluşumları olarak tarif edilebilir. Bunun neticesinde, derin pitting korozyonları görülebilir.

Sistemdeki yüksek ve alçak basınç dalgalanmaları nedeniyle, metal yüzeylerinde buharlaşan damlacıklar oluşur

Bu baloncuklar genişler ve sonra çok hızlı oranlarda yüksek basınçla çökerler, bu hareket, metal yüzeylerindeki koruyucu tabakayı ortadan kaldırır ve metalin içini yer.

Kavitasyon, korozyon / erozyon, doğada kimyasal ve mekanik olarak mevcuttur. Mekanik görünüş, eski sistemlerde görünen erozyondur. Modern sistemlerde yüksek etkili korozyon önleyici filmler, metal kayıplarını yüksek oranda azaltırlar.

Korozyonun nedenleri:

Korozyon, soğutma suyu içerisindeki özellikle metal oksitler ve eriyebilenler gibi çeşitli formlarda açıklanabilirler bunlar, esas olarak oksitlerdir. Ama bazı bakır oksitler genellikle, heat exchanger tüplerinin korozyonuna uygun olarak oluşurlar

Bunların olumu, heat exchangerların büyük kısmında sert bir oksit tabakası oluştururlar.

Demir oksitlerin kaldırılması

Demir oksit, en ideal descalant hd / descaling liquid ile kaldırılır ve bu işlem bitiminde sistemin nötralizasyonu yapılır. Genellikle bu işlem "pickling and passivating" denilen basit bir işlem olmasına rağmen, yine de uniservice teknik servise danışmakta fayda vardır.

Bakır oksitlerin kaldırılması

Bazen sistemde bakır oksitler aşırı olabilir ve özel işlemlerle ortadan kaldırılırlar.

Makinanın ilk defa servise alınması

Bir makina, ilk defa servise konulmadan önce, hazırlıklar sırasında parçaların korozyona uğraması

kaçınılmazdır.

Bir çok problem, zayıf yapılan veya yapılamayan hizmet öncesi temizlikler nedeniyle olur

Gemi sahipleri özellikle, yeni gemi insasında ön hizmet temizliğini ve ana bakımlardaki temizliklere dikkat etmeleri gerekir.

Sertlik tuzları

Kalsiyum karbonat, sülfat ve magnezyum silikat ile birçok tuzlar, liman suyu ve deniz suyu kirlenmelerinin neticesinde tabaka oluştururlar. Ve heat exchangerin yüksek kısımlarına yerleşirler.

Herhangi bir nedenle eğer skala oluşmussa, aşırı ısınmaya neden olmadan kaldırılmalı ve deposit altında korozyon önlenmelidir.

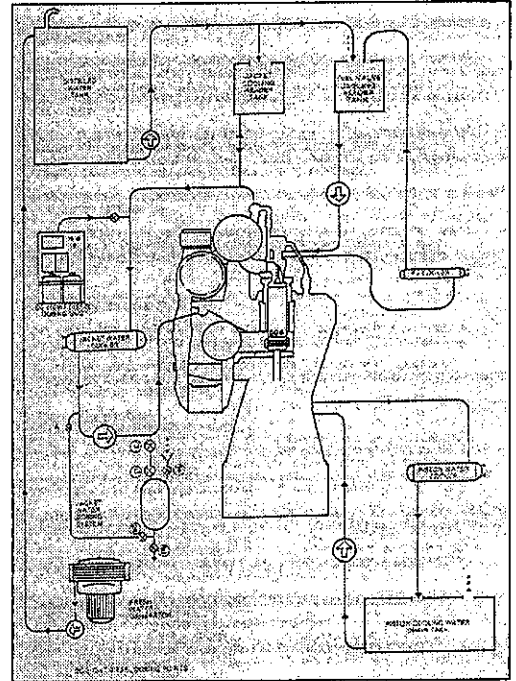
Sertlik tabakasının kaldırılması

Eğer, makinalarda skala oluşmussa daha önceki bölümde açıklandığı gibi, yağ kirlenmesi var ise, önce bu temizlenmelidir.

Skala kaldırılması için, sisteme % 10 descalant f / safe descaler solisyonu ilave edin. Ve bu 50-60 oc de 6-8 saat sirküle edin. bu temizlik işlemi sadece makina stopta iken yapılmalıdır. (bu sistem içerisindeki tortuların alınmasını kolaylaştırır, isi basitleştirir, hızlandırır)

Sirkülasyondan sonra, sistem dreyn edilmeli ve % 1 obwt -3 ilave edilmelidir ve bu sistemi nötralize edecektir nötralize işlemini 30 dk. Yapın sonra sistemi bosaltın ve iyi kaliteli su ile doldurun. Ve acilen sisteme qc-2 / nclt ürününü doğru oranda ilave edin.

Ana makina soğutma suyu sisteminin şematik olarak gösterilmesi



Not : bir çok expansion tank ta olduğu gibi sistemde zayıf sirkülasyon problemi bulunduğunda qc-2 yarı otomatik dozlama ünitesi kullanarak ürün jacket sisteme direk olarak çektilerilebilir.

Etkili diesel makinaları soğutma suyu tedavisi

Bundan önceki bölümler, sistemlerdeki etkili tedavi için gerekli koşulları açıklamaktadır

Ürün içindeki, korozyonu yavaşlatıcılar, yalnızca temiz metal yüzeylerin üzerinde bir tabaka oluşturmak için

tasarlanmışlardır bunlar metal kirli ise, etkili olamazlar soğutma suyu sisteminde, doğru tedavi işlemi yapılsa da bir kısır oluşumunda veya farklı kirliliklerde, deposit altındaki korozyonu onleyemezler

Cwt qc-2/nclt nin belli başlı bileşenleri nonitrat ve borat tırkı bunlarda spesifik yavaşlatıcılar ve organik dağıtıcılar birleştirilmiştir.

Bunlar yüzeylerde, çelik ve alüminyum bileşenlerinden bir tabaka oluşturarak korozyonu yavaşlatırlar. Borat ise sudaki ph oranını dengeler

Nemlendirici maddeler, eriyen yavaşlatıcıların doğrudan metalin yüzeyine ulaşmasını sağlarlar

Polimerler, katıların asılı kalmasını sağlar ve özellikle kısır oluşmasını önler ki, bu da tuzlardaki sertliğin çökmesi sonucu ortaya çıkar. Polimerler, yüzeylerin temiz kalmasını sağlar ve tabakaların oluşmasını önler.

Soğutma sistemlerinde çamur,kazanların aksine blof olayı olmadığından ciddi sorunlara yol açar.

Cwt qc-2/nclt tasarımı, katıların askıda kalmasını sağlar ve böylelikle bu katıların suyun doğal değişimi sırasında atılmasını sağlar (yani bakım halinde suyun değişmesi durumlarında)

Yukardaki bilgiler, işletmeciye cwt diesel eğer düzgün kullanılırsa Temiz bir sistemde, zaman zaman meydana gelen kirliliği, korozyonu ve çamuru önleyeceğini göstermektedir.

Ürün dozaj metodu

Ürün, doğrudan sisteme verilebilir
Çeşitli sistemlerde, sirkülasyonun iyi

olduğu noktalardan verimlidir
Pek çok modern geminin, expansion tankları mevcuttur burada ya az, ya da hiç sirkülasyon yoktur. Eğer durum böyle ise, ürün by-pass besleme bağlantısının sirkülasyon pompası emme ve basma bölümüne dozlanmalıdır. Yada ürün için, yarı otomatik dozaj ünitesi kullanılmalıdır.

Genellikle, piston, enjektör soğutma sistemi tanklarına bağlı olarak doğrudan akışa sahiptir, bunun yanı sıra, yardımcıların çoğunda aynı sisteme sahiptirler.

Jacket sistemler ise genellikle, her silindir kaverinden dönüş borularına sahiptir. Ve bunlara otomatik hava release valfleri monte edilmiştir.. Bu suyun, expansion tanka dönüşü sıfır olarak kabul edilir

Ceket soğutma suyuna bypass sistemi ile ürün çektilmesi

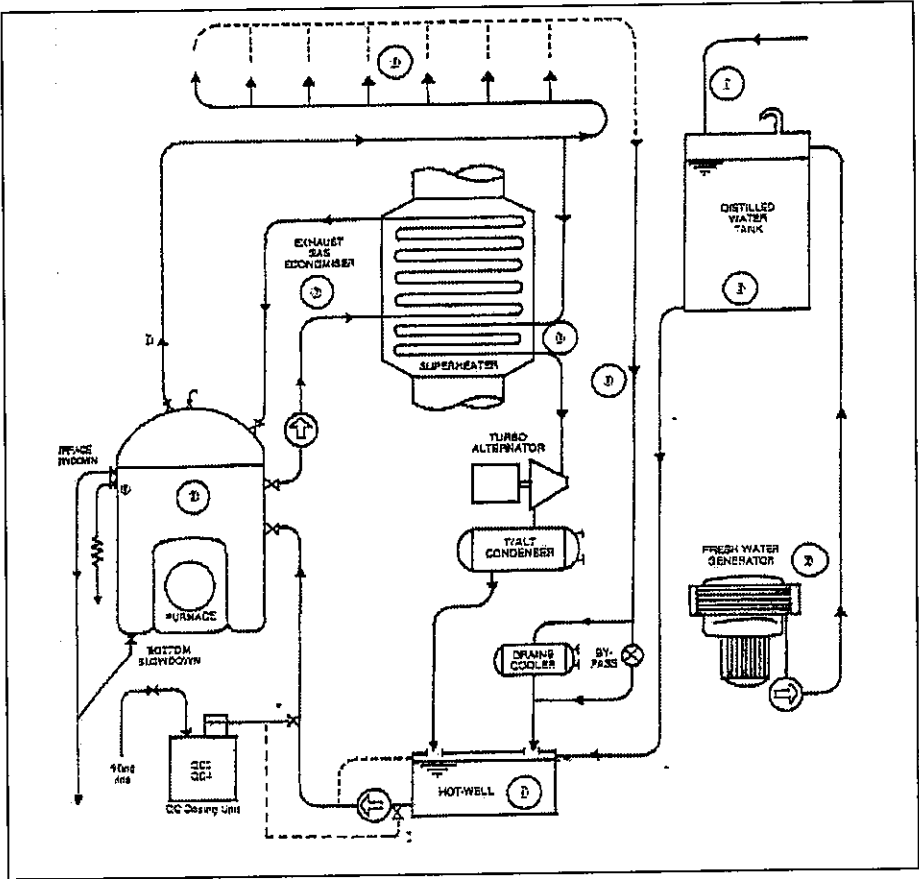
- a,b,c & d valfleri kapalıdır
- dreyn valfi e yi açın ve içindeki basıncı boşaltın
- doldurma valfi f yi açın ve distile su ile iyice temizleyin
- dreyn valfi e yi kapatın ve gereken kadarn clt/qc-2 ilave edin.
- doldurma valfi f kapatın
- a,b,c & d valflerini açın.
- 10 dakika sonra,a,b,c & d valflerini sırası ile kapatın.
- dreyn valf e yi açın ve basıncı serbest bırakın ve açık muhafaza edin.

3. FEED, STEAM VE CONDANSATE SİSTEMLER

Tanıtım:

Tipik sistemlerde aynı basit problemler meydana gelir ve benzer kimyasal tedbirlerle bunların üstesinden gelinir.

Aşağıdaki resimde, sistemdeki her bölümde, kirliliğe neden olan kaynaklar gösterilmiştir.



- * normal discharge noktası, eğer besleme sistemi sirkülasyonu hotwell'e dönüyorsa
- ** alternatif discharge noktası, eğer pompa case'i içinden sirkülasyon yapıyorsa

Tipik Bir Sistemde Koşulların ve Kirliliğin Basit Olarak Açıklanması

1. Sahil suyunun neden olduğu kirlilik "su kalitesi" bölümünde oksijen dışında açıklanmıştır.

Erimis oksijenin suyun içerisindeki miktarı 8 ppm olmalıdır. Bu oran, metallerin oksidasyon ile korozyonunu önler

2. Tatlı su jeneratörlerinin distile ürünü, yüksek saflıkta ve temizliktedir. Ama, distile işlemi sırasında meydana gelen karbondioksitin yüksek hacimdeki oranı, suyun ph değerini küçültür. Bu da sistem metallerine saldırır.

3. Eğer reseve feed tankları ve boruları kaplanmamışsa veya asit ataklarını geçirmez metallerden yapılmamışsa asitten etkilenirler

Bunun yüzünden suda erimis demir oksidin yüksek oranı sistem içine verilir

4. Hotvel, kondens dönüşleri ve ilave besleme suyundan kirlenmeler için bir toplama noktasıdır. Ama oksitler iyonik formdadır ve gözle görülmezler. Bunlar 1, 2, 6 ve 9. No lu noktalar içinde oluşacak kirlenmelerdir

5. Kazan, besleme suyunun gelip stim olarak çıktığı bir distiler gibi isler. Bütün uçucu olmayan komponentler, carry over a neden olanlar hariç arkasından ayrılırlar.

Bunlar, hotvelden gelen, taşınanlar hariç, suda eriyen ve erimiyeen komponentler sonucunda kazan içinde çamur, kışır ve oksitler oluştururlar ki bunlar kırmızı veya siyah formda olacaklardır.

6. Karbondioksit, steam ile suda erimiyeenlerle, nerede steam kondenseri varsa hidrojen ve oksijenle birleserek, karbonik asit (H_2CO_3) oluştururlar bunun neticesinde condansate ph düşecek ve alçak ph, korozyona neden olacaktır.

7. Egzost gas ekonomayzer, bir çok gemilerde aynı besleme suyulla beslenirler bu nedenle aynı kirlenmeler ve problemler mevcuttur. Bu da genellikle kışır, çamur oluşumu ve katıların altındaki korozyon gibidir.

8. Alçak basınç stim sistemleri bütün servis stimlerini sağlarlar carry over in etkisinden ve korozif stimden zarar görebilirler

9. Condansate sistemleri alçak ph koşullarından zarar görürler ve bölüm

6. Da açıklanan diğer kirlenmeler carry over, deniz suyu karışması ve yağlama gibidir.

10. Alçak ve orta basınçlı süper heater steam sistemlerinde genellikle, türbin makineleri jeneratör gibi çalışırlar. Yüksek stim kalitesi bu sistemler için önemlidir.

11. Kazan suyu numune hattı, suda eriyen katılar konsantrasyonun en yüksek olduğu noktadan, uygun analiz koşullarını verecek şekilde olmalıdır.

Carry Over (Taşınan Katılar)

Eğer kazanlar kötü bir şekilde çalıştırılırsa, burada suyun içindeki katıların ihtiva ettiği, stim ile taşınan bir risk vardır.

Genellikle, bu da düşük verim nedeniyle sık sık ve ani basınç düşmeleri ve can sıkıcı yüksek su seviyeleridir.

Eğer kazan yüksek miktarda solid lere sahipse, kaynamanın riski büyük oranda artacak, su yüksek yoğunluğa yükselecek ve kopuk olacaktır.

Carry Over'den Hasar

Termal şok, stim içindeki su kürecikleri nedeni ile valflerin ve ekipmanların hasarlanmasına yol açarlar. Çarpan komponentler çok sık sıcaklık değişimleri yaratırlar. (termal şok)

Su damlacıklarının fizyolojik olarak çarpmaları komponentler üzerinde ciddi hasarlara yol açarlar

Bu özellikle yardımcı türbin bulunan gemilerde çok önemlidir. Carry over nedeni ile bir kazanda ciddi kanat hasarları veya tamamen türbin kaybı olabilir.

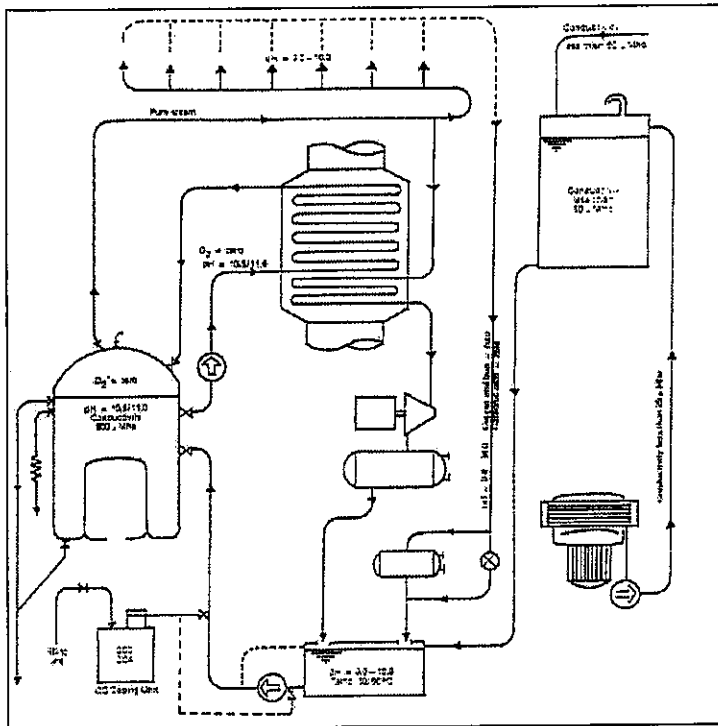
Carry over in, uzun ısısal etkisi

nedeniyle, kazandan su ile taşınan katıların miktarı çok artar bunun neticesinde valf spndil ların tutması, seat lerin hasarlanması, korozyon ve de bu koşullardaki türbinlerin nozullarının ve kanatlarının dizaynlarının değişimi, ki bu ciddi olarak makinelerin yetersizliğine ve balansız çalışmasına neden olurlar

Türbin ile çalışan makinalarda, arızaların esas nedeni carry over olacaktır.

4. DIESEL GEMİLERİN STEAM SİSTEMİNİN TEDAVİSİ

Aşağıdaki şematik resim, tipik motorlu gemilerin ihtiyaç duyacağı kimyasal koşulları gösterir.



Bu ihtiyaçlar qc-3 ve qc-4 kullanılarak sağlanır. Açıklamaları aşağıdadır.

5. STANDART PROGRAM

Tester

1. Kazanlarda ihtiyaç duyulan değerler:

P-alkalinite	100-200 ppm cac03
Chloride	max.200 ppm cl

Ürünler

Qc-3 organik dozajlama oranı:

İlk	: 0.75 ltr / m3 su
Devamlı	: 0.2-1.0 ltr / 24 saat

Qc-4 organik dozajlama:

İlk	: 0.20 ltr / m3 su
Devamlı	: 0.5-1.5 ltr / 24 saat

Ürünlerin, devamlı olarak bir dozaj pompası sistemi ile verilmesi iyi bir netice için tavsiye edilir.

Dozaj noktası sayfa 14'de gösterilmiştir.

2.diesel engine soğutma suyun-daki istenilen değerler

Nitrite	: 50-80 (disk okuma) 1000-1600 ppm. No2
Chloride:	ma.x. 100 ppm cl
Disk okumax20	= nitrit seviyesi ppm 02 olarak

Ürün

İlk	: 6 ltr / m3 su
Devamlı	: disk okumasına göre

Notlar

-lütfen, fresh water jeneratör ve diesel sistemleri ve yardımcı kazan sistemlerin tedavisini iyice okuyun.

-liquivap / qc-1 oranını gereken verim oranında ilave edin ve sakın ihmal etmeyin.

-eğer, condansate dönüşlerinde yetersizlik veya oksijen korozyonu ile ilgili işaret görürseniz, bütün sistemi bu uniservice total treatment bünyesine almanızı özellikle tavsiye ederiz.

6. KAZAN TEMİZLİKLERİ

Kazan sistemleri, öncelikle çamur, kışır, demir oksit, yağ ve diğerlerinden temizlenmesi gerekir.

Kazanın dizaynına, durumuna ve yapılan kontrollerine göre kimyasal temizlik uygulanır. Bazı kazanlardaki uygulamalar, büyük bakım ve tamirlere yol açabilirler. Çalışan kazanlarda, kirlenmeler aşağıdaki gibi sıralanır

Kışır
Demir veya bakır oksit
Yağ ve gresler

Maalesef, depositlerin oluşumunu bunların ikisini veya daha f azlasının bir arada bulundurulur. Bu da temizliğin zor ve bir çok kereler tekrarını gerektirir.

Bunun için, uniservice uzmanları ile temasa geçin.

Genel olarak, bir kazan aşağıdaki oranlarda tatmin edici bir şekilde temizlenir.

A-Kışır

Safe descaler/descalant f ürününün % 10 solisyonunu 6-8 saat için 60 oc sıcaklıkta sirküle edin.

Sirkülasyonu dışarıdan bir pompa ve tank seti ile yapın. Alçak basınçlı hava

ile oynama temin edebilirsiniz. Bazen, kazanın kendi besleme ve sirkülasyon pompası kullanılabilir

Sirkülasyon sırasında, suyun bütün sistemi dolaşacak şekilde olmasını temin edin.

Kazanlar, içersinde asit oranı kalmayınca kadar sirküle edilirler. Sonra dreyn edin ve adam akıllı yıkayın.

Tekrar doldurarak, qc-3 ürününün % 1 solisyonu ile 30 dk. İçin sirküle edin. Nötralizasyon için 30 dk. Kafidir.

Sonra kazanı tekrar dreyn edin ve hemen doldurun.

0.5 ltr ton başına qc-4 organik ilave edin.kazanı sonra fayrap edin.düşük basınçta ve düşük orana getirin ve bütün çıkışları kapatın. 12 saat bu şekilde bekletin.(yavaş kaynatma)

Bu periyot esnasında, emilen oksijenin aşırısı, qc4 organik solisyonu içersinde pasivize edilecek ve metal yüzeylere atak yapamıyacaktır bu sayede uygun organik demir bileşimi yaratılacaktır. Bu işlem sonunda kazan dreyn edilmeli ve tekrar doldurularak normal koşullarda tedavisine başlanmalıdır

Bu pasivizasyon işlemi, kaza devreye alınmadan hemen önce yapıldığında başarılı olacaktır. Yani bu işlem bittiğinde, kazan hemen devreye alınmalıdır

Eğer mümkün değilse, kazan kapatma yöntemlerinden birisine başvurun.

B-Demir ve Bakır Oksitler

Demir, hidroklorik asit ve özel inhibitörü kullanıldığında ortadan Kaldırılır.

Bakır, kaldırma işlemi değişiktir. Ama sık sık ammonium nitrat Kullanılır.

Her iki işlemde de uzmanlara gereksinim vardır.

Daha önceki bölümlerde anlatıldığı gibi pasivizasyon ve muhafaza İşlemleri temizlikten sonra yapılır.

C-Yağ ve Gres

Yağ ve gres bir kazan içersinde son derece süratli olarak karbonize Olurlar ve bunun neticesinde hassas ısı sahalarında ani hatalara yol açarlar.

Denizde oluşan bir kazanda kirlenme görüldüğünde, yağın derhal kaldırılması büyük önem taşır..

Bu durumda kazan kapatılır ve overflow pratik olarak en yüksek Noktadan yapılarak, yağ dışarı atılır. (bir menhol kapağı bu iş için Uygundur)

Bir kazan yağ ile kirlendiğinde alt blof yapılmaz veya alt seviyelerde çalıştırılmaz. Bu sadece yağın yayılmasını sağlar. Suyun üzerinden veya üst blof yeterlidir.

Bir acil durumda, yer problemli değilse gemi personeli bir yağ kaldırıcı ile cold wash / degreaser gp ürününün % 5 solisyonu ile mümkün olduğunca büyük miktarda yağı kaldırabilir. Bu çabuk ve emniyetli bir şekilde yapılabilir. Kazan ateşleme yapılmaz ve sıcaklık 60 oc nin üstüne çıkarılmaz. 6-8 saat sirkülasyon süresince, her saat başı over-flow yapılmalıdır. Bütün çıkışlar, özellikle bunların kullanıldığı

çıkışlar kapalı muhafaza edilmelidir. Kazandaki bütün yağ alındıktan sonra, kazan blof edilmelidir, iyi bir yıkamadan sonra bir alkaline ile kaynatılır.

Bunun için kazana ton başına 1 lt. Qc-3 yeterlidir.

Kazan fayrap edilir ve yavaşça normal basıncın yarısına getirilir. Bütün çıkışlar kapalı olarak aralıklarla fayraplanarak, bu şekilde 6-8 Saat tutulur.

Bu esnada kazan üstten ve alttan her saatte blof edilir. Bunlar bittikten sonra kazan dreyn edilmelidir ve flush edilmelidir. Sonra besleme suyu ile doldurulur ve tedavisine Devam edilir.

Not:

Bütün bu işlemler ve temizlikler denizde geminin çalışmasına devam Edebilmesi için hazırlanmıştır. % 100 netice alınması için limanda yardım yapılmalıdır.



Yakıt Risk Yönetimi

Müh. Hakan TUNA

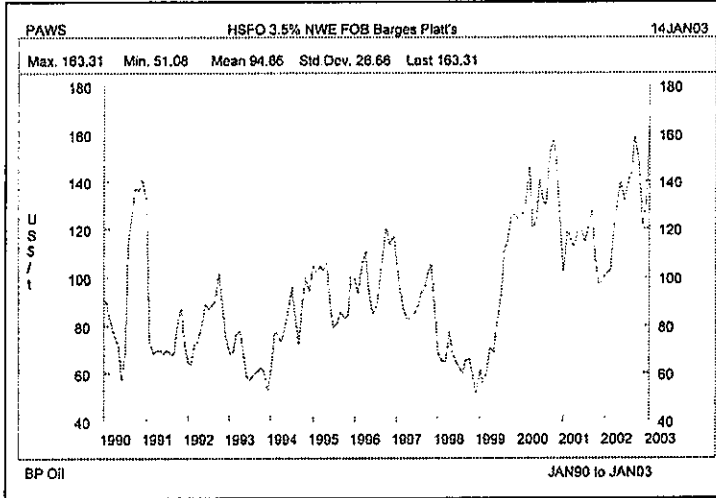
BP, İstanbul

Enerji piyasalarının ileri derecede değişken olduğu herkez tarafından çok iyi bir şekilde bilinmektedir. Hatta bu değişkenlik para piyasaları ve faiz oranlarındaki değişimlerden çok daha fazladır.

Dünyada meydana gelen olaylardaki küçük değişiklikler bile enerjinin fiyatında büyük ve ani değişimlere sebep olabilir.

Bütün bu ani değişimlere açık olması, enerjinin, yaptığımız iş her ne olursa olsun, onun temelini oluşturduğu gerçeğini değiştirmez. Enerji fiyatlarındaki değişimler, şirketlerin nakit akışı, karlılığı ve bütün finansal performansı üzerinde temel bir etkiye sahiptir.

Örnek olarak petrol fiyatları büyük oranda değişken olabilir.



Yukarıdaki tabloda, Rotterdam bölgesinde, yakıt fiyatlarının geçtiğimiz 13 yıl içindeki seyri görülmektedir.

HANGİ RİSK YÖNETİM SİSTEMİ ŞİRKETİM İÇİN EN UYGUNDUR?

Bir şirketin Risk Yönetimi programını ne şekilde uygulayacağı, birden fazla yöntem ve strateji çerçevesinde belirlenebilir, her şirkete uygun tek bir yöntem yoktur.

Buna rağmen, şirketinize uygun Risk Yönetimi programını belirlerken sizlere yardımcı olabilecek faktörler arasında şunlar sayılabilir;

- Yakıt fiyatlarındaki değişimler, şirketinizin faaliyetlerinden elde ettiği sonuçları ne derecede etkilemektedir?
- Şirket yönetimi ve hissedarlar, şirketin karının istikrarlı olmasına ne derecede önem vermektedir?
- Yakıt fiyatlarındaki değişimleri ürün ve hizmetlerinize yansıtabiliyor musunuz ? Sözleşmelerinizde, yakıt bedelinin, teslim limanında geçerli fiyat üzerinden ve teslim anında ödenmesini sağlayan maddeler var mı?
- Sektörünüzde rekabet ne düzeyde? Yakıt fiyatlarındaki değişiklikler sektörün uyguladığı fiyatlara yansıtılıyor mu?
- Müşterilerinizle imzaladığınız sözleşmenin süresi nedir? Sözleşmeler hangi aralıklarla yeniden müzakere ediliyor?
- Hangi limanlardan, yaklaşık ne kadar alım yapacağınızı biliyor musunuz?

BAŞARILI BİR RİSK YÖNETİMİ SİSTEMİ İÇİN YAPILMASI GEREKENLER?

Hangi risk yönetimi sisteminin uygulanacağına şirketin en üst düzey yetkilileri karar vermelidirler. Risk yönetimi sistemini başarıyla hayata geçirmek için, aşağıdaki noktalar bize yardımcı olacaktır;

- Risk Yönetimi politikasının ana hatları belirlenmelidir.
- Politika açık olmalı ve net hedefleri bulunmalıdır.
- Risk Yönetimi araçlarının nitelikleri anlaşılmalı ve en uygun araç belirlenmelidir.
- Bu araçların kullanımına ilişkin kesin politikalar belirlenmelidir.
- Mali işler, satın alma ve satış departmanları, sistemi tam olarak anlamalı ve bağımsız olarak denetlenmelidir.
- Bu göreve uygun, eğitilmiş personel bulunmalıdır ve bu işde başarılı bir risk yönetim şirketi ile çalışılmalıdır.
- Elde edilen sonuçlarla, hedefler, sürekli olarak karşılaştırılmalıdır.
- Şeffaflığa dayalı bir kültür, piyasa-daki gelişmeleri kontrol etmenizi sağlayamaz ama en azından bunları yorumlarken yapılan hataların tolere edilmesini sağlar.



Gemi İnşasına Kullanılan Karbonlu Alaşımsız Yapı Çelikleri, Kaynak Kabiliyetleri ve Metalografik Yapılarının İncelenmesi

Öğr. Gör. Abdüssamet Emir

İTÜ Denizcilik Fakültesi

Özet

Gemi inşa sektöründe inşa edilen gemi saçları klas kuruluşları tarafından verilen norumları sağlayacak şekilde değişik üretim metodlarıyla üretilip kullanılmaktadır. Bu çalışmada teorik ve deneysel olarak optimum üretim metodları gösterilecek, bu üretim metodlarıyla üretilen gemi saçları üzerinde deneysel çalışmalar yapılmıştır.

İlk bölümde, karbonlu çeliklerin türleri, yapıda istenmeyen elemanlar, elemanlarının kaynak kabiliyetine etkileri ve alaşımsız karbonlu yapı çeliğinin metalurjik yapıları, mekanik özellikleri ve norumlarla mukayesesi yapılmıştır.

Çalışmanın son bölümünde alaşımsız karbonlu yapı çeliğinin mikro yapısı, kaynaklı bölgenin metalografik yapısı incelenmiş ve geçiş bölgesindeki sertlik kritik değerleri araştırılmıştır.

Bu çalışmamızın amacı deney sonuçlarının değişik imalat metodlarıyla üretilen malzemelerin norumları sağlayıp sağlamadığını göstermektedir.

I- Gemi Yapımında Kullanılan Karbonlu Alaşımsız Yapı Çelik- leri ve yapıdaki Elemanlar

1-1-Genel

Gemi yapımında kullanılan malzemeler çok çeşitlidir. Çelik türlerine alaşımlarına mukavemetlerine ve kullanma amaçlarına göre sınıflandırılarak standardize edilmişlerdir (1).

En çok kullanılan karbonlu yapı çelikleri şunlardır.

1-Normal mukavemetli yapı çelikleri (ABS Gr A,B,D ve E)

2- Genel yapı çelikleri (Ç - Fe - St)

3- Yüksek mukavemetli yapı çelikleri

a) İslah edilmemiş ince taneli yapı çelikleri

b) İslah edilmiş ince taneli yapı çelikleri

4- Yüksek sıcaklığa dayanıklı yapı çelikleri

5- Düşük sıcaklığa dayanıklı yapı çelikleri

1-2- Yapı Çeliklerinde İstenmeyen Elemanlar

Gemi inşasında kullanılan çeliklerde, Azot (N) ve Oksijen (O) istenmeyen elemanlardır.

Azot metalin dış etkilerden zamanla özelliğinin değişmesine neden olduğu gibi sertleşmesiyle yakından ilgilidir. Özellikle soğuk şekillendirilmiş normal mukavetli yapı çeliklerinde kaynağın zamanla özelliğinin değişmesine neden olacağı dikkatten kaçmamalıdır.

Genel yapı çeliklerinde sakinleşmiş yapı çelikleri tercih edilmelidir, yani FeO deoksidasyonu Mn-Si-Al ve Ti katılarak yapılmalı CO gazı oluşmamalı bu elemanlar O bağlanmalıdır (2).

1-3- Kaynakta İstenmeyen Elemanlar

Yapı çeliklerinin üretilmesinde Azot (N) ve Oksijen (O)'in etkileri bilinmektedir, kaynak işleminde de oluşacak yüksek sıcaklıktan dolayı malzemenin kimyasal ve metalurjik özellikleri çok büyük değişimlere uğrayacağı unutulmamalıdır.

Kaynak işlemi sırasında esas metal ile ilave metalde 1540 °C ile 3070 °C metal damlası sıcaklığı oluşurken kaynak banyosunun esas metal tarafında hızlı sıcaklık düşmesine raslanır, banyonun ortalama sıcaklığı 2500 °C olduğundan, kaynak bölgesi iyi bir korumaya sahip değilse (Hava atmosferine karşı) erime tarafında Oksijen ve Azot absorbe edilir. Oksijen, Karbonla birleşerek CO (karbon monoksit) gazı oluşturur ve bu gaz dışarıya çıkarken kaynakta gözenekler oluşturur (3).

İşte O ve N'un oluşturacakları reaksiyonları kontrol altında almak için kaynak elektrodunun örtüsüne ıslah edilmiş çeliklerde olduğu gibi deoksidasyonu oluşturacak Mn, Si, Al ve Ti gibi katık elemanları ilave

edilmelidir, şayet kaynak elektrodu çıplak elektrod ise bu katık elemanları kaynak elektrodunda olmalıdır.

1-4- Yapı Çeliklerinin Birleşiminde Bulunan Alaşım Elemanlarının Kaynak Kabiliyetine Etkileri

Kaynak kabiliyeti bakımından C ve Mn'nin alaşımsız yapı çeliklerinin başlıca iki elemanıdır, fakat bu alaşım elemanlarının maksimum miktarı hakkındaki görüş biraz farklıdır.

Gazı alınmış sakinleştirilmiş çeliklerde karbon miktarı %0,22 sakinleşmemiş çeliklerde % 0,25'e kadar müsadde edilse de, bir başka görüşe göre %C0,30'a kadar çıkabilir. Fakat, ön tarlama şarttır. Bu iki eleman miktarları artırıldığında sertleşme ve dikiş altı çatlama tehlikesi artar (4).

1.5- Gemi İnşasında Kullanılan St 42 Karbonlu Alaşımsız Yapı Çeliğinin DeneySEL Çalışması

1.5.1- Analiz Değerinin, Erdemir ve TL' ile Karşılaştırılması

Yapılan mukayesede deney malzemesindeki kökürdün (S) %0,158 olduğu tespit edilmiş ve normların üzerinde olduğu gözlenmiştir. Tablo 2

Yapı incelendiğinde Şekil-1'deki gibi kalıntılara rastlanmıştır (5)(6)(7).



ŞEKİL 1: Yapı çeliğindeki sülfür kalıntıları

Tablo 1: Alaşım elemanlarının kaynak kabiliyetine etkileri. (4)

KARBON (C)	1- Çeliğin dayanımına ve sertleşme özelliğine etki eder. 2- Karbonun yüksek olması çatlama riskini artırır. 3- Karbon miktarı %0,05'ten az olması istenmez.
MANGANEZ (Mn)	1- Çeliğin dayanımına ve sertleşme özelliğine etki eder. 2- (Mn) miktarı arttıkça dikiş altı çatlaklar ve tam dönüşmemiş bölgedeki çatlama riski artar. 3- Az (Mn) gözenek oluşur, riskini artırır.
Silisyum (Si)	1- Alaşım elemanlarının dağılımında akıcılık ve düzgünlük sağlar. 2- İstenilen orandaki (Si) kaynak kabiliyetine etkisi yoktur.
Fosfor (P)	1- İstenmez, metalin özelliğini bozar, çoğu metalde beher derecede vardır. 2- Kaynayan metali gevrekleştirir.
Kükürt (S)	1- İstenmez, metalin özelliğini bozar, çoğu metalde beher derecede vardır. 2- Sıcak çatlama riskini oluşturur.
Azot (N)	1- İstenmez metalin özelliğini bozar. 2- ITAB (Geçiş bölgesi)'in yaşlanmasıya neden olur.

