

Gemi Makineleri
İşletme Mühendisleri

II. ULUSAL KONGRESİ

Deniz Endüstrisinde Çağdaş Uygulamalar Yüksek Verim

Kongre Bildirileri
02 HAZİRAN 2005

Editörler

Müh.Süleyman SAVAŞ
Öğr.Gör. Ali KUŞOĞLU



İTÜ
DENİZCİLİK
FAKÜLTESİ



TMMOB
GEMİ MAKİNELERİ
İŞLETME MÜHENDİSLERİ
ODASI



İÇİNDEKİLER

KONGREYE BAŞLARKEN Süleyman SAVAŞ	4
GEMİ MOTORLARINDA NO_x EMİSYONLARININ AZALTILMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR Doç. Dr. Adnan PARLAK	7
GEMİ MAKİNELERİ İŞLETMECİLİĞİNDE MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI Doç. Dr. Adnan PARLAK	20
TÜRKİYE ATIK ALIM TESİSLERİ ÜZERİNE İNCELEME VE BİR MODEL TEKLİFİ Tanzer SATIR, Yard. Doç. Dr. Cemil YURTÖREN	30
GEMİLERDE İŞ EMNİYETİ VE GÜVENLİ OPERASYON UYGULAMALARI Doç. Dr. Metin TAYLAN	45
GEMİ SEVK SİSTEMİNİN PERFORMANS ANALİZİ İÇİN TAM ÖLÇEKLİ ÖLÇÜM YAPABİLECEK BİR DENEY SİSTEMİ Doç. Dr. Mustafa İZEL, Yard. Doç. Dr. Yalçın ÜNSAN	53
GEMİ SEVK SİSTEMİ PERFORMANS ANALİZ METODU Metin ÇELİK	66
MAKİNA DAİRESİ DİZAYNINDA OPERASYONLEL GEREKLERİN ENTEGRASYONU Yard. Doç. Dr. Cengiz DENİZ	74
KARADENİZ BALIKÇI TEKNELERİNDE SEVK SİSTEMİ TASARIMI Emre PEŞMAN, Prof. Dr. Orhan DURGUN, Hasan ÖLMEZ	88

**İÇ SULARDA YOLCU VE ARAÇ TAŞIMACILIĞINDA LNG'NİN
DİZEL YAKITA ALTERNATİF OLARAK KULLANIMI**

A. Aydın ERCAN, Ali KUŞOĞLU, Yard. Doç. Dr. CENGİZ DENİZ 97

**İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YANMA PERFORMANSINI
ETKİLEYEN PARAMETRELERİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ:
SIFIR BOYUTLU VE İKİ BÖLGELİ YANMA MODELİ**

Yalçın DURMUŞOĞLU, Ali KUŞOĞLU 118

**STCV'78 SÖZLEŞMESİ, GEMİADAMLARI EĞİTİMİ VE
EĞİTİMDE KALİTENİN SAĞLANMASI**

Yard. Doç. Dr. Cengiz DENİZ, Yalçın DURMUŞOĞLU 134

**TÜRKİYE'DE LİMAN DEVLET KONTROL
ORGANİZASYONU İÇİN ÖNERİLEN MODEL ÇALIŞMA**

Doç. Dr. İsmail Deha ER, Olcay ÇELİK 143

**KÖPRÜÜSTÜNDE SEYİR YAPAN GEMİADAMLARININ
DAVRANIŞLARININ, GÖZ HAREKETLERİNİN KAYDEDİLMESİ
METODUYLA İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI**

Özcan ARSLAN, Oğuzhan GÜREL 166

**GEMİ İNŞA SANAYİİ'NDE ENTEGRE YÖNETİM SİSTEMLERİNİN
İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ DESTEKLENMESİ
AMACIYLA KULLANILMASI**

H. Sena NOMAK 173

**GEMİLERDE ECDİS KULLANIMI VE TÜRKİYE'DE
ECDİS KULLANIMININ ÖNEMİ**

Özcan ARSLAN, Oğuzhan GÜREL 183

**BAKIM VE ONARIM SIRASINDA GEMİLERDEN KAYNAKLANAN
ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN EN AZA İNDİRGENEBİLMESİNE YÖNELİK
GELİŞTİRİLEN PLAN YÖNETİMİ VE KONTROLU**

Dr. Zuhâl ER 193

**DENEZCİLİK EĞİTİMİNDE ELEKTRİK DEVRE
LABORATUVARININ ETKİN KULLANIMI**

Dr. Zuhâl ER 203

GEMİLER VASITASIYLA TAŞINAN YÜKLERDEKİ RADYASYON GÜVENLİK HUSUSLARININ İRDELENMESİ	
Dr. Zuhal ER	216
ENERJİ TASARRUF VE GERİ KAZANIM SÜREÇLERİNİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ	
Doç. Dr. İ. Deha ER, Halil ASLAN	230
GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİNİN İSTİHDAM EDİLDİĞİ ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ	
Doç. Dr. İ. Deha ER, Halil ASLAN	247
GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİNİN İSTİHDAM EDİLDİĞİ GÜÇ SANTRALLERİNDE UYGULANAN YENİ TEKNOLOJİLER VE AR-GE FAALİYETLERİNİN İRDELENMESİ	
Doç. Dr. İ. Deha ER, Halil ASLAN	270
GEMİLERDEN DOLAYI OLUŞAN DENİZ KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ	
Doç. Dr. Metin TAYLAN	287
SUALTI KAYNAĞININ METALURJİK DAVRANIŞI	
Öğr. Gör. Abdülsamet EMİR	297
ANILAR	305
ALUMİNA BULK YÜKÜNÜN YAKIT TANKINA KARIŞMASI SONUCU ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR	
Yasin KAYA	305
ENTERESAN BİR KOMPRESÖR ARIZASI	
Süleyman SAVAŞ, Olcay ÇELİK	310
QUEEN ELIZABETH 2'NİN MAKİNE DAİRESİNDEKİ CİDDİ SU BASKININDAN SONRA MAİB, SÖRVEY STANDARTLARI BELİRLENİRKEN, DENİZ SUYU BORULARININ DİKKATE ALINMASINI TAVSİYE ETTİ	313
LAYNER ÇEKME APARATININ YETERSİZ KALDIĞI YERDE BİR CO2 YANGIN SÖNDÜRME TUPUNUN KULLANILMASI	341

KONGREYE BAŞLARKEN

Süleyman SAVAŞ

*TMMOB Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri Odası
Yönetim Kurulu Başkanı*

Gemi makinelerinin teknolojik gelişimindeki en önemli husus teknolojinin, çevre uyumlu gelişime ve sürdürülebilir çevre bilincine birinci derece ağırlık vermesidir.

Bu durum özellikle, ağır sanayilerini teknolojinin gelişimine paralel yürütebilen ülkelerde, en hassas konu olarak ortaya çıkmakta ve sanayileşmenin vermiş olduğu avantajı eko dengenin aleyhine kullanan üreticiler imajından uzaklaştırmak hedefi gütmektedir. Bu hedefin gerçekleştirilmesi, sadece dünya ölçekli uluslararası rekabetin sınır şartları ile değil, aynı zamanda çevresel teşvik kredilerinin zamanında ve uygun kullanımı ile de gemi makine üreticilerinin amaçlarını belirlemelerini sağlamıştır.

Buna birincil örnek olarak egzost gazı içerisindeki azot oksit ve kükürt oksit emisyonlarının düşürülmesi verilebilir. Doğal olarak çevre dostu bu makinelerin üretilmesi, makine fren gücünde bir miktar düşme meydana getirmekle birlikte, özellikle MARPOL Ek VI gereklerini sağlamaktadır. Bu çerçevede gemi makinelerindeki teknolojik gelişimin günümüzdeki en önemli adımını, çevre dostu makinelerin üretilmesi ve bunların her geçen gün eko dengiyi bozucu etkilerinin asgari ölçülere indirgenmesi şeklindedir.

Buna en güzel örnek, emisyon açısından avantajlı ve aynı zamanda ucuz bir yakıt olması nedeni ile LNG (Doğalgaz) ile çalışan makine üretilmiş ve şu anda tüm işletmecilerin ve çevrecilerin dikkatini çekmekte olan bu makineler uygulanmaya başlanmıştır.

Günümüzde özellikle otomasyon sistemlerinin inanılmayacak hızla geliştirilmesi ve bunların uzman sistemler ile geri beslemelerinin yapılması

ve hatta yapay zeka uygulamalarının sanayilerin her kolunda aktif faaliyet göstermesi, ister istemez gemi makineleri üreticilerini de bu yolda adım atmaya zorunlu kılmıştır. Bu sebeple gemi makinelerindeki teknolojik gelişim sadece makinenin asıl veriminin, volumetrik veriminin ve hatta mekanik veriminin artırılması yönündeki araştırma, geliştirme faaliyetleri ile sınırlı kalmamıştır. Günümüzde otomasyon sistemlerindeki adaptif gelişmelerle akıllı makineler, uzun ömürlü yedek parça kullanımı, bakım ve onarım sürelerindeki daha geniş zaman dilimleri, makine kondisyonunun dijital monitorizasyonu kullanılarak uzaktan kumanda ile valfların dahi açılıp kapatılması makine işleticilerine avantaj olarak gözükmektedir. Ancak sistemlerde meydana gelen arızaların giderilmesinde, özellikle mekanik sistemin, karmaşık elektronik düzeneklerle desteklenmiş olması ve otomasyon sistemine daha çok bağımlılık, ister istemez gemilerde çalışan mühendislerin çok daha fazla yeterliklere sahip olması gerektiğini zorunlu kılmaktadır.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği, makine, ekipman ve sistemlerin verimli kullanımı, operasyonları, arıza tespiti ve giderilmesi, bakım-tutumu, lojistik yönetimi ilgilendiren temel Mühendislik alanları içerisinde, Makine Mühendisliği, Gemi İnşaatı Mühendisliği, Elektrik Mühendisliği, Elektronik ve Otomasyon Mühendisliği, Malzeme ve Kaynak Mühendisliği, İşletme Mühendisliği ve tüm mühendislik sistemlerinin etkin kullanımındaki insan faktörü ve buna ilişkin deniz kazalarının önlenmesi göz önüne alındığında Çevre ve Endüstri Mühendisliği'nin temellerini de sınırları içerisinde barındırmalıdır.

Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği'nin tanımlanan süreçleri yerine getirmesinde gerekli olacak diğer bir sınır şartı ise, bu işlemlerin yerine getirilmesi sırasında dünyadaki herhangi bir ülkenin veya limanın ilgili yönetmelikleri ve ilgili kurumları ile müşterek çalışmayı zorunlu kılmasıdır. Bu sebeple Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği, tabiatında uluslararası iletişimi ve uluslararası takım çalışmasını barındırmalıdır. Bu durum bu konuda eğitim yapan yüksek öğretim kurumlarını direk olarak ilgilendirmektedir ve günümüzde, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği disiplininde Mekatroniğin ne derece önemli olduğunu ortaya koymaktadır. Gemi makineleri imalatındaki bu gelişim süreci kendini son on beş yıl içerisinde göstermekle beraber, günümüzde ülkemizdeki bu konuda eğitim veren kurumların kendi eğitim alt yapılarını güncel gerekleri dikkate alarak tam olarak geliştirdiği söylenebilir mi ?

Esas itibarıyla bahsettiğimiz bu durum, buz dağının suyun altındaki görünmeyen kısmını oluşturmaktadır. Bir örnek vermek gerekirse; Japonya’da Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği disiplini eğitimini veren Kobe Üniversitesi’nde, azot oksit emisyonlarının azaltılması yönünde sadece araştırma yapılmak üzere kurulan bir laboratuvar için dört yıl önce yaklaşık 750.000 Amerikan Doları harcanmıştır. Ülkemizdeki üniversitelerin öncelikli sorunları ele alındığında ise bu gibi araştırma laboratuvarlarının, öncelik sırasında son sıralarda yer aldığı, daha temel kurumsallaşmanın gerektirdiği eksiklikler ile mücadele edildiği görülmektedir.

Gemi makineleri teknolojisinde bir diğer önemli değişim ise özellikle ağır devirli dizel motorların kullanıldığı gemi sevk sistemlerinden, buhar türbinlerine doğru açık bir yönelişin olduğudur. Bu süreç özellikle gaz taşıyıcı (LPG ve LNG) gemilerde kendini göstermekle beraber, makinelerin çevre uyumlu olması zorunluluğu ile gemi bünyesinde makinelerin çalışması yüzünden oluşan titreşimin tüm malzemeler üzerindeki yorulma etkisi ve güvenlik olgusu, buhar türbinlerine olan açık yönelişi ortaya koymaktadır. Yine gelişmiş ülkelerde, söz konusu bu durum özellikle Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği disiplini eğitimini veren yüksek öğretim kurumlarının, eğitim müfredatları içerisine oldukça kapsamlı olarak, buhar türbinleri ve ilgili tamamlayıcı derslerini koydukları görülmektedir.

Doğal yapısı itibarıyla gemi makineleri teknolojilerini takip etmek ve bu konuda fikir sahibi olmak, bir değerlendirme konusu, bu teknolojilerin büyük kısmını ulusal sanayide üretmek ve uluslararası pazarda rekabetçi olmak bir başka değerlendirme konusudur. Kanımca, öncelikle doğru olanı kavramamız gerekir. Bunun için ise hedef, ülkemizde geçmişte Pendik Tersanesi’nde bir örneği başlatılmaya çalışılan, ancak daha sonra göz ardı edilen, dünyadaki prestijli gemi makinesi üreticilerinin ülkemizde üretim yapmalarını sağlamak olmalıdır.

Aslında bu durum için geçerli şartlar ülkemizdeki gemi sanayinde mevcut olmakla birlikte, bunları değerlendirici ilk hareket mekanizmalarının atıl olmasıdır. Bu ataletten kurtulduğumuz ve yabancı patent ile üretim yaptığımız takdirde bu süreç ister istemez gemi makineleri yan sanayini ülkemizde güçlendirecek ve uzun erimli hedef olarak da ileride kendi markalaşmamızı sağlayacaktır.

GEMİ MOTORLARINDA NO_x EMİSYONLARININ AZALTILMASINA YÖNELİK ÇALIŞMALAR

Doç. Dr. Adnan PARLAK

*Sakarya Üniversitesi
parlak@sakarya.edu.tr*

ÖZET

Gemilerden kaynaklanan azot oksitlerin(NO_x) azaltılması global ölçekte önem arz etmektedir. NO_x emisyonu fotokimyasal sis ve asit yağmurlarının nedenleri arasındadır. Gemilerden kaynaklanan emisyonların kara hayatı üzerine etkileri büyüktür. NO_x emisyonlarındaki azaltılması konusunda çözülmesi gereken problemler, yakıt sarfiyatında ve duman emisyonunda kötüleşmenin meydana gelmemesidir. Motor dizayn ve çalışma parametrelerindeki değişikliklerle IMO' un öngördüğü standartların sağlanması gerekir. Bu konuda uygulanan yöntemler arasında sıkıştırma oranındaki artışla birlikte püskürtme avansını azaltmak, yakıt püskürtme karakteristiğini optimize etmek, yanma odası geometrisinin düzenlenmesi, dolgu havası sıcaklığını düşürmek,elektronik kontrollü ortak galerili yakıt püskürtme(common rail fuel injection system) ve değişken valf zamanlama sistemi kullanma sayılabilir. IMO' un ön gördüğü limitlerin altına düşmek için yanma odasına su enjeksiyon veya egzoz sonrası önlemlerin (SCR gibi) alınması gereklidir.

1.GİRİŞ

Dünya çapında gemilerden kaynaklanan azot oksit emisyonlarının (NO_x) seviyesinin yıllık 10 milyon ton olduğu tahmin edilmektedir. Bu değer, ABD'de kara taşıtlarından kaynaklanan NO_x emisyonlarının %50' ne, tüm dünyadaki açığa çıkan toplam NO_x emisyonlarının ise %14'üne denk gelmektedir[1]. Dünyadaki gemi filolarının yaklaşık %55'inde ağır devirli,%40'da ise orta devirli dizel motorları bulunmaktadır. Düşük devirli motorlar yüksek güçleri nedeniyle orta devirli motorlara kıyasla daha

yüksek NO_x emisyonu açığa çıkarma eğilimindedirler. Ekonomik nedenlerle kalite değeri düşük yakıt kullanmaları da bu artışı körükleyen nedenler arasındadır[2].

NO_x emisyonlarının fotokimyasal smok ve asit yağmurları üzerinde etkisi vardır. Global ısınma ve insan hayatı üzerinde zehirleyici etkileri vardır. denizden kaynaklanan emisyonların özellikle kanal seyrine elverişli su yollarında, kara hayatı üzerinde önemli etkileri vardır. NO_x emisyonları atmosferde 1 ila 3 gün arasında kalırlar. Bu rüzgarın etkisiyle azot oksit emisyonlarının coğrafik yapıya bağlı olarak 500 ila 1200 km ye ulaşan bir mesafede etkili olacağını gösterir[1].

Uluslararası Deniz Örgütü (IMO) gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesi için bir konvansiyon yayınlamıştır (Marpol Annex VI). Bu konvansiyon uygulandığında 1/1/2000 tarihinden sonra inşa edilen gemilerde, NO_x kontrolü ile kirliliğin ön görülen sınırlara çekilmesi gerekmektedir.

Gemilerden kaynaklanan kirliliğin önlenmesine dair MARPOL 73/78 Annex VI kuralları 19 Mayıs 2005 tarihinde zorunluluk haline gelmektedir[3]. MARPOL 73/78 Annex VI ve NO_x teknik kodu ile ilgili kuralların taslak çıktıları liman kontrol birimleri (Port state officers) için hazırlanmıştır. Bu kuralların uygulanmasına temmuz 2005 tarihinden itibaren başlanması düşünülmektedir.

Hazırlanan taslakta, aşağıda listesi verilen eksiklikleri tespiti halinde gemilerin seferden alı konması gibi çok ciddi önlemler söz konusudur:

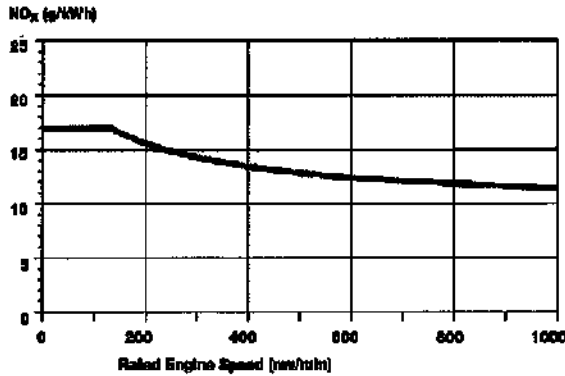
- Geçerli Uluslar arası Hava Kirliliği Setifikası (IAPP- International Air Pollution Prevention Certificate), Makine Uluslar arası Kirliliği Önleme Sertifikası (EIAPP- Engine International Air Pollution Prevention Certificate) veya teknik dosyaların olmaması,
- 1/7/2000 tarihinden sonra imal edilmiş gemi üzerine monte edilen çıkış gücü 130 kW üzerindeki NO_x kontrol koduna uymayan tüm dizel motorları,
- Gemide kullanılan yakıt içerisindeki kükürt içeriğinin %4.5'i aşması,
- Makinelerin çalışması esnasında, SO_x emisyonunun kontrol edildiği

alanlarda(Batlık denizi ve kuzey denizinde %1.5) konuyla ilgili sınırlamalara uymamak,

- Gemi zabıtlarının ve mürettebatın Annex içerisinde tanımlanan Hava kirliliğini önleme ekipmanlarının kullanımı ve çalışmasıyla ilgili gerekli prosedürler konusunda bilgi ve beceri yetersizliği.

Annex VI 400 gros ton ve üzerindeki tüm gemilere uygulanmaktadır. Ülkeler, 400 gros ton altındaki gemiler içinde Annex amaçlarına uygun olarak benzer kurallar koyabilirler[3].

Marpol Annex VI düşük devirli makineler için NO_x emisyonunu 17 g/kWh 'a, orta devirli makinelerde ise talep edilen güce göre bu değerin altına düşmeyi hedeflemektedir. Bu değerin daha da aşağılara çekileceği söylenebilir (şekil 1). Üretici firmalar imal ettikleri makinelerin Marpol Annex VI'nın ön gördüğü değerlerin altına düşmeyi hedeflemektedirler. Bunu yaparken yakıt sarfiyatını ve duman emisyonlarını da azaltması hedeflemektedirler.