Tablo 2: Analiz değerlerinin mukayesesi

		%							
	Mal	C	Mn	P	S	Si	Cu	Al	N
Erdemir	St42	0,25	-	0,08	0,45	-	-	0,02	-
T.L.	St42	0,22	0,50 1,30	0,04	0,04	0,04	-	-	-
Deney Malzemesi	St42	0,13	0,52	0,006	0,158	0,03	0,002	-	-

1-5-2 Kaynaksız ve Kaynaklı Çekme Çubuklarının Mukayesesi

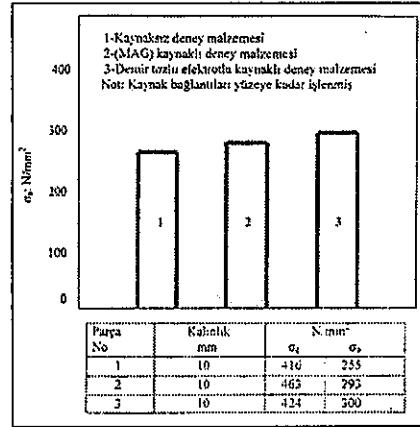
Tablo 3'de kaynaksız çekme çubuklarının (lamalar) sonuçlar Erdemir ve T1 ile mukayesesi verilmiştir.

Akma sınırının $\sigma = 255 \text{ N/mm}^2$ olduğu gözlenerek kükürt "S" kalıntılardan dolayı düşük olduğu ve çekme mukavemetinin $\sigma = 416 \text{ N/mm}^2$ ile alt sınırlarda olduğu görülmüştür (5)(6)(7).

Deney malzemeleri MAG ve Demirtolu elektrodla (E 7024) Düz (Almurs) kaynağı yapılmış deney sonuçları ile kaynaksız çekme çubuğu deneyinin karşılaştırılması deney 2'de verilmiştir.

MAG kaynak yönteminde EB212 (%12 CO_2 + %2 O_2 ve %86 Argon) karışım gaz, kaynak ağızı 60 0 V tel çapı 1 SG, DC (+) akım tipi ve 175 akım şiddeti uygulanarak kaynak yapılmıştır.

Demir tozlu elektrod ile yapılan ark kaynak yönteminde: E7024 (4) elektrod, 60 0 V, kaynak ağızı, AC min 70V/DC (-) akım tipi ve 180 akım şiddeti uygulanarak kaynak yapılmıştır. kök posada bazik 2,5 elektrod kullanımı önerilir



Şekil 2: Deney parçalarının (σ N/mm²) akma mukavemetine göre sütun grafiği

Yapılan deneyde esas metalin akma mukavemeti $\sigma = 275 \text{ N/mm}^2$ olması gerektiği halde $\sigma = 255 \text{ N/mm}^2$ çıkmış buna karşılık iki kaynak yönteminde de akma değerleri istenilen değerin üzerinde çıktığından uygun bir kaynak yapıldığı görülmüştür.

II - KAYNAK KABİLİYETİ

2.1. Genel

Kaynak kabiliyeti; Malzemeye, kaynak yapılabilme imkanına ve kaynak emniyetine göre tanımlandığında karmaşık bir anlam taşır.

Uluslararası kaynak enstitüsünün IX numaralı kaynak kabiliyeti komisyonu

	Malzeme	Kalınlık	N/mm^2 σ_y	σ_a
Erdemir	St42	10	420-500	260
T.L	St42	10	410-540	275
Deney makinesi	St42	10	416	255

Tablo 3: Çekme çubuklarının mukayesesi

kaynak kabiliyetini şöyle tanımlamıştır;
"Metalik malzemeler, uygulanacak kaynak metodu ile bir amaç için, bir dereceye kadar kaynak yapılabileceğini kabul eder"

2.2 Kaynak Bölgesi

Kaynak bölgesi kaynak yapılan metalik parçalarda

- 1- Eriyen bölge
- 2- Isının tesiri altında kalan bölge (ITAB)(1)

2.2.1- Eriyen Bölge

Kaynak banyosunun, katılaşmadan önce birbirinin içine girmiş esas metal ile kaynak metalinin oluşturduğu karışımdır.

2.2.2- Isının Tesiri Altındaki Bölge (ITAB)

700 0 C ile 1450 0 C arasındaki bu bölge, eriyen bölge ile kaynak metalinin birleştiği yerdir. Oluşan bu yüksek sıcaklıklardan dolayı ITAB'da maksimum sertlik belirlenmek zorundadır. (Uluslararası kaynak Enstitüsünün IX numaralı kaynak kabiliyeti Komisyonu)2 bu sertliği 350 Hv (Vickers) değerini kritik değer olarak önermiştir (4).

III Yapı Çeliğinin ve Kaynak Bölgelerinin Metalografik Yapısı

3.1. Yapı Çeliğinin Metalografik Yapısı

3.2- Kaynaklı Bölgenin Metalografik Yapısı



Şekil 3 : S142 yapı çeliğinin mikro yapısı (500X)

Genellikle ısının altındaki bölge olarak adlandırdığımız ITAB kaynak bağlantısının en kritik bölgesidir. Bu kısımdan itibaren iç yapı doku büyüklüğüne göre:

- 1- İri taneli bölge
- 2- İnce taneli bölge
- 3- Kısmen dönüşmeye uğramış bölge
- 4- İç yapı değişikliğine uğramamış bölge

Olarak dört kısımda ek alınarak incelenmiştir.

Dağlamada Nital 2 % 2 Nitrik asit HNO_3 , % 98 etil alkol (Saf) karışım kullanılarak bölge (4 x) büyütme filmi alınmıştır. Şekil 4'te Gaz altı (MAG) yöntemi ve şekil 5'te demir tozlu elektrodla yapılan kaynaktaki kaynak bölgesi mikro yapıları görülmektedir.

(1) ITAB : Isının tesiri altında kalan bölge

HAZ : Heat Affect Zone

WEZ : Waerme Einfussten Zone

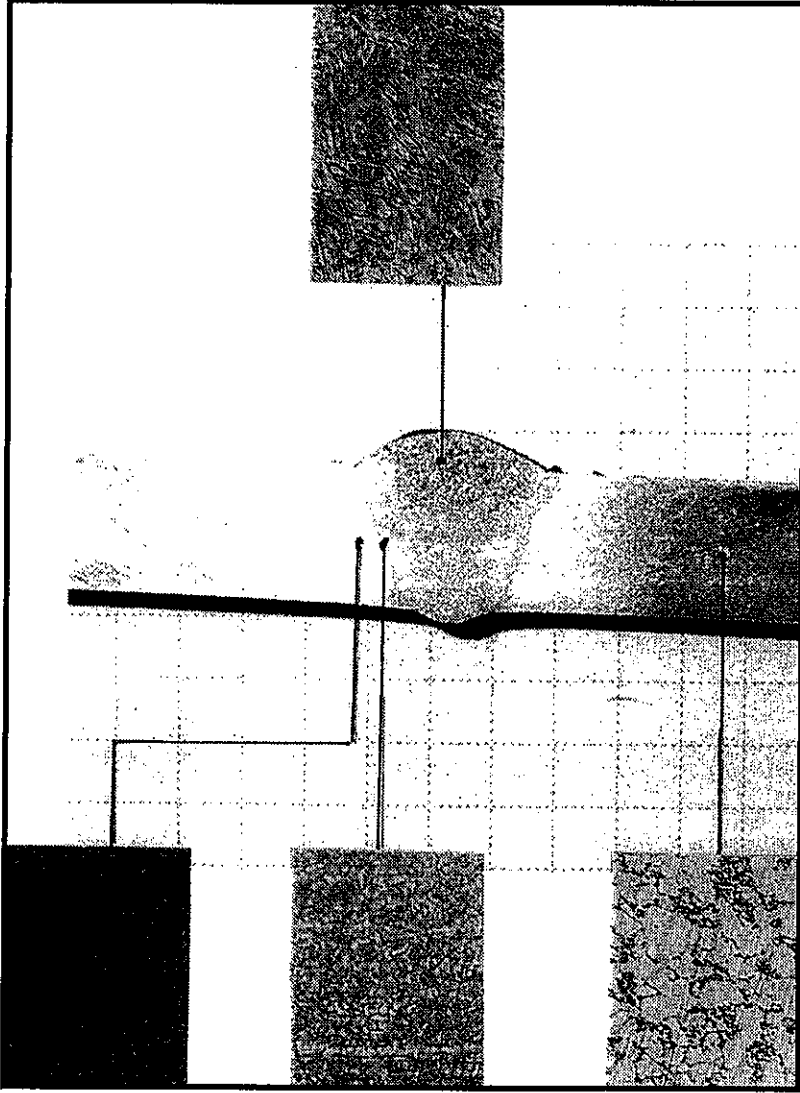
ZTA : Zone Thermiquement Affectee

(2) IIW : International Institute Of Welding

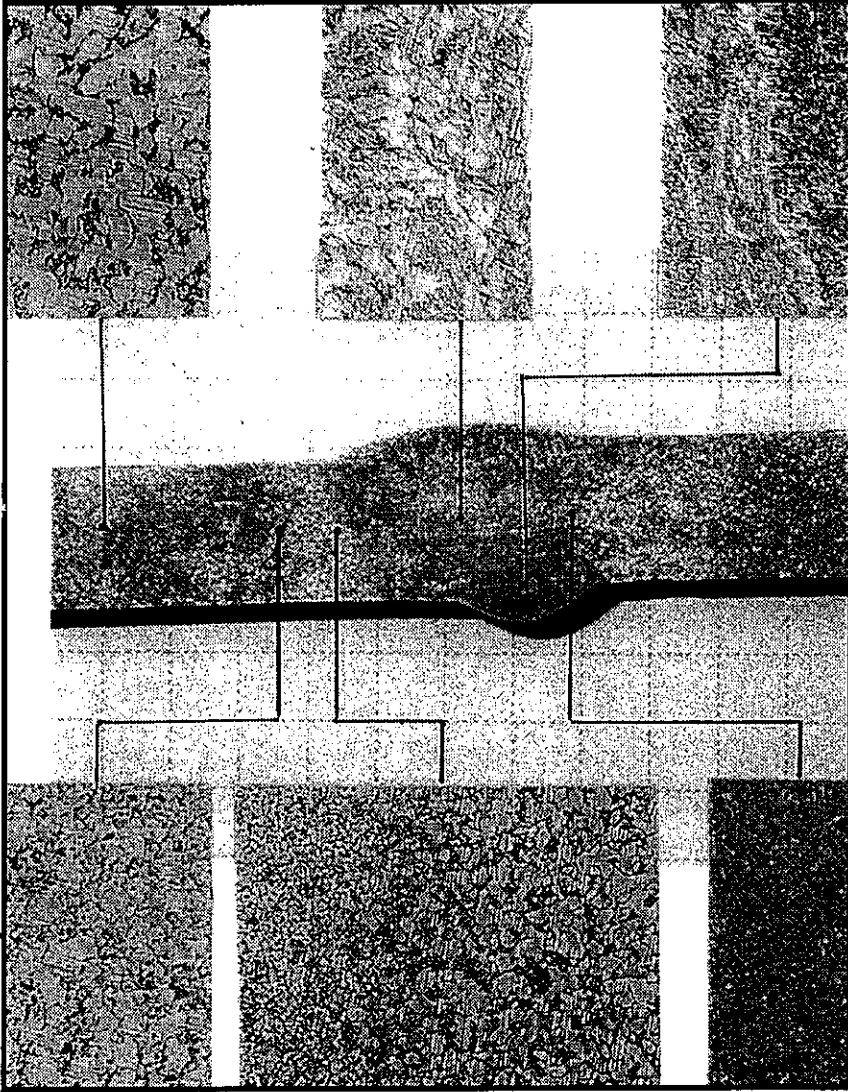
IIS : Insitut International de la Soudure

Commision IX: Behour of metals Subjected to welding

Commisson IX : Compartement des metaux du Point de Vue du soudage



Şekil 4 : MAG yöntemiyle yapılan kaynağın mikro yapısı

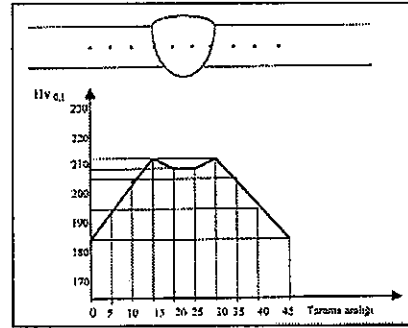


Şekil 5 : Demir tozlu elektrot ile yapılan kaynakta kaynak bölgesi ve mikro yapılar

3.3. Mikro Yapının Sertlik Taraması

İki deney parçası içinde; parçaların 0,50 mm, 1,5 mm ve 5 mm derinliklerde Vickers sertlik taraması yapılmış ve değerler verilmiştir. 5mm derinlikteki sertlik grafiği çizilmiştir. Şekil 6 ve şekil 7.

3.3.1- Gaz altı (MAG) kaynak deney parçası çizelge-4



Şekil 6: gaz altı (MAG) kaynağının 5 mm derinlikteki sertlik grafiği

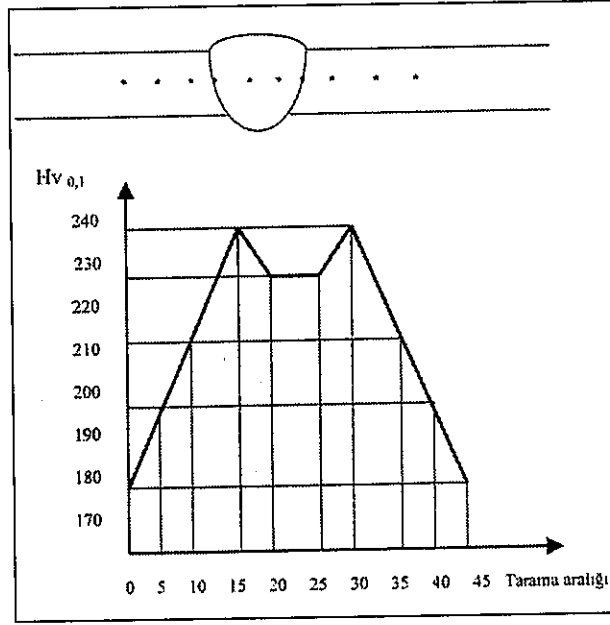
Tablo-4: gazaltı (MAG) kaynağının (Hv) sertlik taraması

Parça Yüzeyine derinlik	Tarama aralığı mm									
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00
0,50 mm	187	190	203	242	238	238	242	203	190	187
1.5 mm	187	190	207	225	215	215	215	207	190	187
5 mm	183	195	205	212	210	210	212	205	195	183

3.3.2- Demir tozlu elektrotla (E7024) kaynatılan deney parçası çizelge-5

Tablo-5 : Demir tozlu (E7024) elektrot kaynağının (Hv) sertlik taraması

Parça Yüzeyine derinlik	Tarama aralığı mm									
	0,00	5,00	10,00	15,00	20,00	25,00	30,00	35,00	40,00	45,00
0,50 mm	178	197	210	240	228	228	240	210	197	178
1.5 mm	171	197	207	225	210	210	225	207	197	171
5 mm	179	199	213	235	225	225	235	213	199	179

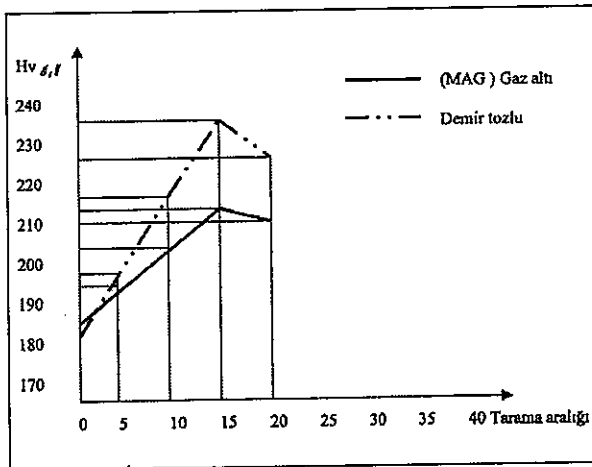


Şekil 7: Demir tozlu (E7024) elektrot kaynağı ile
5 mm derinlikteki sertlik grafiği

3.4 Mikro Yapıdaki Sertlik Mukayesesi

Deney parçaları, yüzeyden itibaren 0,50 mm 1,5 mm ve 5 mm derinliklerde, 100 gr yük tatbik edilerek 5 mm aralıkta sertlik değerleri bulunmuş ve grafikleri oluşturularak değerlerin birbirine yakın çıktığı gözlenmiştir.

Şekil 8 deney parçalarının oluşturdukları sertlik grafiklerinin mukayeseleri verilmiştir (8).



Şekil 8 : Deney parçalarının
sertlik grafiklerinin
mukayesesi

IV TARTIŞMA VE SONUÇ

4.1- Genel

Bu çalışmada gemi inşasında kullanılan karbonlu alaşımsız yapı çeliklerinin kimyasal analizleri, mekanik özellikleri incelenmiş, değişik imalat metodlarıyla üretilen malzemelerin mukayesesi yapılmış ve normları sağlayıp sağlamadıkları araştırılarak, kaynak bölgesinin mikro yapısındaki bölgelerin Uluslar arası Kaynak Enstitüsünün IX numaralı kaynak kabiliyeti komisyonunun ITAB'ta kritik sertlik olarak önerdiği maksimum 350 (400) Vickers değerine ulaşp, ulaşmadığı kontrol edilmiştir.

4.2- Karbon Eşdeğerinin Tayini (C_{eq})

% C	%Mn
0,13	0,52

$$C_{eq} = \% C + \% Mn = 0,13 + \frac{0,52}{6}$$

$$C_{eq} = 0,21$$

C_{eq} 'nin % 0,45 'e kadar ön tavlamaya gerek olmadığından (0,45) 0,21) ön tavlamasız kaynak yapılması önerilmiştir.

4.3- Çekme Sonuçlarının Karşılaştırılması

Kaynaksız çekme çubuğu (Lama) malzemesinin içersindeki Kükürt (S) kalıntılarından dolayı düşük ($\alpha \approx 255$ N/mm²) akma değeri vermiş, MAG kaynak yöntemiyle bu değer $\alpha \approx 293$ N/mm² 'ye yükseldiği gözlenmiş ve demir tozlu elektrodla yapılan kaynakta akma sınırı $\alpha = 300$ N/mm² ulaşarak Erdemir ve T.L sınırlarının üzerine çıkmıştır.

4.4- Metolografik Yapının Mukayesesi

Kaynağı yapılmış olan deney parçalarının kaynak bölgesi incelendiğinde ITAB'daki maksimum sertlik değerleri,

- 1-MAG kaynak yönteminde : 212 Hv
- 2-Demir tozlu elektrodla :235 Hv

Olduğu görülmüş ve Uluslararası Kaynak Enstitüsünün IX numaralı kaynak kabiliyeti komisyonun önerdiği 350 Hv sertliğin altında olduğu tespit edilerek uygunluğu saptanmıştır.

KAYNAKLAR

- (1) KALUÇ,E, TÜLBENTÇİ,K, ANIK,S. (1991) Örtülü elektrodla ile ark kaynağı Gedik Holding İstanbul
- (2) TÜKEL, N. (1981) Malzeme III Demir Karbon alaşımları İstanbul
- (3) ERYÜREK, B.İ. (1998) çelikler için örtülü elektrod seçimi, İstanbul
- (4) ANIK,S (1981) Kaynak tekniği III İTÜ mak.Fak.Ofset Mat. İstanbul
- (5) Türk Loydu (1987) kaynak tekniği Fası II, Bölüm III, İstanbul
- (6) Türk Loydu (1990) Kaynaklı birleştirmeler (S:1-9) Cilt.4,Bölüm 19,İstanbul
- (7) Erdemir ürün kataloğu (1990) (S.5-6), İstanbul
- (8) EMİR,A.(2002) Gemi inşasında kullanılan çeliklerin kaynak yapıları ile metalurjik yapılarının ve deniz suyundaki korozyonun incelenmesi (S:94-106)İ.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans tezi,İstanbul



Turbocharger

Gemi Makina Turbocharger'larının Bakım ve Onarımları

Müh. Haldun KARTAL
UNITURBINE

ABB - VTR Tipi Turbocharger'ın Yapısı

[RESİM-1] de görüleceği gibi, Makineden gelen egzoz gazı, gas inlet casing'ın içinden ve nozzle ring'den geçerek rotor üzerindeki türbin kanatlarına gelir ve enerjisini kanatlara aktararak rotorun dönmesini sağlayıp, gas outlet case içinden geçerek atmosfere ulaşır.

Makinenin ihtiyacı olan hava da, guide wheel ve impeller tarafından emilerek diffuser ve air outlet casing'den geçip hava cooler'ine yönlendirilir.

Turbocharger içerisinde hava ve egzoz kısımlarının birbirinden ayrılmasını partition wall sağlar.

Blower taraftan gelen seal havası, gas outlet case ve gas inlet case içerisindeki kanaldan (X) geçerek rotor üzerindeki labirent seallere ulaşarak egzoz gazının balance kanalına (Z) ve blower taraf yağ mahalline geçmesine engel olur. (Y) ve (Z) kanalları, yağ mahallerindeki basıncı dengeler ve yağ kaybına engel olur.

Turbocharger Özelliklerini Belirleyen Etiket Bilgileri

Turbocharger'ın gas outlet case su mahalli kapağı üzerinde bulunan etikette yazılı olan Specification bilgisi, Blower ve Türbin kanatlarının ve bunlar ile ilişkili parçaların özelliklerini belirlemektedir. Yedek parça siparişinde de ihtiyaç duyulan bu bilginin, etiketin yerinden koparılması veya silinmesi gibi durumlar göz önüne alınarak instruction book üzerindeki ilgili yere yazılmasında büyük fayda vardır.

YAĞLAMA SİSTEMİ;

Genellikle, yağlama ile ilgili olarak sıklıkla karşılaşılan sorular gözetleme camından izlenen yağ seviyesindeki değişiklikler ve yağdaki köpürme ile ilgilidir. Yağ seviyesi, gözetleme camı üzerindeki maximum ve minimum seviyeleri arasında olmalıdır. Internal yağlama sistemli VTR tipi turbocharger'larda çalışma esnasında sirkülasyon nedeni ile yağ seviyesinde bir miktar

azalma görülmektedir. Aşırı şekilde sürekli bir eksilme olmadığı sürece bu durum önemsizdir ve yağ eksilmesi olarak değerlendirilmemelidir.
[RESİM-2]

Gözetleme camında yağ seviyesi üzerinde görülen köpürme ise zararsızdır, bu yağ eksilmesi anlamına gelmez. Fakat, köpük tabakasının kalınlığı 10 mm'den fazla ve yağ seviyesi görülemiyor ise makine stop edilip turbocharger yağı değiştirilmelidir.

Dişli tip yağ pompası ile yağlama yapılan turbocharger'larda yağ pompası değiştirildiğinde pompa üzerindeki haznenin mutlaka yağ ile doldurulması gerekir. Ayrıca, yeni yağ doldurma esnasında yağın pompa üzerindeki bu hazneye gelecek şekilde doldurulmasına özen gösterilmelidir [RESİM-3]. Aksi takdirde, ilk çalıştırma pompanın hava yapmasına ve neticesinde de yatakların yağsız kalmasına ve dağılmasına sebep olunabilir.

Gas Inlet ve Gas Outlet Case Su Mahalli Temizlikleri;

Turbocharger case'lerinin su mahalli kapakları sıklıkla açılıp, çamur ve pas temizliği yapılmalıdır. Böylelikle, soğutma suyunun case içerisinde her noktada görev yapması sağlanmış olur. Aksi takdirde, su sirkülasyonunun düzensiz olması, case'lerde delinme ve çatlamalara sebep olur.

Ayrıca, inlet ve outlet case'lerin su giriş bağlantılarının yapıldığı kapaklar üzerinde bulunan baffellar, soğutma suyunun tazyikle case yüzeyine çarpmasını önlemektedir. Zamanla, baffle lar çürümeden dolayı

sökülüp iptal edilmekte veya yenilenmemektedir. Bu da, case'lerin delinmesine neden olmaktadır ki, case'lerde sıklıkla görülen delinmelerin genellikle su giriş kısımlarında meydana geldiği tesbit edilmiştir.

Overhaul Esnasında Alınması Gereken Ölgüler;

Rotor klerensleri tolerans sınırları dışında olduğu takdirde, rotorun dönüşü mümkün olmayacak veya ciddi hasarlar oluşturacak risk taşıyacaktır. Bu nedenle, overhaul öncesi ve sonrası klerens ve salgı değerleri mutlaka kontrol edilmelidir.

Compressor Kanatlarının Yıkınması;

Compressor kanatlarının periyodik olarak yıkınması, kanatlar üzerinde kirli tabaka oluşmasını engellemektedir. Kanatlar üzerinde oluşacak kirli tabaka verimin düşmesine ve compressor tarafta unbalance'ın artmasına neden olacak, dolayısı ile oluşan bu unbalance da yatakların ömrünü etkileyecektir.

Compressor kanatları, çalışma esnasında sadece su ile yıkanmalı ve su içerisine kesinlikle solvent veya başka bir kimyasal madde karıştırılmamalıdır.

Yıkama prosedürü [RESİM-4];

- En iyi sonucu alabilmek için yıkama makine sıcak iken ve tam yolda yapılmalıdır.
- Su, 4 ila 10 saniye içerisinde kanatlara püskürtülmelidir.

- Yıkamadan istenilen sonucun alınmaması durumunda, prosedürün tekrarı için en az 10 dakika beklenmelidir.
- Yıkama işlemi 1 ila 3 günde bir yapılmalıdır.

Türbin Kanatlarının Yıkaması;

Makinede kullanılan ağır yakıt, türbin kanatlarının ve nozzle ringin kirlenmesine neden olur. Bu durumda türbinin verimini ve makinenin performansını etkileyerek egzoz sıcaklıklarının artmasına neden olur.

1) Su ile yıkama prosedürü [RESİM-5];

- Yol kesilir ve turbocharger devri azaltılır
- Türbinden önce egzoz sıcaklığı 430 dereceyi geçmemelidir.
- Enjekte edilecek su miktarı, egzoz sıcaklığına, su basıncına, turbocharger tipine ve inlet case giriş adedine bağlıdır.
- Su, 5 ila 10 dakika süre ile enjekte edilmelidir ve gas outlet case dreyni açılmalıdır.
- Yıkama işlemi periyodik olarak haftada bir yapılmalıdır.
- Yıkama işlemi sonrasında, makine 30 dakika süre ile yıkama esnasındaki devirde çalıştırılmalıdır.

2) Kuru yıkama prosedürü [RESİM-6] ;

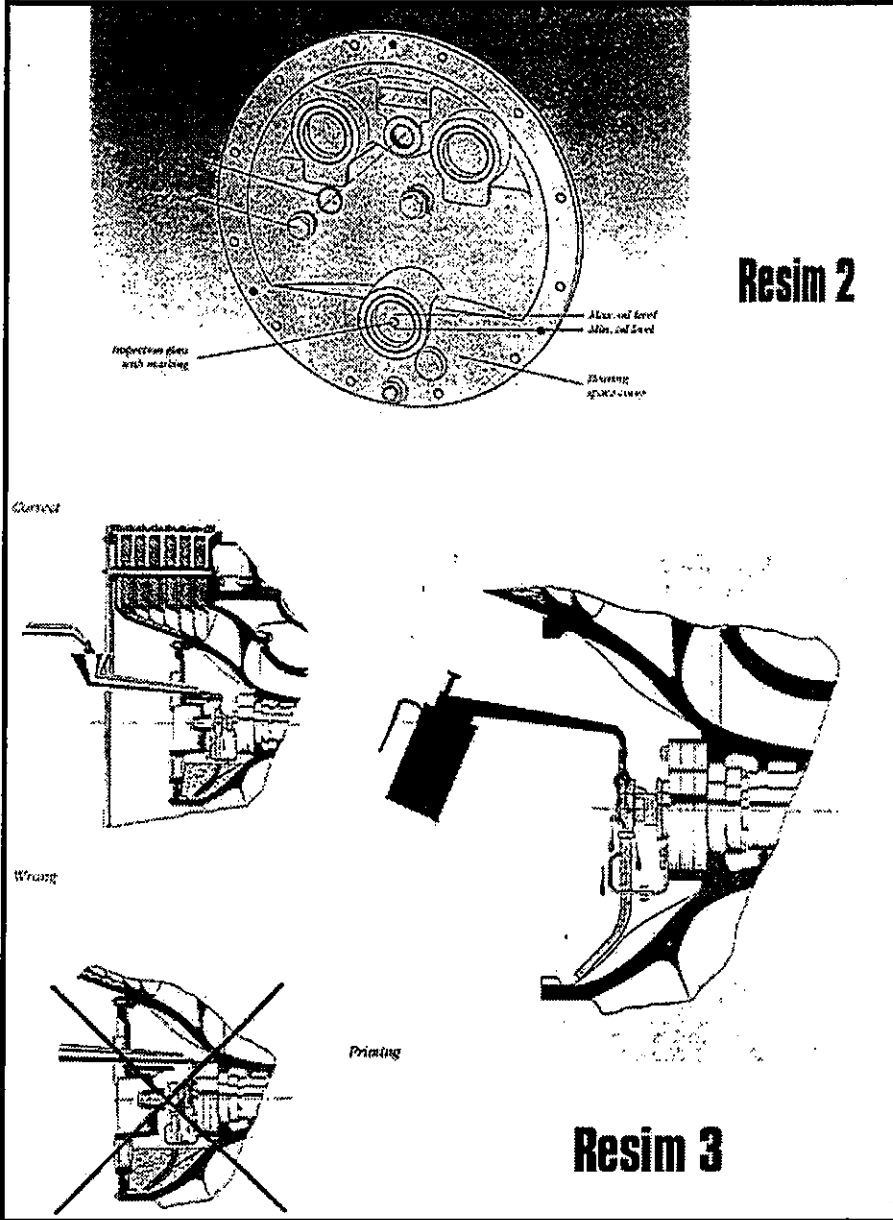
- Türbinden önce egzoz sıcaklığı 580 dereceyi geçmemelidir.
- Kuru yıkama, su ile yıkamaya göre daha sık, 1-2 günde bir yapılmalıdır.

- İyi sonuç alabilmek için, turbocharger maximum devirde çalıştırılmalıdır.

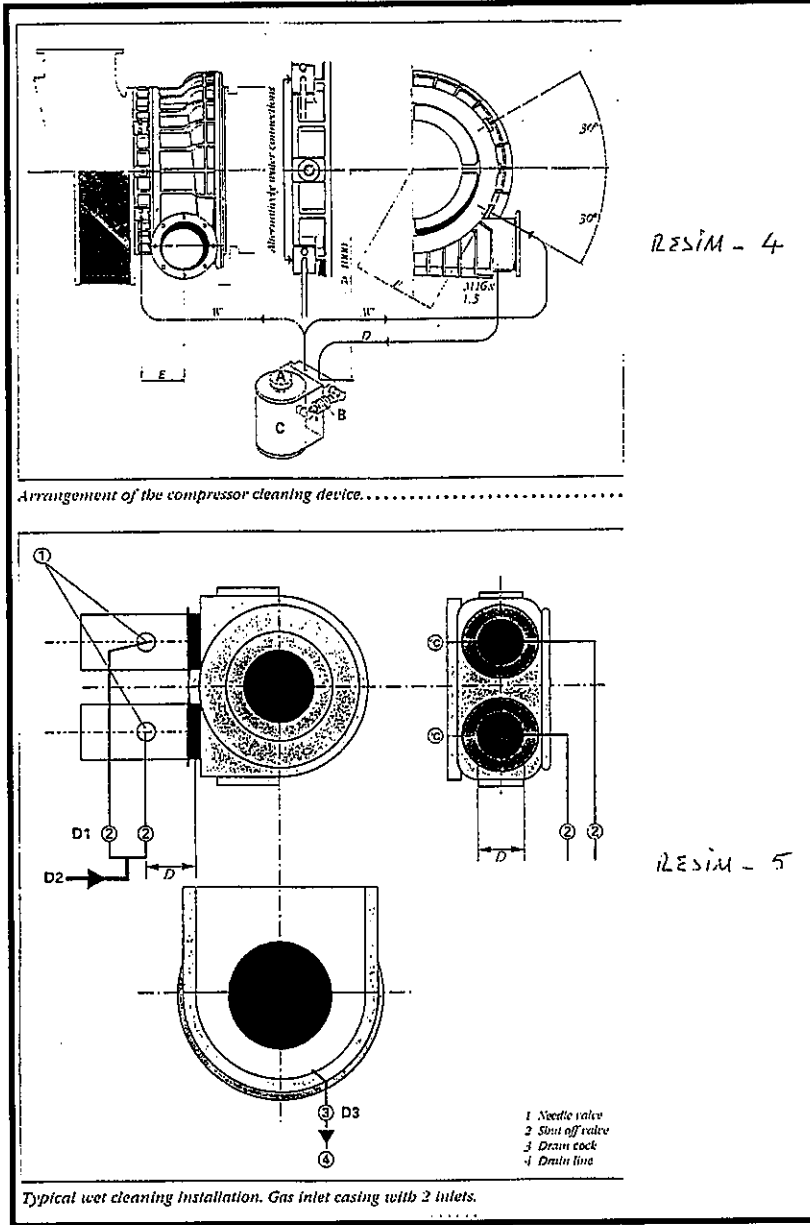
Emercensi Durumda Turbocharger'ın Körlenmesi veya Rotor'un Kilitlenmesi;

Herhangi bir hasar durumunda, blower ve türbin taraf yatakları demonte edilerek rotor alınır ve [RESİM-7] da görüldüğü gibi körleme flenşleri monte edilerek makine çalıştırılır. Böyle bir durumda kullanılmak üzere körleme flenşlerinin gemide hazır bulundurulmasında fayda vardır.

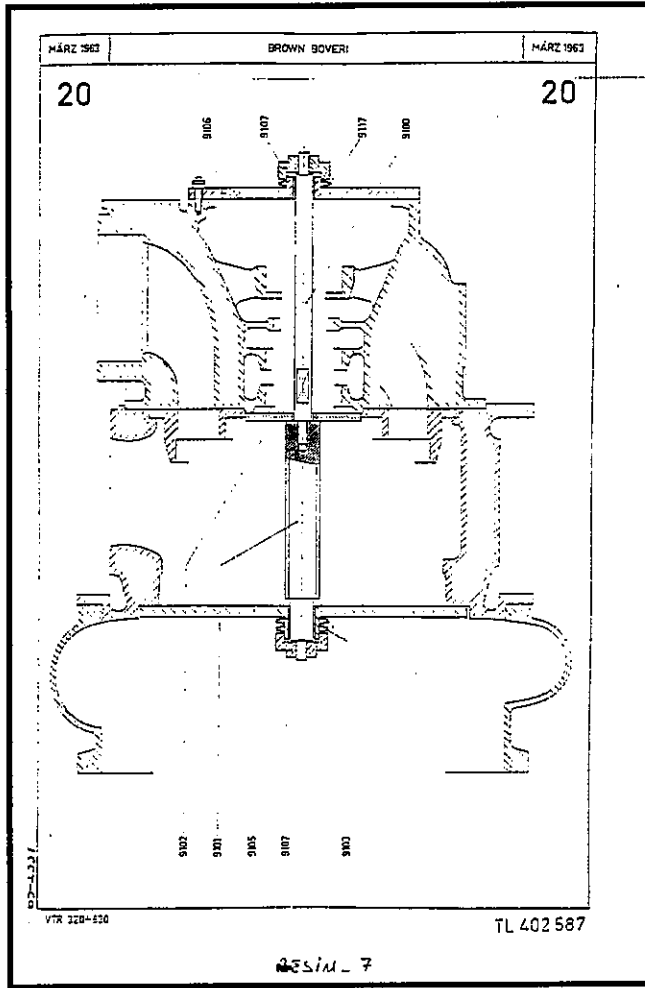
Bu işlemin haricinde rotor demonte edilmeden kilitleme aparatları ile rotor sabitlenebilir. Bunun için ise blower ve türbin taraf yataklar demonte edildikten sonra kilitleme aparatları blower ve türbin taraflara monte edilerek yağ mahalli kapakları kapatılır.