Şekil 1 Marpol Annex VI NO_x limitleri

Üretici firmalar NO_x emisyonlarının aşağıya çekilmesi için birincil önlemler olarak adlandırılan silindir içerisindeki NO_x oluşumunun önüne geçmeyi hedeflemektedirler.

2. DİZEL MOTORLARINDA NO_x ve DUMAN EMİSYONLARININ OLUŞMA MEKANİZMASI

Azot normalde inert bir gazdır. Fakat yaklaşık 2000 K civarında ortamdaki oksijen ile reaksiyona girer. Başlangıçta NO oluşur. Genişleme periyodu

esnasında ise NO' un bir kısmı NO₂'ye ve N₂O ya dönüşür. Azot gazının kimyasal işlemler sonucu açığa çıkardığı bileşenlere genel olarak Azot oksitler (NO_x) olarak ifade edilir.

İs emisyonları yanma esnasında püskürtülen yakıt demeti civarlarında açığa çıkar. Demetin yakıtça zengin kısımlarında yeterli oksijen olmadığından, bu kısımlarda yeterli oksijen bulamayan C atomları serbest kalır.

Genelde İs emisyonlarının oluşumunu etkileyen iki ana proses vardır. Birincisi, alev içerisinde partikül oluşma hızı, ikincisi ise partiküllerin oksidasyon hızıdır. Atomizasyon ve yeterli hava ile yakıtın karışması is emisyonunu azaltır. Şayet yanma sıcaklığı düşer ise is oksidasyonu azalır. Bununla birlikte NO_x emisyonlarının azaltılması için yanma sıcaklığının azaltılmasına ihtiyaç vardır. Sıkıştırma oranının artırılması, püskürtme avansının azaltılması (rötara almak), Dolgu havasının aşırı soğutulması, egzoz gazı geri dolaşımı (EGR), giriş havasının nem oranını artırmak, direk su püskürtmek gibi NO_x emisyonunu azaltıcı tüm yöntemler is emisyonlarını artırmaktadır. Yakıt penetrasyonunun, Atomizasyon ve hava girişinin yetersiz olduğu düşük yüklerde problem daha büyüktür. Ortak galeri sistemi (CRİS-Common Rail Injection Sytem) yüksek püskürtme basıncı sağladığı için düşük yüklerdeki bu problemi gidermektedir. Yardımcı blower düşük yüklerde ve yük değişimlerinde yeterli havayı sağlamaktadır. iğne valfin oturma yüzeyindeki boşluk hacminin azaltıldığı yeni tip enjektörlerde sonradan damlatmanın önüne geçildiğinden is emisyonu azalmaktadır.

3. NO_x AZALTMA YÖNTEMLERİ

3.1 Yanma proseslerinde iyileştirme

Çoğu makineler yanma proseslerini düzenlemek suretiyle Marpol Annex VI limitlerine ulaşabilmektedir. Bu kapsamda yapılacak işlemler, demet modelinin düzenlenmesi, püskürtme avansı, püskürtme yoğunluğu (püskürtülen yakıt miktarının bir çevrimdeki miktarının artırılması) ve püskürtme profilinin düzenlenmesi, sıkıştırma oranı, skavenç havası basıncı ve sıcaklığı. Püskürtme avansının küçültülmesi en etkili NO_x emisyonu düşürme metotlarından birisidir; ancak bu durumda yakıt sarfiyatı ve is emisyonunda artma meydana gelmektedir.

3.1.1 Kem şaftsız makineler

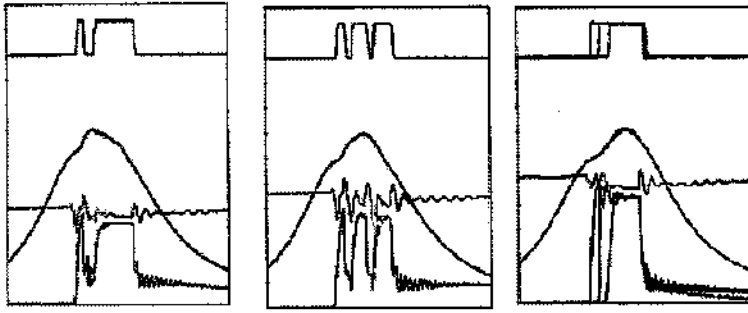
Yeni elektronik kontrollü kem şaftsız makineler, tüm çalışma koşullarında yanma odasındaki yanma proseslerinin optimizasyonu için büyük esneklik sağlamaktadır. Kem şaftsız ECU kontrollü makineler büyük bir operasyon esnekliği sağlamaktadır. Bu sistemin başlıca özellikleri, değişken püskürtme zamanı (VIT-Variable Injection Timing), püskürtülen yakıt miktarını ayarlama, değişken püskürtme basıncı ve değişken zamanlı egzoz valf kapama (VEC-variable exhaust valve closing). VEC ve VIT sistemlerinin karşılıklı değişimiyle tüm motor yükleri boyunca optimum püskürtme avansı ve sıkıştırma oranı artışı sağlanabilmektedir. Örneğin düşük yüklerde yüksek yanma basıncı, yüksek yüklerde ise aşırı pik basıncın önüne geçilebilmektedir. Ortak galeri sistemi sayesinde yüksek püskürtme basıncına ulaşılabilir, bu düşük yüklerde bile iyi püskürtme karakteristiği sağlar.

3.1.2 Püskürtme avansını geciktirmek(rötar)

NOx emisyonlarının oluşumu sıcaklığa bağlı olduğu kadar, reaksiyon süresine de bağlıdır. Silindirde bir önceki çevrimden kalan yanmış gaz bölgesindeki sıcaklık artışı daha fazla olduğundan NOx oluşumu bu bölgede daha fazladır. Yanma gerçekleşirken ilerleyen alev cephesi yanmış gaz bölgesine doğru ilerlerken bu bölgedeki basınç ve sıcaklığın artmasına neden olur. Böylece NOx oluşumu için daha fazla zaman kalır. Püskürtme avansını azaltmakla yanma basıncı ve sıcaklığı azaldığı için NOx emisyonun oluşum hızı da yavaşlar. Püskürtme avansının azaltılması yakıt sarfiyatında artmaya neden olur. Yanma genişleme strokunun ileri safhalarına kayar, silindir cidarlarına daha fazla ısı transferi olur. Püskürtme avansındaki azalma is emisyonunun artmasına neden olur. Bilindiği gibi is emisyonlarının oluşumunu etkileyen mekanizmalardan birisi yanma odası sıcaklığıdır. Püskürtme avansını azaltmakla yanma sıcaklığı düşmekte, bu ise partiküllerin oksidasyonunu yavaşlatarak is oluşumunu hızlandırmaktadır. NOx emisyonlarını azaltma yöntemlerinden birisi yanma odasını düşük ısı kayıplı malzemelerle kaplayarak püskürtme avansını azaltmaktır[4].

3.1.3 Püskürtme miktarını ayarlanması

Sulzer' in geliştirmiş olduğu RT-Flex ortak galerili yakıt sisteminde, farklı püskürtme karakteristikleri kullanılmaktadır(Şekil 2).

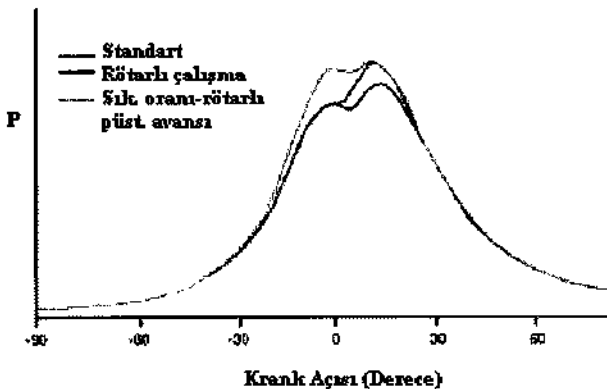


Ön Püskürtme Üçlü Püskürtme Sıralı Püskürtme
Şekil 2. Sulzer RT-Flex modeli için geliştirdiği püskürtme modelleri

Ön püskürtmeli sistemde, ana püskürtme öncesi küçük miktardaki ön püskürtme yapılmaktadır. Bu yöntemin faydası özellikle soğuk ilk hareket esnasında silindirde biriken yakıt miktarı az olduğundan aşırı basınç artışının önüne geçilmektedir. Üçlü püskürtme sisteminde (palslı püskürtme), bir çevrimde püskürtülecek miktarı ardışık üç ayrı püskürtme periyoduna bölünmektedir. Sıralı püskürtme sisteminde ise, silindirdeki üç enjektör farklı zamanlarda püskürtme yapmaktadır. Ağır yakıt yakan (Heavy Fuel Oil) makineler için üçlü enjeksiyon sisteminde NOx emisyonu %20 azaltılmasına karşın yakıt sarfiyatı %7 artmaktadır.

3.1.4 Sıkıştırma oranı, Püskürtme Avansı ve Püskürtme miktarı

En yaygın kontrol yöntemlerinden birisi, püskürtme avansı azaltılarak sıkıştırma oranının artırılmasıdır. Şekil 3 düşük devirli bir makinede sıkıştırma oranını artırmak ve püskürtme avansını azaltmanın ortak etkisini göstermektedir. Şekil 3 incelendiğinde aynı krank açısı için yanma standart motora göre daha geç başlasa bile pik basınç standart makine ile aynı değerdedir. Bu yöntemde sıkıştırma sonrasında yanmış gazların



Şekil 3. 4 silindirli Sulzer RTA modelinde standart, püskürtme avansı rötarlı ve artırılmış sıkıştırma oranıyla püskürtme avansı rötarlı sistemlerin silindir basınç değişimi.

sıcaklığının artması için az zaman kaldığından standart motorlarda olduğu gibi yanmış gaz bölgesindeki sıcaklık fazla yükselmemekte, yüksek sıcaklık bölgesinde fazla beklenilmediğinden NO_x emisyonu azalmaktadır. Sıkıştırma oranının klasik sitemlere göre yüksek tutulması, püskürtme avansının azaltılmasının neden olduğu yakıt sarfiyatındaki artışı dengelemektedir.