Resim-2, 3



Resim-4, 5



Resim-7



Proses

İçten Yanmalı Bir Gemi Makinesinde Silindir İçindeki Proseslerin Termodinamik Simülasyonu

Arş.Gör. Yalçın DURMUŞOĞLU

İstanbul Teknik Üniversitesi

yalcin.durmusoglu@itu.edu.tr

Özet

Günümüz motor imalatçıları çeşitli termodinamik simülasyon yazılımları kullanarak motorlarda yeni teknolojiler hedeflemişlerdir. Termodinamik simülasyonlar, motor dizayn aşamalarında iken büyük kolaylıklar getirmekte ve büyük zaman kazandırmaktadır.

Bu çalışmada bir gemi dizel motorunun silindiri içerisindeki tüm termodinamik olayların, günümüz teknolojisinde kullanılan, termodinamik proseslerin matematik modelleri araştırılmış, ve bu modeller kullanılarak FORTRAN programlama koduna çevrilip beher derece krank açısında silindir içerisindeki dolgu değişimi, kompresör, türbin ve kelebek valfinin önündeki ve arkasındaki basınç ve sıcaklıklar hesaplanmış sonuçlar deneysel motordan yapılan ölçümlerle karşılaştırılmıştır.

1.Giriş

İçten yanmalı bir motorun geliştirilmesinde yakıt ekonomisi, makine performansı, egzost emisyonları gibi daha birçok parametreleri etkileyen faktörler vardır. Aynı zamanda araştırma-geliştirme süresinin ve maliyetinin azaltılması gerekmektedir. Bu nedenle iyi bir optimizasyonun yapılmasında simülasyon teknikleri kullanılmaya başlanmıştır. Motorların termodinamik simülasyonu için geliştirilmiş çok çeşitli sayısal yöntemler vardır ve bunların önemi gittikçe artmaktadır. Sayısal yöntemlerle ilgili gelişmeler tüm motor prosesine derinlemesine bir bakışı olanaklı kılmaktadır.

Motor simülasyonları konusunda yapılan çalışmalar ilk olarak 1958 yılında Olsen tarafından geliştirilmiştir. Bu çalışmada Olsen basit 1.kanun analizi yapmış ve diferansiyel denklemlerin integrasyonu-nda iteratif nümerik tekniği kullanmıştır.

Bundan bir yıl sonra Cook , Türbinli Diesel Motorunun Simülasyonu ile ilgili sonuçları yayınlamıştır. 1962 de Whitehouse ayrıntılı olarak simülasyon raporunu sunmuştur. Borman konuyla ilgili olarak daha da gelişmiş modeller kullandı. Söz konusu modeller; Gazların dinamiği, yakıtların yanma hızları, gazların denge özellikleri ve dissasasyon etkileri, detaylı silindir içi ısı transfer modelleri ve emme portu/valfi ile egzost portu/valfinden olan ısı transferi gibi konuları içeriyordu.

Benson karakteristikler metodunu geliştirmiş ve bir boyutlu süreksiz akım eşitlikleri için birçok çalışmada kullanmıştır. Marzouk, 1976 yılında ilk transient modeli geliştirmiştir. Blair, motorlarda süreksiz akım eşitliklerinin karakteristikler yöntemi ile çözümlenmesinin gelişimini tamamlamıştır.

Günümüzde, gerçek motorların performansları için simülasyon modelleri en iyi sonuçları sağlayacak şekilde geliştirilmiştir. İnsanların seçimine bağlı olarak veya simülasyonun amacına bağlı olarak klasik integrasyonlar veya özel diller kullanılıyor.

Simülasyonun değişik amaçları vardır. Aşağıda simülasyon tekniğinin kullanıldığı bazı uygulama alanları verilmiştir:

- Emme/ Egzoz borularının boyutlandırılması
- Rezonans emme sisteminin belirlenmesi
- Kam profili ve valf zamanlamasının belirlenmesi
- Değişken valf zamanlamasının etkisinin incelenmesi
- Farklı emme/egzoz kanallarının

incelenmesi

- Farklı aşırı doldurma sistemlerinin incelenmesi ve değerlendirilmesi.
- Dizayn optimizasyonu
- Motorların büyük ölçüde dizayn ve işletme değerlerindeki değişimlerinin motor elemanları üzerindeki etkilerini önceden tahmin edebilmek
- Motorun, optimizasyon çalışması yaparak çalışabileceği en sağlıklı işletme şartlarını tespit edebilmek.

2. Teorik Yaklaşım :

Teori, dizel motorlarının emme ve egzoz manifoldlarında meydana gelen zamana bağlı gaz akımının, tek boyutlu, zamana bağlı, gaz zerrecikleri arasında değişken entropiye sahip olarak dalgalar halinde ilerlediği düşüncesine dayanmakta olup, enerjinin korunumu, kütlenin korunumu ve momentumun korunumu ilkeleri ile modellenmektedir.

Modelleme sonucunda elde edilen lineer olmayan diferansiyel denklemler, nümerik olarak 4. dereceden veya 5. dereceden Runge- Kutta metoduna göre çözülmüştür. Çözüm için gereken sınır koşulları ise, boru uçlarında yer alan valf, silindir nozul, kavşak gibi elemanlar için geliştirilmiş ve literatürde kabul görmüş termodinamik modeller kullanılarak elde edilmiştir.

Sözü edilen teoriye dayalı olarak geliştirilen bilgisayar programı direkt püskürtmeli her çeşit dizel motorunu ister tek silindirli ister çok silindirli olsun, tekli veya çoklu valfli motor türleri için emme ve egzoz manifoldları ile birlikte, turboşarjlı yada doğal havalandırılmalı olarak bütünüyle modelleyebilmektedir.

3. Termodinamik Modeller:

Bu araştırmada kullanılan deney motorunun termodinamik modelleri, motorun sırasıyla, emme ve egzoz devresi ve emme ve egzoz valflerindeki kısıtlı akış ve ısı kayıpları, kütle kaçakları, yanma başlangıcı, yanma prosesi, silindir duvarlarından olan ısı transferi, silindir içindeki beher krank açısına bağlı olarak basınç gidişi, sıcaklık gidişi modelleri kullanılarak yapıldı. Genel itibarıyla motorlarda kullanılan termodinamik modeller Tablo 1. de daha açık olarak gösterildi.

Bu araştırmadaki motor için kullanılan model sıfır boyutlu ve iki bölgeli silindir modelidir. Bu model en basit şekilde şöyle açıklanır: yanma odası, birisi yanmış diğeri yanmamış iki farklı gaz bölgesine ayrılmıştır. Yanmış gaz bölgesindeki sıcaklık farklılıklarını elde

etmek için bu bölge birden fazla bölge olarak ta göz önüne alınabilir. Bu tür modellemeye " çoklu bölge modeli" adı verilir. Ayrıca simülasyon için Şekil 1. de bir silindir içerisindeki bir bölgeli hesap modeli gösterilmektedir.

3.1. Sıfır Boyutlu ve Bir Bölgeli Hesap Modelinin Bağınları:

Bu çalışmada silindir içindeki proseslerin matematik modellemesi için kullandığımız formülasyonlar aşağıdaki şekildedir.

3.1.a. Kısıtlı Akış:

Dolgu değişimi sırasında silindir içine akan veya silindirden akan kütleler, boru sonunda çap daralması veya çap büyümesinin etkileri, emme ve egzoz kanalındaki ısı transferinin de dikkate alındığı akış fonksiyonu yardımıyla hesaplanabilir.

Tablo 1.: Motorlarda Kullanılan Modeller

Modelin Uygulama Alanı	Matematik Model
Gazların Termodinamik Özellikleri	Olikara & Borman Kanunu Newall & Starkman Kanunu Keenan & Kayes Kanunu
Silindir İçinde Isı transferi	Woschni Modeli Hohenberg Modeli Eichelberg Modeli
Akışkan Akışı	Karakteristikler Metodu Barre de Saint Venant' s Kanunu
Yanma Prosesi	Viebe Fonksiyonu Whitehouse & Way Modeli
Sürtünme kaybı	Chen & Flynn Modeli
Egzoz ve Emme devrelerinde Isı transferi	Zapf Eşitliği

Şok olmayan akışta:

$$\frac{dm_{E,A}}{dt} = A_{EFF,E,A} \cdot \frac{P_{E,Z}}{\sqrt{R \cdot T_{E,Z}}} \cdot e^{-(*)} \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot K}{K-1} \left[\left(\frac{P_{Z,A}}{P_{E,Z}} \right)^{\frac{2}{K}} - e^{(*)} \left(\frac{P_{Z,A}}{P_{E,Z}} \right)^{\frac{K+1}{K}} \right] + \left(\frac{P_{Z,A}}{P_{E,Z}} \right)^{\frac{2}{K}} \cdot (*) \cdot \frac{\rho_{E,A}}{P_{E,A}}}$$

Şok Akışta:

Valflerden geçen akımın şok akım olabilmesi için $\frac{P_{Z,A}}{P_{E,Z}} \geq \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}}$ şartı gereklidir. Böyle bir durumda ana denklem şu şekilde yeniden düzenlenir;

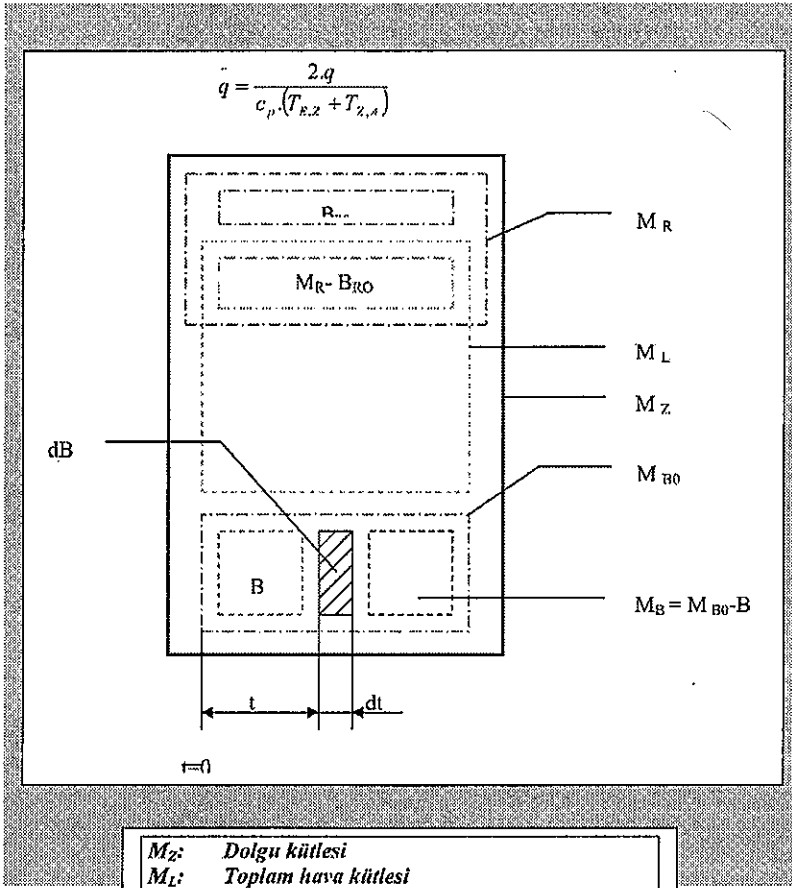
$$\frac{dm_{E,A}}{dt} = A_{EFF,E,A} \cdot \frac{P_{E,Z}}{\sqrt{R \cdot T_{E,Z}}} \cdot K^{1/2} \cdot \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{k}{k-1}} ; A_{EFF,E,A} = \mu \sigma \frac{\pi d_{vi}^2}{4}$$

$\frac{dm_{E,A}}{dt}$	Emme (E) ve egzoz (A) kanalı için akan kütle miktarı.
$P_{E,Z,A}$	Emme kanalı, silindir (Z) ve egzoz kanalı (A) basıncı
$T_{E,Z}$	Emme kanalındaki, silindir içindeki sıcaklık
$\rho_{E,A}$	Emme ve egzoz kanalındaki yoğunluk
$Q_{E,A}$	Emme ve egzoz kanalındaki ısı kaybı
$A_{EFF,E,A}$	Emme ve egzoz valfi için efektif akım kesit alanı
$\mu \sigma$	Emme ve egzoz kanalı için akış katsayısı
d_{vi}	İlgili kanaldaki valf oturma dairesi çapı
C_p	Sabit basınçta özgül ısı
K	Özgül ısılar oranı

Emme ve egzoz valflerinin akış katsayıları valf strokunun fonksiyonu olarak stasyonere deney standında ölçülerek elde edilmiştir. Bununla ilgili deneysel sonuçlar şekil 2. de gösterilmiştir. Burada öncelikle krank açısına bağlı olarak ilgili valf yüksekliği programa data olarak verilip buna bağlı olarak da valf akış katsayısının okunma işlemi gerçekleştirilmiştir. Valf akış katsayıları daha sonra kısıtlı akış teorisinin diferansiyel formdaki ifadesinde yer alan $A_{eff,e,a}$ için kullanılıyor.

Ancak burada emme ve egzoz kanalındaki ısı kayıplarının bu kanallardan akan kütleler için büyük etkisi olmadığı için, Zapf eşitliği formüle dahil edilmemiştir. İstendiğinde bu eşitlik aşağıdaki gibi hesap edilerek formüldeki (*) işaretli yerine konmak suretiyle çözümleme yapılabilir.

$$\bar{q} = \frac{2 \cdot q}{c_p \cdot (T_{E,Z} + T_{Z,A})}$$



- M_Z : Dolgu kütlesi
 M_L : Toplam hava kütlesi
 M_{B0} : Çevrim başına toplam yakıt kütlesi (1)
 M_B : Yanmış yakıt kütlesi (1)
 B : t zamanına kadar yanmış yakıt kütlesi
 M_R : Toplam artık gaz kütlesi
 B_{R0} : Artık gaz içindeki toplam yanmış yakıt kütlesi

Hava fazlalık katsayısı: $\lambda = \frac{mz - (mB0 + BR0)}{Lst(mB0 + BR0)}$

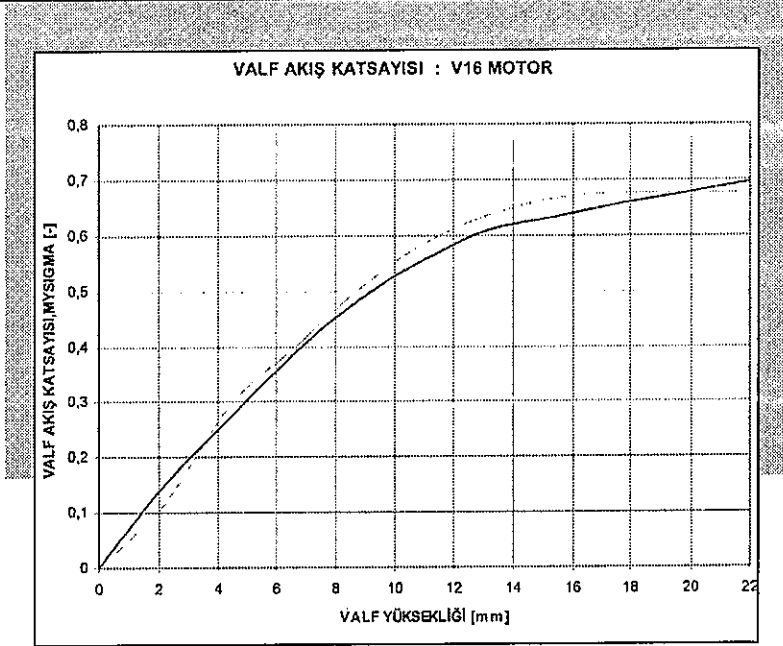
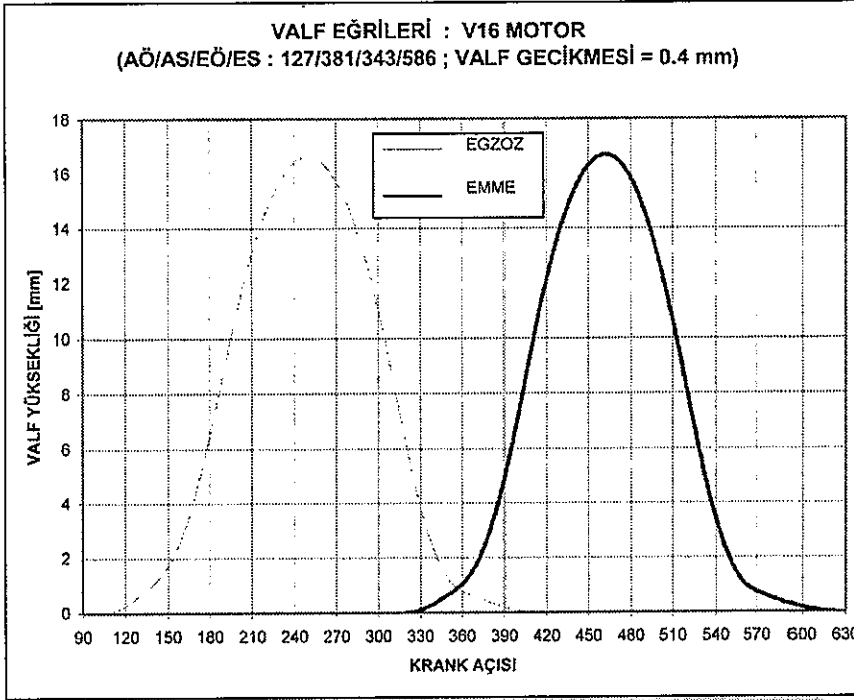
Anlık hava fazlalık katsayısı: λ_v

Hava emmeli motor: $\lambda_v = \frac{mz - (B + BR0)}{Lst(B + BR0)}$

Karışım emmeli motor: $\lambda_v = \lambda = \text{sabit}$.

(1): Sadece karışım emmeli motor için geçerlidir.

ŞEKİL 1. Bir Bölgeci Hesap Modelinin Şematik Gösterimi



Şekil 2. Valf Akış Katsayısı

3.1.B. Yanma Gidişi :

Silindire püskürtülen tüm yakıtın toplam enerjisi aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanmıştır.

$$Q_g = m_g * H_u * \eta_u$$

m_g	Her bir iş çevrimi için silindire püskürtülen yakıt miktarı
H_u	Yakıtın alt ısı değeri
η_u	Yakıt enerjisinin dönüşüm oranı

Yanma gidişi çoğunlukla ya VIEBE fonksiyonu yardımıyla modellenmekte ya da ölçümler yardımıyla elde edilen yanma gidişinin kullanılmasıyla hesaplanır. Bu programda yanma gidişi için kullanılan VIEBE fonksiyonu aşağıdaki gibidir.

$$x = \frac{dx}{d\theta} = 6,908 * \frac{m+1}{\theta_0} \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^m e^{-6,908 \left(\frac{\theta}{\theta_0} \right)^{m+1}}$$

$$x = \frac{B}{B_0} = \frac{Q_g}{Q_{g0}}$$

x	Boyutsuz yanma (dönüşüm) hızı
x	Dönüşüm oranı
θ, θ_0	An noktası ve toplam yanma zamanı
m	Form faktörü
B, Q_g	t zamanına kadar yanan yakıt kütlesi, enerjisi
B_0, Q_{g0}	Toplam yakıt kütlesi, enerjisi

3.1.c. Yanma Odasından Olan Isı Transferinin Hesabı :

Yanma odası duvarlarından (piston, silindir gömleği, silindir kafası) olan ısı transferi aşağıdaki bağlantı ile hesaplanmıştır.

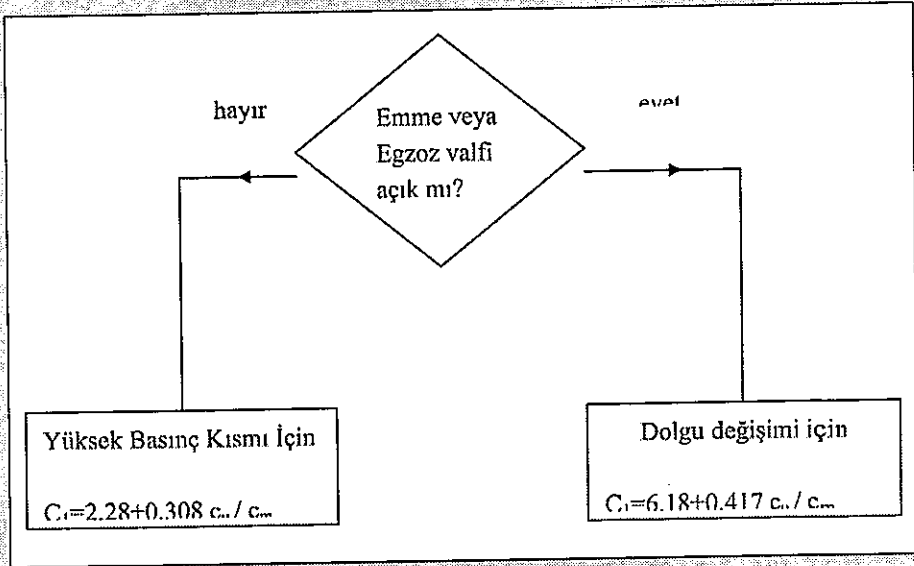
$$\frac{dQ_H}{d\theta} = \sum \alpha_i A_i (T_{w_i} - T_z)$$

α	Isı transfer katsayısı
T_{w_i}	İlgili yanma odası elemanının duvar sıcaklığı
A_i	İlgili yanma odası elemanının ısı transferine esas olan yüzeyi

Isı transferi katsayısı ile ilgili bağıntılar (Woschni, Hohenberg, vs.) ile hesaplanabilir. Aşağıda simülasyon programında kullandığımız WOSCHNI modelinin eşitliği verilmiştir.

$$\frac{dQ_{ir}}{d\theta} = \sum \alpha_i A_i (T_{w_i} - T_z)$$

α	Isı transfer katsayısı
T_{w_i}	İlgili yanma odası elemanının duvar sıcaklığı
A_i	İlgili yanma odası elemanının ısı transferine esas olan yüzeyi



C_1	Ortalama piston hızı
C_2	$3,24 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sK}$, Direkt püskürtmeli motorlar için
	$6,22 \cdot 10^{-3} \text{ m}^3/\text{sK}$, Ön yanma odalı motorlar için
p	Silindir basıncı
p_0	Yanma yok iken motorda silindir basıncı

Burada C_2 sayısı 'yanma terimi' olarak adlandırılır. Formülde 1 indisi ise, sıkıştırma başlangıcındaki anı belirtmektedir.

4. Dolgu Değişimi Hesabında Yapılan Kabuller :

İki bölgeli hesap modellerinde yapılan varsayımlar aşağıdaki gibidir.

- Tüm silindir dolgusu, sonsuz ince bir alev cephesi ile iki farklı bölgeye ayrılmış olup, bölgelerden birisinde yanmamış gaz (yanmamış bölge), diğerinde yanmış gaz (yanmış bölge) vardır.
- Bölgelerin her ikisi de, göz önüne alınan zamanda homojen olarak karışmıştır, böylelikle her bölgenin kendi için de yerel sıcaklık farklılıkları yoktur.
- Yerel basınç farklılıkları göz önüne alınmamıştır. Basınç her iki bölge içinde de eşittir.
- Yanmış gazların özelliklerini belirlemek için, gaz karışımlarının kimyasal dengede olduğu kabul edilmiştir.
- Bir önceki çevrimden kalan artık gazlar yanmamış gaz bölgesi ile tamamen karışır ve gaz özelliklerini kolaylıkla hesaplayabilmek için artık gazların yanmış yakıt ve bu yakıtı yakmak için gerekli hava miktarından oluştuğu varsayılır. Artık gazlar yanmamış gaz bölgesindeki yanan kütle ile orantılı olarak yanmamış gaz bölgesinden yanmış gaz bölgesine

geçer, böylelikle pistonun her konumunda her iki bölgedeki artık gaz miktarı belirlenebilir.

- Valf strokuna bağlı olarak valf eğrileri ve ilgili akış katsayıları veri olarak girildi.
- Yanma, emme valfi önünde ve silindirde ölçülen zamana bağlı basınç gidişlerinin ve ilgili diğer deney sonuçlarının ve motor parametrelerinin veri olarak kullanılmasıyla MOSES (Motor Simulation and Evaluation System) program sisteminden elde edilen yanma gidişi ile modellenmiştir. (Wehinger vd., 1992).
- Silindir içindeki ısı transferi için Woschni eşitliği kullanılmıştır. (Pischinger vd., 1989).
- Yanma odası eleman sıcaklıkları deney sonuçlarından elde edilmiştir.

5. Deney Motorunun Teknik Özellikleri

Simülasyon için kullanılan deney motorunun teknik özellikleri yukarıdaki tabloda gösterilmiştir. Söz konusu motorun simülasyon modeli için bir çevrim simülasyonu oluşturuldu ve bu çevrim simülasyonundaki akış şemasına göre kullanılan modeller beher krank açısı için FORTRAN programlama dili kullanılarak kodlandı. Programda diferansiyel formdaki ifadelerin sayısal çözümü için 4. veya 5. dereceden RUNGE- KUTTA metodu kullanıldı.

Motor tipi.....	: 16 V motor
Silindir çapı.....	: 190 mm
Strok.....	: 220 mm
Motor devri.....	: 1500 rpm
Kompresyon oranı.....	: 10.86

Çevrim simülasyonu şekil 3'de gösterilmiştir. Buna göre motor çevrim simülasyonu iki ana kola ayrılmıştır. Birinci kolda, motorun sıkıştırma, yanma, genişleme fazları hesap ediliyor hemen sonrasında ikinci koldaki egzoz, valf overlepi ve emme fazları hesaplanarak çevrim hesabı tamamlanıyor. Silindir içinde Dolgu değişimi prosesinin hesabı egzoz valfinin açılması ile başlar emme valfinin kapanması ile sona erer. Deney motorunda bu süre toplam 459 derece krank açısıdır. Yani toplam çevrimin %63,75' ini dolgu kütlesi prosesi oluşturuyor. Kalan 261 derece krank açısında güç çevrimi

hesabı yapılıyor. Deney motorunun valf zamanları şekil 4'de gösterilmiştir.

Burada,

EVO: Egzoz Valfi Açık ,

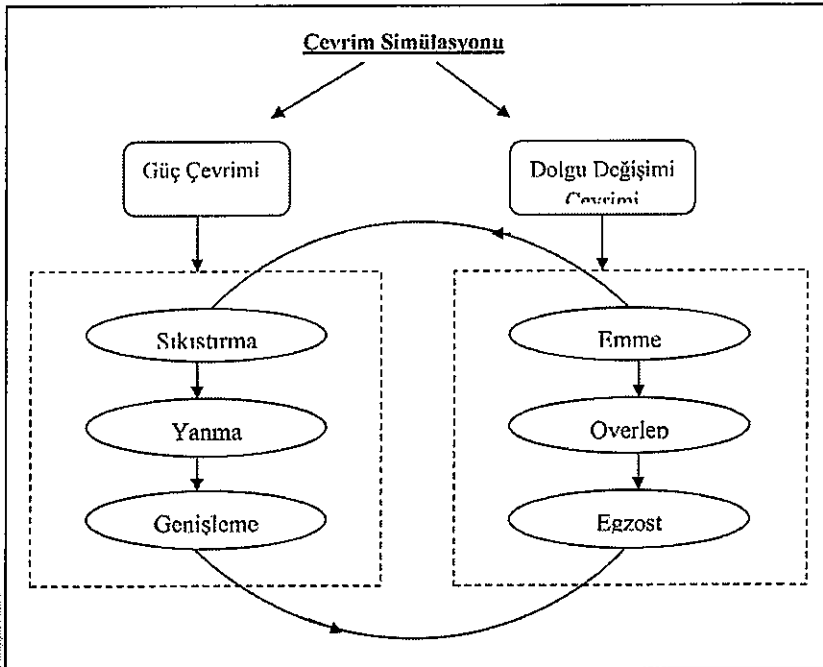
EVC: Egzoz Valfi Kapalı;

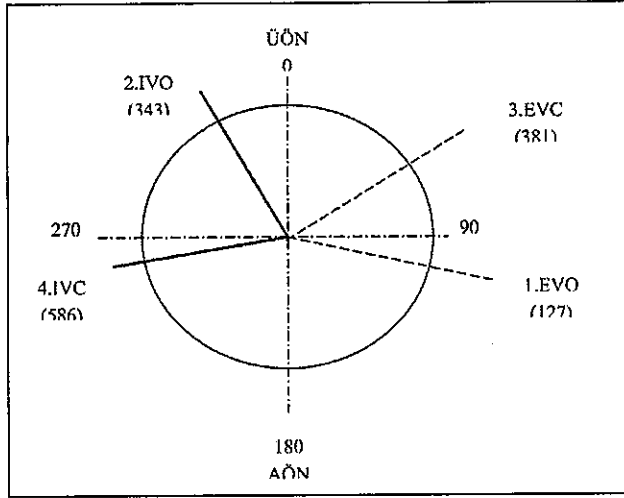
IVO: Emme Valfi Açık,

IVC: Emme Valfi Kapalı, anlamına gelmektedir.

Ayrıca, sıkıştırma başlangıcı 586 derece krank açısında, yanma başlangıcı 685 derece krank açısında, yanma süresi toplam 60 derece krank açısında gerçekleşmektedir.

Şekil 3: Motor Simülasyonu akış şeması





ŞEKİL 4. Dolgu Değişimi İçin Deney Motoru Valf Zamanları

6. Hesap ve Deney Sonuçlarının Karşılaştırılması :

Hesaplanan ve ölçülen işletme değerlerinin ayrıntılı bir karşılaştırılması Tablo 2' de gösterilmiştir. Tablo 2' de hesaplanan ve ölçülen ana değerler arasındaki karşılaştırma hem kullanılan sayısal yöntemin hassasiyetini hem de hesap modelinde seçilen parametrelerin ve değerlerin gerçeğe yakınlığını kanıtlamaktadır. Bu hesap modeli kullanılarak farklı motor parametrelerinin ve geometrik özelliklerin etkisi incelenebilir.

BÜYÜKLÜK	Hesaplanan (H)	Ölçülen (Ö)	Fark (H-Ö)
Kompressör önündeki basınç (bar)	0,906	0,903	0,003
Kompressör önündeki sıcaklık (K)	289	290	-1
Kompressör arkasındaki basınç (bar)	2,620	2,620	0,000
Kompressör arkasındaki sıcaklık (K)	414	416	-5
Kelebek valf arkasındaki basınç (bar)	2,558	2,555	0,003
Kelebek valf arkasındaki sıcaklık (K)	324	324	0
Türbin önündeki basınç (bar)	2,063	2,042	0,021
Türbin önündeki sıcaklık (K)	846	839	7
Türbin arkasındaki basınç (bar)	0,983	0,999	-0,016
Türbin arkasındaki sıcaklık (K)	736	706	30
(*) Ortalama basınç (bar)	15,59	14,05	1,54
Hava fazlalık katsayısı	2,04	2,04	0,00
Motor Verimi (%)	39,8	39,7	0,1
Yakıt tüketimi (g/s)	44,70	44,76	-0,06

(*) Hesaplanan değer iç basıncı, ölçülen değer efektif basıncı göstermektedir.
Aradaki fark sürtünme basıncıdır.

Tablo 2. Hesaplanan ve ölçülen değerlerin karşılaştırılması

7. Sonuç :

Bu araştırmada içten yanmalı bir gemi motorunun termodinamik simülasyonu için kullanılan matematik modellerdeki diferansiyel denklemleri uygun sayısal yöntemlerle analitik olarak çözdük. Aynı motor geometrisinde ve parametrelerindeki bir deney motoru ile de karşılaştırma yapma imkanı bulduk. Neticede simüle edilen motorun sayısal çözümlemesi ile deneysel sonuçların birbirine çok yakın olduğu görüldü. Bu hesaplanan ve ölçülen değerler arasındaki uygunluk kullanılan sayısal yöntemin hassasiyetini ve seçilen hesap modelinin doğruluğunu kanıtlamaktadır.

Aynı program biraz daha geliştirilerek motorlarda emisyon optimizasyonu yapacak şekilde kullanılabileceği gibi bundan sonraki çalışma emme ve egzoz sistemi geometrisinin performans karakteristiklerine etkisi çalışması da yapılabilir.

Neticede, motor üreticileri dizayn optimizasyonu yaparlarken kurulması oldukça maliyetli ve uzun zaman isteyen deney laboratuvarları yerine sonuçları ile çok güvenilir olan simülasyon programları kullanarak hem maliyeti düşürmek hem de araştırma ve geliştirme adına harcanan zamanı kısaltarak teknolojik rekabetlerde geri kalmamış olurlar. Yine bir deney motorunda değiştirilmesi belki mümkün olamayacak bazı parametreler, geometrik büyüklükler simülasyon programlarında çok rahat bir şekilde değiştirme şansı bulabileceklerdir.

REFERANSLAR:

- [1] Jenny, E., *Undimensional transient flow with consideration of friction, heat transfer and change of section*, Brown Boveri Review, Vol.37, No.11, pp.447, 1950
- [2] Sağ, O.K., *Simulation model of a supercharged marine diesel engine power and gas exchange cycles*, IFMM-80-02, Universitatet Trondheim, 1980.
- [3] Colin R.F., *Internal combustion engines applied thermosciences*, John Wiley & Sons, 1986
- [4] Benson, R.S., Whitehouse, N.D., *Internal combustion engines*, Volume 1-2, Pergamon Press, 1979
- [5] Özsoysal, O.A., *Yüksek devirli gemi diesel motorlarının analitik ve deneysel incelenmesi*, Doktora tezi, İTÜ, 1991
- [6] Liu, H.Q., Chalhoub, N.G., Henein N., *Simulation of a single cylinder diesel engine under cold start conditions using simulink*, J. of Engineering for Gas Turbines and Power, 2001.
- [7] Kesgin, U., *Çok silindirli bir motorda emme ve egzoz sistemi geometrisinin performans karakteristiklerine etkisi*.
- [8] Canale, R.P., Chapra, S., *Numeric Methods for Engineers*, second edition, McGraw-Hill, Inc. 1988.



Power Take Off

PTO / PTI (Power Take Off / Power Take In) Sistem

Müh. Turan Esin

Şener Petrol

Bu sistemin uygulama ihtiyacı gemilerdeki emergency durumlar ve önemli overhaul durumlarında ana makinanın kullanılmayışı sebebi ile ortaya çıkmıştır. Ana makina ve itme sistemine Main Propulsion System dendiği için ana makinaya alternatif itme kuvveti oluşturduğundan bu sisteme de Alternative Propulsion System denmiştir. Klas notasyonlarında da AVM-APS Notation olarak adlandırılır. (Availibility of Machinery / Alternative Propulsion System)

APS Sistem çok yüksek güçlü diesel generatorlere gereksinim duyduğu için genellikle küçük tonajlı ve tek pervaneli gemilerde uygulanmakta ve iyi sonuçlar alınmaktadır. Örnek olarak 3500 dwt'luk bir gemide uygulanan örnek bir APS sisteminde shaft alternatör ve bunu besleyecek diesel generator yükü 600 kw olarak hesaplanmış ve seçilmiştir. Tonaj büyüdüğünde nasıl bir yük ortaya çıkacağı bu örnekte açıkça görülmektedir. Bu nedenle büyük gemilerde uygulanması zordur.

APS sistemin başarı ile uygulandığı gemilerde seyir halindeyken oluşan

önemli bir arıza durumunda ana makina devre dışı bırakılarak seyir devam edilebilir. Limanlarda ana makinanın bakımı ve önemli overhaul işleri yapılabilir, limanlarda önemli ana makina overhaullerine, emergency bir durumda gemiyi manevradan aciz bıraktığı için kesinlikle müsaade edilmez. AVM/APS notasyonuna sahip gemilerde bu tamirlere müsaade edilir. Çünkü acil bir durumda APS sistemle manevra yapılabilir. Bilindiği gibi ana makina devre dışı bırakan arızalar önemli kazalara sebebiyet verebilir. Böyle bir durumda çok kısa bir süre içinde APS sistem devreye alınarak muhtemel kazalar önlenabilir.