Orta devirli bir makine üzerine yapılan çalışmada, püskürtme avansı belirli bir limite kadar azaltılarak, sıkıştırma oranı 15.5'ten 17' ye çıkarılarak, silindir içerisindeki pik basınç 20 bar civarında arttığı (180 bar' dan), bunun sonucunda NO_x emisyonunun 12 g/kWh' den 8 g/kWh' e düştüğü ifade edilmektedir[5]. Sulzer, düşük devirli motorlarda benzer yöntem uygulandığında NO_x emisyonundaki azalma %25'e ulaşırken yakıt sarfiyatında %1 artma meydana geldiğini rapor etmektedir[6].

Sıkıştırma oranı, geometrik sıkıştırma oranı artırılmak suretiyle artırılabilceği gibi, egzoz valfin kapatılması erkene alınarak da artırılabilir. Egzoz valf zamanlamasını erkene alındığında silindire alınan dolgu miktarı artacaktır. Bu durumda egzoz gazının enerjisi artacağından silindire alınan dolgu miktarı da artacaktır. Artan dolgu miktarı silindir içerisindeki oksijen miktarını da artıracığından NO_x emisyonunda artma söz konusudur. Wartsila NSD tarafından yürütülen, skavanç basıncını artırmak suretiyle püskürtme zamanını azaltılmasının NO_x emisyonuna etkisi araştırılmıştır. Çalışmada, NO_x emisyonunun yanma odasının dizaynına bağlı olarak artma yada azalma eğilimi gösterdiği ifade edilmiştir[6]. Eğer yanma odası hacmi azaltılarak geometrik sıkıştırma oranı artırılırsa, yüzey/hacim oranı artacağından soğutma suyuna transfer edilen ısı miktarı artacağından NO_x emisyonunda bir miktar azalma olmakla birlikte is emisyonunda artma meydana gelmektedir. Yanma odası ve yakıt demetinin silindire gönderilme şekli yeniden düzenlenerek böyle bir durumda is oluşumunun önüne geçilmesi gerekir.

Wartsila Vasa 32 model orta devirli dizel motorunda, sıkıştırma oranı, püskürtme zamanı ve püskürtme miktarının optimum kombinasyonu ile NO_x emisyonunda önemli miktarda düşme sağlandığını rapor etmiştir. Geliştirdiğini ifade ettikleri motorda, püskürtme avansı azaltılırken ve püskürtülen yakıt miktarı artırılırken, sıkıştırma oranı ve yanma basıncı artırıldığında NO_x emisyonunun 15 g/kWh' den 10-11.5 g/kWh' e, yakıt sarfiyatında ise %4' e varan oranda azalma olduğu ifade edilmiştir. Böyle

bir dönüşümde, yüksek basınca dayanıklı yeni bir piston ve enjeksiyon sisteminin yeniden düzenlenmesine ihtiyaç duyulmaktadır[7].

Vestergren, püskürtme avansı geciktirme-sıkıştırma oranını artırma-yanma odasını optimize etme-yakıt enjeksiyonunu optimize etme ve emme supabını erken kapatmak suretiyle orta ve yüksek devirli dizel motorlarında NOx emisyonunda %25-35 rasında bir azalmanın tespit edildiğini rapor etmiştir[8].

Yanmar dizel, sıkıştırma oranını artırmak,püskürtme avansını küçültmek ve püskürtme süresini kısaltma suretiyle orta devirli jeneratör dizel motorunda NOx emisyonunu 10 g/kWh' e düşürmüştür. Yakıt sarfiyatında da azalma tespit edilmiştir[9].

3.1.6 Skavenç havası sıcaklığı

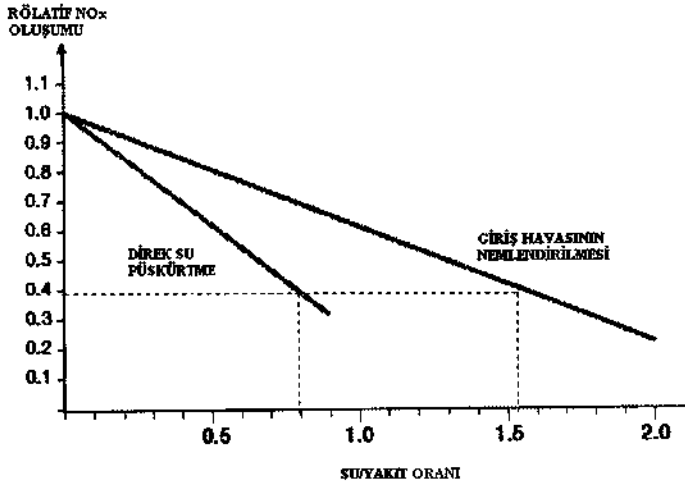
Giriş havası sıcaklığının düşmesi yanma sıcaklığını ve dolayısıyla NOx emisyonlarını düşürür. Her 3 0C sıcaklık düşmesi NOx emisyonunda %1 azalma meydana getirmektedir. Hava sıcaklığının düşmesi aynı zamanda motor verimini de artırır. Klasik soğutma yöntemiyle hava sıcaklığını düşürmenin belirli bir sınırı vardır. 4 stroklu motorlarda Miller yöntemi kullanılarak NOx emisyonu azaltılabilir. Bu yöntemde normale göre daha yüksek skavenç hava basıncı kullanılır. Emme valfi, piston emme stroku esnasında alt ölü noktaya ulaşmadan hemen önceye kadar kapalıdır. Daha sonra valf açılarak dolgu havası silindire genişler; pistonun alt ölü noktaya doğru hareketi esnasında hava genişlemenin etkisiyle soğur. Miller süpersarj yöntemiyle NOx emisyonunda %20'ye varan oranda azalma sağlanabilmektedir.Sulzer ZA40S orta devirli motorda Miller süpersarj yöntemi kullanılmaktadır.Caterpillar (MaK) emme valfini erken kapatarak ve dolgu havasını bir miktar artırmak suretiyle Miller süpersarj konseptini kullanmıştır[5]. NOx emisyonundaki düşme tek kademeli türboşarjerin basıncıyla sınırlıdır.

Giriş hava sıcaklığının fazla soğutulması yanma esnasında oluşan isin oksidasyonunu azalttığı için is emisyonu artmaktadır. Caterpillar firması düşük yüklerde is emisyonunu artırdığı için Miller süpersarj yöntemi kullanımının sınırlandırılması gerektiğini ifade etmektedir[5].

3.2 Su püskürtme, Su/yakıt emülsiyonu, nemlendirme

Yanma odasına su püskürtme yönteminde, yanma esnasında suyun buharlaşması için gerekli enerji ortam havasından sağlandığından yanma odası sıcaklığı düşer. Bu NO_x emisyonlarının azalmasını sağlar.

Su dolgu havasına püskürtülebileceği gibi (nemlendirme) doğrudan silindir içerisine yada yakıt /su karışımı olarak da gönderilebilir. Giriş havasının nemlendirilmesi is emisyonun artırırken, su/yakıt emülsiyonu is emisyonunu azaltır. , su/yakıt emülsiyonları ve direk su püskürtme yöntemleri NO_x emisyonunun maksimum olduğu bölgelere gönderildiğinde su/yakıt oranının her %1'lik artışında %1 oranında artmaktadır. Giriş havasının rutubetlendirilmesi yönteminde aynı sonucun elde edilmesi için direk püskürtme yöntemine göre iki katı suya ihtiyaç vardır (Şekil 4). Direk püskürtmede suyun yanma odasına gönderileceği yer önemlidir.



Şekil 4 : Direk su püskürtme ve giriş havasını nemlendirmenin rölatif etkileri

Nemlendirme yönteminde, NO_x miktarı yakıt sarfiyatında artış olmaksızın 2-3 g/kWh seviyelerine kadar düşürülebilmektedir. Bu yöntem orta devirli motorlarda tüm yönleriyle test edilmiştir. Ancak düşük devirli makinelerdeki çalışmalar devam etmektedir. MAN B&W orta devirli makinelerinde nemlendirme yöntemini önermektedir.

Direk su püskürtme yöntemi Wartsila NSD orta devirli dizel makinelerinde NOx emisyonlarını azaltmak amacıyla kullanılmaktadır. Bu yöntemle NOx seviyesinin 5-6 g/kWh değerlerine kadar düştüğü ifade edilmektedir. Mitsubishi UEC LS2 düşük devirli makineler için kademeli su-yakıt enjeksiyonunu önermektedir.

MAN B&W düşük ve orta devirli makineler için su-yakıt emülsiyonunu önermektedir. Orta devirli dizel makinelerinde püskürtme avansı artırılarak, bu yöntemle orta devirli makinelerde NOx miktarının 7 g/kwh' a kadar düştüğü ifade edilmektedir.

3.3 Egzoz gazı geri dönüşü

Egzoz gazı geri dönüşü (EGR-Exhaust Gas Recirculation) ile yanma sıcaklığı dolyasıyla NOx emisyonu azalır. EGR silindir içerisindeki gazların özgül ısı kapasitelerini artırarak ve yanma odasındaki genel oksijen konsantrasyonunu azaltmak suretiyle yanma sıcaklığını düşürür. EGR, O₂ konsantrasyonunu azaltmak, yanma süresini uzatmak ve yanma sıcaklığını düşürmek suretiyle is emisyonunu artırır. Yanma hızı düştüğü için, egzoz sıcaklığı ve yanma odası elemanları üzerine binen ısı yük artar.

Kalitesiz yakıtın kullanıldığı makine operasyonları esnasında harici EGR tıkanma ve korozyona neden olmaktadır[10].

Kawasaki %28 EGR ile MAN B&W 5S70MC model makine üzerinde %69 oranında NOx emisyonunda azalma tespit ettiğini rapor etmiştir. Wartsila NSD 4RTX54 model dizel makinesinde %6 EGR ile NOx emisyonunda %22 azalma tespit etmiştir. EGR oranı %30'u geçtiği takdirde yanma kararlılığı bozulmakta, çevrimsel sönmeler meydana gelmektedir. Wartsila NSD benzer çalışmanın devamı olarak dahili EGR uygulamasını hayata geçirmiştir. Dahili EGR yöntemiyle yanma odası elemanları üzerindeki artan ısı yükleri azaltmak için "su soğutmalı artık gaz" metodunu geliştirmiştir. Bu metotta, sıkıştırma stroku esnasında yanma odasına su püskürtülerek yanma odası sıcaklığı harici yöntemle ulaşılan sıcaklık seviyesine düşürülür. Yanma odası sıcaklığı asit birikimini engelleyecek kadar yüksektir. Püskürtülen su aynı zamanda NOx emisyonunu düşürür.

yöntemlerle kombine olarak kullanıldığında NO_x miktarı 0.5 g/kWh ' e kadar düşebilmektedir[12].

4. SONUÇLAR

Temmuz 2005 tarihinden itibaren yürürlüğe girecek kurallar nedeniyle gemi işletmecilerinin gemilerinde gerekli kontrollerini yaptırmaları gereklidir.

Marpol Annex VI global ölçekte gemilerden kaynaklanan NO_x emisyonlarının azaltılmasını hedeflemektedir.

Marpol Annex VI kuralları gemilerin donanımlarının yeterliliği kadar, NO_x kontrol kodunun uygulamasını iyi bilen yetişmiş personelinde önemli olduğunu göstermektedir. Zira yaptırımlar ağırdır.

KAYNAKLAR

- [1] Goldsworthy L., *Design of ship engines for reduced emissions of oxides of nitrogen*, July 2002.
- [2] Corbett, J.J. and P. Fischbeck, "Emissions from Ships", *Science*, pp.298, 1997.
- [3] www.classdirect.com, MARPOL 73/78 Annex VI, 16/5/2005 tarihli sayfası.
- [4] Parlak A., "Seramik Kaplı bir Dizel Motorunda Püskürtme Avansı Değişiminin NO_x emisyonlarına etkisi", 7. Uluslararası Yanma Sempozyumu, 17-18 Temmuz, 2002.
- [5] Schlemmer-Kelling, U. and M. Rautenstrauch, "The New Low Emissions Heavy Fuel Engines of Caterpillar Motoren (MaK)", 23rd CIMAC Congress, 2001.
- [6] Holtbecker, R. and M. Geist, "Emissions Technology, Sulzer RTA Series, Exhaust Emissions Reduction Technology for Sulzer Marine Diesel Engines". 1998, Wartsila NSD.
- [7] Aspholm, M., "Low NO_x Conversion of the Wartsila Vasa 32", Wartsila NSD Marine News, 1999 (3).
- [8] Kyotola, J., "Design and Performance of a Large-Bore Medium Speed Engine", 22nd CIMAC Congress, 1998. 1: p. 31.
- [9] Okada, S., S. Hamaoka, S. Akimoto, S. Masakawa, K. Takeshita, M. Seki, S. Yoshikawa, and T. Yonezawa, "The Development of Very Low Fuel Consumption Medium Speed Diesel Engine", 23rd CIMAC Congress, 2001.

[10] MAN B&W, "Emission Control Two-Stroke Low-Speed Engines", MAN B&W, 1997 (331-96.12).

[11] The Naval Architect, "Water Injection and SCR Systems Cope with Emission Controls". 2000. p. 18-19.

[12] Vestergren, R., "Single-digit NOx Emissions for Cruise Vessels", Wartsila NSD Marine News, 1999 (3).

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETMECİLİĞİNDE MÜHENDİSLİK YAKLAŞIMI NE OLMALIDIR?

Doç. Dr. Adnan PARLAK

*Sakarya Üniversitesi
parlak@sakarya.edu.tr*

Günümüzde mühendislik eğitimi, bir bütün halinde öğrencinin mezun olduğunda mühendislik formasyonunu alacağı ve bu bilgileri etkin bir şekilde kullanacağı varsayılır. Oysa derslerde genellikle teorik bilginin fiziksel anlamları üzerinde fazla durulmadığından, öğrenci karmaşık denklemler arasında boğulur ve görülen derslerin gerçek hayatla ilişkisini kurmakta zorlanır. Bu durum, verilen eğitim sisteminin yeni baştan gözden geçirilmesi gerektiğinin göstergesidir. Bu çalışma, teori ve pratik arasındaki uygunluğun nasıl sağlanması gerektiği konusunda bir açılım sunmaktadır.

1. GİRİŞ

Öğrenme üzerine yapılan çalışmalar göstermektedir ki, öğrenme öğrencilerin gerçekleri basitçe bilmelerini değil, fakat gerçek olaylarla bağlantı kurabilmelerini sağlayabilen kompleks bir kavrama şekli olarak tanımlanmaktadır. Kavrama üzerine yapılan çalışmalar beynin verileri sürekli olarak yorumladığını ve bu yorumlardan kendine ait zihni bir imaj ve sınıflandırma sistemi ortaya çıkardığını göstermektedir. Bilgileri tutmak ve işlemek için, insanlar şemalar veya çağrışım oluşturacak bir yapı meydana getirmekte, yeni bilgilerle beynimizdeki bilgi ağı arasında bağlar kurmaktadır. En çok hatırlananlar denenerak yapılanlardır [1]. Özet bilgiler, öğretme ve öğrenilmenin zor olduğu gerçeği nedeniyle ABET 2000 kriterleri mühendislik konularının uygulamalarını sınıf içerisinde göstererek öğretilmesine vurgu yapmaktadır. Matematik ifadelerin öğretilmesi için mutlaka fiziksel anlamlarıyla bağlantıların kurulmalı ve "tam zamanlı öğrenme" gerekli olduğunda matematik kavramlar verilmelidir [2].

Efektif mühendislik eğitimi için, ele alınan konularla öğrencinin günlük hayattaki tecrübeleri arasında bağlantı ve paralellikler kurulmalıdır. Böylece

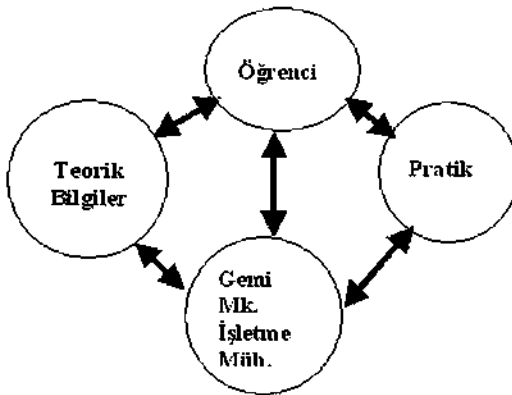
öğrenci ele alınan konu ile daha önce öğrendiği konular arasında ilişki kuracak ve mevcut bilgi ağına yeni bağlantılar ekleyecektir. Benzerlikler arasında ilişki kurulması mühendislik problemlerinin çözümü ve anlaşılmasında etkin bir yoldur. Bu çalışmada gemi makineleri işletmeciliğine ait kavramlar ve uygulamalar kullanılarak klasik teorik yaklaşımlar yeniden irdelenmiştir.

2. PRATİK UYGULAMALARIN TEORİK TEMELLERİNE BAKIŞ

Temel prensipler, sadece formüle dayalı yaklaşım yerine fiziki anlamlarına vurgu yapılarak verilmelidir. Bu yaklaşım öğrenciyi her zaman problemin fiziksel kökenleriyle irtibatlı kalmasını sağlayacaktır.

Derslerde verilecek teori ile günümüzde öğrencinin sıklıkla kullandığı örneklerle desteklenmelidir. Örneğin tüm öğrenciler buzdolabından çıkarılan bir kutu kolanın bir süre sonra soğuyacağını bilirler. Bu örnekten hareketle ısı transferi, özgül ısı ve termodinamiğin 1. kanunu verilebilir. Böylece içinde sürekli yaşadığı nesnelerin işlemleri olduğu konularla birebir ilişkili olduğunu görecektir ve karmaşık konuları daha iyi kavrayacaktır. Unutulmamalıdır ki merak uyandırmayan hiçbir bilgi kalıcı değildir[3].

Yukarıda sayılan genel yaklaşımları gemi makineleri işletme mühendisliğine uygulamak gerekirse, termodinamik, ısı transferi ve mukavemet gibi teorik konular mutlaka gemiye ait gerçek uygulamalarla ilişkilendirilmelidir. Öğrenim aşamasında, öğrenci teoriden pratiğe gidebilmeli, çalışma hayatında teorik bilgilerle ilişki kopartılmamalıdır. Şekil 1’de iyi bir mühendis için sürekli bilgi akışı şeması görülmektedir. öğrenci ile mezunlar arasındaki bilgi aktarımının artı değeri olarak geri dönüşümü sağlanmalıdır.



Şekil 1. İyi bir mühendis için sürekli bilgi akışı.

Problem çözümleri ve konu anlatımı daha çok öğrencinin aşına olduğu konulardan seçilmelidir. Şayet seçilen problem örnekleri farklı alanlarla ilgili olur ise konunun kavranması güçleşecektir. Teorik formüller fiziki temellerle zihinde olgunlaştırılmadığı takdirde, bir mühendis yıllarca çalıştığı, bakımını yaptığı makinelerin termodinamikte gördüğü güç çevriminin bir parçası olduğunu fark etmemektedir. Çevrimi oluşturan elemanların bakımını yapmakla birlikte bir bütün halinde alınacak hangi iyileştirmelerin çevrim verimini artıracığı konusunda eksik kalmaktadır.

Aşağıdaki örneklerde, termodinamiğe ait teorik konu ve kavramlar, gemi makineleri işletmeciliği açısından fiziki anlamlarına ve maliyet boyutuna dikkate çekilerek incelenmiştir.