Bazı durumlarda APS sistemin sürekli kullanılması da istenebilir. Travers seyirleri, düşük sürat isteyen bekleme seyir, boğaz girişlerinde uzun süreli bekleme durumunda yapılacak düşük süratli seyirler ve buna benzer durumlarda gayet ekonomik bir işletmecilik sağlar. Bunun uygulanabilmesi için AVM-APS notasyonuna NS notasyonu eklenir. (Notation Suffix) Böylece bu gemilerde AVM-APS NS notasyonu uygulanır. NS

notasyonu için daha fazla jeneratör gücü gereklidir.

AVM-APS notasyonu uygulayan gemilerin APS sisteminin aşağıdaki özellikleri içermesi gerekir.

- Tam yol sürati 7 knots'dan az olmamalıdır.
- 1000 mil mesafe veya full yakıtlı iken gidebildiği mesafenin yarısı kadar mesafeyi gidebilmelidir.
- Dümen sisteminin eksiksiz çalışır durumda olmalıdır.
- APS sistemde seyir yaparken bütün safety sistemlerin kullanılabilir olmalıdır. (Fire Fighting Bilge System, Navigation Lights, Communication Apparatus, Life-Saving Appliances)
- "Askari gerekli ekipmanın (Minimum Lighting, Vantilation, Galleys, Refrigerated Stores, Drinking Water, Evaporator Service) çalışır durumda olması olmalıdır.
- NS notasyonuna sahipse kargoyu koruyacak sistemin çalışır durumda olması olmalıdır.

Bu özelliklerin temelinde yeterli generator gücü vardır. Eğer generator güçleri iyi seçilmiş ise sistem yukarıda istenen ekipmanı rahatlıkla besler.

APS sistemin uygulanması süresinde aşağıdaki sistemler devre dışı kalabilir;

- Kargo Kontrol Sistemi ve Ekipmanları
- Ballast Sistemi
- Baş Pervane
- Air Condition
- Diğer Ana Servis Sistemleri

APS Sistemin, önemli ve emergency arızalar dışında Single Failure diye adlandırılan arızalar nedeni ile ana makinanın devre dışı kalması sonucu kullanma ihtiyacı doğabilir. Bu arızaları

(Single Failure) aşağıdaki şekilde tanımlanabilir.

- Ana Makinanın çalışması için gerekli olan Non-Static sistemlerden herhangi birinin arızası durumunda (Lubricating System, Cooling System, Fuel System, Compressed Air System, Controls and Monitoring System, Manoeuvring System)
- Ana Makina için gerekli olan hiter ve kulerlerin arızası durumunda (Boiler, Yakıt Hiteri, Reduction Gear, Oil Coolers)
- Yağ-Yakıt transfer sisteminin arızası durumunda ,
- Güç üreten jeneratör sisteminden herhangi birinin arızası durumunda,
- Elektrik donanımlarının arızası durumunda. (Main Switchboard, Electric Motors, Transformers, Panels, Distribution Switchboards)

Yukarıda sözü edilen arızaların oluşabileceği düşünülerek mutlaka bunların alternatiflerinin bulunması gerekir. Örneğin standby pompalar, yedek kulerler, yedek d/g gibi..)

Konu ile ilgili daha ayrıntılı bilgi klas kurallarının Additional Class Notations bölümlerinde bulunabilir. AVM-APS notasyonunda gerekli otomasyon, soğutma sistemi, pompalar, yağlama sistemi, yakıt sistemi, ilk hareket, gözetleme ve kontrol sistemi, by-pass ve shut-off sistemi, kaplin bağlantıları, start transformer ve elemanları ayrı ayrı tanımlanmış ve neler gerektiği belirtilmiştir. Ayrıca seatrials ve running testler ile ilgili ayrıntılar da gösterilmiştir.

PTI Sisten Ana Elemanları

- 1- Oto Transformer
- Şaft Alternatörünün (PowerReversible

Synchronous Machine) motor olarak PTL modunda çalıştırılabilmesi için start sistemi olarak kullanılır. Kademeli olarak yol verir. Yol verme şemasında görüldüğü gibi yol verme akımını 0,49, yol verme gerilimini 0,70, kalkınma momentini de 0,49 düşürür. İlk hareket için oto transformer yerine frekans konvertörü kullanılabilir. Fakat bu, maliyeti iki misli artırır.

Oto Transformier kullanılmaz ise demeraj yükünü kaldıracak jeneratör güç sisteminin kurulması gerekir.

2- Şaft Alternatörü;

Gerektiğinde alternatör, gerektiğinde motor olarak çalışan ana güç elemanıdır. AVR kartı bu eleman üzerinde bulunur. Motor olarak çalışma modunda AVR kartının ayrıca uyarılması gerekir. Bununla birlikte alternatör uyarı akımı kesilir.

3- Dişli Kutusu (Redüktör);

Yüksek devri (1500 rpm), düşük pervane devrine (150 rpm) düşüren ana güç aktarma elemanıdır. Üzerinde 3 adet kaplin vardır. Hidrolik kavrama elemanı dişli kutusunun içindedir. Ana Makine devri 750 rpm olup Ratio 1:5 dir.

4- Bağlantı Kaplinleri;

Ana Makinayı dişli kutusuna bağlayan elastik kaplin, şaft alternatörünü dişli kutusuna bağlayan elastik kaplin, dişli kutusunu pervane şaftına bağlayan ana kaplin.

5- Dişli Kaplin (Tooth Coupling);

PTO modundan PTL moduna çabuk geçmeyi sağlayan ana makina elastik kaplinden sonraki kaplindir. Bu kaplin

koyulmasa da sistem kullanılabilir, fakat geçiş biraz uzun sürer. Sistem elemanlarını ve çalışma durumunu gösteren resimde yukarıda anlatılanları ayrıntılı olarak görebiliriz. Kontaktör konumları PTO ve PTL modlarını gösteriyor.

Sistemin Devreye Alınması

PTI sistem devreye alınmadan önce aşağıdaki hazırlıklar yapılır;

1- Ana makinanın dişli kutusundan ayrılması için elastik kaplin civata bağlantıları sökülür veya tooth kaplin var ise bu kaplin ile ana makina sistemden ayrılır.

2- Alternatör, motor olarak çalışacağı için üzerindeki AVR uyarı sistemi devre dışı bırakılır. (Excitation Switch ile bu işlem yapılır)

3- Diesel jeneratörlerin her ikisi de devreye alınır.

4- PTL sistemi besleyen bara, ana besleyici baradan ayrılır. Eğer NS notasyonu varsa diğer diesel jeneratör ana devreyi besleyecek şekilde ayarlanır.

5- Pervane Pitch, sıfır konumunda tutulur.

Sistemin Çalıştırılması

1- Oto transformer vasıtası ile start verilerek motor devreye alınır.

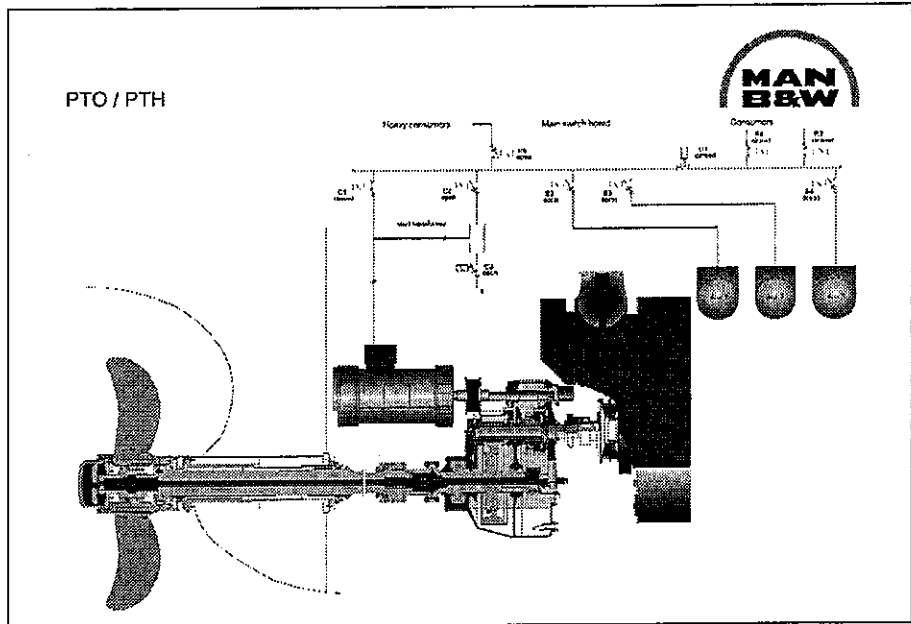
2- Sistemin normal olduğu kontrol edilir.

3- Manevra sisteminden yol verilerek dişli kutusu hidrolik kaplini devreye alınır ve motor yüklenir. (Oto transformer sistemi ile hareket anında demeraj akımını düşürecek) Pervanenin Pitch açısı, motor gücünün kaldıracağı yük dikkate alınarak yükseltilir.

Alternatör Gücünün Seçimi

PTI sistemde önemli olan, dişli kutusu içindeki kayıplar, ana şaft kayıpları, sıfır pitch'deki pervane kayıpları geminin 7 knots sürat yapabilmesi için gerekli güç ve yapılan hesaplar sonunda bulunan toplam gücün PTO modunda gemi ihtiyacını karşılayabilmesidir. Örnek, 3500 dwt'luk bir gemide kayıp hesabı 253 kw olarak (33 kw mekanik kayıplar, 220 kw 1000 rpm motor, 97 rpm pervane pitch açısı sıfır durumdaki şaft kaybı) Pitch açısı yükseldikçe fazla yüke ihtiyaç olacağı seçilen motorun 600 kw olması gerekecektir.

Gücün yeterli miktarda olmaması sonuçta geminin istenen hızda gitmemesi demektir. Bu durumda sistem AVM-APS notasyonu alamayacağından, yapılan işlem ve yatırım boşa olacaktır. Bu nedenle sistemin kurulmasının temelinde gerçek güç hesabının yapılması gerekir, hatta bulunan minimum miktarın %20 fazlasının uygulanması sistemin garantisi açısından iyi olacaktır. Koyulacak diesel jeneratör güçleri de bu hesaba göre seçilir. AVM-APS notasyonunda iki Diesel Jeneratör yeterlidir, AVM-APS-NS notasyonunda ise en az üç D/G gerekli olacaktır.





Enerji

Gemilerde Enerji Ekonomisi Uygulamaları

Yrd. Doç. Dr. Cengiz Deniz
İstanbul Teknik Üniversitesi

Özet

İşletme giderlerinin minimize edilmesi diğer sektörlerde olduğu gibi denizcilik sektöründe de büyük önem taşımaktadır. Uluslararası rekabete açık olan bu sektörde gemi sahipleri ve gemi işletmecileri, giderlerini minimize edebilme oranında rekabet şanslarını artıracaklardır. Üzerinde önemle durulması gereken işletme gideri yakittir. Yakıt giderleri hem diğer giderlerden fazladır, hem de bakım tutum ve yağlama yağı giderlerini de etkilemektedir. Dolayısıyla yakıt giderlerinin minimize edilmesi işletmecilik açısından büyük önem taşımaktadır. Enerji ekonomisi uygulamalarının gemide kullanılması ile yakıt giderleri azaltılabilmektedir.

Gemi makinelerinin yakıt giderlerinin istenen düzeyde minimize edilmesi, geminin bütününü içine alacak enerji ekonomisi çalışmalarıyla mümkün olabilir. Çünkü gemi makinelerinin yakıt sarfiyatına, gemiye ait bir çok faktör etki etmektedir. Yakıt sarfiyatına etki eden bütün faktörlerin ortaya konulması, bu faktörlerin verimlerinin artırılma yollarının belirlenmesi ve

mevcut şartların doğru biçimde işletilmesi ile yakıt giderlerinin minimize etmek mümkün olabilir.

Bu çalışmada gemide yakıt ekonomisine etki eden faktörler ve bu faktörlerin etki oranı üzerinde durulmuştur.

Giriş

Gemide yakıt giderlerine etki eden enerji ekonomisi uygulamalarının yapılabileceği başlıca faktörlerini dört ana grupta toplamak mümkündür. Bu faktörler şunlardır:

- 1- Toplam direncin azaltılması,
- 2- Sevk veriminin artırılması,
- 3- Makine dairesinde bulunan makinelerin verimlerinin artırılması,
- 4- Seyir veriminin artırılması.

Toplam Direnci Azaltma

Geminin su üzerinde hareket edebilmesi için, pervaneye iletilen güç ile gemiye etki eden dirençlerin yenilmesi gereklidir. Geminin istenen hızda ve belirlenen güçte seyir yapabilmesine gemi direnci doğrudan etki eder.

Hareket eden gemiye etki eden toplam

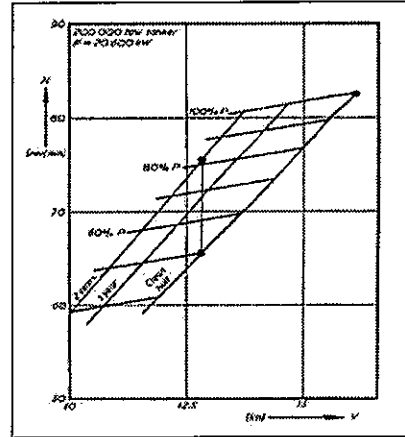
direnç, geminin su altındaki dirençleri ile su üstündeki dirençleri toplamına eşittir. Su altındaki dirençler sürtünme direnci ve artık dirençtir. Su üstündeki direnç ise hava direncidir. Hava direnci özellikle konteyner gemilerinde güverteye yüklenen konteynerler nedeniyle etkisini artırır. Sürtünme direnci dökme yük gemisi ve tanker gibi düşük süratli gemilerde toplam direncin %70-90'ını oluşturur. Bu direnç yolcu gemisi ve konteyner gemileri gibi hızlı gemilerde %40 civarındadır. Sürtünme direnci teknenin ıslak yüzeyi ve sürtünme direnç katsayısı C_f 'e bağlıdır.

Enerji ekonomisine etki eden en önemli faktör su altındaki dirençlerdir. Geminin çalışması sırasında tekne üzerindeki boya tabakası zamanla hasara uğrar. Bunun sonucunda tekne sacı üzerinde erozyon olayı baş gösterir. Koruyuculuğunu kaybeden yüzeyler üzerinde pürüzlülük artar. Pürüzlülüğü artan yüzeylere deniz canlıları kolaylıkla yapışarak yüzeylerin kirliliğine sebep olur. Bu mekanik, kimyasal ve biyolojik etkenler sonucunda gemilerin karına yüzeylerinin sürtünme direnci artar. Gemi tekne yüzeyinin pürüzlülüğünün artışı, geminin sevk sistemi performansını aşağıdaki şekilde etkiler:

- Yüzey sürtünmesinin artışı ile toplam gemi direnci artar.
- Pervane üzerine binen yük artar. Bu nedenle gemi sevk veriminin iki elemanı olan pervane açık su ve tekne verimlerini ters yönlerde etkilenmesine sebep olur. Çünkü gemi direncinin artması, gemi pervanesinin içinde çalıştığı ortamı değiştirir. Bunun sonucunda slıpt'e bir artış ve pervane açık su veriminde bir düşüş gözlenir.

- Pervanenin üzerindeki yükün artması ile pervanenin kaviteasyona uğrama olasılığında bir artışa neden olur.

Bu durumda geminin artan sürtünme direncini yenip belirlenen hızda yol alabilmesi için ana makinenin daha fazla güç üretmesi gereklidir. Şekil 1'de görüldüğü gibi teknenin temizlenmesinden sonraki bir veya iki yıl sonraki durumda aynı hızı elde etmek için gereken güç, dolayısıyla yakıt gideri de artmaktadır.



Şekil 1. Tekne Kirliliği ile Hız Güç Değişimi

Teknenin Bakım Tutumu

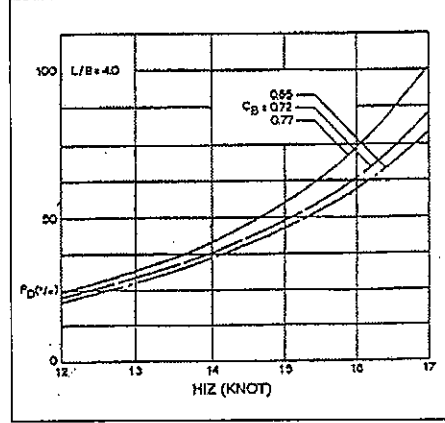
Gemilerin tekne saçlarının korunması ve sürtünme direncinin azaltılması için boyanması gerekir. Bu amaçla çeşitli boya tipleri kullanılır. Gemi üzerindeki boya katmanlarının en üstünde bir ya da iki kat zehirli boya katmanı bulunur. Bu boya, zamana ve geminin su altındaki hareketine bağlı olarak içindeki zehirli suya verir. Bir süre sonunda gemi yüzeyinin zehirlilik durumu,

üzerindeki bitkisel ve hayvansal kirlenmeye engel olabilecek düzeyin altına düşer ve tekne yüzeyi mevsime, deniz ortamına ve gemi seyir durumuna bağlı olarak hızla kirlenmeye başlar. Bu kirlenme geminin ışık gören yan yüzeylerinde klorofilli yeşil yosunlar (enteromorpha) gibi ve daha az ışık alan alt yüzeylerinde kahverengi yosunlar (ectocarpus) gibi midye türleri, yanardağ biçimli kabuklular (barnacles), boru kurtçukları ve diatomlar gibi mikrobiyolojik organizmalar ile olur.

Gemiler gerek tekne ve pervanenin onarım, temizlik ve boyanması, gerekse su altı sistemlerinin bakımının sağlanması için belli aralıklarla havuzlanırlar. Geminin havuzlanamadığı ve tekne kirliliğinin gemi hızının düşmesine yol açması durumunda, sualtı fırçalama sistemleri ile tekne altının temizlenmesi yoluna gidilir. Bu geçici bir çözüm olup, uzun süreli çözüm geminin yeniden etkin bir koruyucu boya ile boyanmasıdır. Ancak geminin havuzlanamadığı ve kirliliğinin gemi hızına etki ettiği durumda bu yola başvurularak olumlu sonuçlar elde etmek mümkündür.

1.2 Artık Direnci Azaltma

Artık direnç geminin toplam direncinden gemi ıslak alanına eşdeğer bir levhanın sürtünme direnci çıkarıldıktan sonra kalan dirençtir. Düşük hızlı gemilerde toplam direncin % 8-25, yüksek hızlı gemilerde ise %40-60' ını artık direnç oluşturur. Artık direncin büyük yüzdesi dalga direnci olarak kabul edilebilir. Geminin hızı arttıkça artık direnç artar sürtünme direnci azalır. Yüksek hızlı gemilerde dalga direnci toplam direncin %40' ını



Şekil 2. Deplasman Katsayısına Bağlı Olarak Güç Ve Hız Değişimi

oluşturur.

Artık dirence, deplasman katsayısı, boyuna deplasman merkezinin yeri, deplasman - boy sayısı, baş formu gibi faktörler etki eder. Deplasman katsayısı artık dirence sürtünme direncinden daha fazla etki eder. Şekil 2'de deplasman katsayısına bağlı olarak güç ve hız değişimi görülmektedir.

Sevk Verimini Artırma

Sevk sistemleri gemiye etki eden dirençleri karşılayarak geminin istenen hızda hareketini sağlarlar. Sevk sistemleri ana makinenin yakıt sarfiyatı üzerinde etkilidirler. Gemi makinelerinde enerji ekonomisi sağlanabilmesi için sevk sistemlerinde verimliliğinin artırılması önemli bir etkidir.

Gemi ve Pervane Arasındaki Karşılıklı Etkiler

Sabit bir hızla hareket eden bir geminin arkasında akım şartları geminin geometrik özelliklerine,

Froude ve Reynolds sayılarına göre değişimler gösterir. Geminin kıçındaki akışkanın herhangi bir noktasındaki hızı, gerek doğrultusu ve gerekse miktarı bakımından, geminin kıçından farklıdır. Farklılık gösteren bu bölgeye geminin izi denilir. Gemi izinin içinde bulunacak bir pervaneye geminin etkisi, akışkan hızların değişmesi şeklinde olur. Geminin ortalama iz hızı aşağıdaki biçimde gösterilir:

$$\Delta V_A = V - V_A$$

ΔV_A : Geminin ortalama iz hızı

V_A : Geminin kıçındaki akışkan hızlarının ortalama değeri

V : Geminin hızı

Geminin ortalama iz hızının gemi hızına oranına iz katsayısı denir ve aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$w = \Delta V_A / V$$

İz katsayısının değeri büyük oranda geminin formuna bağlıdır. Ayrıca pervanenin yeri ve ölçüleri de iz katsayısını etkiler. İz katsayısının pervane verimi üzerinde büyük etkisi vardır. İz katsayısı tekne yüzeyi kirlendikçe artar. Gemi yeni ve tekne altı temiz olduğu zaman en az değerdedir. Ancak teknenin korozyon, erozyon, koruyucu boyanın bozulması ve çeşitli deniz canlılarının tekneye yapışması sonucu pürüzlenmesi ve kirlenmesiyle w değeri artar.

İz katsayısının artması ile pervane etrafındaki suyun dağılımındaki

homojenlik bozulacağından pervanedeki kavitasyon riski de artar. Tek pervaneli gemilerde w değeri 0.20 ile 0.45 arasında değişir.

Bir pervane çalıştığı zaman geminin kıçında bir emme olmaktadır. Pervanenin gemiye olan emme etkisi gemide bir direnç artışı meydana getirmektedir. Emme katsayısı (t), pervanenin gemiye olan etkisini gösteren bir bağıntıdır. Gemi ile pervane karşılıklı birbirlerine etkide bulunurlar. t değeri, B/L oranına bağlıdır. Ayrıca V kıç formülü gemilerdeki değeri U kıç formülü gemilerden daha fazladır. İz katsayısı değeri artıkça emme katsayısı değeri de artar. Tek pervaneli gemilerde emme katsayısı 0.12 ile 0.3 değerleri arasında değişir. Blok katsayısı büyük olan geminin emme katsayısı da büyük olur .

Sevk Verimine Etki Eden Verimler

Sevk verimine gemiye ait bir çok faktör etki eder. Bu faktörlerin hepsinde yapılacak bir iyileştirme ile sevk verimi istenen düzeye çıkarılarak enerji ekonomisi elde edilebilir. Hareket halinde bulunan geminin sevk verimi bu verimlere bağlı olarak aşağıdaki şekilde gösterilir.

$$\eta_T : \eta_H \eta_R \eta_O \eta_S$$

η_T : Toplam Sevk verimi

η_H : Tekne verimi

η_R : Relatif dönme verimi

η_S : Şaft verimi

η_O : Pervane verimi

Pervane verimi tekneye takılmadan önceki açık suda çalışma verimiyle ilgilidir. Pervane verimi özellikle geminin kıçındaki akışkan hızlarının ortalama değerine, itme kuvvetine, devir sayısına ve momente bağlıdır. Pervane verimi yaklaşık olarak 0.35 ile 0.75 arasında değişir. %100 verime erişilememesinin nedeni momentum ve sürtünmeden dolayı oluşan kayıplardır. Sevk veriminin yüksek olması için rölatif dönme veriminin yüksek olması gereklidir. Pervane çapının artması ile bu verim artar. Şaft verimi şaft yataklarının yağlanmasına, eğer konulmuş ise devir düşürücü donanımların verimine ve yağlanmalarına bağlıdır. Şaft verimi 0.96 ile 0.995 arasında değişir.

Pervane Çapının Sevk Verimine Etkisi

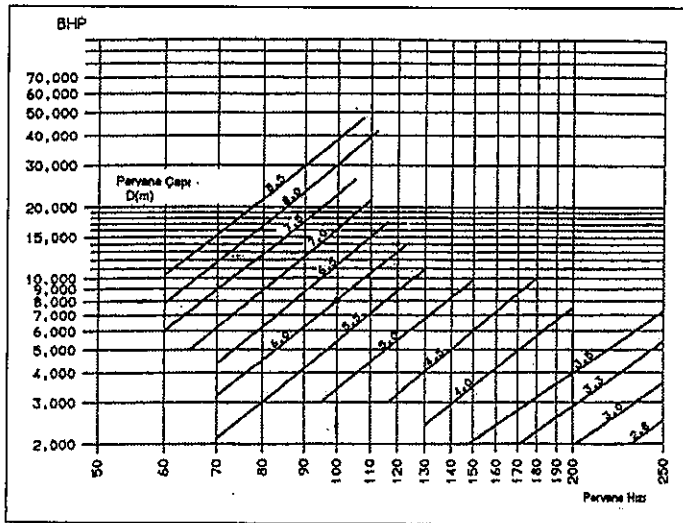
Pervane çapı ile devir sayısı arasında doğrudan bir ilişki vardır. Şekil 3'de belli bir güçte devir sayısı ve pervane çapı arasındaki ilişki görülmektedir. Pervane çapı arttıkça devir sayısı

azalmaktadır. Pervane çapının artması ile pervaneye binen yük azalır. Bu yüzden pervanenin açışu verimi dolayısı ile pervane verimi artar. Devir sayısındaki azalmaya bağlı olarak görüldüğü gibi pervane verimi artmaktadır.

Pervanelerde Kavitasyon

Pervane kanatlarına hasar veren ve sevk veriminin düşmesine yol açan bir olaydır. Pervanelerde oluşan kavitasyon laminar (şerit) kavitasyon ve - kabarcıklı kavitasyon olarak ikiye ayrılır:

Laminar kavitasyon, pervanenin kanat uçlarında yüksek hızların doğurduğu basınç düşüşünden oluşur. Bu tip kavitasyonun pervanenin hidromekanik özellikleri üzerinde önemli bir etkisi yoktur. Ayrıca pervanenin itme, dönme momenti ve verimi üzerinde de büyük bir etkisi yoktur. Pervane üzerinde büyük etkiyi kabarcıklı kavitasyon yapar.



Şekil 3 Pervane Çapına Bağlı Olarak Güç ve Devir Sayısı Değişimi

Kavitasyon bölgesindeki sıvı basıncının doymuş buhar basıncına kadar düşmesi ile sıvı içinde erimiş bulunan hava sudan ayrılarak boşluk oluşturur. Bunlar sıvı ve pervane üzerinde patlayarak yerlerine yeni boşluklar oluştururlar. Patlamanın sonucunda oluşan kuvvetler pervane yüzeyleri üzerinde büyük darbe tesiri yapar. Kabarcıkların oluşup patlamasıyla pervane kanadına gelen akım hatlarında bozulmalar görülür. Böylelikle pervanenin itme, dönme momenti ve veriminde büyük değişimler görülür. Pervane yüzeyine ait malzeme aşınarak erozyona uğrar. Oluşan erozyon sonucu pervane verimi düşer. Pervanelerde kavitasyon sonucu aşağıdaki problemler oluşur :

- Pervane verimi düşer. Kavitasyonsuz haldeki aynı çalışma şartlarına göre geminin hızı düşer. Aynı hıza erişmek için ana makinenin daha fazla güç üretmesi gerekir.
- Oluşan erozyon sonucu pervane kanatları zarar görür. Pervanelerde erozyon genellikle geniş bir bölgede aşınma yada küçük alanlarda oyuklar şeklinde görülür. Pervane kanatlarının bozulmasıyla da pervane verimi düşer.
- Geminin kıç tarafında ses ve vibrasyon artar.

Pervanelerin Bakım Tutumu
Geminin operasyon şartları da pervane verimini etkiler. Geminin havuzdan çıkışından sonra çalışması sırasında teknenin boyasında aşınmalar nedeniyle tekne direnci artar. Bu nedenle pervanenin içinde çalıştığı ortam değiştirir. Bunun sonucunda slipte bir artış ve pervane veriminde bir düşüş olur .

Pervane kanatları geminin çalışması sırasında seyir ve liman zamanına ,

pervane yük durumuna ve çevre şartlarına bağlı olarak kirlenir, hasara uğrar. Özellikle pervane yüzeylerinin tekne yüzeylerinde olduğu gibi koruyucu boya ile boyanmaması nedeniyle daha çabuk kirlenir. Kirlenme daha çok kanatların uç kısımlarında görülür. Bu etkiler nedeniyle pervane yüzeyi düzgünlüğünü kaybeder yitirir. Bunun sonucunda pervane veriminde düşüş olur. Pervane veriminin tekrar önceki değerlerine gelebilmesi için pervane yüzeylerinin temizlenmesi ve parlatılması gereklidir.

Makina Dairesinde Verimi Artırma

Makine dairesinde verimin artırılması amacıyla yapılacak enerji ekonomisi uygulamaları, geminin diğer bölümlerine göre daha kapsamlıdır ve daha büyük getiriler sağlamaktadırlar. Makine dairesinde verimi artırmak amacı ile yapılacak enerji ekonomisi uygulamaları aşağıdadır:

- Ana makinenin yakıt giderini azaltma,
- Jeneratörlerin yakıt giderlerini azaltma,
- Atık enerjinin geri kazanılması,
- Elektrik tüketiminin azaltılması,

Ana Makinenin Yakıt Giderini Azaltma
Geminin yakıt giderlerini etkileyen en önemli etken ana makinenin tükettiği yakıt miktarıdır. Ana makinenin seçiminden, işletimine kadar bir çok faktör yakıt giderlerine etki eder. Makine seçiminde özgül yakıt sarfiyatı düşük olan makinelerin seçilmesi gereklidir. Ancak bu özelliğe sahip bir makineden istenen sonuçların alınabilmesi, makinenin işletme

şartlarına uygun biçimde işletilmesine bağlıdır. İşletme giderlerinin azaltılabilmesi, ana makineye ait verim değerlerinin sağlanabilmesi dolayısıyla iyi bir yanmanın elde edilmesiyle mümkün olacaktır. Makinenin enerji ekonomisini ilgilendiren en önemli olayı yanmadır. Yanmanın gerektiği biçimde gerçekleştirilmesiyle yakıt giderleri istenen sınırlarda tutulabilir. Yanmanın kötüleşmesi motor verimini bozmakta ve yakıt giderlerini artırmaktadır. Aynı zamanda kötü yanma, çeşitli biçimlerde makine elemanlarının servis ömürlerini de önemli oranda azaltmaktadır. Dolayısıyla yanmanın işletmeci tarafından iyi şekilde gerçekleştirilmesi işletme giderleri açısından oldukça önemlidir.

Yanmaya Etki Eden Faktörlerin Yakıt Ekonomisine Etkileri

Devir Sayısı

Yanmaya etki eden en önemli faz olan tutuşma gecikmesi, devir sayısının değişmesi ile değişiklik gösterir. Devir sayısının artmasıyla, buna bağlı olarak yanma odasının içersindeki hava hareketleri kuvvetlenip, silindir içersindeki türbülans artmaktadır. Püskürtülen yakıtın oluşturduğu demet içersindeki damlaların çapları, hava hareketinin sürütme etkisi ile küçülür. Küçük çaplı damlalar daha çabuk ısınır buharlaşırlar. Bu yüzden, hava bir yandan damlaların küçük çaplı olmasını sağlarken, diğer yandan da buharlaşmalarını çabuklaştırarak, tutuşma öncesi olan fiziksel hazırlıkları hızlandırmaktadır.

Bunların yanında, devir sayısının artması tutuşma gecikmesini başka bir açıdan da etkilemektedir. Devir sayısı artıkça, çevrim sayısı, dolayısıyla birim

zamanda ısıya dönüşen enerji miktarı artar. Ayrıca, ısının cidarlardan kaçması için gerekli olan zaman kısalmır. Bu yüzden, türbülansın artmasına rağmen cidarlardan ısı kaybı azalır. Sıkıştırma strokunun sonlarına doğru, püskürtmenin yapıldığı sırada yanma odasındaki sıcaklık yükselir. Devir sayısının artışı ile yanma odasında oluşan bu sıcaklık artışı nedeni ile tutuşma gecikmesi süresi zaman olarak kısalmır. Fakat daha büyük krank açısına ihtiyaç gösterir.

Devir sayısının yukarıda belirtilen etkileri nedeni ile dizel motorları uzun süre düşük devirde çalıştırılmamalıdır. Düşük devir sayısında yapılacak çalıştırmada, tutuşma gecikmesi süresinin uzaması nedeni ile maksimum yanma basıncı düşer. Yanma tam olarak gerçekleşmez. Bunların neticesinde motor verimi düşerken yakıt harcaması artar.

Gemilerde sefer başlangıcında tahmini olarak varış tarihi bildirilmektedir. Özellikle uzun seferlerde varış limanına bildirilen tarihten önce varma durumlarıyla karşılaşılabilmektedir. Böyle bir durum ortaya çıktığında yol kesilerek ana makine düşük devirde çalıştırılmaktadır. Ana makinenin düşük devirde çalışması, motor verimini düşürerek yakıt sarfiyatını artırır. Ayrıca kötü yanma nedeni ile yanma odası elemanları kirlenir ve aşınma miktarları artar.

Püskürtülen Yakıt Miktarı ve Yük

Yanma odasına püskürtülen yakıt miktarının artmasıyla, her bir çevrimde daha fazla yakıt yakılır. Bu nedenle, yanma sonu sıcaklığı uzun bir süre yüksek bir değerde kalarak, yanma odası cidarlarını ısıtır. Isınan cidarlar,

bir sonraki çevrimde, önce sıkıştırma başlangıcında dolgu havasının daha fazla ısınmasını, sonradanda daha az ısı kaybetmesini sağlar. Böylece tutuşma gecikmesi sırasında yanma odasının sıcaklığı yükselir. Yakıt daha sıcak olan gazların içerisine püskürtüldüğü için çabuk tutuşur. Bu yüzden, yük miktarının artmasına bağlı olarak püskürtülen yakıt miktarı arttıkça, tutuşma gecikmesi süresi kısalır. Maksimum yanma basıncı için özgül yakıt giderleri azalır.

Motorların ekonomik olarak çalıştırılmaları için belirtilen bu duruma dikkat etmek gerekir. Genellikle motorlar maksimum yükün % 80 - 90'ında çalıştırıldıklarında yüksek verim elde edilir.

Püskürtme Başlangıç Zamanı

Yakıtın enjektörden silindir içerisine püskürtülmeye başlama zamanının tutuşma gecikmesi üzerinde önemli derecede etkisi vardır. Püskürtme erken yapılırsa yanma odasında o andaki basınç ve sıcaklık düşük olacağından tutuşma gecikmesi süresi uzar. Tutuşma öncesi yanma odasına giren yakıt miktarı süre uzadığı için fazlalaşır. Yakıtın ilk tutuşmasıyla beraber tüm yakıt hepsi birden tutuşarak yanmaya başlar. Maksimum yanma basıncı ve basınç artma oranı yükselir. Bunun sonucunda daha önce belirtildiği gibi, dizel (gaz) vuruntusu meydana gelir.

Püskürtme geç yapılırsa yine olumsuz durumlarla karşılaşılır. Tutuşma gecikmesi süresi erken püskürtmeye göre daha kısa olarak gerçekleşir. Fakat yanmaya ayrılan süre kısılacacağı için yanmanın büyük bir bölümü genişleme sırasında oluşur. Maksimum yanma basıncı düşer. Art yanma

denilen olay meydana gelir. Görüldüğü gibi yakıtın silindire püskürtülmeye başlama zamanı motor verimine ve yakıt sarfiyatına etki yapmaktadır.

Dolgu Havasının Basınç ve Sıcaklığı

Dolgu havasının silindire giriş sıcaklık ve basıncı tutuşma gecikmesi üzerinde etkilidir. Dolgu havasının sıcaklığının yükselmesi tutuşma gecikmesi süresini kısaltır. Fakat, dolgu havası sıcaklığının artması ile tutuşma gecikmesi süresi kısalırken, buna bağlı olarak volumetrik verim azalır. Silindir içersine giren hava dolayısıyla oksijen miktarı düşer. Oksijen miktarındaki düşüş yanma hızını azaltacağı için, giriş havası sıcaklığının çok fazla artması, yanmanın bütünü üzerinde olumsuz etki yapar. Bu nedenle dolgu havası sıcaklığının motor imalatçısı tarafından çeşitli deneyler neticesinde bulunmuş sıcaklık sınırları içerisinde tutulması gerekir. Bu sınır değerleri altında ve üzerinde olan sıcaklık değerleri yanmayı kötüleştirerek yakıt sarfiyatını artırır.

Giriş basıncı arttıkça tutuşma gecikmesi süresi azalmaktadır. Çünkü dolgu havasının giriş basıncı arttıkça sıkıştırma sonu basıncı artar ve damlacıklar daha küçük çaplı olur. Damlalara ısının geçiş katsayısı büyür. Ayrıca dolgu havası giriş basıncının artması ile volumetrik verim ve buna bağlı olarak silindire giren oksijen miktarı artar. Yakıt damlaları ile oksijen molekülleri arasında çarpışma olasılığı yükselir. Yakıt daha çabuk buharlaşır. Bu yüzden dolgu havası basıncı arttıkça tutuşma gecikmesi süresi kısalır.

Yakıt yanmanın 3 fazı içerisinde ideal olarak yakılır. Maksimum yanma basıncı yükselir, motor verimi artarken

yakıt sarfiyatı azalır. Bu nedenle dolgu havası giriş basıncının yapımıcı firma tarafından belirlenen değerlerinde tutulması gereklidir. Aksi takdirde önemli yakıt kayıpları ile karşılaşılabilir.

Yakıtın Özellikleri

Yakıtın tutuşma kalitesi, viskozite, uçuculuk gibi özellikleri tutuşma gecikmesini etkiler yakıtın tutuşma kalitesi setan sayısı veya dizel indeksiyle belirtilir. Yakıt içerisindeki parafinik hidrokarbonların miktarı arttıkça, setan sayısı artar. Setan sayısı yüksek olan yakıtların tutuşma kaliteleri yüksektir. Aromatik yakıtların ise; hem setan sayıları, hem de tutuşma kaliteleri düşüktür. Setan sayısı arttıkça tutuşma gecikmesi süresi kısalmaktadır. Tutuşma gecikmesi süresi kısaldığı için, yanmanın diğer fazları ideal şekilde gerçekleşir.

Viskozitenin Etkileri

- Dizel motorlarında uygun viskoziteli yakıtın kullanılması, pompalama, püskürtme olaylarında olduğu gibi yanmada da etkisini gösterir.
- Viskozitenin yükselmesi ile yanma odasına püskürtülen yakıtın damlacık çapları da büyür. Damla çaplarının büyümesi ile beraber yakıtın hava ile iyi bir karışım oluşturması ve buharlaşması zorlaşacağından yanma ideal bir şekilde gerçekleşmez. Tam yanma olmadığı için kullanılan yakıtın ısı enerjisinin tamamı işe dönüştürülmeden egzost edilme durumu ile karşılaşılır.
- Yakıtın silindir içerisine yüksek viskozitede püskürtülmesiyle birlikte tutuşma zorlukları ortaya çıkar. Yanmanın tutuşma gecikmesi fazla

uzar. Geç tutuşma nedeniyle, tutuşma öncesi silindire giren yakıt miktarı fazla olacağından hepsi birden tutuşarak yanma yavaşlar. Yüksek hızda bir basınç artışı ve bunun sonucunda ani ve yüksek gerilmeler şiddetli titreşimler oluşur. Dizel vuruntusu adı verilen bu olay nedeniyle piston, konnektin rod ve yataklarda aşırı yükler oluşur. Sonuç olarak yataklarda aşınmalar; piston üst yüzeyinde deformasyon ve parçalanmalar, konnektin rod eğilmeleri meydana gelir.

Viskozitenin düşük olmasının da sakıncaları vardır. Düşük viskoziteli yakıt aktığı yerlerde özellikle pompa ve enjektör elemanları üzerinde erozyon etkisi gösterir. Bu durum söz konusu parçaların daha erken aşınmalarına ve bu parçacıklar üzerinde izler oluşmasına sebep olur. Oluşan bu izler yüzünden pompanın sağladığı püskürtme basıncı düşer. Püskürtme basıncı, penetrasyonu ve damla basıncını doğrudan etkilediği için, basıncın düşmesiyle yanma kötüleşir.

Erozyonun meme içerisindeki iğne valf ile onun bastığı yüzeyde meydana getirdiği izler püskürtme sonrası sızdırmazlığı bozar. İşeme tabir edilen enjektörün damlatması nedeniyle, gaz vuruntusu ve trank pistonlu motorlarda karter yağına yakıt karışması olayı meydana gelir. Kroshedli motorlarda yakıt skavenç mahallerinde birikerek skavenç yangınlarını oluşturur.

Aynı zamanda düşük viskoziteli yakıt, yakıt sistemlerinde sızdırmazlığı temin eden elemanlar ile yakıt pompası ve silindirler arasında kaçaklar oluşturur. Yakıtın hiç kullanılmadan baypas edilmesine veya dışarı atılmasına neden olur. Ayrıca bu sızmaların yine

kartere akma ve yağlama yağına karışma tehlikesi nedeniyle yağlama yağının özelliği bozulur. Bunun sonucunda taşıma mukavemeti azalır, yağ filmi yırtılarak metal sürtünmesi oluşur, aşınma ve ısınma olayı meydana gelerek yatak ömrü kısalmır.

Yakıtın Yanmaya Hazır Hale Getirilmesi

İyi bir yanmanın gerçekleşmesi için yanma odasına gönderilecek hava ve yakıtın iyi bir karışım oluşturması gereklidir. Fazların istenen sınırlar içinde oluşabilmesi silindir içine gönderilecek hava ve yakıtın hazırlanmasıyla yakından ilgilidir.

Yakıtın depolama tankından yanma odasına püskürtülmesine kadar geçen süreçte işletme şartlarına uyulmaması yanmaya olumsuz etkiler. Yakıtın dinlendirme tankında yeterli sıcaklığa getirilmemesi separasyon işlemini etkiler. Separasyonun bozulması sonucunda yakıtın içinde bulunan su ve slaç yeterince ayrıştırılmadan yanma odasına gider ve yanma bozulur.

Separatörün çalışması sırasında gerekli kontrollerin yapılması da önemlidir. Separatörün belirli sürelerde şok edilmemesi, separatör taslarının kirlenmesine rağmen temizliğinin geciktirilmesi separatörün performansını düşürür. Kirli ve su karışımı içeren yakıt, püskürtme sistemlerine zarar verir ve yanmayı bozarak yakıt sarfiyatını artırır.

Jeneratörün Yakıt Giderini Azaltma

Geminin ihtiyacı olan elektrik enerjisinin üretilmesi için kullanılan, hem seyirde, hem de limanda sürekli

olarak devrede olan jeneratörlerin yakıt sarfiyatı, geminin genel yakıt giderleri içinde önemli bir yer tutar.

Gemilerde elektrik enerjisinin elde edilmesi için yapılan harcamaların azaltılması işletme giderlerinin de azalmasına neden olur. Bunu sağlayabilmek için yapılabilecek işlemler şunlardır:

- Tek jeneratörle seyir.
- Jeneratörlerde daha ucuz yakıt kullanılması
- Şaft jeneratörü kullanılması

Tek Jeneratörle Seyir

Jeneratörler seyir durumunda tek jeneratör ile gerekli elektrik enerjisini üretecek güçte seçilirler. Ancak jeneratörlerin bakımlarının gerektiği gibi yapılmaması ve işletme şartlarına uyulmaması sonucunda ürettikleri güçte azalma olur. Bu nedenle geminin seyirdeki elektrik enerjisi ihtiyacı iki jeneratör paralelde çalışarak karşılanır. Ancak böyle bir durumda da jeneratörlerin yakıt sarfiyatı artar. Enerji ekonomisi açısından olumlu sonuçlar elde etmek için, gemilerin sahip olmaları gereken planlı bakım programına göre jeneratörlerin bakımlarının yapılması, çalışmalarını sırasında basınç ve sıcaklık değerlerinin kontrol edilmesi ve belirlenen sınırlarda olmasının sağlanması gereklidir.

Jeneratörlerde Daha Ucuz Yakıt Kullanılması

Jeneratörlerde, MGO veya DO yerine ucuz olan HFO kullanılarak elektrik enerjisi daha ucuza elde edilebilir. Ucuz ancak kalitesi düşük yakıtın jeneratörlerde kullanılması ile bazı problemler ortaya çıkmaktadır. Her

şeyden önce HFO'nun enjektörden yanma odasına püskürtülmeye hazır hale gelmesi için ısıtılması ve titiz biçimde temizlenmesi gereklidir. Bu amaçla sistemin yakıt devresine separatör ile birlikte ısıtıcı ve filtreler ilave etmek gerekir. Jeneratörlerde HFO'nun kullanılması sonucu yakıt için ödenen paranın azalması ile birlikte aşağıdaki problemler ortaya çıkar:

- HFO yapısal özelliği nedeniyle silindir laynerinde pistonlarda ve yataklarda daha fazla aşınmaya, emme ve egzost valflerinin kısa sürede hasarlanmalarına neden olur. Bunun sonucunda makine parçalarının servis ömürleri önemli oranda azalır. Bakım giderleri artar.
- Yağlama yağı sarfiyatı artar. Ayrıca yağlama yağı kirliliği artacağı için yağlama yağı devresine yağ separatörü monte etmek gerekir.
- Jeneratörlere hareket veren dizel motorları yaklaşık 750 dev/dak hareket eden orta devirli dört zamanlı makinelerdir. Bu makinelerde HFO kullanımı ile birlikte motor verimi düşer.

Belirtilen sakıncalarından dolayı D.O. kullanan jeneratörlerde HFO kullanılması tercih edilmemektedir. Ancak yeni gemi inşasında jeneratör tercihinin HFO kullanan jeneratörlerden yana yapılması daha uygundur.

Şaft Jeneratörü Kullanılması

Ana makineden elde edilip, gemiyi hareket ettiren pervaneye sevk edilen güçten yararlanılarak elektrik enerjisi elde edilmesi yöntemidir. Şaft jeneratörünün ürettiği güce bağlı olarak seyir sırasında diğer jeneratörler ya devre dışıdır ya da şaft

jeneratörüyle paralel olarak devrededirler. Gemilerde şaft jeneratörü kullanılması ile aşağıdaki avantajlar elde edilir:

- Elektrik enerjisi özgül yakıt sarfiyatı daha düşük olan ana makineden elde edilir.
- Elektrik enerjisi mekanik verimi jeneratörlere göre daha yüksek olan ana makineden elde edilir.
- Ana makine HFO kullandığı için elektrik enerjisi daha ucuz yakıtla elde edilir.
- Şaft jeneratörünün devrede olduğu sürede dizel jeneratörü çalışmayacağı için bakım-tutum giderleri azalır.
- Diğer jeneratörler devrede olmayacağı için yağlama yağı sarfiyatı azalır.
- Diğer jeneratörlerin devre dışı olması nedeniyle makine dairesindeki rahatsız edici ses miktarında azalma olur.
- Jeneratörlerin çalışma saatleri azalacağından, bu çalışma saatlerine göre yapılan bakım-tutum süresinin artması ve çalışılan ortamdaki rahatsız edici ses miktarının azalması nedeniyle makine personelinin çalışma şartları iyileşir.

Ancak bu yöntemin en büyük sakıncası ana makineden elde edilen gücün bir kısmının şaft jeneratöründe kullanılması ile pervaneye verilen gücün azalması bunun sonucunda gemi hızının düşmesidir. Özellikle taşıdıkları yük nedeniyle hızlı olmaları gereken gemilerde, bu yöntemin kullanılması sakıncalıdır.

Atık Enerjinin Geri Kazanılması

Gemi pervanesine hareket veren, ağır devirli iki zamanlı yüksek güçlü ana makinelerin egzost gazları üzerinde makinenin verimine bağlı olarak

önemli miktarda atık enerji bulunur. Enerji ekonomisi üzerinde bu enerjinin geri kazanılmasının çok büyük etkisi vardır. Atık enerjinin geri kazanılması için uygulanabilecek yöntemler şunlardır:

- Turbogeneratör Kullanılması
- Turbokompaunt Sisteminin Kullanılması

Turbogeneratör Kullanılması

Makineden çıkan egzost gazları ilk önce manifold vasıtasıyla yanma odasına basınçlı hava sağlayan turboşarjere yönlendirilir. Egzost gazları, üzerlerinde taşıdıkları enerji ile türbine hareket verip turboşarjere terk ettikleri sırada da hala kullanılabilir enerjiye sahiptirler. Bu enerjiden istifade etmek amacıyla egzost gazları atmosfere atılmayıp baca kazanına gönderilirler. Bu kazanda egzost gazlarının enerjisiyle elde edilen buhar, hem geminin ve sistemlerinin ısıtılmasında, hem de buhar türbininde (turbogeneratör) elektrik enerjisi elde edilmesinde kullanılır.

Egzost gazlarının taşıdığı enerji ve sıcaklığa bağlı olarak gazlarından buhar elde edilmesiyle ilgili olarak basit buhar sistemi ve dual basınçlı buhar sistemi kullanılır.

Basit buhar sistemiyle egzost gazlarından geri kazanılabilecek enerjiden daha fazlasını elde etmek amacıyla dual basınçlı sistem kullanılır. Bu sistemin kullanılmasının nedenlerinden biri de gemi dizel motorlarındaki gelişmeler sonucu verimlerinin yükselmesiyle beraber egzost gazı sıcaklıklarının düşmesidir. Egzost gazlarının sıcaklıklarının düşüşüyle birlikte üzerlerinde taşıdıkları enerji miktarının da azalması nedeniyle basit buhar sisteminin yerine verimi daha yüksek olan dual basınçlı sistem kullanılır.

Bu sistemin kullanılmasıyla birlikte hava soğutucularındaki atık ısının geri kazanımı da mümkün olabilmektedir. Bloverde sıkıştırılarak basıncı ve sıcaklığı artan havanın silindirlere gönderilmeden önce soğutulması gerekir. Merkezi soğutma sistemlerinde soğutucu olarak tatlı su kullanılırken diğer sistemlerde deniz suyu kullanılır. Hava soğutucusundan çıkan soğutma suyunun sıcaklığı makinenin yük durumuna ve çalışma ortamına bağlı olarak 120-150 °C'ye kadar yükselebilmektedir. Tablo 1'de görüldüğü gibi hava soğutucusundan elde edilebilecek enerji egzost gazları enerjisinin yarısına eşittir. Böylelikle Dual basınçlı buhar sistemin kullanılmasıyla basit buhar sistemine göre %20 verim artışı sağlanır.

Tablo 1. Ana Makina Isı dağılımı

	SULZER RLB	B&W 6L MCE
Egzost Gazları	% 29	%25.5
Hava Kuleri	% 14	%14.5
Soğutma Suyu	% 11	% 5.7
Yağ Kuleri	% 1	% 3
Radyasyon	% 1	% 0.5
Efektif Güç	% 44	% 50.8

kullanıldığında gemi zikzaklar çizerek gezeceğinden yol da uzar. Seyir veriminin dümene ve oto pilota bağlı olan kısmında verimin artırılabilmesi için küçük açılarla sık sık dümen kullanılmalı veya oto pilot ayarı bunu sağlayacak şekilde yapılmalıdır.

Uygun Hızda Seyir

Gemi hızı ile ana makinenin yakıt giderleri arasında doğrudan bir ilişki vardır. Yakıt giderlerini azaltmak için gemi hızı optimum noktadan aşağıya düştüğünde seyir süresi ve sefer süresi uzar. Bunun sonucu olarak örneğin zaman periyodu bir yıl alınırsa hızdaki azalma yıllık sefer sayısının azalmasına, sonuçta da bir yılda taşınan yük miktarının azalmasına neden olur. Taşınan yükün azalması ile navlun gelir düzeyi düşer. Bunun sonucunda yakıt tasarrufu sağlanırken yük talebinde rekabet gücü azalır. Gemi hızının belirlenmiş ekonomik hızdan daha fazla artması ile seyir ve sefer süresi azalırken yakıt sarfiyatı artmaktadır.

Uygun Rotada Seyir

Seyir başlamadan önce yapılması gereken seyir planı ile geminin varış limanına kadar takip edeceği rotalara karar verilerek harita üzerine çizilir. Seyir planı yapılırken öncelikle hava şartlarına ve akıntılara dikkat etmek gerekir.

Uluslararası deniz haritalarının bir kısmı dünyanın tüm seyir bölgelerine göre tavsiye edilen rotaları göstermektedir. Bu haritalar göz önünde tutularak, fırtınalar ve akıntılardan kaçınılarak yapılacak seyir planını ile geminin ve seyirin emniyetinin korunması ile beraber seyir

verimi azami dereceye çıkarılmış olur. Ayrıca mümkün olduğu takdirde akıntılardan faydalanılacak şekilde yapılacak bir şeyir planı da seyir yardımcı olacaktır. Hava şartları denince rüzgar, dalgalar ve rüzgar akıntısının etkisi anlaşılır. Rüzgar ve akıntının ileri yolda hareket halinde olan bir gemiyi nasıl etkilediği aşağıda açıklanmıştır.

Uygun Balast ve Trimde Seyir

Boş veya az yüklü geminin balast tanklarına deniz suyu alınarak geminin biraz daha suya batırılması ile pervanenin hava kapmaması ve daha derinde çalışması sağlanır. Seyir yapılacak rotadaki hava şartlarının önceden değerlendirilmesi ile, gemi güvenliğini tehlikeye atmadan daha az balast ile seyir yapma olanağı vardır. Balast miktarının azalması ile gemi üzerinde taşınan yük azalacağından ana makinenin yakıt sarfiyatı da azalır. Ayrıca limanda yükleme ile birlikte balast pompaları yardımıyla balastın denize basılması gereklidir. Balast miktarının artması ile birlikte balast pompalarının çalışma süresi artar. Daha fazla elektrik tüketimi olacağından jeneratörlerin yakıt sarfiyatı artar.

Uygun trim belli bir draftta maksimum hızı elde etmeyi sağlar. Böylelikle ana makine üzerine binen yük azalacağı için yakıt tasarrufu elde edilir.

Sonuçlar

Enerji ekonomisi uygulamalarının yapılmasıyla elde edilen tasarruf oranı Tablo 4'de görülmektedir. Bu sonuçların elde edilebilmesi, yapısal değişikliklere gidilmesi, teknolojik gelişmelerin gemi bünyesine

uygulanmasının yanında, mevcut operasyon şartlarının iyileştirilmesi ile mümkün olabilir.

Enerji ekonomisi uygulamalarındaki en önemli faktörlerinden bir bakım tutumdur. Bu sonuçları elde edebilmek için gemi bünyesinde, tekne, makine ve sistemlerde planlı bakım uygulamaları yapmak gereklidir. Böylelikle bir yandan verimlilik artıp yakıt giderleri düşerken, diğer yandan da güvenli gemi işletmeciliği sağlanmaktadır.

Yakıt sarfiyatının düşmesinin diğer bir faydası da, yük taşıma kapasitesindeki doğacak artıştır. Çünkü seferde kullanılacak yakıtın miktarı düşeceğinden daha az yakıtın tanklarda depolanması nedeniyle, azalan yakıt miktarı oranında daha fazla yük taşınması mümkün olacaktır.

Enerji ekonomisi uygulamaları, işletme aşamasında olduğu kadar gemi seçimi

aşamasında da öncelikle ele alınması gereklidir. Belli harcamaları gerektiren iyileştirme çalışmalarının gemi için en uygun şeklinin belirlenmesi geminin yaşı ve servis ömrü ile yakından ilgilidir. Çünkü yapılan yatırım için yapılan harcamaların geri dönüş süresi önemlidir.

Kaynaklar

[1] MAN B&W, 2000. *Basic Principles of Ship Propulsion*, Copenhagen

[2] Kresic, M., 1983. *Effect Of Propeller Design Points Definition On The Performance at A Propeller*, SNAME Transactions, Vol 91, 195-224

[3] Geisler, O.S., 1989. *Marine Propulsion Systems Research For Efficiency*, Marine Engineering Now And In The Future, London, 17-18 July 1989

Tablo 4. Enerji Ekonomisi Uygulamasıyla Elde Edilebilecek Tasarruf Oranı

Enerji Ekonomisi Uygulaması	Tasarruf Oranı (%)
Tekne Şekli	5-10
Pervane Seçimi	5-10
Optimal Tekne Bakımı	3-5
Pervane Bakımı	1-3
Uygun Rota	2-4
Uygun Trim	0.1-1
Minimum Balast	0.1-1
Otopilot Kullanımı	0.1-1
Uygun Yakıt Püskürtme	1-2
T/C	2-4
Elektrik Tüketiminin Azaltılması	0.5-1
TCS Kullanımı	3-5
Şaft Jeneratörü Kullanımı	1-3
Turbojeneratör Kullanımı	3-5

- [4] Smith, M., 1984. *Economic Painting Consideration, Shipbuilding & Marine Engineering- March, 77-78*
- [5] Fukugaki, A., 1993. Review of Shipboard Energy Technology, *Trans I Mar E*, Vol.106,43-59.
- [6] Burnet, R.F., 1981 *Designing Ships for Fuel Economy, Shipbuilding & Marine Engineering, December, 541-544.*
- [7] Harvald, A., 1991. *Resistance And Propulsion Of Ships*, Krieger Publishing Company Florida, 43-215
- [8] Harvald, A., HEE, M., 1988. *The Components Of The Propulsive Efficiency Of Ships In Relation To The Design Procedure . SNAME, 126-138.*
- [9] Hensel, W., 1982. *Energy Saving in the Ship Power Supplies, "Trans I Mar E. Vol. 96, 3-8*
- [10] Hughes, C.N., 1989. *Shipping: A Technoeconomic Approach. Lloyd's of London Press Ltd. London*
- [11] Adams, E.M., 1982. *Energy Conservation by Sea Staff, Trans I. Mer EC, Vol 94,*
- [12] Fisher, C., 1986. *Bunkers, Lloyd's of London Pres. Ltd.,161-165*
- [13] DNV, *Study of Greenhouse Gas Emissions from Ships, Final Report to the International Maritime Organization*
- [14] Hughes, C.N., 1987. *Ship Performance, Loyd's of London Press Ltd. London*
- [15] Tanaka, Y., 1985. *Design Consideration for Energy Efficient Propulsion Plants, SNAME, 117-129.*
- [16] Valbak, O. 1995. *Some Economic Aspects. Alfa-Laval, Sweden, 21-22*
- [17] Stopford, Martin, 1997. *Maritime Economics - Second Edition, Routledge, New York.*
- [18] Kjetil Fagerholt, H, 1999. *Optimal policies for maintaining a supply service in the Norwegian Sea, The international Journal of Management Science*



Yakıt Separatörlerinde Separasyon Verimi Üzerine Etki Eden Parametrelerin İncelenmesi

Yrd. Doç. Dr. Adnan PARLAK

SAÜ Teknik Eğitim Fakültesi
54187 Esentepe
SAKARYA

Özet

Gemi dizel motorlarında kullanılan yakıt içerisinde bulunan partikül, su ve çamurların ayrıştırılması büyük önem arz etmektedir. Bu doğrudan tamir ve bakım maliyetleri üzerinde etkilidir. Aynı zamanda motor performansı açısından da önemi büyüktür. Bu çalışmada, seperasyon verimi üzerinde etkili olan debi, arayüzey, çalışma modu ve separasyon sıcaklıklarının etkisi incelenmiştir. Doğru arayüzey aralığı için doğru gravite diski seçiminin, separatörü düşük debide seri çalıştırmanın ve separasyon sıcaklığının verilen yakıt için 2 sıcaklık tolerans sınırları içerisinde tutmanın önemli olduğu görülmektedir. Yanlış arayüzey seçiminde ayrıştırılmayan partikül miktarı doğru arayüzey ayarına göre %300 oranına kadar artmaktadır.

1. Giriş

Gemi motorlarında kullanılan yakıtlar genellikle ağır yakıtlardır. Toplam işletme giderleri içerisindeki motor yakıt maliyetleri oranının oldukça yüksek olması (10-30 ton/gün) ağır

yakıt kullanımını zaruret haline getirmiştir. Ağır yakıtla çalışan motorlarda sistemlerinin verimli bir şekilde işletilmesi yanma verimi ve malzeme ömrü açısından önemlidir. Motorda kullanılan yakıt, rafineriden gemilerle getirilerek gemiden gemiye nakledilir ve geminin dip tanklarında (deep tank) muhafaza edilir. Kullanılmak maksadıyla da transfer pompaları vasıtasıyla dinlendirme tanklarına transfer edilir. Nakliyeler ve depolama esnasında yakıt içerisinde değişik şekillerde su ve tortu karışır. Dolayısıyla yakıtın içerisindeki yabancı maddelerden ayrıştırılarak motora gönderilmesi gereklidir. Bu durumda kullanılacak en iyi yöntem merkezkaç kuvvetle temizlemektir. Merkezkaç kuvvetle temizleme seperatörler vasıtasıyla gerçekleştirilir. Yakıtların bu yöntemle temizlenmeleri onarım ve bakım giderlerini %50 oranında azalmasına ve motor yanma veriminin yükselmesine yardım eder. Separatörle temizlemenin etkisi tablo 1 de görülmektedir [1].

Gemilerde kullanılan yakıt separatörlerinin verimli bir şekilde

kullanılmaması motorların yanma verimine olumsuz etkisi olduğu gibi tam ayrıştırılamamış yakıtın içerisinde bulunan katı partiküller yakıt pompası gibi hassas motor aksamalarının kısa sürede aşınmasına sebep olmaktadır. Bu bakım ve işletme maliyetlerini artırmaktadır. Yakıt içerisindeki suyun tam ayrıştırılamaması kükürt oranının diğer yakıtlara göre fazla olduğu ağır yakıtta ($0.90-0.99 \text{ gr /cm}^3$) korozif etki açısından daha hayati öneme sahiptir. Purifiyer taslarda sıvı sızdırmazlık (siğil suyu) hafif fazın(yakıt veya yağ) ikinci çıkış pasajından çamur tankına kaçmasına mani olur. Bu sebepten yakıt seperatöre gönderilmezden önce seperatör taşı içerisine siğil suyu gönderilerek disk çevresinde çepeçevre bir sızdırmazlık çemberi oluşturulur. Oluşturulan bu çember hafif ve ağır fazlar arasında bir ara yüzey(interface) meydana getirir. Ara yüzeyin pozisyonu kısmen iki sıvı fazın arasındaki özgül ağırlık farkına,

kısmen de siğil çemberinin kalınlığına bağlıdır [2].

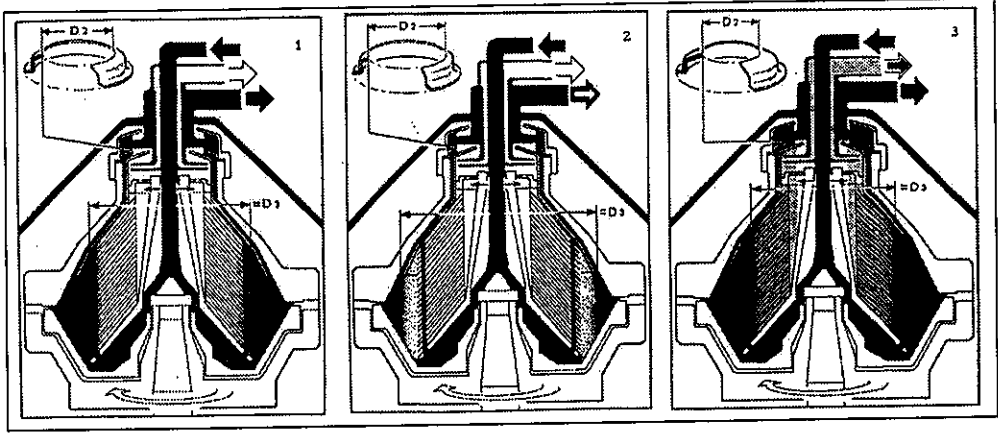
Sıvı sızdırmazlığın şu özelliklere sahip olması gerekir [3,4,5]:

- Hafif faz içerisinde çözülmemeli,
- Ağır faz içerisinde çözülebilmeli,
- Ağır fazdan daha hafif olmamalıdır.

Değişik özgül ağırlığa sahip sıvı karışımların ayrıştırılması için, D2 çapı değiştirilmek suretiyle arayüzey ayarı yapılabilir. Yakıt özgül ağırlığı arttıkça D2 çapı küçültülmelidir. seperatörden iyi bir seperasyon verimi elde edilmek isteniyorsa yakıt viskozitesine ve yoğunluğuna uygun bir gravite diskinin seçilmesi gereklidir. En uygun gravite diski, siğil çemberini kırmayacak en büyük çaplı gravite diskidir. Şekil 1 gravite disk seçiminin etkisini göstermektedir.

Tablo 1. Seperatörle ayrıştırmanın yakıt üzerine etkisi

Yakıt Özellikleri	Temizlemeden	
	Önce	Sonra
Özgül ağırlık (20°C)	0.896	0.892
Parlama Noktası ($^\circ\text{C}$)	93	110
Kül (%)	0.09	0.00
Kükürt (%)	0.44	0.275
Su (%)	1.30	0.00
H_u (KJ/kg)	40420.6	41520



(a) (b) (c)
Şekil gravite disk çapının ara yüzey oluşturma üzerine etkisi [2]

Şekil 1 (a) , doğru gravite disk seçimini göstermektedir. Yakıt ve su arasındaki arayüzey (D3) iyi ayarlanmıştır. Şekil 1b, büyük çaplı gravite disk seçiminin etkisini göstermektedir. Ara yüzey (D3) tas başlığının (bowl hood)dışına taşıdığından üst kısımdan çamur tankına kaçma riski taşımaktadır. Şekil 1c de ise çok küçük çaplı gravite disk seçiminin etkisini göstermektedir. Bu durum, yakıtın tam temizlenmeden seperatörü terk etmesi sonucunu doğurmaktadır. Dolayısıyla seperasyon verimi düşmektedir.

Sabit yakıt sıcaklığının da seperasyon verimi üzerinde olumlu etkisi vardır. Bu yüzden tavsiye edilen seperasyon sıcaklığı 2 OC sıcaklık toleransı içerisinde tutulması gerekir.

2. Sonuçlar ve İrdeleme

Sonuçları verilen yakıtın viskozitesi 344 cSt/ 50 OC olup, yoğunluğu 0.964 gr/cm³ (15 OC de) dir. Seperasyon sıcaklığı 98 2 OC olarak verilmiştir. Yine testlerde "Doğru Ara yüzey

Pozisyonu" için 90 mm çaplı , "Yanlış Ara yüzey Pozisyonu" için ise 80 mm çaplı garavite diski kullanılmıştır[5].

Bu çalışmada, seperatör verimi üzerinde etkili olan parametreler incelenmiş, seperatörlerin verimli kullanılmasının olumlu etkileri gözler önüne serilmiştir. Seperatör verimi üzerinde etkili olan parametreler şunlardır [5]:

- Debi,
- Arayüzey pozisyonu,
- Seperatör çalışma modu,
- Yakıt seperasyon sıcaklığı.

Debinin Etkisi:

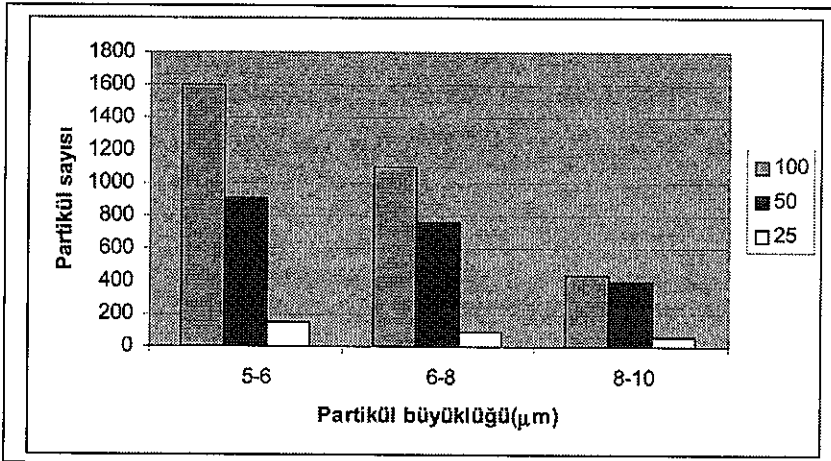
Tablo 3'de üç farklı debi değerinin seperasyon verimi üzerine etkisi görülmektedir. Çalışma modu tekli çalışma olup doğru arayüzey pozisyonu seçilmiştir.

Büyüklik, μm	5-6	6-8	8-10
Giriş	16300	13600	6400
Temizlenmiş Yakıt debisi, %			
-100	1600	1100	440
-50	910	760	400
-25	150	90	60

Tablo 2 Yakıtın Giriş ve Çıkışında gram başına partikül sayısı[5]

Tablo 3'deki değerlere göre debi düştükçe temizlenen yakıt içerisindeki partikül sayısı azalmaktadır. %25 debide ayrıştırılan yakıt içerisindeki partikül miktarı %100 debiye göre kıyaslandığında en az 10 katı bir fark oluşmaktadır (Şekil 1).

Şekil 2. Farklı debide separasyon işleminin etkisi.



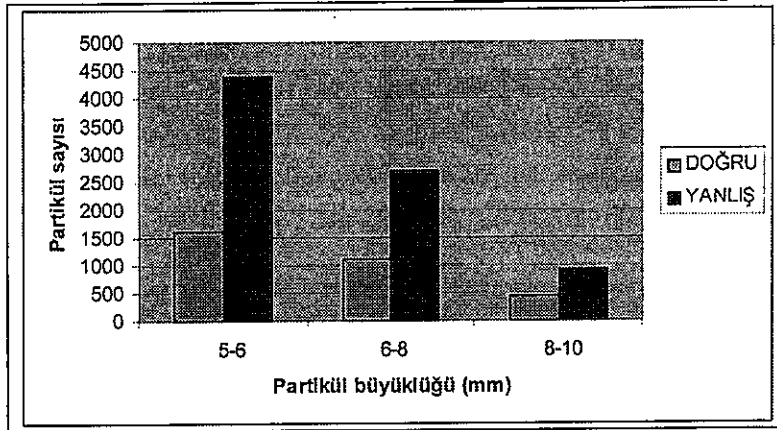
Arayüzeyin Etkisi:

Tekli çalışma modunda ve %100 debi ile yapılan çalışmada doğru ve yanlış arayüzey pozisyonunun etkisi tablo 4'de görülmektedir.

Tablo 3 Yakıtın Giriş ve Çıkışında gram başına partikül sayısı[5]

Büyüklik, μm	5-6	6-8	8-10
Giriş	16900	14100	6700
-Doğru Pozisyon	1600	1100	440
-Yanlış Pozisyon	4400	2700	920

Tabloya göre arayüzey pozisyonu doğru ayarlandığında temizlenmiş yakıttaki katı partikül sayısı oldukça azalmaktadır. Yanlış ayarlama durumunda ayrıştırılamayan partikül miktarı doğru ayarlamaya göre en az iki kat artmaktadır(Şekil 2).



Şekil 3. Doğru ve yanlış ara yüzey oluşturma etkisi.

Çalışma Modunun Etkisi:

Doğru arayüzey pozisyonu seçilerek ve seperatör % 100 debide çalıştırılarak

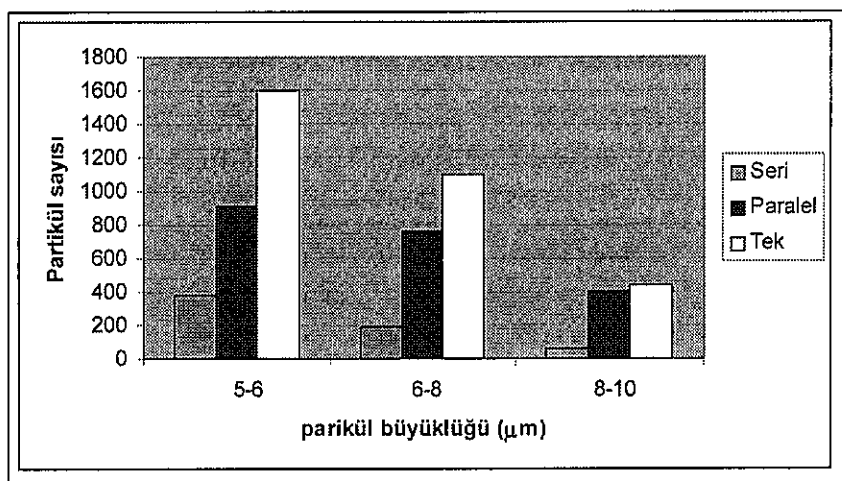
- Seri Seperatörlerle çalışma,
- Paralel Seperatörle çalışma,
- Tek seperatörle çalışma

modları seçildiğinde seperasyon verimi tablo 5 deki gibi olmaktadır.