ÖRNEK 1: RANKINE ÇEVİRİMİ

Güç çevrimlerinde ısı verimi artırmak için yapılan tüm düzenlemelerin arkasında yatan temel düşünce: Kazanda, aracı akışkana ısı verilen ortalama sıcaklığın yükseltilmesi, yoğunlaştırıcıda, aracı akışkandan ısı çekilen ortalama sıcaklığın düşürülmesidir. Başka bir deyişle, ortalama akışkan sıcaklığı çevrime ısı verilmesi esnasında olabildiğince yüksek, çevrimden ısı çekme esnasında olabildiğince düşük tutulmalıdır. Formül olarak ifade edersek

$$\eta_t = 1 - \frac{q_c}{q_g} = 1 - \frac{\text{Yoğuşturucuyla çevreye atılan ısı}}{\text{Kazanda akışkana verilen ısı}}$$

Bu açıklamayı daha somut olarak kullanıldığı yer ve işletmede kullanılan dil ile de özdeşleştirmek gerekir. Bu şekilde zihinde kalıcı adresler bırakılarak teori daha iyi kavranabilir. Örneğin, böyle bir sistemin özellikle tankerlerde etkin bir şekilde kullanıldığının ifade edilmesi öğrenme isteğini artıracaktır. Yakıt tankerlerinde Rankine çevrimi kullanılmaktadır. Baca kazanında elde edilen buhar, şaft türbinini tahrik ediyorsa ana makine ile kombine olarak çalışıyor demektir (dizel motorunun bir alt çevrimi olarak-rankine alt çevrimi). Burada hem teorik dil hem de pratik dil cümle içerisine konularak mühendis adayının sürekli çalıştığı ortama gönderme yapılmakta ve zihinde kalıcı etki bırakılmaktadır.

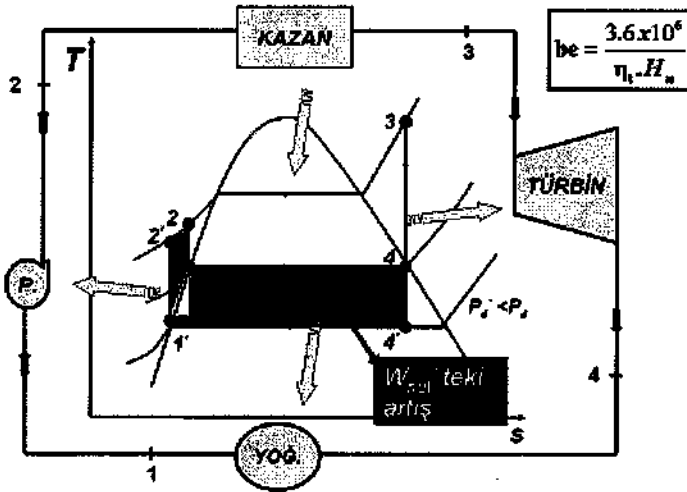
Ele alınan problem ile problemin fiziksel izahı birbiriyle paralel olarak

anlatıldığında konu ilgi uyandıracaktır. Yukarıdaki problemde çevrim verimine yönelik olarak öğrencilerin zihni yeni sorularla uyanık tutulabilir.

Örneğin Rankine çevrimin verimi nasıl artırılabilir? Bu uygulamada nasıl gerçekleşir? Dizaynı gerçekleşmiş bir sitemde ele alınan çevrim verimi nasıl yüksek tutulabilir? Bunun 3 yolu vardır [3]:

- Yoğusturucu basıncının düşürülmesi
- Kazan basıncının artırılması
- Buharın kızdırılması

İşletme mühendisi olarak çalışma ortamındaki dizayn şartları değiştirilemeyeceğine göre verimli bir işletmecilik nasıl gerçekleştirilebilir sorusuna cevap aramak gerekir.



Şekil 2. Yoğusturucu basıncını düşürmenin etkisi [3]

Şekil 2 incelendiğinde çevrimi oluşturan 1-2-3-4-1 alanı net işi vermektedir. Eğer ısısın atıldığı basınç daha düşük basınca kadar düşürülürse (P4 den P4' ne), çevrimin net işi artmaktadır. Burada 4'-1'-1-4 alanı net işteki artışı simgelemektedir. 2-2' alanı altındaki işte artışı ifade etse de pompalama işi kazanılan işe oranla çok küçüktür. Dolayısıyla net iş önemli ölçüde artmaktadır. Bu durumda verimin yüksek tutulabilmesi için şu yargıya varılmalıdır: "Ejekter kondenseri iyi temizlenmemişse yoğuşma basıncı istenen değere düşürülemez, verim düşer, yakıt sarfıyatı artar!" Burada pratik bir uygulamanın teorik yönüne vurgu yapmaktadır. Böylece işletme

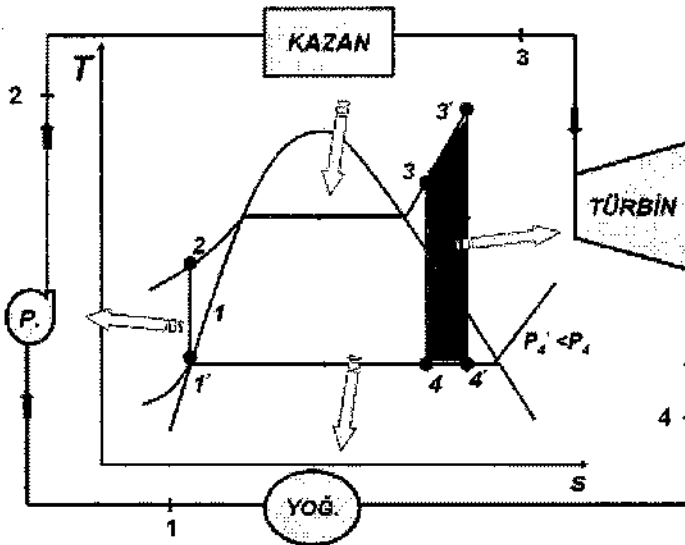
mühendisi, yapacağı bir tomar işleminin çevrim verimine etkisini daha iyi analiz edecektir.

Düşük basınçlarda artan ısı veriminden faydalanmak için, yoğusturucular atmosfer basıncının çok altında çalışırlar. Ancak yoğusturucu (kondenser) basıncının düşürülebileceği bir alt sınır vardır. Bu sınır, çevrimin ısı verdiği ortamın sıcaklığına karşı gelen doyma basıncıdır.

Basıncı düştükçe yoğuşma sıcaklığı düşer. Buharın yoğuşmasını sağlayacak su sıcaklığının 8-10 °C üzerinde olmalıdır (Etkin bir ısı transferi gerçekleşmesi için bu sıcaklık farkına ihtiyaç vardır).

Tankerlerde yakıt basma pompalarının tahriki buhar türbinleri ile yapılmaktadır. Türbin devreye alınmadan önce ejekter devresi devreye alınır. Yoğusturucuya (kulere) su açılmaz ise vakum kırılır. Yoğuşma basıncı(dolayısıyla yoğuşma sıcaklığı) düşürülemediğinden çevrim verimi düşer. Bu ise işletme maliyetlerini artırır. Mal zamanında basılamaz, yakıt sarfiyatı artar, şirket zarara uğrar.

Örnek 1'de görüldüğü gibi pratik uygulamalara yönelik açıklamalar içerisine konulmuş olan bir teori sıkıcı olmaktan ilgi uyandırıcı bir noktaya taşınmıştır.



Şekil 3. Türbin giriş sıcaklığının artırılmasının etkisi [3]

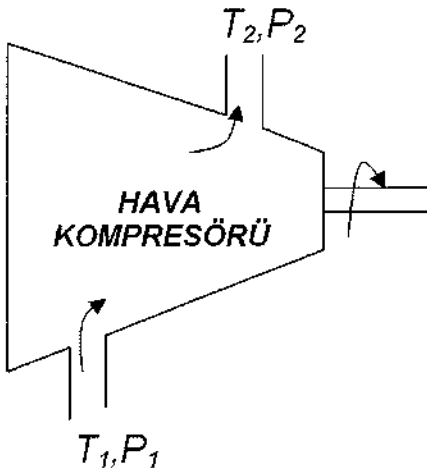
Şekil 3 incelendiğinde türbin giriş sıcaklığını artırmakla sisteme bir miktar ilave ısının girdiği anlaşılmaktadır ($q_{23'} - q_{23}$). Ancak taralı alan incelendiğinde kızdırma sonucunda türbinden elde edilen net işin artmaktadır.

Kurulu bir sistemde dizayn değerlerinin üzerine çıkılarak verimi artırmak mümkün değildir ancak şekil 3' den kazan basıncını müsaade edilen değerlerde tutmakla verimi yüksek tutmak mümkündür. Şekil incelendiğinde işletme ömrü açısından bakılırsa, türbinin 3'-4' arasında genişletilmesiyle 3-4' e göre hem iş artmakta hem de kuruluk derecesi yüksek buharla çalışılmaktadır. Böyle bir durumda ıslak buharın neden olacağı yüksek vibrasyonun türbin kanatlarına zarar vermesinin de önüne geçilmiş olmaktadır.

Yukarıda ifade edilen verimi artırma yöntemlerinden 3. maddedeki ara kızdırma işleminin nedeni buharın kuruluk derecesini artırmaya yönelik bir uygulamadır. Bu sayede türbinde genişleyen buharın kuruluk derecesi türbini terk edinceye kadar yüksek tutulmaktadır.

ÖRNEK 2 HAVA KOMPRESÖRLERİ

Hava kompresörlerinde alçak basınç ve yüksek basınç kademeleri niçin vardır? kademeler arasında ara soğutma yeterli değilse ne olur? Kompresör işini en aza indirmek nasıl mümkün olabilir?



$$w_{tr} = - \int v dP$$

özgül hacim:

$$v = \frac{1}{\rho} \quad (\text{m}^3 / \text{kg})$$

Şekil 4 . Bir hava kompresöründe iş, özgül hacim ilişkisi [3]

Kompresör işini azaltmanın en kolay yöntemi, sıkıştırma esnasında gazın özgül hacmini olabildiğince küçük tutmaktır. Bu da gazın sıcaklığını düşürerek sağlanabilir, çünkü bir gazın özgül hacmi sıcaklıkla doğru orantılıdır.

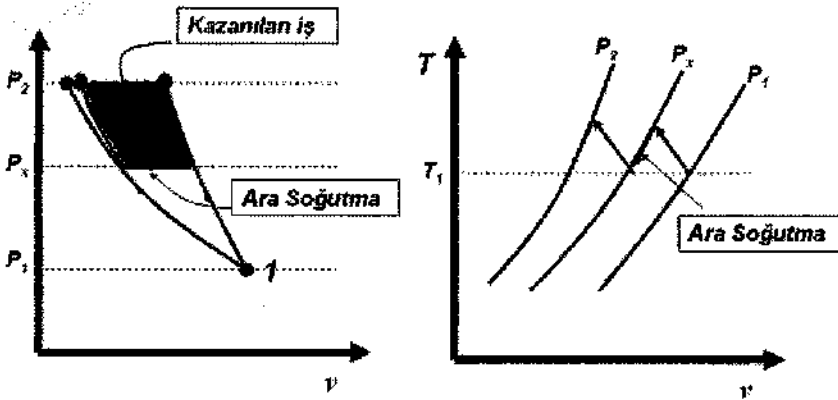
Sıkıştırılan gazı soğutmakla, özgül hacim azaldığı için sıkıştırma işi azalır! Fakat genellikle kompresör gövdesi içinde yeterli soğutma yapmak mümkün olmaz ve başka etkili bir yöntemle başvurmak gerekir.