Tablo 4. Doğru arayüzey pozisyonuna göre giriş ve çıkışdaki partikül sayısı[5]

Büyüklik, μm	5-6	6-8	8-10
Giriş	16100	13600	6200
Çalışma modları			
-Seri	380	190	60
-Paralel	910	760	400
-Tek	1600	1100	440

Seperatörlerin seri olarak çalıştırılmaları durumunda temiz yakıttaki partikül oranı diğer çalışma modlarına göre oldukça düşmektedir. Tablodan görüldüğü gibi tek seperatörle ayırıştırma işlemine göre iki seperatör seri olarak çalıştırıldığında seperasyon veriminde tekli çalışma moduna göre 8 kata varan oranda iyileşme olmaktadır(şekil 3)

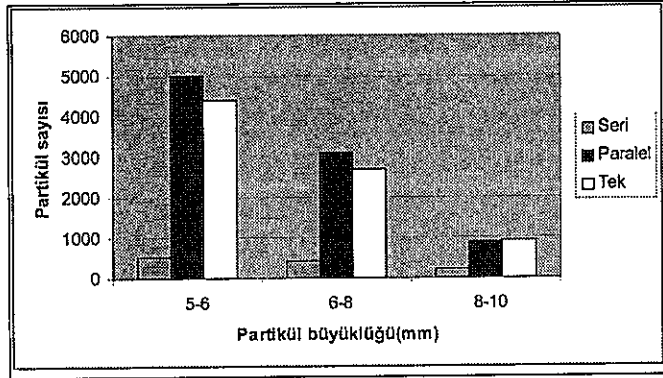


Şekil 4. Doğru ara yüzey ayarında çalışma modlarının etkisi

Tablo 5. Yanlış arayüzey pozisyonuna göre giriş ve çıkışdaki partikül sayısı[5]

Büyüklik, μm	5-6	6-8	8-10
Giriş	15300	12800	6100
Çalışma modları			
-Seri	530	420	220
-Paralel	5000	3100	900
-Tek	4400	2700	920

Arayüzey pozisyonunun yanlış ayarlanması durumunda seperatör veriminde önemli oranda bir düşme görülmektedir. Ancak bu düşme diğer çalışma modlarında çok daha büyük oranlarda kendisini göstermektedir(Şekil 4).



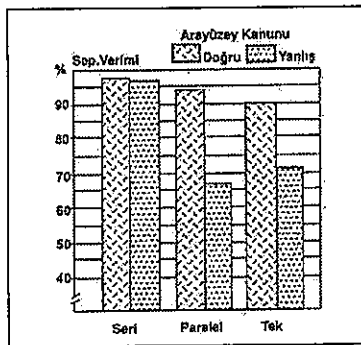
Şekil 5. Yanlış ara yüzey oluşturma durumunda farklı çalışma modlarının etkisi

Seperatör arayüzey pozisyonu ve çalışma moduna bağlı olarak seperatör veriminin değişimi şekil 6'de görülmektedir.

Şekilden görüleceği gibi seri çalışma durumunda yanlış ara yüzey seçiminin olumsuz etkisi oldukça azalmaktadır.

Motorlarda kullanılan ağır dizel yakıtı, kullanılmadan önce seperatörler vasıtasıyla katı partikül ve sudan ayrıştırılmalıdır. Ancak verimli bir seperasyon işleminin yanma verimini iyileştireceği ve motor elemanlarının çalışma ömrünü uzatacağı unutulmamalıdır. Seperasyon verimini artırmak maksadıyla:

- Doğru arayüzey elde etmek için uygun garavite diskinin seçilmesi,
- Seperatöre gönderilecek yakıt debisinin mümkün olduğunca azaltılması,
- Gemilerde yaygın kullanımın aksine seperatörlerin seri olarak çalıştırılması,
- Seperasyon sıcaklığının 20C toleransları içerisinde tutulması gereklidir.



Şekil 6 Değişik çalışma şartlarının seperasyon verimi üzerine etkileri[5]

Kaynaklar

1. Küçükşahin F, Gemi Dizel Motorları ,cilt -2,
2. Alfa laval separator instruction book.
3. Parlak A., Çelik H.A., Ulutürk M., " Yakıt Seperatörlerinin Verimliliğine etki eden parametrelerin İncelenmesi", 5. Yanma Sempozyumu, 21-23 Temmuz 1997, Kirazlıyayla, BURSA
4. Parlak A, "Yakıt seperatörlerinde Seperasyon Parametrelerinin Etkileri", Eta Dergisi, cilt5, sayı 1,2, Gemi Makinaları İşletme Mühendisleri Yayın Organı, 1998.
5. Alfa laval separators technical review,1980



Hasar

Makine Hasarları (Araştırma)

Müh. Süleyman Savaş
Dünya Denizcilik

Amaç;

Bu sunumun amacı, ana makine hasarlarının donatanlar için ne kadar büyük sorunlara yol açtığını makine imalatçılarına göstermektir. Bir diğer husus donatanları, ana makine hasarları konusunda bilinçlendirmek ve yardımcı olabilmektir.

Yapılan araştırmalar göstermiştir ki ana makine için yapılan yedek parça talepleri sayısı toplam makine dairesindeki talep sayısının %16.9 unu oluşturuyor. Bunların tutarları güverte ve makine için istenen talep tutarlarının %11.5 ini oluşturuyor. Orta devirli makinelerde değişen parçalar daha fazladır. Bu makinelerde yıllık ortalama değişen parça sayısı düşük devirli makinelere oranla 5 kat fazladır. Orta devirli makinelerde en fazla karşılaşılan problemler turboşarjer, krankşaft, konnektin rod, egzost valfleri ve puşrodlarda görülen arızalardır.

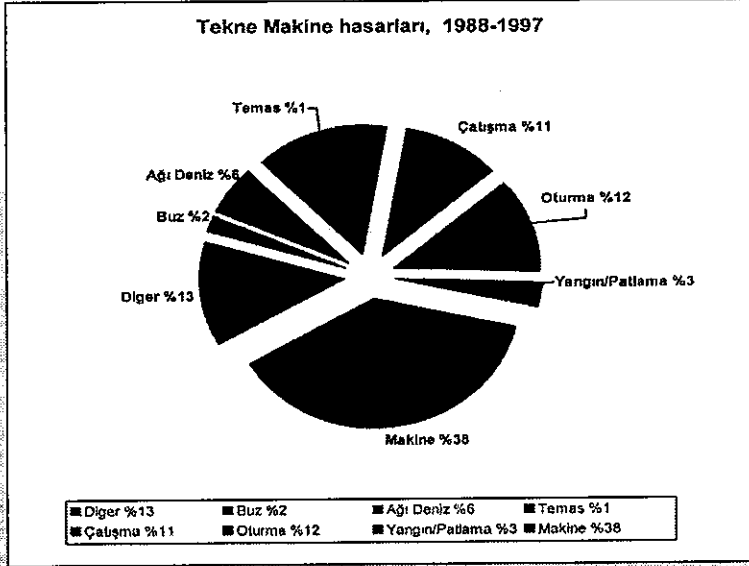
Düşük devirli makinelerde ise, değişen parçalarının yaklaşık yarısı turboşarjer arızaları yüzünden olduğu tespit

edilmiştir.

Tüm bu araştırmalar, günümüz makinelerindeki alınan sonuçlarla eski makinelerinden alınan sonuçların birbirleri ile aynı gibi olduğunu göstermektedir.

Deneyim sahibi mühendisler bile çalıştıkları sürede, sadece birkaç çeşit makine arızası ile karşılaşmışlardır. Halbuki bir çok arıza üzerinde yapılan istatistiksel bilgilerle elde edilen sebep ve sonuç ilişkilerinin işe yarayabileceği bir gerçektir. Donatanların bilinçlendirilmesi ve her şeyden haberdar olmaları, onların makine imalatçıları üstünde baskı kurabileceği düşünülmektedir. Masraflı arızaları önlemek için makine imalatçılarından daha çok, bilinçli donatanlar uğraş vermektedir.

Bu sunum eğilimleri ve tarzları belirleyip problemlere çözüm üretmeyi amaçlamıştır.



Altyapı Bilgileri;

Bu çalışma 88-97 yılları arasında 10.000 \$ üzerindeki güverte ve makine yedek parça talepleri baz alınarak yapılmıştır.

1997 deki güverte ve makine için talep edilen yedek parça tutarı, ortalama bir gemi için 100.000 \$ civarındadır. Grafik 3'teki 88-94 yılları için meydana gelen farklılıklar öncelikli olarak 95 yılındaki sigorta şirketlerindeki açık davaların henüz kapanmamış olmasındandır.

Güverte Ve Makina Yedek Parça Giderleri;

Her şeyden önce makine için istenen yedek parçaları arızanın genel durumuyla ilişkilendirmek önemlidir. Bu arıza donatan için çok mu büyük, yoksa küçük bir sorun mu yaratmıştır? Sigorta primleri de hasarın büyüklüğüne

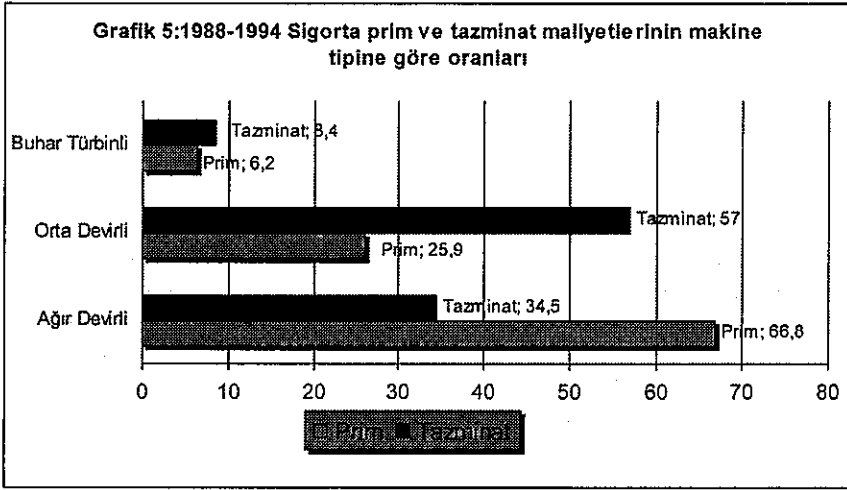
etkisi bakımından önemlidir. Sigorta primlerinin yüksek olması arıza sonucu oluşan zararların ödenmesine elbette ki yansır. Ama uzun vadede donatanlar ödedikleri primlerle meydana gelen kazaların bedelini zaten ödemiş olacaktırlar. Birçok donatan için sigorta bedeli geminin işletme ve personel masraflarından sonra en büyük masraftır. Yani sigorta bedeli çok yüksektir.

1988-1997 yılları arasında talep edilen yedek parça miktarı 1681 adettir. Bunların toplam maliyeti 700 milyon USD ve meydana gelen hasarların her birinin ortalama maliyeti 415.000 USD dir.

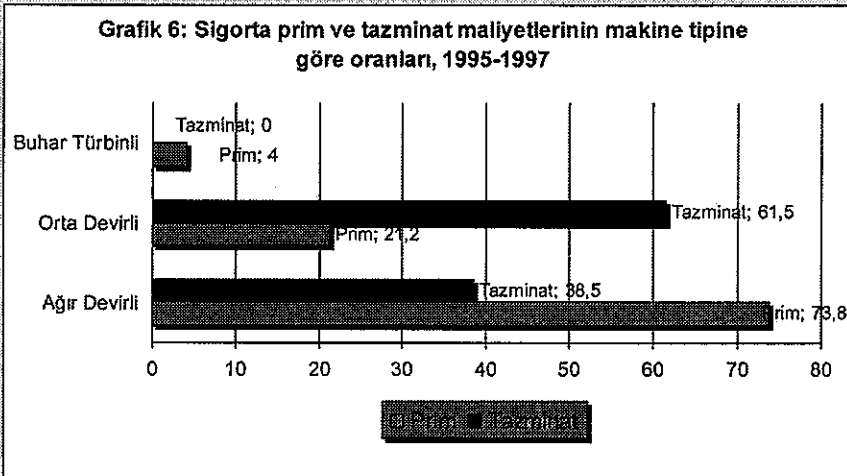
3. grafik güverte ve makine sigortası yaptıran gemi sayısı ile her sene güverte ve makine için yapılan yedek parça taleplerini gösteriyor. Grafik incelendiğinde talepteki azalma eğilimi açıkça görülebilir.

Makine tipine göre giderler;

Ana makineler, ağır devirli (LS), orta devirli (MS) ve buhar türbinli (ST) olarak gruplara ayrılmıştır. Bu gruplar üzerinde yapılan masraflara ait analizlerden dikkate değer sonuçlar bulunmuştur.

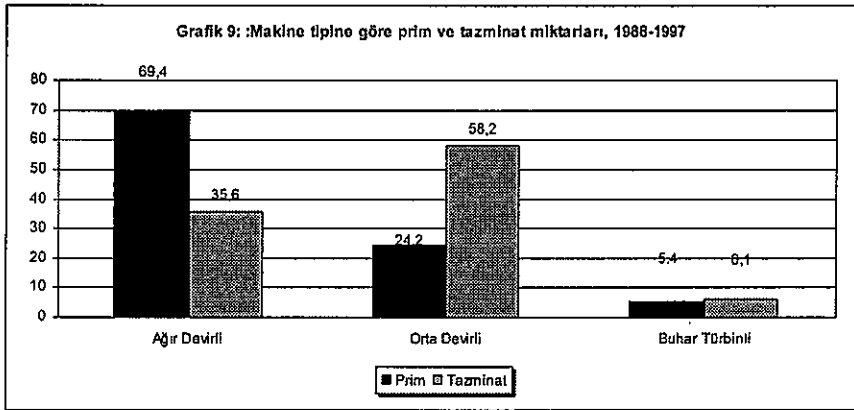


Grafik 5'teki giderler, önceki grafiklerden yararlanılarak makine türlerine göre belirtilmiştir. Araştırma yapılan filoda orta devirli makine diğerlerine oranla daha fazla sayıda bulunduğu için, grafikte orta devirli makinelerin giderleri kendisini açık olarak belli etmiştir.



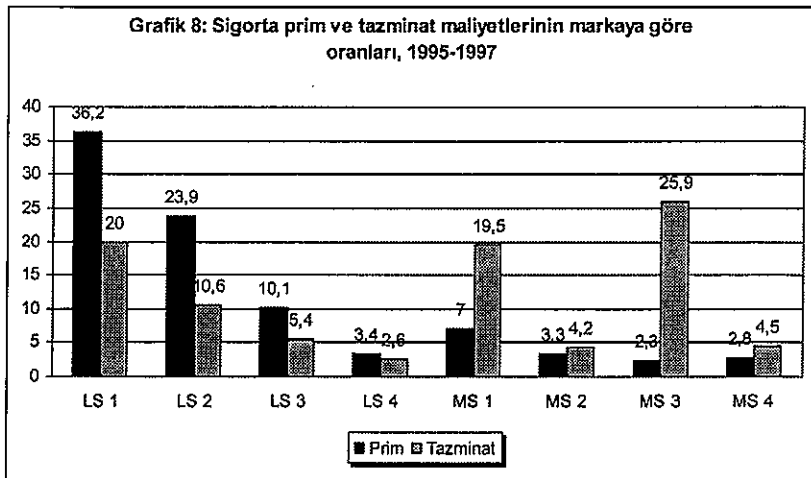
Grafik 6'da görülen 1995 ve 1997 yılları arasındaki masraflar (son zamanlar hariç) Grafik 5'dekine benzer bir örnek ortaya koymaktadır.

Her ne kadar 1995-1997 yıllarının istatistiksel verilerinin çok az bir kısmı 1988-1997 yıllarının verileri ile kıyaslanmış olsa da (73 gider 211 giderle karşılaştırılmıştır), Grafik 5 ve 6'daki örneklerin benzer oldukları görülür. Filodaki ağır devirli makinelerin oranı hafifçe artmıştır. Dolayısıyla giderlerde de artış söz konusudur.

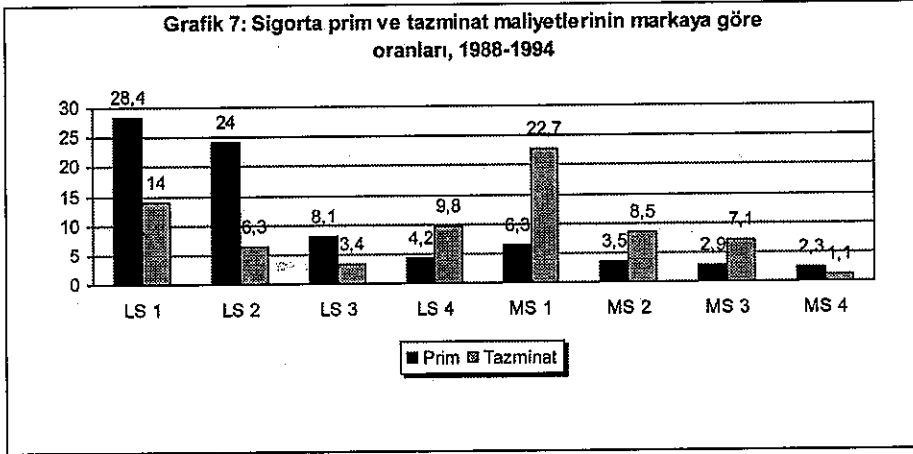


Orta devirli makinelerin oranında ise küçük bir düşüş olmasına rağmen giderler üzerindeki etkisi ters yönde gerçekleşmiştir.

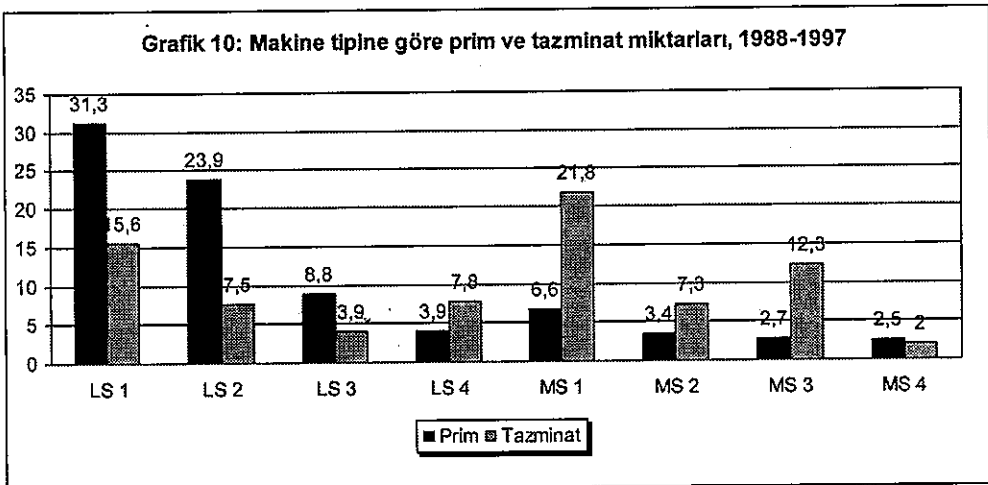
1995-1997 arasında buhar türbini makineleri için herhangi bir büyük gider kayıtlara geçmemiştir.



Araştırmada Grafik 5 ve 6'daki farklar göz önünde tutularak genel makine tiplerinin bir analizini yapılmıştır. Amaç makine tiplerinin, aynı örnekleri takip edip etmediğini görmektir.



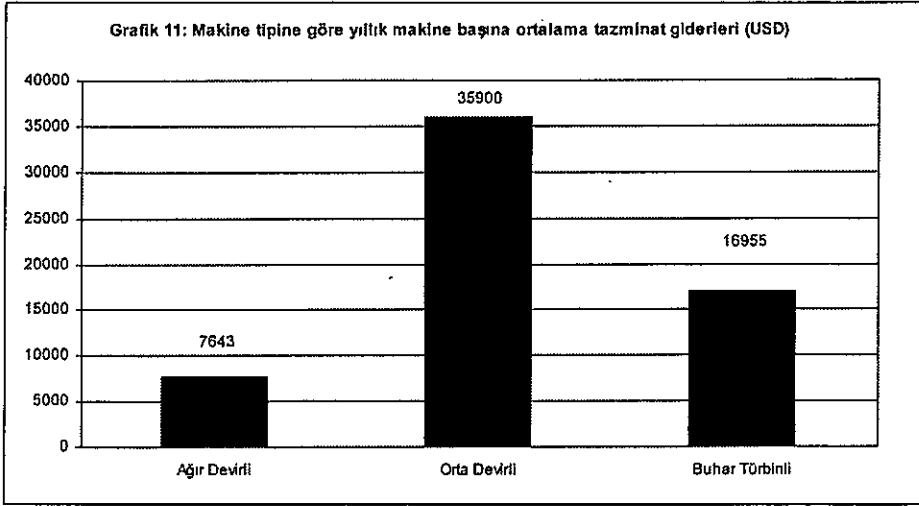
Grafik 7 Filodaki en yaygın dört adet ağır devirli makine ile en yaygın dört adet orta devir makinenin incelemesini göstermektedir. Makine üreticilerinin isimleri ağır devirli makine türlerinde LS1 den LS4'e kadar, orta devirli makine türlerinde MS1 den MS4'e kadar kodlanarak gizli tutulmuştur. Filoya ait gemi sahipleri ile makine üreticilerine kodların hangi markaları ifade ettiği bildirilmiştir.



Grafik 5 ve 6 da yer alan makineler için 1988-1994 ve 1995-1997 yılları arası için yapılan analizler gibi, 1995-1997 yılları arası için yapılan analiz de Grafik 8' de görülmektedir.

1988-1994 arası ile, 1995-1997 arası örnekleri çok benzerdirler, orta devirli makineler her iki periyotta da gösterilmiştir.

Örnek birkaç unsur dışında bütün makine tipleri için geçerlidir.



Birçok sapmanın genelde bir açıklaması vardır, ama LS4'ün dosyaları incelendiğinde açık bir sonuç çıkartılamamaktadır. LS3 makine tipine ait birçok giderler her ne kadar kendine has özel bir arızadan kaynaklanmış olsa da bu arıza, filosunun büyük bir kısmını bu tip makine ile donatmış bir donatıcı çok etkilemiştir. Bahsi geçen makinenin üreticisi problemi çözmek için harekete geçmiş ve makinenin dizaynında bazı değişiklikler yapmıştır.

Grafik 9 ve 10, 1988-1997 seneleri arasında makine markası ve makine tipine ait tüm verileri içermektedir.

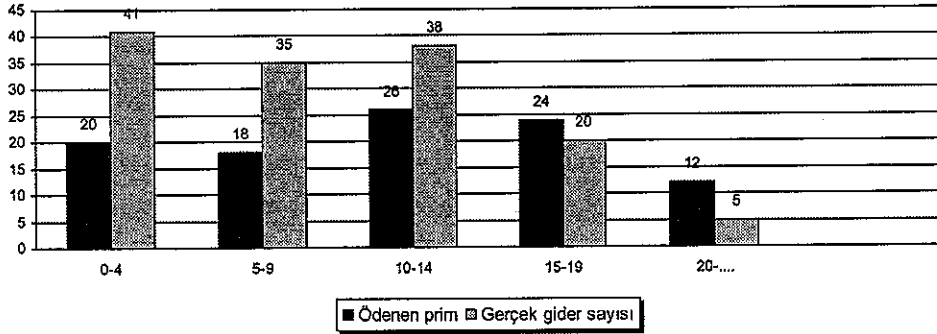
Makine türlerinin farklılığından kaynaklanan giderleri Grafik 11

göstermektedir. Grafik, makine ile ilgili arızalar yüzünden yılda ortalama 36 000 \$ masraf çıkaran orta devirli bir makine ile donatılmış bir geminin durumunu açıkça göstermektedir. Bu miktar, buhar türbini ile donatılmış bir geminin arıza giderlerinin neredeyse iki katı, ağır devirli makine ile donatılmış bir geminin yaklaşık beş katıdır. (Bu değerler önemsenmeyecek kadar küçük değerler değildir).

Anıza anında makinenin yaşı;

Bir düşünceye göre hiç bir makine eskisine oranla daha güvenilir değildir. Eldeki veriler bunu kanıtlayacak kadar çok olmadıkça bunu ispatlamak güçtür.

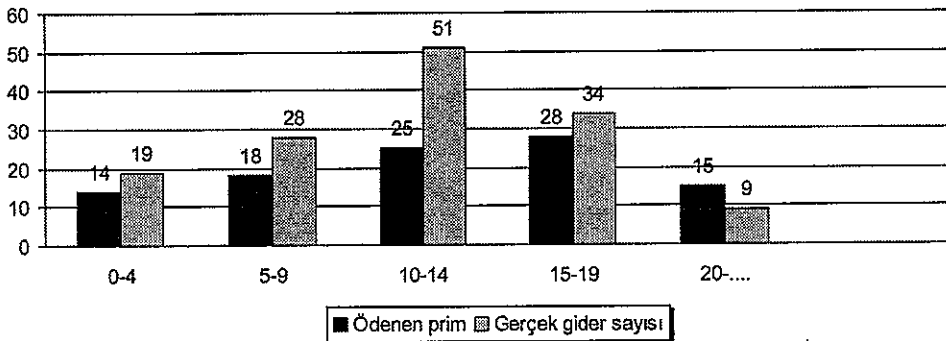
Grafik 12. Makine yaşına göre giderlerin dağılımı, LS Engines, 1988-1997



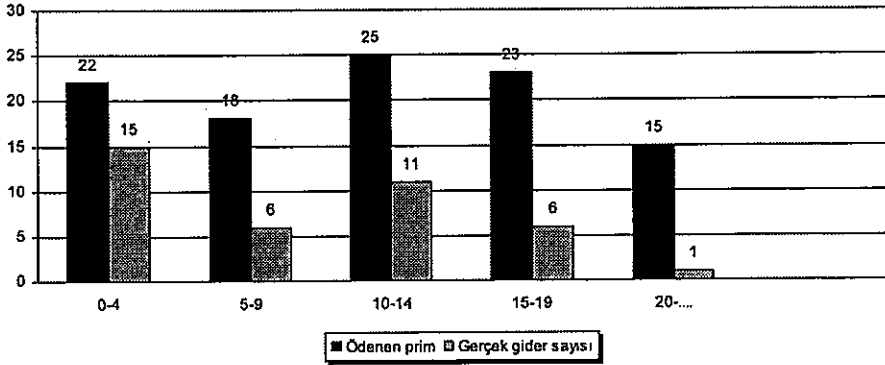
Daha önceki grafikler ağır devirli makineler ve orta devirli makineler arasında toplam gider açısından bir fark olduğunu göstermektedir. Bu yüzden bu analiz iki bölüme ayrılmıştır.

Grafik 12-15 arası gider tutarlarına göre değil de adedine göre ifade edilmiştir. Bu gider analizinin küçük olduğu 95-97 yılları arasında gösteren Grafik 14 ve 15 için önemlidir. Gerçek gider adedi her sütunun üzerinde belirtilmiştir.

Grafik 13. Makine yaşına göre giderlerin dağılımı, MS Engines, 1988-1997



Grafik 14: Makine yaşına göre tazminatların dağılımı, LS Makine, 1995-1997

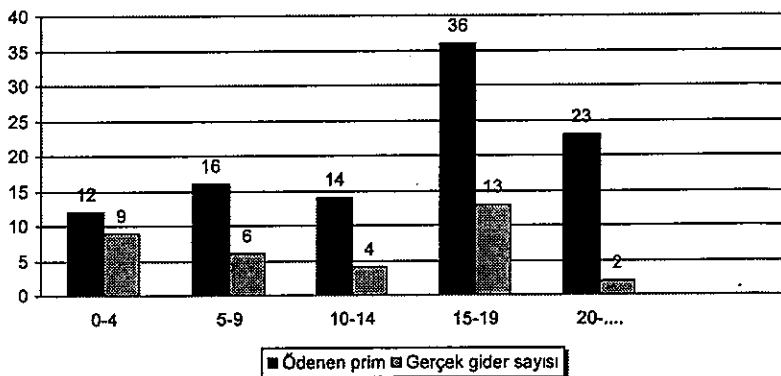


Grafik 12 ağır devirli makinelerin arıza giderlerinin %30'unun 4 yaşına kadar olan yeni makineler tarafından meydana geldiğini göstermektedir. 0-4 yaş arası gemiler filonun %20'sini oluşturmaktadır. Ayrıca 5-9 yaş arası gemilerin giderleri de oldukça fazladır.

Orta devirli makinelerin yaşlarına bağlı olarak gerçekleşen arızaların sıklığı ise Grafik 13'de gösterilmiştir. Giderlerin çoğunun 10 ila 14 yaş arası gemilerden kaynaklandığı açıkça görülmektedir.

Grafik 14 ve 15 1990'lı yıllarda yapılan makinelerin daha önceki makinelerden daha iyi sonuç verip vermediğini de göstermektedir. Bu grafiklerde zaman aralığı 1995 den 1997 ye kadardır. 1991-1997 arasında üretilmiş makinelerde 0-4 yaş arası grup içerisinde sayılabilir.

Grafik 15: Makine yaşına göre tazminatların dağılımı, MS Makine, 1995-1997



İstatistiklerde, 1995-1997 yılları arasında 39 adet ağır devirli makine arızası gideri kayda geçmiştir. Bunlardan hemen hemen %40 'ı 1991 veya daha sonra imal edilmiş makinelerde olduğu görülmüştür. Araştırma çok geniş olmasada bu giderlerin 15 tanesinin yeni makinelerde meydana geldiği tespit edilen bir gerçektir.

0-4 yaş arası gemilerin arıza giderlerinin 15 tanesi turbochargerlerden kaynaklanmıştır. Geriye kalan 5 tanesi ise krankcase çatlaması, taşıyıcı sütunların çatlaması, vibrasyon damperinin zarar görmesi, gavörnörün zarar görmesi ve silindir laynerinin zarar görmesi olarak sıralanmıştır.

1995-1997 yılları arasındaki orta devirli makinelerin büyük çoğunluğu 15 veya daha fazla yaşa sahiptir. Yaş dağılımı Grafik 14 ve 15 arasındaki en büyük farktır. Ağır devirli makinelerin yaş grupları daha eşit bir şekilde dağılmıştır. En büyük benzerlik ise yeni makinelerin arızalarının ağır devirli makinelerde de büyük yer tutmasıdır. Zira 34 giderin 9 u yeni makinelerde meydana gelmiştir.

Orta devirli makinelerin 0-4 yaş grubu içerisindeki giderlerinden 4 tanesi turbocharger arızası, 3 tanesi egzost valfi arızası, 1 tanesi dişli kutusu arızası ve diğeride 2.000.000 \$ 'a mal olan krank şaft arızası hasandır. Ortalama 360.000 USD'e mal olan egzost valf hasarları farklı gemilerde fakat aynı model makinelerde gerçekleşmiştir. Bunun üzerine, üretici firma anında harekete geçerek yaptıkları dizayn değişikliği ile çok masraflı olan bu tip arızaların oluşmasını önlemiştir. Bahsi geçen makine Grafik 8 deki MS3 ile aynıdır. Önceden de söylendiği gibi üretici hemen harekete geçmiştir ama dizayn da yapılan değişim uygulanıncaya kadar birkaç az masraflı arıza daha meydana gelmiştir.

Aşağıdaki Tablo 3 ve 5 en yaygın ana makine arıza şeklini ve buna bağlı olarak giderleri göstermektedir. Tablo 3 de giderlerin yüzde ile dağılımı ifade edilmiştir. Toplam 284 giderin tutarı 80.425.624 \$' ır.

Talep sebebi	Miktar	Toplam (USD)	Maliyet	Ortalama (USD)	Maliyet
Turboşarjer	93 (32,7%)	17.141.111 (21,3%)		184.313	
Silindir Layneri	33 (11,6%)	5.584.293 (6,9%)		169.221	
Jurnal, Yatak	28 (9,9%)	14.161.248 (17,6%)		505.759	
Krankşaft, Kon-Rod	23 (8,1%)	16.994.466 (21,1%)		738.890	
Piston, Pistonrod	21 (7,4%)	7.065.604 (8,8%)		336.457	
Egz. Valf, Püsröd	20 (7,0%)	3.505.481 (4,4%)		175.274	
Yakıt pompası	14 (4,9%)	2.125.304 (2,6%)		151.807	
Rıdaksın Donanımı	9 (3,2%)	5.100.528 (6,3%)		566.731	

Tablo 3: Tüm makineler için en genel 8 gider türü

Bu tablolardaki ortalama gider oldukça yüksektir. Bu şöyle açıklanabilir. Çalışma büyük giderleri baz almaktadır. Ayrıca makinenin hasarları sonucu etkilenen diğer parçaların masrafları da toplam gider içerisinde gösterilmiştir. Özellikle bu durum piston ve piston rod arızalarında belirgin olarak görülmektedir.

Arızaların sebep olduğu masraflar incelendiğinde turbocharger arızaları birinci sırada olduğu görülmektedir.

Bunu krankshaft, konnektin rod ve ana yatak arızaları takip eder.

Tablo 4 ve 5 ise makine türlerine göre giderlerin yüzdelik dağılımını göstermektedir. Örnek olarak ağır devirli makinelerde 1998-1997 yılları arası 139 arıza meydana gelmiş, bunlardan 65 tanesi veya %46.8'i turbocharger arızası olarak tespit edilmiştir. Bunu silindir layneri ve ana yatak arızaları takip etmiştir. Bu ifadeler tablo 4 de gösterilmektedir.

Talep sebebi	Miktar	Toplam (USD)	Maliyet	Ortalama Maliyet (USD)
Turboşarjer	65 (46,8%)	13.209.918 (46,1%)		203.230
Silindir Layneri	26 (18,7%)	4.305.141 (15,0%)		165.582
Jurnal, Yatak	11 (7,9%)	3.665.032 (12,8%)		333.185
Piston, Pistonrod	8 (5,8%)	1.682.177 (5,9%)		210.272
Yakıt pompası	5 (3,6%)	1.038.687 (3,6%)		207.737

Tablo 4: Düşük devirli makineler için en genel 5 gider türü.

Ayrıca orta devirli makinelerde de turbocharger arızaları 1. sıradadır. Bunu krank shaft, konnektin rod, egzost valf ve push rod arızaları takip etmektedir. Krank shaft, konnektin rod ve ana yatak arızaları oldukça masraflı arızalardır. Öyleki krank shaft ve konnektin rod arızalarının hasar tutarı neredeyse karaya oturmayla eşdeğerdedir.

Talep sebebi	Miktar	Toplam (USD)	Maliyet	Ortalama Maliyet (USD)
Turboşarjer	28 (19,9%)	3.931.193 (8,4%)		140.400
Krankshaft, Kon.Rod	22 (15,6%)	16.363.816 (34,9%)		743.810
Egz. Valf, Pusrod	20 (14,2%)	3.505.481 (7,5%)		175.274
Jurnal, Yatak	17 (12,1%)	10.496.216 (22,4%)		617.424
Piston, Pistonrod	13 (9,2%)	5.383.427 (11,5%)		414.110

Tablo 5: Orta devirli makineler için en genel 5 gider türü

Ana makine arıza giderlerinin nedenleri;

Genelde eksperler hasarın kaynağını araştırmaktansa hasarın boyutu ve hasarın ne kadarının sigorta tarafından karşılanacağı üzerinde dururlar. Bu da doğal olarak sigortacıların arızaların sebebi ile ilgili çok az detaya sahip olduklarını açıklamaktadır. Arızanın gerçek sebebini bulmak oldukça zordur. Genelde birbirini takip eden olaylar zincirinden oluşurlar. Arızaların oluşumunda hem teknik hata hem de insan faktörü etkilidir. Bununla beraber önlemlerin alınmasındaki sorumluluk da arıza oluşumunda kayda değer bir durumdur. Hal böyle olunca arızaların sebepleri çok daha önemli hale gelmektedir. Bu yüzden de birçok sigorta şirketinin veri tabanlarında birçok kazanın sebepleri kayıt altında tutulmaktadır.

Turbocharger arızaları ki bu filodaki en yaygın hasar olarak görülmektedir. Tespitlere göre başlıca sebepleri aşağıdadır.

- 1) Yabancı bir nesnenin türbine girmesi. Tipik olarak bu nesne egzost valfinin bir parçası veya segman parçasıdır.
- 2) Türbin soğutma suyunun türbin içine girmesi. Bu yeni gemilere oranla eski gemilerde daha çok rastlanan bir durumdur. Gemi sahiplerinin bu konuya özellikle dikkat etmeleri gerekir. Zira bu arıza, malzemenin aşınması ve yorulması sonucu kopma ile oluştuğundan sigorta kapsamı dışında kalır.
- 3) Yağlama problemleri. Kirli yağ veya düşük yağ seviyesi yüzünden oluşan arızalar.

Genel Öneriler;

Makinelerin tip ve modellerine bağlantılı arızalardan korunması için net öneriler sunmak zordur. Buna rağmen, deneyimlere dayanarak bulunan genel öneriler şunlardır;

- 1- Makine personelinin zarar görmemesi için eğitilmesi. İyi eğitilmiş ve şirkette eski bir mürettebat güvenlik açısından da önemlidir.
- 2- Planlı bir bakım onarım sistemi kurulması ve bunun devamlılığından emin olunması.
- 3- Sadece güvenilir satıcılardan yedek parça alınması.
- 4- Yağlama yağı için kullanılan filtre ve seperatörlerin uygun durumda olduğundan emin olunması. Yağdan örnekler alınması. Arızaya sebep olmadan yağın değişmesini sağlamak için yağ kalitesinin dikkatlice ve sürekli olarak test edilmesi.
- 5- Makinenin performansının gözlemlenmesi. Bütün acil durum ve kapatma sistemlerinin çalıştığından emin olun.
- 7- İmalatçıların bilgilendirme neşriyatının izlenmesi (servis mektupları vs.). Adres değişikliği, yönetici değişikliği gibi konuların üretici firmaya bildirilmesi.
- 8- Makine dairesindeki yangın risklerini en aza indirmek için tedbirlerin alınması. Bu tedbirler makinelerin ara boşluklarının temizliği, boruların durumu ve kaçaklardan arındırılmasını, sıcak yüzeylerin kurallara uygun izolasyonunu, çabuk kapama valflerinin durumunu vb..

içermelidir. (makine dairesi yangınları bu çalışmayla ilgili olmamasına karşın vurgulanması gereken bir durumdur. Çünkü meydana gelen yangınların çoğu ana makineyle alakalı problemlerden kaynaklandığı tespit edilmiştir.)

Güvenlik standartlarının kalitesini yükseltmek için uygun miktarda fon sağlanmalıdır. Gereksiz gibi görülebilir ama bu çok değerli bir yatırımdır.

Yukardaki tavsiyelere rağmen bir sorunla karşılaşırsa not alınmalıdır. ISM cod da birtakım açıklar olabilir. Cod un 10. bölümü şirketlerin güvenli yönetim planı oluşturmalarını söyler. Teknik sistem ve teçhizatın acil bir durumda derhal kullanılmasına yönelik tanımlamalarını ister. SMS de teçhizatların ve sistemlerin güvenilirliği için özel testler yapılmasına olanak tanır. Bu testler çok sık kullanılmayan teçhizatın düzenli olarak test edilerek kullanılmaya hazır durumda bulunmasını sağlar.

ISM code'un gerekliliklerini yerine getirmemek sigorta kapsamlarını da tehlikeye sokar.

Özetle;

Özellikle sigortacının bakış açısından, ana makine arızaları için aşağıdaki hususlar unutulmamalıdır.

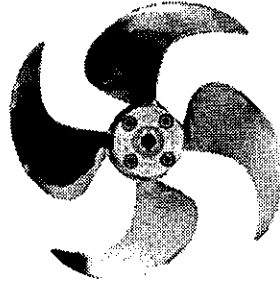
- 1- Ana makine arızaları donatan için büyük problemdir. Orta devirli makineler daha fazla dikkat gerektirir.
- 2- Ana makine arızalarının doğurduğu sonuçlar çeşitlidir. Ana makine arızaları insan için potansiyel

tehlikedir. Gemi için, geminin teçhizatı, yükü ve çevre için de durum farklı değildir.

3- Makinesi yeni diye makineye güvenmek hatalı bir davranıştır. İstatistikler yeni makinelerin de eski makineler gibi problemlere sahip olduğunu gösteriyor.

4- Öncelikle sık görülen ve masraflı arızalara odaklanılması gerekir. Düşük devirli makineler için turboşarjer arızaları, layner arızaları, jurnal ve yatak arızaları öncelikli arızalardır. Orta devirli makineler için krankşaft arızaları, konnektin rod, piston, piston rod, jurnal, yatak, turboşarjer arızaları önceliklidir.

5- Değişik makinelerin değişik problemleri vardır. Belirli bir makinede oluşan arızalar hakkındaki doğru bilgiler, üreticiler tarafından değerlendirilir. Donatanların yetersiz bilgilendirilmeleri ve arıza önleyici önlemlerin azlığı yüzünden makine üreticileri ikaz edilebilir. Bu durum üreticilerin arızayı önlemek için daha fazla çaba göstermelerine yol açabilir.



Anılar

Yaşanmış İlginç Arızalar
ve Bulunan Çözümler



Anılar

Gemi Makinaları İşletme Mühendisleri

Müh. Fahrettin KÜÇÜKŞAHİN

İTÜ Denizcilik Fakültesi, Öğretim Görevlisi

Aşağıda okuyacağınız yazı hiç kimseyi hedef almamaktadır. Ulu yaradanın vasî rahmetine kavuşmuş kişilerin tenkit edilmesi kesinlikle düşünülmemiştir. Hele millî kuruluşları töhmet altında bırakmak veya karalamaya çalışmak gibi son derece yakışsız bir düşünce veya eylem de söz konusu değildir. Sadece 1884 yılında kurulan, bu güne dek büyük gelişmeler gösteren, çağa damgasını vuran kıymetli denizcilileri yetiştiren Yüksek Denizcilik Okulunun (İTÜDF) geçmişinde yaşanmış, bir daha yaşanmaması istenen bir olayı gün ışığına çıkarma düşüncesinden kaynaklanmaktadır. Aşağıdaki yazıda, açıklamaya çalışacağım olaylara karışmış olan kişilerin isimleri de yer almayacaktır.

1947 yılının Eylül ayında bir Pazartesi günü babamla birlikte bilgi almak ve kayıt kabul koşullarını öğrenmek üzere Ortaköy'e "Yüksek Denizcilik Okulu'na" gittik. Lumbar ağzından itibaren içimde tasavvur edilemez bir coşku hissettim. Bu duygu, öğretmenler odasına çıkan merdivenin üst sahanlığında İbrahim Çallı üstadın biri yelkenli ve diğeri Normandi transatlığını gösteren tablolarını görünce daha da yoğunlaştı. Sonradan adının Seniha Başaran olduğunu öğrendiğim öğrenci işleri şefinden okulla ilgili tanıtma broşürlerini aldım. O tarihe göre sözü edilen broşürler iyi bir kâğıda basılmış, okulun her tarafının güzel resimleriyle bezenmişti. Hepsini dikkatle ve adeta yutarçasına okudum. Broşürlerde eğitimin dört yıl olduğu ve Makine Bölümü mezunlarına "Gemi Makineleri

Mühendisi" ünvanının verileceği yazılıydı. Mühendis olmayı kafama koymuştum. Sonraki günlerde çok yoğun bir sağlık muayenesi, ardından ciddi bir şekilde yapılan sınavlar ve başarı geldi. Artık Yüksek Denizcilik Okulu Makine Bölümü öğrencisi ve bir mühendis adayıydım. Mühendis adaylığı rüyam 1 TEMMUZ 1948'de sona erdi. Çünkü bir ağabeyimin (Sn.Semih Pakalın Mk.48) diplomasında "Uzak Yol Makine Zabiti" yazılıydı. Yıllar birbirini kovaldı ve büyük bir sevinçle aldığım diplomamda da aynı sözcüler yer aldı. 1956 yılına kadar durum aynı şekilde devam etti. Bu süre içinde ben deniz hayatına atılmış, deniz yedek subaylığını yapmış ve Şilepcilik İşletmesi gemilerinde çalışan bir denizciydim ve 1954 yılı Aralık ayında kendimi "Dahiliye Şefi" olarak yuvamda buldum. Sonraki çalışma hayatımın en önemli olaylarından biri olan mühendislik ünvanının kazanılması da müteakip yıllarda gerçekleşti ve ben hep olayların içinde oldum.

Önce o yıllarda mühendis ünvanının nasıl alındığından söz etmek istiyorum. Bir öğretim kurumu kendi eğitim ve öğretimini mühendislik ünvanı alabilecek düzeyde görüyorsa, yıllara göre müfredat programlarının dosyalarını hazırlayıp Millî Eğitim Bakanlığına sunuyor ve Bakanlığın Talim Terbiye Heyeti konu hakkında bir karara varıyordu. Benim Yüksek Denizcilik Okulundaki eğitimim sırasında, bugünkü fikrime göre, müfredat programları "Makine Mühendisi" olmak için yeterliydi. Ancak okul idarecilerinin bu konuda yaptıkları başvuru, Millî Eğitim

Bakanlığına, kendi yetkisi olmasına rağmen, şimdiki üniversitemize gönderilmiş ve onun Senatosu da sudan sebeplerle başvuruyu reddetmişti. 1954 yılındaki bu red kararı okul yöneticilerini yıldırma ve Mezunlar Cemiyetinin desteğiyle 1955 yılında yeni bir başvuruda bulunmuştu. Bu seferki başvurunun kapak yazısında bir başka okul müdürünün, Rahmetli Nurettin Boyman'ın imzası vardı. Nurettin bey Talim Terbiye üyeliğinden okulumuza gelmişti. Fevkalâde özellikleri olan bir kişiydi. Olaya dört elle sarılan Nurettin Bey de sonuçta hüsrana uğradı. Bu başvuruda da Millî Eğitim Bakanlığı aynı prosedürü uygulamış ve pası yine İTÜ'ye vermişti. Sonuç bir öncekinin aynı oldu. Senatonun her iki red kararında da bir ordineryüs profesörün katkısı önemliydi. Sözünü ettiğim hoca, bugünkü adı Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri olan fakültenin kurucusu ve değerli bir bilim adamıydı. Bir süre YDO'da hocalık yaptığı da bilinmekteydi. Ne gibi bir etkiyle böyle bir davranışta bulunduğunu irdelemek istemiyorum. Ancak her başvuruda böyle bir muameleyle karşılaşacağımız da net olarak anlaşılmıştı. Nurettin bey çevresi geniş olan ve Ulaştırma Bakanının yakını, arkadaşı olan bir kişiydi. Çok yakından tanıdığım için söyleyebilirim, mağlubiyeti kabul etmeyen güçlü bir yapısı vardı. Birgün beni bürosuna çağırdı, Fahrettin kardeşim hemen çalışmaya başlıyoruz dedi ve başladık. Geri çevrilen bir önceki başvurudan farklı olmayan dosyalar hazırlandı. Dosyaların hazırlanması ve bu arada dosya kapaklarına gotik harfleriyle içeriklerini yazma görevi de bana düşmüştü.

Belkide bir önceki başvuru dosyaları ile bu dosyalar arasındaki fark, gotik harfli yazılardan kaynaklanmaktaydı.

Dosyalar yine yukarda sözü edilen bakanlığa gönderildi, bakanlık daha önceki uygulamalarda olduğu gibi dosyalarımızı yine İTÜ'ye aktardı. Sonuç hiç beklemediğimiz gibi,olumlu çıktı. Sonradan öğrendiğime göre işin içine siyaset ilmi girmişti. Bizim dosyalarımızın gözden geçirileceği Senato toplantısı, sürekli muhalefet eden ve senatörleri etkileyen ordineryüs profesörün yurt dışında olduğu bir döneme rastlamıştı. Ayrıca şöhretli bir fizikçi olan başka bir hoca da (ordineryüs profesör) bu kez kararın lehimize çıkmasında büyük gayretler sarfetmişti.

Senatonun kararı resmen elimize geçtiğinde, kendimize geldik. Çünkü

senato YDO Makine Bölümü mezunlarının ünvanı olarak,Gemi Makineleri Mühendisi yerine Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği ünvanını benimsemişti. Bu ünvan o güne kadar resmileşen ilk işletmecî mühendis ünvanıydı. Sonradan,yıllar sonra birçok işletme mühendisliği ünvanları gündeme geldi.Bu konuda yalnız kalmadığımız için mutluyum.

Beyaz badanalı bir duvar düşününüz. Bu duvarın üzerinde herhesin göremediği bir mürekkeple yazılmış yazılar var sanki. Aradan uzun yıllar geçmiş olmasına rağmen bir öğretim kurumu mensuplarının bu görünmez yazıları okuyup, o yönde,bazen utanç verici girişimlerde bulunmalarını da anlayamıyorum ve esefle karşılıyorum.

Saygılarımla,
Fahrettin KÜÇÜKŞAHİN



Anılar

Meslekte Yaşadıklarım

Müh. Habib KALKAN - C. ENG. F.I.M.E (Y.D.O. MK. 1947)

Chartered Engineer,
Fellow of Institute of Marine Engineers
İngiltere

O da Başkanı kardeşim Süleyman SAVAŞ, meslek hayatımda unutmadığım hadiselerden bazılarını yazmamı istediğinde, beni bir hayli eskilere götürmüş oldu. Bizim sınıf 1940 da okula girip 1947 de mezun oldu. Yani ikinci dünya savaşını okulda yaşadık.

Bu savaştan önce Almanya'ya ismarlanan gemiler, TIRHAN, KADEŞ, ETRÜSK ve TIRAK, SUS, MARKAZ gelmiş, fakat savaş çıktığı için daha güzel ve büyük olduğu söylenen DOĞU, EGEMEN, SAVAŞ gemileri Almaya tarafından gönderilmemişti.

1944 yılında TIRAK gemisi soğuk ve tipi olan bir gecede Bandırma girişinde kayalara çarpmıştı. İskele tarafına yan yatan gemide birçok denizci şehit olmuştu. Bandırma'dan Gelibolu'ya asker sevkiyatı yapmakta olan gemi boş olduğu için daha büyük bir felaket yaşanmamıştı. O zamanlarda RADAR yoktu. Kayalığındaki fener de sonradan konmuştu. Gemi kaptanı

1926 mezunu MAHMUT NEDİM ÇİMŞİT şehit olanlar arasındaydı. 2. mühendis, 1937 mezunu CAHİT SAYDUN ise kurtulmuştu. Şehitlere Allah'tan Rahmet diliyorum.

Savaş sonrası Türkiye'ye Amerikan yardımı olarak birçok gemi geldi. Mezun olduğumda göreve başladığım gemi 1928 Newport News tersanesi yapımı İSTANBUL yolcu gemisi idi. Daha sonra yolcu gemisi olarak ANKARA, ADANA, TRABZON, GİRESUN, ORDU gemileri gelmişti. Bütün bunlar savaş sırasında kullanılıp, hurdaya çıkacakken tadil edilerek gelen gemilerdi.

Yük gemisi olarak maalesef Zonguldak limanına sığmaz düşüncesiyle çok az gemi alınmıştı. Bunlar VICTORY tipi türbinli ÇORUH, YOZGAT, motorlu olarak RİZE, KARS, KASTAMONU, MALATYA, türbin tanker olarak (T2) KOCAELİ ile motorlu SIVAS tankeridir. Ayrıca stimli pistonlu olan HOPA ve ARDAHAN gemilerini sayabiliriz.

Yunanistan bu dönemde akıllı bir politika ile pek çok gemi almış ve bugün dünya deniz ticaretinde söz sahibi olarak zenginleşmiştir.

1948 de yedek subaylık görevimi yapıp dönünce 3. mühendis olarak ÇORUH gemisine atandım. Gemide 2 adet 250 KW doğru akım jeneratörü vardı. Bir tanesi Amerika'dan dönerken vibrasyon yapmıştı. Gemi İstinye tersanesinde bakıma alındı. Yardımcı türbin açıldığında bazı kanatların yerinde olamadığı görüldü. 3 sıra kürtis disketinden ibaret olan türbinin dökülen kanatları hasar meydana getirmemişti. İstinye tersanesinde makine şefi olan rahmetli hocamız CEMALETİN ERDEM, biz bu kanatları imal edip rotoru tamir ederiz kararını verdi. Rotor atölyeye alınarak kilit yerinden kanatlar ve ara kanat parçaları güzelce söküldü bu kanatların profiline uygun içbükey ve dışbükey freze çakılar yapılarak su verildi. Frezede bu kanatların yenileri imal edildi. O zaman Krom - Nikel - Çelik Türkiye piyasasında bulunmadığından, malzeme olarak takım çeliği kullanıldı.

Ayrıca rotoru balans edebilmek için atölyede statik balans tezgahı yapıldı (Türkiye'de Dinamik Balans tezgahı mevcut değildi)

Çıkan eski kanatlar, ara parçalar ve yeni kanatlar yerlerine takılıp statik balans tezgahında balansı da yapıp yerine monte edildi. Montaj işi de tamamlanıp çalıştırıldı. Çalıştırılıp yüke verildi. Sonuç çok güzeldi.

Ertesi sabah gemi sefere kalkacağı için gemide nöbetçi zabıt olarak ben kaldım. Çalışmakta olan bu türbin gece 10 sularında bir gumbürtü ile

stop etti. Her şeyi çok güzel yapmıştık fakat kanatlar için uygun malzeme bulamamıştık. Programı aksatmamak için sabah tek jeneratör ile hareket ettik.

Amerikan teknolojisi, bu VICTORY yı öyle dizayn etmişti ki yolda kalması mümkün değildi. Her elektrikli yardımcının bir de stimlisi vardı. Aydınlatma için emergency diesel generator dümen için ise el hidrolik pompası mevcuttu. Amerika ya vardığımızda hemen yeni bir rotorla gelen tamirci firma rotoru değiştirdi. Savaş sırasında yapılan bu gemilerin yedekleri çok boldu. Yeni gelen rotorda bir şey dikkatimi çekti. Kanatların dibine doğru, ara kanat parçaları ufaltılarak kanatlar genişletilmiş ve kırlangıç kuyruğu olan kesit alanı, santrifüj yüke karşı büyütülmüştü.

1949'da, denizyollarının İtalya'ya ısmarladığı iki büyük SAMSUN ve İSKENDERUN iki küçük BANDIRMA ve ULUDAĞ gemileri geldi. Türbinli olan bu gemilerde büyük proje hataları mevcuttu. Kazanları, ince su borulu D tipi olup bütün yardımcı makineler stimliydi. Aynı SUS, MARAKAZ gemilerinde olduğu gibi.

Yardımcılardan kazan besleme suyu (feed pump) pompaları (2 adet, biri yedek) yağlama yağı pompaları (2 adet) ana türbin ve dişli grubu için olmak üzere simplex tipi tek silindir ve mekik valfli idi. Ayrıca iki adet tek silindirli pistonlu deniz suyu sirkülasyon pompası ve yine iki adet pistonlu tek silindirli (simplex) air pump (kondens yağışım suyu) için ve 2 adet yangın, sintine, balast pompası olarak duplex pompalar mevcuttu.

Kazan besleme suyu, yakıt ve yağ

pompalarının simplex oluşu basınç oynamalarına sebep olduğu için kazan besleme suyu regülatörleri hiç çalışmadı. Her vardiyada bir ateşçiden başka dört lostromo kazanın sularını idare etmek için bulunurdu.

Ayrıca kızgın buhar üzerine besleme suyu püskürtülerek yağ buhar yapılırdı. Bu yardımcı devre buharı, kazan çek valfleri elle idare edildiğinden, püskürtülen su basıncı (hiteviye) sabit tutulmadığı için yardımcı buhar, bazen kızgın gelir ve salmastraları yakardı. Bu durum da mekik valflerde tutukluk yapardı. Bazen de bu buhar çok yağ olurdu. Kazan yakıt basıncı da oynadığı için kazandaki yanma da düzgün olmazdı.

Yağlama yağı pompaları ise başlı başına bir alemdi. Mekik valfi tutukluk yapıp pompa durduğunda o pompanın yağ verdiği türbin dişli grubu yağsız kalır eğer iki pompa verici devresindeki iştirak valfi açık ise pompalardan biri durduğunda diğerinin hızı karşı basınç azaldığı için artar ve o da dururdu.

Yağ basıncı düştüğünde kapatacak olan hızlı kapama emniyet valfi hiçbir zaman çalışmadı. Vele ki türbin buharı kapatılmış olsun geminin hızı yüzünden türbin durmuyordu ki. Bu hata İstinye tersanesinde emergency gravite yağ tankı yapılarak ortadan kaldırıldı.

1948 mezonu vardiya zabiti olan FUAT PAZARCIKLİ kardeşimizin gece vardiyasında, iskele yağ pompası durarak iskele türbin yataklarının hafifçe sarmasına sebep olmuştu.

Aynı seferde Napoli den kalkıp Malta adasına giderken yine 1948 mezonu

FİKRET GÜRER kardeşimizin 12-4 gece vardiyasında müthiş bir sarsıntı ile yataktan fırlayıp makine dairesine koştuğumda Fikret hemen yol kesmişti. Daha evvel İSKENDERUN gemisinde tecrübem olduğundan, iskele pervane kanatının kırıldığını tahmin ettim. İskele makine 123 torna ile vibrasyonsuz çalışır olduğunu gördüm. Bu torna ile ve sancak makineye daha fazla torna vererek programı aksatmadan ve yolcuların haberi olmadan seferi tamamladık. Malta'ya vardığımızda iskele makineyi tornaçar ederek pervane kanadının birinin kırılmış olduğunu rahatlıkla görebildik. Üç kanatlı pervanenin iki kanadı kalmıştı.

O zaman bu iki gemi Akdeniz de ring seferi yapmaktaydı. Bir gece Marsilya da kalır sabah oradan hareketle Cenova, Napoli, Malta (sonradan kalktı) İskenderiye, Port Said, Beyrut orada bir gece kalarak dönüş seferi yapılırdı.

Ben bu üç yıl ring seferlerinde bulunduktan sonra 1954 başında SUS gemisi Baş mühendisliğine tayin edildim. Samsun gemisinin yapımı sırasında 2. mühendis olarak benden bir çok kıdemli ve tecrübeli ikinciler varken ilk defa ikincilik yapacak olan bu benim gönderilmem Merkez Fen Bürosu ile İşletme ve Enpektörlük arasında problem yaşanmasına sebep olmuştur.

Gelelim pervane kanadımızın kırılmasına. Marsilya dan hareketle havuz için program yapılmıştı. Cenova ya gelirken aynı pervanenin bir kanadı daha kırıldı.

Biz üç kanattan biri sağlam olarak havuza girdik. Bunları resimde görmek

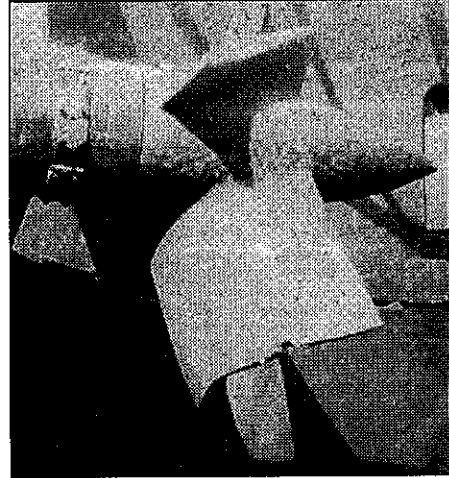
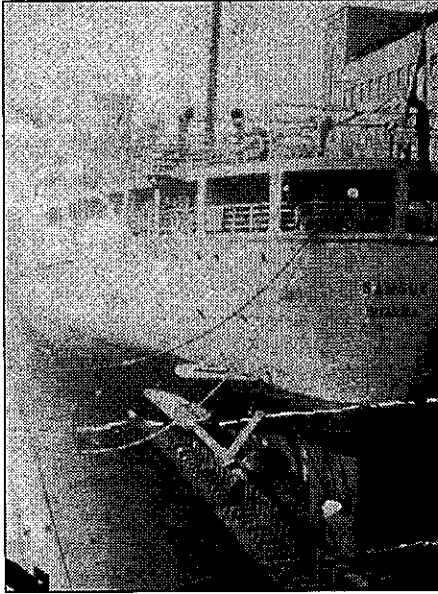
mümkün. Bizim gemi garanti müddeti içinde olduğu için pervane ve masraflar yapımçı firma olan ANSALDO tarafından karşılandı.

Bu esnada iskele türbin yatakları da yine tersane tarafından yenilenip, metallenip alıştırıldı. Bunun haricinde aynı gemide yine bir senelik garanti müddetinde turbo generatörlerin birinin türbininde, kilit yerinden kanat atma hadisesi oldu.

1948 mezu ALİ BOROVALI kardeşimizin gece vardiyasında devrede olan türbinde biraz vibrasyon hissettiğinden diğerini devreye almıştı. Ben makine dairesine indiğimde

durumu bildirdi. O türbini devreye alıp baktığımda aynı vibrasyonu görerek kanat attığına hükmettim. Ne de olsa ÇORUH gemisinden tecrübeliydim. Rotoru Napoli den Cenova ya gönderdik ve dönüşümüzde alıp monte ettik.

Bunlar meslekte olup, meslekte ilerledikçe yaşadığım bir çok hadiseye sırası geldikçe anlatmaya çalışacağım. Niyetim, bunca sene yaşadıklarımı bir kitap haline getirerek genç arkadaşlarıma sunma. Allah nasip ederse inşallah.





Anılar

Ana Makine (RD68 SULZER)

Piston Soğutma Suyu Borularının Delinmesi

Müh. Yalçın Deniz

Dünya Denizcilik
YDO, Makine-1963

Bilindiği gibi bu tip makinelerde piston soğutma suyu giriş ve dönüş devreleri makinenin dışından geçer ve tanka akar. Bu borular göz önünde bulunur. Genellikle sağlam ve boyalıdır.

Normal seyir sırasında, piston soğutma devrelerinin bağlantı kaynaklarında su kaçağı görüldü. İnceleme sonucunda bu kaçakların olduğu yerlerde delikler tespit edildi. Delikler kaynak ile kapatıldı. Seyre devam edildi. Bir kaç gün sonra aynı borular değişik yerlerden tekrar delindi. Bunun üzerine bazı borular komple yenilendi. İki gün sonra değişmeyen borularla birlikte yenilenen borular da delinmeye başladı.

Makine durduruldu yanlış ilaç çektilirilmesi ihtimali düşünüldüğünden makinenin bütün soğutma suyu boşaltıldı yeni su alındı. Tekrar makine çalıştırılarak seyre devam edildi. Ama delinmeler bir süre sonra yeniden başladı.

Makine değerleri, egzost ve türbin sıcaklıklarında en ufak anormallik yoktu. Piston soğutma suyu sıcaklığı da

normaldi. Piston soğutma suyu pompası gecinde de olağan dışı bir görünüm yoktu.

On gün süreyle çözümsüzlük devam etti. Yani seyre, kaynak yapılarak ve boru yenilenerek devam edildi.

Bir sabah normal vardiya kontrolleri sırasında 3 numaralı piston soğutma suyu dönüş gözetleme camında diğer silindirlere ait gözetleme camlarından farklı bir durum göze çarptı. Cam hafif buğulanmıştı. Başka bir ihtimal kalmadığından bu bulgunun üzerine gidilmeye karar verildi.

Makine durduruldu. No 3 piston alt ölü noktaya alınarak gözetleme portlarından piston kafası, yer darlığı yüzünden ancak el ile kontrol edildi. Soğutma suyu çalışıyor olmasına rağmen piston kafasında herhangi bir ıslaklık görülmeydi.

Buna rağmen kaver sökülerek pistonun yakından kontrolünün yapılmasına karar verildi. 3 numaralı kaver söküldü. Piston üst ölü noktaya alınarak kontrol edildi. Piston

kafasında daha önceden yapılan yamaya rastlandı. Yama kaynakları büyüteç ile kontrol edildiğinde kaynak üzerinde kılcal, küçük bir çatlak tesbit edildi.

Yüksek basınçlı gazların bu kılcal çatlaktan zorlana olsa içeri girip suya karıştığı anlaşıldı. Çatlak çok ince ve piston soğutma suyunun dönüş basıncı olmadığından su çatlaktan çıkamıyordu.

Yanma gazları ile suya karışan yakıt içindeki sülfürün, asidik ortam yaratarak konu edilen boruların

delinmesine sebep olduğu anlaşıldı.

Alınacak ders:

Yakıtla ilgili olan yanma gazları ve kurumların su ile buluşmaları sonucu asidik ortam oluşabiliyor. Bunun makine dairesi için bir tehdit oluşturduğu unutulmamalıdır.

Özellikle de baca kazanlarının yıkanması sonucunda oluşan kirli sular gemide hiç bekletilmemeli ya da asidik ortamdan kurtarılmalıdır.



Anılar

Arızalı türbin yarım yolla dünyayı dolaştırdı

Sydney Cook, CEng, FIMarE,
Florida, USA

New York'da kurulmuş olan Marchessini lines'ın makine enspektörü olarak, Bangkok da yükleme yapan 13000 DWt luk buhar türbinli general cargo gemisinde arızalar artmaya başlayınca, problemleri araştırmak üzere gemiye çağırıldım.

Türbin bir aksiyon-reaksiyon birleşimi kombine türbin olup iki kademe devir düşürücü ile sabit pervaneye bağlanmıştı. Yüksek basınç türbini tornistan ve tornayt türbinlerini içeriyordu. YB tornistan türbini iki kademeli olup ayrı bir keys içindeki YB tornayt türbin rotoruna bağlı ve egzostu da AB tornistan türbinine açılıyordu. Yani gemi iki tornistan türbinine sahipti.

Yükleme bittikten sonra yeni sefer için Baş mühendis makinenin hazırlanması (ısıtılması) sırasında türbinin tuttuğunu ve dönmediğini söyledi. Bangkok-New York arası neredeyse dünya çevresinin yarısı kadar bir mesafe. Tayland'a yolculuk yapabilmek için vize gerekliydi ve o sıra New York da Tayland Büyükelçiliği yoktu. Vize

işlemleri Washington DC de yapılıyordu ve bir vize birkaç günde ancak alınabiliyordu. Havayolu şirketi vize almadan bilet vermiyordu. Zaman çok önemli olduğu için şirketin Londra ofisi oradan bilet ayarlayabileceklerini söyledi. Londra'ya ulaştığımda bir şirket yöneticisi beni karşıladı. Vizeyi almamıştı. Havayolu şirketi ile Bangkok'a girememem durumunda geri dönüşü garanti altına almak ve ayrıca bir ücret ödememek için ayarlama yapmıştı.

Bankok'a girişte vizem olmadığı için tutuklandım ve 12 saat göz altında tutuldum. Daha sonra acenta yetkilileri ile birlikte gemi ye gitmeme izin verildi.

Gemiye ulaştığımda, türbini inceledim. AB türbin kanatlarının keysing'i kirlenmiş olduğunu gördüm. Bankok'da bu işi yapacak çalışma olmadığından diğer mühendislerle, AB türbinini devre dışı bırakıp by-pass ederek tornistan ve tornayt türbinleri olan YB türbinlerini kullanmaya karar verdik. En yakın tamir yeri Singapur'daydı.

Dolayısıyla 850 millik bu mesafeyi gemiyle katettik. Yolculuk 9 knot hızla sorunsuz tamamlandı.

Singapur'da bir tersane ile anlaştık ve AB türbinini açtık. Rotorun orta kısmında beş sıra reaksiyon türbini kanadı kırılmış ve eğilmişti. AB türbini rotorunu çıkartıp karaya götürdük ve torna da zarar görmüş kısımları kestik. Zarar gören alt ve üst keysing kanatları da çıkartıldı. AB türbininin balansı yapılmış ve gemiye getirilmişti. Yerine takip türbini kapatık. By-pass düzenekleride alınarak türbin normal durumuna getirildi.

Gemi ABS klasındaydı. Sörveyör deneme yapmamızı istedi. Denemeye başladığımızda dişlilerden gelen ses korkunçtu. Sonuç olarak sörveyör geminin bu şartlar altında ve bu sesle çalıştılamayacağını söyledi. Dişli kutusu inceleme (inspection) kapaklarını açtığımızda hiçbir hasar görmedik. Singapur'da dişlilere bir müdahale yapılamayacağından Rotterdam'a kadar olan 8300 millik mesafeyi AB türbini tekrar by-pass edilerek sadece YB türbini ile gitmeye karar verdik. By-pass donanımlarını tamamladıktan sonra tekrar bir deneme yapıldı ve ses normaldi. Gemi Singapur'dan Rotterdam'a doğru yola çıktı ve problemsiz vardı.

Rotterdam'da ABS sörveyörlerince inceleme kapaklarından dişliler incelenerek yeni bir sörvey yapıldı. Görülen bir hasar yoktu ve sörveyörler tarif ettiğim sese inanmadılar. Yeni bir deneme olması ve tarif ettiğim sesi onların da duyması için ısrar ettim. Hatta Hollanda Flushing'deki Schelde Tersanesinden dişli uzmanlarını da çağırdım.

Gemi deneme için rıhtımdan ayrıldığında ve türbin hızı yükseldiğinde herkes AB türbini devir düşürücü donanımında bir hata

olduğunu kabul etti.

Schelde Tersanesi AB ve YB türbinleri birinci kademe devir düşürücülerinin alınarak detaylı incelenmesini önerdi. Rotterdam'daki Fijenord Tersanesi bu işi yaparak, YB ve AB birinci kademe devir düşürücü dişlilerini ve pinyonlarını alıp Schelde Tersanesi'ne gönderdi. Detaylı bir incelemeden sonra AB türbini devir düşürücü pinyonunda hafif bir burkulma olduğunu gördüler. YB ve AB devir düşürücü dişlilerin düzeltilmesi için iki seçenek sundular.

a)Yeni iki pinyon imal etmek, bir kaç ay alır,

b)Mevcut dişlileri onarmak, bu da dişlilerin Backlash'ını artırır (3 hafta)

Backlash'ın artması halinde manevralarda tornistan'dan tornayt'a yada tam tersi durumlarda çok daha dikkatli olunması gerekecekti. Ben "b" seçeneğini daha uygun buldum. Onarım işlemi uygun zamanda tamamlandı. Türbin tekrar takılarak denendiğinde gürültüden eser kalmamıştı.

Detaylı bir araştırmadan sonra türbin kanatlarında meydana gelen hasarın makinenin iyi ısıtılmamış olması ve AB türbininin tutmasından sonra YB türbininin buraya anormal kuvvet uygulaması olduğu karar verildi. Hasar gören türbin kanatlarının yenileri ısmarlandı ve bunlar bir sonraki tersane periyodunda yerleştirildi.

Gemi servis hayatına devam etti ve türbin dişlileri ile bir daha sorun yaşanmadı.

Tek başına YB türbini ile yapılan 9000 millik bir yolculuk, buhar türbininin ne kadar güvenilir olduğunu göstermişti.



Anılar

Nedir Bu Kadar Çok Sesin Kaynağı?

MER,WR Penneil, Ceng.FIMarE,
Brisbane,Australia

Baş mühendis olur olmaz, havuzda bulunan bir gemiyi almak üzere Londra dan Hamburg' a gönderildim. Alacağım gemi 5 ambarlı 15.000 ton luk bir general-cargo gemisiydi. Geminin ana makinesi, geminin ortasına yerleştirilmiş ağır devirli, karşıt pistonlu, 2 strok lu bir dizel makineydi. Gemi batı Afrikada karaya oturmuş ve karinası ile birlikte double bottom saclarının % 70' inin değişmesini gerektirecek ölçüde hasar görmüş ve havuza girmişti.

Yeni Zelanda ve Avustralya'ya taşıyacağımız yükleri almak üzere Miami ve Körfez Limanlarına doğru yola çıkmamızla beraber bir sürü mekanik problemle karşılaştık. Bunların üstesinden geldik. Ama bunlardan birisi pek alışık olmadığımız olanı ve en inatçısıydı. Limanda manevra sırasında, ana makineden, özelliklede yarım yol devrindeyken garip sesler ve normal olmayan titreşim tespit ediliyordu.. Bulunduğumuz manevra platformundan duyulan ses, bir trenin tünelden geçerken çıkardığı sese

benziyor ve kıç taraftan başa doğru yayılıyordu. Baş tarafa doğru ses azalıyor fakat tıkırdamalar ve dönen bir parçadan kaynaklandığını sandığımız sesler net bir şekilde hissediliyordu.