Bu yöntemlerden birisi de kademeli ara soğutmalı kademeli sıkıştırma dır. Bu yöntemde gaz birkaç kademede sıkıştırılır ve kademelerin arasında ara soğutucu adı verilen bir ısı değiştiriciden geçirilerek soğutulur.

Soğutma işlemi sabit basınçta gerçekleşir ve her soğutma işlemi sonunda gazın sıkıştırma öncesi sıcaklığına (T_1) getirilmesi amaçlanır.

Şekil 5 incelendiğinde taralı alanın ara soğutma sonucunda kompresör sıkıştırmak işinin azalan kısmını göstermektedir.

Bakımlar esnasında farklı kalınlıkta conta kullanıldığında sıkıştırma oranını artırılırsa çekilen iş artırmış, kompresörün etkinliğin azaltılmış olur.



Şekil 5. Ara soğutmanın sıkıştırma işine etkisi [3].

Ara soğutuculara yeterli su gönderilmez yada düzenli aralıklarla temizlenmezse kompresörün harcayacağı güç artacaktır. Buna check valflerin kaçırması da eklenirse bunun kritik manevralarda motora ilk hareket için basınçlı hava temininde zorluklar meydana getireceği açıktır. Aşırı ısınmanın etkisiyle kompresörün conta patlatması geminin manevra esnasında çarpışma veya çarpma riskini artıracak unutulmamalıdır.

ÖRNEK 3: SOĞUTMA ÇEVİRİMLERİ

Gemi kuzey ülkelerinde iken soğutma sistemleri sorunsuz çalışmaktadır ve görünürde hiçbir problem yoktur. Ancak kızıl denize doğru giriş yaptığında soğutma problemleri yaşanmaya başlanmıştır. Problemin kaynağı ne olabilir?

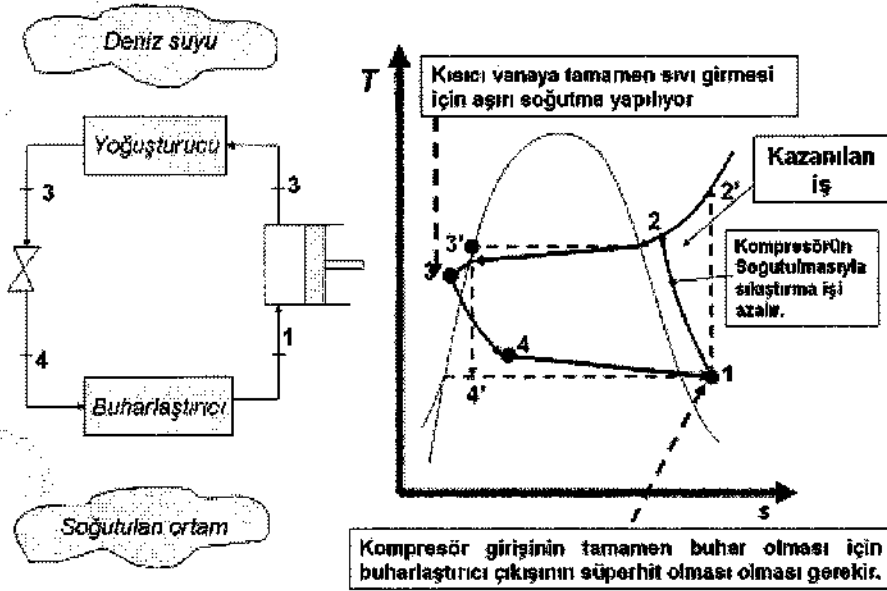
1. Kompresör basma basıncı?
2. Kısılma vanası(expansion valve)?
3. Kuler tıkanması?
4. Gaz kaçağı?

Şekil 6 incelendiğinde soğutma çevriminin etkinliğini artırabilmek için bilinmesi gereken temel konuları hatırlatmakta fayda vardır. Bilindiği gibi doyma sıcaklığı basınç artışı ile artmaktadır. Etkin bir ısı transferi için sıcaklık farkının 8-10 0C olması gerektiği düşünüldüğünde sıcak denizlerde etkin bir soğutma yapabilmek için kompresörün, çıkış basıncını soğutucu gaz çıkış sıcaklığını deniz suyu sıcaklığının 8-10 0C üzerine çıkaracak şekilde artırması beklenir.

Basınç düştükçe buharlaşma sıcaklığı düştüğüne göre, soğutma odasında etkin bir soğutmanın gerçekleşmesi için yoğunlaştırıcı çıkışındaki basıncın soğutucu oda sıcaklığında buharlaşmayı sağlayacak basınca düşmesi gerekir. Etkin bir buharlaşma için soğutucu buharlaşma sıcaklığının oda sıcaklığının 8-10 0C altında olacak şekilde basınç düşmesi gerekir. Örn. Oda -10 0C' de ise soğutucu gaz kısılma vanasında -20 0C buharlaşma sıcaklığındaki basınca kısılmalıdır.

Bir diğer önemli husus, kısılma vanasından gaz buharlaştırıcıya (evaporatöre) tamamen sıvı halde girerse, ortamdan buharlaşma ile daha fazla ısı çekecek ve dolayısıyla daha etkin bir soğutma gerçekleşecektir. Bu

durum, kompresör çıkış basıncının doyma basıncını her şartta deniz suyu sıcaklığının 10 0C üzerinde yoğuşturacak şekilde çıkış basıncı elde etmesinin önemini ortaya koymaktadır.



Şekil 6. Soğutma çevrimi [3]

Şekilde kompresörün soğutulmasıyla 1-2-2' işi kadar bir kazanç elde edilmektedir. Bu durum kompresörün soğutulmasının önemini de göstermektedir.

Tablo1' de R-12 'nin doyma basınç ve sıcaklığı görülmektedir. Tablo incelendiğinde buharlaştırıcıda etkin bir soğutmanın gerçekleşebilmesi için soğutucu akışkanın basıncının düşürülmesi gerekeceği (ekspansiyon valf iyi çalışmalıdır!). Aynı şekilde kompresör çıkış basıncı artırılmadıkça ekvator kuşağında soğutma işleminin etkinliği artırılmaz. Örneğin çıkış basıncı 5 kg/cm² olan bir kompresörün deniz suyunun 30 0C olduğu bir ortamda gazın sıvı hale getirilmesi mümkün değildir. Bu durumda en azından çıkış basıncının 10 kg/cm² olması gerekir. Böyle bir ortama girecek bir geminin bakımının önceden yapılması gerekir.

Tablo1. R-12 'nin doyma basınç ve sıcaklığı[3].

P _{doyma} (Kg/cm ²)	T _{doyma} (°C)
0.6	-41.42
1	-30.10
1.6	-18.49
2	-12.53
3.2	1.11
5.0	15.60
8.0	32.74
10	41.64
14	56.09

Tablo1. R-12 'nin doyma basınç ve sıcaklığı [3].

3. SONUÇLAR

İyi bir işletme mühendisliği için teorik ifade ve denklemlerin fiziki anlamları üzerinde daha fazla durulmalıdır. Teori ve pratik birlikteliği sağlanmadıkça işletme mühendisliğinin gerçek boyutlarıyla yerine getirilmesi mümkün değildir. Problemlerin nümerik çözümleri fiziki yorumlarıyla verilmesi gerektiği gibi maliyet boyutuna da vurgu yapılmalıdır.

4.KAYNAKLAR

- [1] Y.A., Çengel "Innovative approaches in teaching thermodynamics", Energy an Environment symposium, pp.9-17, 13-17 July, İzmir, TURKEY.
- [2] J.E.Koppich, and M.S. Knapp, Federal Research Investment and the Improvement of Teaching 1980-1997, Center for the study of Teaching and Policy, University of Washington, Document R-98-1, April 1998.
- [3] Y.A. Çengel, and M.A. Boles, Thermodynamics: An Engineering Approach, 4th edition, McGraw Hill., New York, 2002.

TÜRKİYE ATIK ALIM TESİSLERİ ÜZERİNE İNCELEME VE BİR MODEL TEKLİFİ

Tanzer Satır (1,2)

Yard.Doç.Dr.Cemil Yurtören (1,3)

(1) İTÜ Denizcilik Fakültesi 34940 Tuzla-İstanbul

Tel: 216 - 395 10 64 , Fax: 216 - 395 45 00

(2) E-posta: tsatir@itu.edu.tr

(3) E-posta: yurtoren@itu.edu.tr

ÖZET

Çevre kirliliği özellikle son bir asırdır doğal yaşamı ve buna bağlı olarak insan yaşamını etkileyen en önemli olgulardan biridir. Çevre kirliliği, 19.yüzyıldaki sanayi devrimi ve hızlı nüfus artışı ile doğmaya başlamış, fakat asıl olarak 20.yüzyılın içinde kendini hissettirmiştir. Normal olarak tabiat, doğal yollarla oluşan kirliliği kaldırabilecek yapıya sahiptir. Fakat geçtiğimiz yüzyılda gördüğümüz gibi çevreye giren aşırı kirliliği hemen temizleyememekte veya çok uzun süre almakta ve sonuçlarını bütün insanlık çekmektedir.

İnsanlık çevre kirliliği bilincine 20 yüzyılın ikinci yarısından itibaren ulaşmaya başlamış ve ancak 20 yüzyılın son çeyreğinden itibaren uluslararası düzeyde çevre korumacı tedbirler almaya başlamış ve toplumsal bazda çevre kirliliği konusunda bilinçlenmeye başlamıştır. Çevre korumacılığı konusunda alınan tedbirler özellikle bazı alanlarda (deniz, hava vb) olumlu sonuçlarını göstermeye başlamıştır.