Kem şaft veya zincir donanımında bir problem olduğunu düşünerek ilk fırsatta bir kontrol yaptık fakat makineden gelen garip seslerin kaynağı olabilecek herhangi bir şeyle karşılaşmadık.

Giderek sıklaşan bu seslerle sefere devam ettik. Fakat bir laynerin çatlaması ve zamanı geçmiş class sörveylerine odaklanmamız, bu bilinmedik sesleri ikinci planda bırakmıştı.

Demirleme manevrası sırasında ana makinenin çok kötü performans sergilemesi üzerine, makine tamam komutundan sonra problemin sebebini bulmak üzere çalışmaya başladık. Timing, reversing donanımı, kem şaft ve diğer tüm olasılıkları kontrol ettik. Fakat tüm bu çabalarımıza rağmen 12 saat boyunca hiçbir şey bulamadık.

Tam çalışmayı bırakıp yukarı çıkarken, 1 numaralı silindir kroshead'inin ön tarafından yansıyan zayıf bir ışık gördüm. Daha yakından bakmak için kroshead'e ulaştım. Küçük bir işaret çizgisi ve ona karşılık gelen, ana rodun ön tarafa bakan yanağı üzerinde başka bir işaret fark ettim. Tornaçark yardımıyla bu işaretleri açığa getirerek karşılaştırdım. Ana yatak ve kroshead yataklarının klerenslerini ölçerek, krankşaftın konnektin rod larla beraber baş tarafa doğru bir miktar kaymış olduğunu tespit ettim.

İlk aklıma gelen thrust blok oldu, hemen açtım fakat tüm klerenslerin normal olduğunu ve pedlerin iyi durumda olduklarını gördüm. Ana yatakların yatak klerenslerini ve şim kalınlıklarını, imalatçı firmanın inşa bilgileriyle karşılaştırarak bu kaniya varabildim. Ölçüleri her ana yatak yanaklarından alarak ortalamalarını hesaplamıştım. Ön yüz klerensi yaklaşık olarak 9 mm idi. Arızanın sebebi ile ilgili düşüncem, ana makine altındaki sac değiştirme ve diğer kontriksiyon ile ilgili tamiratların bir sonucu olarak ortaya çıkmış olabileceğiydi. Merkez ofise gönderdiğim telex üzerine aldığım cevapla hayretler içinde kaldım. Havuz raporlarındaki inceleme

sonucunda durum anlaşıldı. Hamburg limanında Trust block'un zarar görüp görmediğini anlamak için Thrust komple sökülmüştü. Thrust block' a daha yakın baktığımızda, thrust pad taşıyıcılarının ön ve arka tarafına koyulan yarım ay şeklinde işlenmiş çelik şimlerin (makine üreticisi tarafından önerilen) birbirinden farklı kalınlıklara sahip olduğunu (yaklaşık 10 mm) ve ters takıldıklarını anladık. Bu sonuca varmamız, ped leri ve taşıyıcılarını sökmemiz neticesinde taşıyıcılar ve şimler üzerindeki orijinal karşılaştırma işaretlerini daha rahat görmemiz ile oldu.

Problemi kesin olarak belirledikten sonra geri kalan en büyük problemimiz ise üzerinde volan ve pervane bulunan ve bir çok noktadan yataklanmış o kocaman shaftın 10 mm kış tarafa doğru kaydırılması idi. Bunu da gemiye kışa trim verip shaftı cersaskallar la çekerek ve kaplin flençlerine kama çakarak hallettik. Büyük bir mutlulukla söyleyebilirim ki aynı gemide 9 ay daha kaldım ve dünyayı dolaştım, bu sorunu tekrar yaşamadım.

Artık makine dairesinde tünelden geçen trenler yoktu.



Anılar

M/V Ro-Ro Kpt. SAİT ÖZEGE Yangını ve Total Lost.

H. Şaban KOÇA

Gemi Adriyatik'te Arnavutluk sahillerine yakın bir bölgede 'Makine Dairesinde çıkan yangın sonucu, gemi personeli yangına yeterli derecede müdahale edemediği için can tehlikesinin oluşması üzerine gemiyi terk etti ve gemi yanarak sürüklendi. Arnavutluk sahilinde turistik bir bölgede karaya oturdu.

Gemi personeli, özellikle yangına yeterli müdahale edemediği varsayılarak büyük tenkitlere uğradılar. Geminin Arnavutluk sahilinden hurda olarak parçalanmak üzere Aliğa'ya çekilmesini müteakip, gemiye inceleme yapmak üzere gönderildim. Gerek gemi yetkililerinin raporları, gerekse Arnavutluk'a giden D.B Deniz Nakliyatı yetkililerinin raporlarında aynı tespitler mevcutsa' da , bulgularım ve sonuca bakışımı anlatmak istiyorum.

- Yangın sancak makine T/B üzerinde başlamış, makine dairesinin çok basık ve yakıt tanklarının bu mahalle yakın olması, ayrıca makine dairesinin ana giriş denilen tek kapısının aynı bölgede olması nedeniyle ana kaçı makine

personeline kapamış, tek kaçış olarak Makine Atölyesi içinde olan emercensi kaçış kalmış.

Gemi Baş Mühendisinin yangın sonrası verdiği ifade ve raporda ' da belirtildiği gibi,

a- Sancak Makine üzerinde yangının başlaması ile birlikte makine dairesi çıkış merdiveni alevlerin arkasında kaldığı için oradan çıkış imkansızlaştı. Oysaki CO2 patlatma kutusu tam kapının girişinde TIR güverte alabandasında. (bu arada yangının söndürülmesi için makine dairesindeki tüm olanaklar kullanılmıştır.)

b- Gemi Baş Mühendisi ve İkinci Müh. Atölye içindeki emercensi kaçış'dan çıkarak, madde (a)'da belirttiğimiz makine dairesi giriş kapısındaki CO2 kutusuna ulaşmayı deniyor fakat yüklemde 'TIR'lar alabandaya adeta yapışık şekilde yükleme yapıldığı ve hava şartlarında kötü olması nedeniyle kutuya ulaşmak mümkün olmuyor.

c- Ana (Açık) Güvertede ,(yaşam mahalline adeta bitişik-Iskele taraftan gemi girişine yakın,) Ana CO2 odasından müdahale düşünüldüğünde, kötü hava şartları nedeniyle üst güverteye alınan CO2 odası önündeki TIR'ın devrilerek CO2 kapısını tamamen kapamış olması ve başka giriş olmaması nedeniyle müdahaleye imkan kalmamış bu arada büyüyen yangın makine dairesinden kapalı TIR güvertesine sıçramış ve tüm gemiyi sarmıştır.

Bu olayın değerlendirilmesinde düzenlediğim Raporda şu konulara değindim:

1- Gemi İnşa edilirken Emercensi kaçışlar uygun olarak düzenlenmeli ve Yangına müdahale teçizatı - CO2 patlatma veya yangın söndürme ile ilgili sistem, kontrol edilebilecek en müsait yere tüm olumsuz şartlar düşünülerek konulmalıdır.

2- Yangına müdahale edilecek ana sistemin bulunduğu (CO2 odası- Springler Odası gibi) mahal girişleri daima müdahale edilmeye müsait olacak şekilde neta vaziyette tutulmalı, gerekirse kapı giriş önlerine herhangi bir engel oluşmasını engellemek için bariyerler konulmalı,

3- Özellikle bu tip RO-RO gemilerinde Makine daireleri gibi bölümlerin girişleri, yük güvertesinin içinden değil müstakil kapalı girişler olarak düzenlenmeli,

4- Gemi yükleme anında ,yük mahallinde herhangi bir sistem ile kontrol panelleri veya bırakılması gereken geçiş menfezleri her türlü olumsuz şartlar düşünülerek yükleme yapılmalıdır.

Bu yangında görüleceği üzere,2 hata etken olmuştur.

1- Geminin inşaatı anında, gerek CO2 kontrol mahallerinin uygun yerlere konulmamış olması, gerekse makine dairesi girişinin sancak borda ile yük(TIR) arasında bırakılan 1 m.lik bir geçiş şeridi ile sağlanması,

2- TIR yükleme anında 2.Kaptanın gerek yangın müdahalesi gerek makine' ya ulaşımı engellemeyecek şekilde yükleme yapmaya dikkat etmemesi .

BU TİP KAZALARIN OLMAMASI İÇİN GEREKENLERİ YAPMAK SADECE BİZLERİN DİKKATİNE BAĞLI OLDUĞU KANISINDAYIM.

M/V Ro-Ro Kpt.Burhanettin IŞIM Enjektör Memeleri Kesilmesi ve T/C Kanat Budanması:

Geçmişte yaşanan olayları yazmak ve meslektaş' larla paylaşmak son derece olumlu bir olay.

Yıl 1991 Ocak,Irak-Kuveyt anlaşmazlığı sonucu BM'in Irak hareketinin başladığı günler, D.B Deniz Nakliyatı T.A.Ş ' ye ait M/V Burhanettin Işım Ro-Ro gemisi NORVEÇ-Fosen Tersanesinden teslim alınıp , BM ' ye Irak taşımaları için kiralanmıştır. Gemi Kiel-Bremen limanlarından Askeri Malzeme yükleme yapıp ilk seferine (Maiden Voyage) başlıyor. Gemi Cebelitarık Akdeniz'e girdikten sonra Sancak Makine enjektör memeleri kesilmeye başlıyor (Ana Makineler Sulzer Z 40S).Gemi Baş Mühendisi Feridun Ede gerekli müdahaleleri yapıyor, yola

devam ediliyor. Fakat sürekli değişik enjektörlerin meme kesilmesi ve kopan parçaların Türbin kanatlarını parçalaması sonucu gemi, türbini körleyip ağır yol ile Yunanistan'ın Kalamata (kalamai) limanına girdi. (Kalamata Mora yarım adasının Mataban fenerinin, adriyatik tarafındaki koyunda küçük bir tatil beldesi.)

Gemi limana girinceye kadar sürekli inşaatçı tersane ve makine yapımcısı Wartsila-Turku ile yapılan konuşmalar ve düzenlemeler sonrası Genel Md. Yrd. İsmail Kırıl Göğüş, Mk.Baş Ensp. Ünver Bozkurt, Onarım Ensp. Erol Altınır ve Teknik İşler Daire Başkanlığı Baş Mühendis olarak geminin tüm inşaa süresince Norveç'te tersanede ve gemide bulunan ben Şaban Koça, ,gemi daha limana girmeden Atina ve karayolu ilede Kalamata'ya gittik. Kış ayı olduğu için oteller boş sadece 4 kişi olarak biz kalıyoruz. Otelde eleman bile yok denecek kadar az. Akşam olup otele dönünce Bar servisini kendimiz yapıp içtiklerimizi bir kağıda yazıp barın üzerine bırakıyoruz.

Gemide tüm enjektörler sökülüp yenilendi,Türbin komle yenisi ile değiştirildi ve tüm kontroller yapıldıktan sonra çalıştırılıp denendi herşeyin normal olduğunun görülmesi ile gemi seferine devam etmek üzere yola çıktı.

Bu işlemler yapılırken gerek makine yapımcısı, gerek tersane yetkilileri arızanın yanlış işletme sonucu meydana geldiğini iddia ederken, bizler olayın materyal hatası ve hatalı üretimden kaynaklandığını savunduk. Gemiden, memesi kesilmemiş sağlam enjektörlerden birini aldık ve içini tamamen görebileceğimiz şekilde kesilmek üzere Almanya'ya gönderdik.

Meme kesimden geldikten sonra yaptığımız incelemede meme soğutma kanalının meme ucunda 90 derecelik bir açı ile açıldığını tespit ettik,bu keskin köşe ısınmadan dolayı çatlıyor ve çatlağın büyümesi ile meme ucu kopuyor. Bu durum daha öncede gemilerde sorun olduğu ve bu nedenle enjektör meme yapımcısı Duap'ın soğutma kanallarında modifikasyon yaparak 90 derecelik keskin açı yerine yuvarlatılmış bir dip oluşturarak soruna çözüm bulduğu literatürlere bile geçmişti. Anladıkki eldeki eski üretim gemide kullanılmıştı. Bunu hemen yazılı olarak gerek inşaatçı tersaneye, gerek makine yapımcısına bildirdik, modifiye görmemiş memelerin kullanıldığını beyan ederek tüm masrafların ödenmesini talep ettik ve ödendi, gemiye verdikleri 17 adet yedek meme içinde bir talepte bulunmadılar.

Sonuç :

Genellikle yapımcılar sorun çıkartan ve modifiye edilen ekipman parçalarını ,stoklarında mevcut olanları imha veya modifiye etmek yerine en kısa yoldan tüketmeyi tercih etmektedirler. Her ne kadar kabul etmeseler 'de bu malzemeleri tükettikleri ülkeler teknoloji bakımından geri kalmış ve bu konularda araştırma yapıp hakkını arayamayacak durumda olanlardır. Bizler yukarıdaki konuda ısrarla malzeme üretim hatası savunurken , kesin bir şekilde hiç itirazda bulunmadılar, araştırma sonucu haklılığımız kanıtlandı. Geminin Garanti Mühendisi Finlandiya-Turku Wartsila fabrikasından Ari Helman geminin garanti bakımları için bir yıl sonra İstanbul 'a geldiğinde bu konudaki kararlılığımızdan dolayı bizleri kutladı.



Anılar

Vibrasyon problemi için kitabı iyi oku

AM Whatmough, CEng.FIMarE, MER
UK

1970'lerde 2. mühendisten seyir sırasında İngiltere ile Singapur arasında kiralık olarak çalışan gemiye katıldım. Gemide 5 silindirli Sulzer ana makine ile 4 tane de Allen diesel jeneratör vardı. Bu marka jeneratörlerde çalışan tecrübeli mühendisler hatırlayacaklardır. Bu dizeller makinenin startı için yeterli olacak sayıda ilk hareket havası valfi ile donatılırlar. Bu 4 silindirli makinelerin de bu yüzden sadece 2 silindirinde ilk hareket havası valfi vardır. Böylece makine döndürülerek makinenin start pozisyonuna gelmesi sağlanır. Bu düzenlemede 3. mühendisin yakıt enjeksiyon sistemini çok iyi kondisyonda tutmak mecburiyeti vardı.

Kontrol kayıtları apaçık gösteriyordu ki 1 numaralı jeneratör diğer 3 jeneratörlerden binlerce saat daha az çalıştırılmıştı. Gemideki eski mühendisler, vibrasyon yüzünden 1 numaralı makineyi çalıştırmadıklarını, çalıştırdıkları takdirde gece başmühendisin kamarasında titreşimden uyanabileceğini söylediler.

Jeneratördeki bu titreşim problemini araştırmak için çok zaman harcadım.

Stetoskop incelemeleri sonucu, 1 numaralı silindirin problemli olduğunu gösteriyordu. Önceki mühendislerin bu vibrasyonu önlemek için çok uğraştığını jurnal kayıtlarından öğrendim. Daha önceden bir çok kez silidir kafasının, pistonun, connectin rodun ve yatakların değiştirildiğini ve bir faydası olmadığını kayıtlarda buldum.

Bir kaç kez valfler ve püskürtme taymingleri kontrol edilmişti ama taymingleri bir de benim kontrol etmemin faydalı olabileceğini düşündüm. Yapımcı firmanın kitaplarını dikkatlice okudum. Beklenmedik bir problemden bahsetmiyordu. Taa ki pek fazla baş vurulmadığı anlaşılan ekstra bir sayfayla karşılığınca kadar. Sayfadaki çizim Lanchester tipi ballancer shaft'ların düzenleme şekliydi ve sadece 4 silindirli makineler için diyordu. Bir anda makinenin alt tarafına baktım ve krankkeys kapağını söktüm ama hiçbir şey belli değildi. Araştırırken, makinenin uzunluğu boyunca çalışan ballancer shaft'larını buldum ve bunların bed plate içinde görünmez bir yerde (saklanmış gibi) olduklarını tespit ettim.

Tayming dişlisi kapağının sökülmesi için makine kısmen sökülmeliydi. Ballancer shaftları, normal de boşta duran dişli tekerler tarafından makine dönüş yönünün tersi istikamette ve shaft hızının iki katı hızda dönüyordu. Boştaki bu dişlilerde ayar markaları yoktu. Prosedür, no 1 pistonu ballancer shaft'ları aşağı dikey pozisyonda olacak şekilde üst ölü noktada tutmaktı. No1 pistonu üst ölü noktaya getirdiğimizde görüldü ki ağırlıklar yerlerinden kaymışlardı.

Zamanlama dişli kutusu içinde herhangi bir dengeleyici belirtisine rastlanmadı. Ballancer shaft'ları yerine koymak ve makineyi donatmak fazla zaman almadı. Makinenin çalıştırılmasında vibrasyondan eser kalmadı.

Öyleyse eski bir atasözünü hatırlayalım: "eğer herkes başarısız olursa - el kitabını oku!"



Anılar

Turbocharger patlamasından çıkarılan dersler

MER, CN Hughes, Bovingdon, Herts,
UK

Bir denizcilik şirketinde teknik müdür olarak işe başladığımda benden araştırmamı istedikleri en ciddi arızalardan bir tanesi, bir egzost turbocharger'inin soğutma suyu tarafında meydana gelen patlamaydı. Arıza sonucu tüm turbocharger parçalanmış ve döküm parçacıklarından bazıları yakında bulunan 2. mühendis in çok yakınlarından geçmişti.

Olayın gerçekleştiği gemi Londra dan Antwerp'e doğru kıyı seyiri yapıyordu. Kaza gerçekleştiği anda gemi henüz tam yol hızına ulaşmıştı. Gemi mürettebatı, zarar gören turbocharger i devre dışı bırakarak varış limanına kadar seferlerini daha düşük bir güçle tamamlamıştı.

Telefonda, Baş Mühendis'e zarar gören parçaları incelemek istediğimi ve hiçbir şeyi atmamasını söylemiştim. Gemi Londra da limanda iken ana makine ve turbochargerin su mahallerine kimyasal ile kışır temizliği yapılmıştı. Bu işlem, kazanın oluşmasıyla ilgili aklımda şüphe uyandıran ilk konuydu. İlk olarak temizleme işleminde kullanılan kimyasal madde test edildi. Herhangi bir problem olmadığı ve bunun patlamayla bir ilişkisi bulunamayacağı anlaşıldı. Dolayısıyla dikkatler başka

bir konuya çevrildi.

Soğutma suyu hava firar valfinde bulunan parçalanmış bir keys parçacığı üzerinde yapılan incelemeler, valf hendil'inin açma yönünde olması gerekirken kapatma yönünde 90 derece döndürüldüğünü ortaya çıkardı.

Kimyasal madde ile temizlik uygulamasından sonra, gemi personelinin soğutma suyu sisteminin hava firar valfini açması gerekirken, kapatması üzerine sistemde hava kalmıştı. Arızaya sebep olan bu valf küçük çaplı bir boru ile makine dairesinin üst kısmına yerleştirilmiş olan observation tankına bağlanmıştı. Bu nedenle su veya hava çıkışının kontrolünün yapılması çok zordu. Turbocharger keysinin üst tarafında, su bulunması gereken hacimde hava bulunması ve bu havanın da makinenin tam yüklenmesiyle aşırı ısınması sonucunda fazla miktarda buhar oluşmuş ve bu buharın basıncı keys dizayn test basıncının çok üzerinde değerlere ulaşmıştır. Bu yüksek basıncın neticesinde keys patlamıştır. Bir süre sonra filonun başka bir gemisinde yine turbocharger patlamasıyla sonuçlanan benzer bir olayla tekrar karşılaştık. Fakat bu

olayda söz konusu olan turbocharger patlamadan önce başka bir problem çıkarmıştı. Bu nedenle gemi personeli tarafından soğutma suyu dreyn edilerek giriş valfi kapalı bir şekilde şaft kilitlenerek kontrol altına alınmıştır. Fakat devam eden sefer süresince soğutma suyu giriş valfi kaçırmış ve kaçaklar hemen akabinde buharlaşarak yine bir önceki kaza da olduğu gibi keysin patlamasına neden olmuştur.

Her iki olayda, soğutma sistemi için gerekli tedbirler alınmadığı takdirde meydana gelebilecek doğal tehlikelere iyi birer örnektir. İlk olayda hava firar musluğundan hava yada su geldiğini kontrol edebilecek bir donanım yada geçici olarak herhangi bir noktadan açarak su çıkışının kontrol edilmesi, ikinci olayda ise gemi personelinin soğutma suyu giriş valfinin tamamen kapatıldığından ve herhangi bir sızıntı olmadığından emin olması gerekirdi.



Anılar

Tatlı Su Üretimine Engel Olan Münasebetsiz

MER,S.Reith,Ceng.Cleveland,
UK

Bahsedilen ünite, ısıtma ortamı olarak alçak basınç kazanın buharı seçilmiş, günde yaklaşık 50 ton su üreten, çift etkili, suya daldırılmış boru tipinde bir tatlı su üreticisiydi.

Ünite çalıştırılıp iç vakumun işletme şartlarına kadar düşmesi için gerekli zaman beklenip operasyon şartlarına ulaşıldı. Üniteye deniz suyu beslemesi başlatıldığında, vakum anında kayboldu ve ünite otomatik olarak boşaltma operasyonuna başladı.

Araştırmanın ilki, keys / boru sızıntılarıydı. Boruları dışarı alıp bütün boru aynalarını test etmek için çok fazla zaman harcandı (bu ünitelerin içinde çok sayıda boru bulunur). Hiç sızıntı bulunamadı ve ünite tekrar toplanıp bir çok durumda test edildi. Bütün dış parçalar basınçlı keys'e hava girişine karşı test edildi. Kontrol pencereleri gözetleme girişleri, vakum kırıcılar vs. tamir edildi.

Aslında vakum kaybının mümkün olduğu düşünülen her yol araştırıldı ama işe yaramadı. Ünite çalıştırılıp doğru vakumu elde etmeye devam edildi. Ama deniz suyu beslemesi başlatıldığında vakum çöktü. Ünitenin dibinde bulunan, deniz suyu tarafından işletilerek vakum sağlayan ecektörün, giriş ve çıkış tarafı açıldı. Tomar edildi. Fener ile incelenerek

temiz olduğu kanıtlandı.

Bütün ihtimalleri deneyerek harcanan saatlerden ve günlerden sonra, gözetleme pencerelerinden yapılan bir inceleme esnasında, birinci kademe boru aynasının üstüne sıçrayan besleme suyu, normalde kuvvetlice sıçraması gerekirken daha az sıçradığı farkedildi.

Ecektör'ün tamamen alınıp detaylı olarak incelenmesine karar verildi. Problemin kaynaklandığı yer burasıydı. İnceleme sonucunda ,1 inç çapındaki Galvaniz bir borunun yaklaşık 1 inç uzunluğundaki bir bölümü, ecektörün giriş tarafında saplanmış olarak bulundu. Nereden geldiği hakkında hiçbir fikrimiz yoktu ama borunun içinde borunun tamamı açık olacak şekilde o küçük hacimde rahatça duruyordu. Dolayısıyla stop edilip araştırıldığında yada tomar etme sırasında onun varlığını tespit etmek mümkün değildi..

Ecektör'e deniz suyu beslemesi başlatıldığında, bu küçük boru parçası o hacimde 90 derece dönerek ecektör'e deniz suyu gelmesine engel oluyor ve sonrasında keys vakumunun düşmesine neden oluyordu.

O sırada ecektör ile uğraşılıyor olması ünitenin çalışması sırasında açıkça tespit edilemez bir durumdu.



Amblem

Kirli kazanlar ile Kabusa Yolculuk

MER,MM Jaffari,Maidenhead,
UK

Baş mühendis olarak ilk seferim Amsterdam'da bir tersanede special survey'den geçmiş olan bir petrol tankerindeydi. TE2 tipi, ABD yapımı elektrik ile sevkliydi. Bunlar harika gemilerdi, kendi zamanları için çok modernler,yüksek basınçlı, su borulu kazanlara sahiptiler ve tüm yardımcıları AC voltajı ile elektrikli olarak çalıştırılıyordu.

Makineyi çalıştırarak iyi bir başlangıç yaptık ve herşey iyi gitti. Sadece küçük bir durum vardı. Diğer 6 mühendisten sadece üçüncü mühendisin bu tür gemide tecrübesi vardı.

Curacao'ya yola çıktık. Atlantik'e üç gün kala pompacı havanın güzel olduğunu ve baş taraftaki bunker tanklarından yakıt transferi yapmamızı önerdi. Tamam dedim. Sonrasında garip bir petrol kokusu aldım. İkinci mühendisin vardiyasıydı. Ana türbin glendinden gelen birkaç yakıt daması olduğunu söyledi. Bu konu üzerine gitmedim.

Her iki kazanın tesviye şişelerinde petrol bulunduğunu söylemek üzere üçüncü mühendis tarafından arandığımda gece yarısından sonraydı. İçinde önemli miktarda petrol bulunan ve hava dreyn valfinden alınan bir kova besleme suyunu gösterdi.

Kabusumuz başlamıştı.

Nereden geldiği hakkında hiç fikrimiz yoktu. Glendin buhar girişinden gelen yağlama yağından kaynaklanan hafif bir yağ kirlenmesine dair bir kayıt vardı ama o kaçak ihmal edilebilir boyutlardaydı. Gördüğümüz miktar ise fazlaca büyüktü. Kaptan'a biz hasarı değerlendirirken seyire bir kazanla devam etmeyi önerdim.

Bahsi geçen kazanı stop ettik, buhar ve suyu başalttık. Soğumaya bıraktık. Külhane girdiğimizde bütün su duvan borularının (4 inç çapında) önemli şekilde hasarlanmış olduğunu gördük. Borular yemeklerini yutmuş yılanlar gibi görünüyordular. Her boruda balon tipi kabarıklıklar ve tıkanmak zorunda olan iğne delikleri vardı.

Delikleri tıkadık. Suda çözünmüş soda külü ile yıkadıktan sonra buhar üretmeye başladık ve basıncı 440 lb/in2'den yaklaşık 320 lb/in2'ye düşürdük.

Diğer kazandaki tesviye şişesinden suyun bozulduğunu da gördükten sonra aynı prosedür orada da da uygulandı, bu seferde ilk kazanın suyu bozuldu.

Bu paslaşma seferin sonuna kadar devam etti.

Buhar üretemediğimiz için bazen iki kazanı da kapatmak zorunda kaldık. Şansımıza, her kazan 4 ton kapasiteliydi ve birçok kez boşaltıp doldurmayı başarabildik. Bu zevksiz iş seferin geri kalanında da tekrar edildi. Hepimiz aşırı derecede yorulmuştuk ve hiç kimse makine dairesinin dışında 6 saatten fazla kalamamıştı.

Bu kirlenmenin nedeni yakıt transferini takip eden günde açıklığa kavuştu. Pompacı ana güvertede buhar egzoz devresinin genişleme glendlerinden damlayan petrol olduğunu rapor etti. Olan şuydu; special survey sırasında baş pompa dairesinin iki adet pistonlu buhar pompası kontrol edilmiş ve her nasılsa bir pompanın emme/dağıtım valf sandığının üzerindeki hava firar muslukları, tersane işçileri tarafından buhar egzoz sandığından gelen su dreyn iştiraki ile birleştirilmişti. Bu durum gemideki mühendisler tarafından da kontrol edilmemişti.

Sadece bu kadar değildi, pompacı transfer için pompaları çalıştırdığında, bu iki musluk ta tamamen yada

kısmen açık bırakılmıştı. Transfer sırasında bir miktar yakıt, buhar egzoz devresine, direkt olarak ana kondansere ve kapalı besleme suyu devresi içinden yoğunlaşım boruları, besleme suyu ısıtıcıları ve yüksek basınç besleme suyu ısıtıcıları ile kazanın içine pompalanmıştı.

Curacao'ya varıştan sonra, ilk iş olarak yakıt barından 10 ton gasoil transfer ederken tamiratlar da başlatıldı. Pompalarla kazanlar arasında fueloil'in geçtiği bütün boru ve hacimlerde bu gazoil'i dolaştırmak için geçici iştirakler uydurmak zorunda kaldık. Neredeyse 5 gün boyunca günde 24 saat bu temizlik devam etti. Kazanların iç kontrolü yapıldığında sonuç inanılmazdı. Daha sonra bütün sistemde kostik ve yumuşak sabunlu su dolaştırdık. Son olarakta su duvarı boruları yenilendi.

Bence bu inanılmaz bir tecrübeydi.. Bütün olayın sebebi, tersane tamiratları sırasındaki dikkatsizlikti. Genelde hasarın çoğuna sebep olanlar hep küçük şeylerdir.



A Anılar

Yakıtta sorun mu var? "Endişelenmeyin!"

C. A. SMITH, Chief Eng.

Uzakdoğu, Avrupa, Amerika arasında çalışan bir gemide başmühendis olarak çalışırken, makine kendi kendine bazen "slow down'a" çekiyordu.

Sebebini araştırdım, nasıl olduğunu anlayamadım ama yakıtta su karşıyordu. Tankları dreyn ettikten sonra her şey normale dönüyordu.

Yakıt seperatörlerinde aşırı suya rastlanmıyordu. Buna rağmen servis tankta su tesbit ediliyordu. İlk yaptığım iş tek tek tankları kontrol etmek ve temizlemek oldu, fakat sorunu bulamamıştım.

Sorunun kaynağının tesbitinde hiç ilerleme sağlayamadım. Yakıtta bir sorun olabileceği ve bununla birlikte iyi seperasyon yapılamaması da servis tanktaki suya neden olabileceğini düşünmeye başlamıştım.

Seperatörler ve üzerlerindeki ekipmanların overholünü yaptım. Ekipmanlarının montajını ve kontrollerini yaptık, aynı şekilde settling tankların da kontrollerini yaptık ve test ettik. Kaçak gözlenmedi.

Bütün yakıt tanklarının havalandırması güvertede idi. Şiddetli bir havaya girdikten sonra tekrar tankların özellikle iskele servis ve settling tankların dreynlerinden su gelmeye başladı. Hava azaldıktan sonra güverte üzerindeki tank

havalandırmasını kontrol ettiğimizde sorun açıkça ortaya çıkmıştı; "korozyona bağlı olarak havalandırma borularının aşınması."

Havalandırma borularının altındaki tavanın dreynleri kopmuş pas parçalarıyla tıkanmıştı. Böylece su toplanması için uygun ortam sağlanmış oluyordu.

Fırtına ve yağmur sonrası biriken sular dreyn edilemediği için hasarlı borulardan tanklara boşalmaktaydı. Havanın geldiği yöne bağlı olarak iskele veya sancak taraftaki tanklar su almaktaydı.

Havalandırma borularının tamiri ve izolasyonu tek tek yapıldı. Korozyona uğramış havalandırma boruları değiştirildi. Ve tavaların dreynleri tek tek kontrol edildi. Gerekli olanlar yenilendi. Suyun kolayca dreyn edilmesine olanak sağlandı.

Bütün havalandırma borularının bakımı yapıldıktan sonra, Japonya sahillerinde bir tayfunla karşılaştık. Çabalarımız sonuç verdi ve hiçbir tankta su gelmedi.

Birkaç hafta sonra önceki başmühendis ile bu konuyu konuştuğumda o "biz sorunun nereden kaynaklandığını bulamadık, sürekli tankları dreyn ediyorduk." dedi.



Düzenli Olarak Koferdam Ölçümü Gerekli !

Chief Eng. J.A. ATKINSON

Değiştirmeci Baş Mühendis olarak bir kuru yük gemisine gönderilmişim. Gemiye ayrılan başmühendisten teslim aldım. Bir önceki sefer Tayland'dan Japonya'nın küçük bir limanına demir taşınmış ve sefer yeni bitmişti. Tahliye sona erdikten sonra, bir sonraki sefer talimatı gelene kadar limanın hemen çıkışına demirlememiz için talimat geldi. Demirleyerek beklemeye başladık. Ertesi gün, sabah kahvaltıdan sonra, düzenli olarak yaptığım kontrol için makine dairesine indim. Kontrol sırasında Sump tanktan iskandil aldığımda iskandilmetre üzerinde yağ-su karışımı olduğunu fark ettim. Gece boyunca ana makine tatlı su ve yağlama yağı pompaları makineyi hazır tutmak için sürekli çalışır durumda idi. Yağlama yağı pompasını dreyn ettim. Bütün karter kapaklarını açtım ve karter kontrolleri yaptım. Yataklardan aşağı sızan yağlar kontrol ettim. Silindir laynerlerinden aşağı doğru sızıntı olmadığı görüldü. Kulerden şüphelendim ve kuleri açtırdım. Borularda kaçak olup olmadığı kontrol edildi. Kaçak yoktu. Sump tankın etrafındaki koferdam tankından iskandil aldım ve koferdamın su ile dolu olduğunu gördüm. 2. Mühendis önceki gün sintine yıkandığını, sorunun bundan kaynaklanabileceğini söyledi. Koferdamdaki su dışarı atıldı. İskandil borusunun tank tepesine bağlandığı flencin gevşemiş olduğu görüldü, koferdam tankının dolmasının sebebi bu flenç gibi görünüyordu.

Koferdamda yapılan incelemede sump tank menhol kapağı üzerindeki bazı civataların gevşek olduğu tesbit edildi. Koferdamdaki suyun sump tanka kaçmasının sebebi de buydu.

2. mühendise sorduğumda şu ana kadar hiç kimsenin düzenli olarak koferdam seviyelerini kontrol etmediğini öğrendim. O günden itibaren her gün koferdam seviyelerinin jurnale işlenmesi talimatını verdim.

Yağlama yağı sump tanktan başka bir tanka aktarıldı. Sump tank temizliği için dışardan adamlar getirildi ve sump tank temizletildi. Japon limanından yeni yağ sipariş edildi ve yağ sump tanka alındı. Gemi bu işlemler yapılırken iki gün boyunca beklemek zorunda kaldı.

Ana makine yatakları vayt metalleri kontrol edildi, bütün yatakların iyi durumda olduğu görüldü. Suyun sump tanka karışması muhtemelen makine ağır yolda çalışırken veya gemi demir attıktan sonra karışmış olmalıydı. Sump tank temizliğinden sonra, herhangi bir şeyin içerde unutulması ihtimaline karşın kontrol edildi. Aynı temizlik ve kontrol karter için de geçerliydi.

Makine pek ağır yolda bir süre çalıştırılarak test edildi. Bütün yataklar el yordamıyla aşırı ısınmaya karşı kontrol edildi. Her şey normaldi. Sintine yıkanınca iskandil borusu flencinden koferdama su dolmaya başlamıştı. Menhol seviyesine kadar koferdama su dolduktan sonra menhol üzerindeki gevşemiş civatalardan su sump tanka akmıştı.



GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİ ODASI YÖNETİM KURULU

Süleyman SAVAŞ, Başkan
Dünya Denizcilik ve Tic. A.Ş.

Yaşar ÇOBAN, İl. Başka
Mersey Otomotiv

Feramuz AŞKIN, Genel Sekreter
Uniservice Group

Hakan İNCETAHTACI, Sayman
ExxonMobil

Mahmut ALTINKUŞ, Üye
Yeditepe Group

Hakan AYDOĞMUŞ, Üye
International Coatings

Ender KURT, Üye
Denizcilik Müsteşarlığı

Asım HORASAN, Üye
Teknogem

Şaban KOCA, Üye
Çeliktrans Deniz Ltd.

Haluk SAYTEKİN, Üye
Ultra Teknik A.Ş.

Görsel TEZCANLI, Üye
İstanbul Marın

Dr. İsmail ÇİÇEK, Üye
İTÜ Denizcilik Fakültesi

Cihan SÖNMEZ, Üye
İstanbul Deniz Otobüsleri

Levent EROĞLU, Üye
İstanbul Deniz Otobüsleri



GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLİĞİ 1. ULUSAL KONGRESİ

SPONSOR LİSTESİ

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği 1. Ulusal Kongresi'nin gerçekleştirilmesinde resmi Sponsor olarak yardımda bulunan aşağıdaki kurum ve kuruluşlara teşekkür ederiz.

BP

DNV

DÜNYA DENİZCİLİK

AKSAY DENİZCİLİK

Organizasyon Komitesi

Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri, işletmeciliğe uygun olarak Gemi Makine Dairesi tasarımlarını yaptıkları gibi, makine dairesinde arıza ya da anormal bir durum ortaya çıktığında bilgi ve tecrübeye dayalı olarak karar verirler ve bu kararın mühendislik açısından mantıksal ve teknik bir açıklaması vardır.