Çevre kirliliğini çeşitlendirebiliriz: deniz kirliliği, hava kirliliği, gürültü kirliliği, vb bu listeyi daha da uzatabiliriz. Bunların içindeki deniz kirliliği ve hava kirliliği diğerlerine göre daha fazla etkisini hissettirmektedir. Denizyolu taşımacılığının ana unsuru olan gemiler büyük oranda deniz

kirliliği, daha az oranda hava kirliliği ile alakası vardır. Deniz yolu ile yapılan taşımacılığının 20 yüzyılın başından itibaren hızlı büyümesi ve petrol taşımacılığının çok hızlı gelişmesi gemiler ile deniz kirlenmesi kavramını gündeme oturtmuştur. Gemilerden denizlerin kirlenmesi kirlenmesi unsurlardan sadece biridir. Denizler, evsel atıklar, endüstriyel atıklar, deniz dibi madenlerinin çıkarılması faaliyetleri esnasında da kirlenmektedir. Gemilerden oluşan deniz kirliliğinin önüne geçmek için çeşitli uluslararası ve bölgesel sözleşmeler yapılmıştır. Bunlardan en önemlisi 1973 tarihli Gemilerden Oluşan Deniz Kirliliğinin Önlenmesi İçin Uluslararası Konvansiyon (MARPOL 73/78)' dur.

Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen MARPOL 73/78 göre taraf ülkelerin yükümlülüklerinden biri olan gemi atık alım tesisleri inceleme konusu olarak seçilmiştir. Türkiye'deki gemi atık alım tesislerinin genel bir incelemesi yapılmıştır. İncelemenin sonucunda MARPOL 73/78 yükümlülüklerinin sağlanması ve etkin bir çevre güvenliğinin sağlanması için alternatif bir atık alım tesisi modeli geliştirilmiştir.

1.GİRİŞ

Çevre kirliliği özellikle son bir asırdır doğal yaşamı ve buna bağlı olarak insan yaşamını etkileyen en önemli olgulardan biridir. Çevre kirliliği, 19.yüzyıldaki sanayi devrimi ve hızlı nüfus artışı ile doğmaya başlamış, fakat asıl olarak 20.yüzyılın içinde kendini hissettirmiştir. Normal olarak tabiat, doğal yollarla oluşan kirliliği kaldırabilecek yapıya sahiptir. Fakat geçtiğimiz yüzyılda gördüğümüz gibi çevreye giren aşırı kirliliği hemen temizleyememekte veya temizlenmesi çok uzun süre almakta ve sonuçlarını bütün insanlık çekmektedir. İnsanlık çevre kirliliği bilincine 20. yüzyılın ikinci yarısından itibaren ulaşmaya başlamış ve ancak 20 yüzyılın son çeyreğinden itibaren uluslararası düzeyde çevre korumacı tedbirler almaya başlamış ve devletler düzeyinde çevre kirliliği konusunda bilinçlenme başlamıştır. Çevre korumacılığı konusunda alınan tedbirler özellikle son 20 yıldan beri bazı yaşam alanlarında (deniz, hava vb) olumlu sonuçlarını göstermeye başlamıştır.

Çevre kirliliğini çeşitlendirebiliriz: deniz kirliliği, hava kirliliği, gürültü kirliliği,vb bu listeyi daha da uzatabiliriz. Bunların içindeki deniz kirliliği ve hava kirliliği diğerlerine göre daha fazla etkisini hissettirmektedir.

Denizyolu taşımacılığının ana unsuru olan gemiler büyük oranda deniz kirliliği, daha az oranda hava kirliliği ile alakası vardır. Deniz yolu yapılan taşımacılığının 20. yüzyılın başından itibaren hızlı büyümesi, deniz yolu yapılan petrol taşımacılığının çok hızlı gelişmesi gemiler ile deniz kirlenmesi kavramını gündeme oturtmuştur. Denizler yalnızca gemilerden kirlenmemektedir, gemilerden denizlerin kirlenmesi kirlletici unsurlardan sadece biridir. Denizler, evsel atıklar, endüstriyel atıklar, deniz dibi madenlerinin çıkarılması faaliyetleri esnasında da kirlenmektedir. Gemilerden oluşan deniz kirliliğinin önüne geçmek için çeşitli uluslararası ve bölgesel sözleşmeler yapılmıştır. Bunlardan en önemlisi 1973 tarihli Gemilerden Oluşan Deniz Kirliliğinin Önlenmesi için Uluslararası Konvansiyon (MARPOL 73/78)' dur.

İstanbul ve Çanakkale Boğazları ile Marmara Denizi'nden oluşan Türk Boğazlar bölgesi yoğun bir gemi trafiğine sahip olan ve buna bağlı olarak gemi kazaları açısından yüksek risk taşıyan bölgelerden birisidir. İstanbul Boğazı son yıllarda dünyanın en yoğun deniz rotalarından biri olma yolundadır. Üstelik, Hazar Denizi petrolünün dünya pazarına taşınmasının başlamasıyla, zaten seyiri zor olan bu deniz geçidindeki gemi trafiği ve bu trafiğin getirdiği tehlikeler artacaktır.

Bu çalışmada yukarıda bahsi geçen MARPOL 73/78 içerisinde taraf ülkelerin yerine getirme zorunlu oldukları yükümlülüklerinden biri olan alım tesislerinin planlaması, yer seçimi, kuruluşu ve işletimi değişik alternatifler ile birlikte incelenerek bir model geliştirilmiştir. Geliştirilen bu model ışığında eksikliği hissedilen Türk terminallerindeki alım tesislerine yeni bir yaklaşım ve model sunulmuştur. Türk Boğazlar bölgesindeki özellikle petrol terminalleri ile kimyasal tanker terminallerindeki alım tesisleri incelenerek, MARPOL 73/78 yükümlülüklerinin sağlanması ve etkin bir çevre güvenliği için alım tesisi modeli geliştirilecektir.

2. PETROL / YAĞ KİRLİLİĞİ VE KİRLLETİCİ KAYNAKLAR

Yağ kirliliğini, petrol ve petrol ürünlerinin denizlerde gemilerle taşınması esnasında petrol veya petrol ürünlerinin direk veya balast suyu ile karışık bir şekilde denize karışarak oluşturduğu kirlilik olarak tanımlayabiliriz. İngilizce "oil pollution" olarak anılan yağ kirliliği tabiri bazı kaynaklarda petrol kirliliği olarak da tanımlanmaktadır. Daha genel manada deniz kirlenmesi tanımı bir önceki bölümde verilmiştir.

Fakat gemilerden oluşan deniz kirliliği kavramı içerisinde petrol ve petrol ürünlerinden oluşan kirlilik dışında gemilerle taşınan zehirli sıvılardan oluşan kirlilik, gemi çöplerinden oluşan kirlilik, paketlenmiş olarak taşınan zehirli maddelerden oluşan kirlilik ve gemi atık sularından oluşan kirliliklerini de katmak gerekmektedir. Yine direk denizlerle irtibatlı olmasa da gemilerden oluşan hava kirliliği de gemilerden oluşan kirlilik kavramı içerisine girmektedir.

Yağ/petrol kirliliği konusuna geri dönecek olursak yağ kirliliğinin temelini oluşturan petrol ve petrol ürünlerinin yol açtığı kirlenme değişik sebeplerle gerçekleşmektedir. Bu sebepleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz (Clark, 2001):

- Normal tanker operasyonları,
- Tanker kazaları,
- Gemi yapım tersaneleri,
- Gemi makine dairesi sınırları,
- Tanker dışı gemilerin kazaları,
- Tanker terminalleri,
- Deniz dibi maden yataklarının işletilmeleri esnasında,
- Atmosfer yolu ile,
- Petrol rafineleri,
- Kentsel ve sanayi atıkları,
- Nehirler yolu ile taşınan kirlilikler,
- Doğal yollar ile.

(Kaynak: GESAMP Reports and Studies 2001)

	1989 (milyon ton)	2000 (milyon ton)
Tanker operasyonları	0.159	0.163
Tanker kazaları	0.114	0.162
Gemi sınırları	0.253	0.524
Gemi tersaneleri	0.004	0.009
Tanker terminalleri	0.030	0.002
Tanker dışı gemi kazaları	0.007	0.02
Gemi sekümleri	0.003	3.750
TOPLAM	0.57	4.630

Tablo.1 Dünya denizlerinin gemi ve gemi aktiviteleri yolu ile kirlenmesinin boyutları (Kaynak: GESAMP Reports and Studies 2001)

3. GEMİLERDEN OLUŞAN DENİZ KİRLİLİĞİNİN ÖNLENMESİNE YÖNELİK ULUSLARARASI SÖZLEŞMELER

Denizlerin gemilerden kirlenmesinin önlenmesine yönelik uluslararası sözleşmeler 20. yüzyılın ortalarından itibaren görülmeye başlamaktadır. Denizlerde petrol taşımacılığı 19. yüzyılın sonunda başlamıştır. Fakat denizlerin kirlenmesi ve bu kirlenmenin önlenmesi bilinci 20. yüzyılın ortalarından itibaren doğmuştur.

Gemi kaynaklı deniz kirlenmesinin önlenmesi konusunda ilk uluslararası sözleşme 1954 tarihli Denizin Petrol ve Türevleri İle Kirlenmesinin Önlenmesi Sözleşmesi (OILPOL 1954)'dir. 1954 tarihinde imzalanan bu sözleşme ile petrol ve türevleri ile denizlerin kirlenmesini önleyici kurallar getirilmiştir. Özellikle petrol ve türevlerini taşıyan tankerlerin sefer boyunca taşıdıkları petrol ile karışık balast sularını hiçbir arıtmadan geçirmeksizin denize basmaları gemiler yolu ile oluşan en deniz kirliliğinin en önemli amillerinden biridir. Bu sözleşme ile tankerlerin kirli balastlarını ve diğer gemilerin makine dairelerinde oluşan yağlı sintine sularını direk denize basmalarına yasak getirilmiştir. Gemiler kirli balast ve sintine sularını ancak arıtma yaparak ve kıyıdan belli bir mesafede denize basabileceklerdir.

1958 yılında yürürlüğe giren Denizlerin Petrol ve Türevleri ile Kirlenmesinin Önlenmesi Sözleşmesi 1962, 1969 ve 1971 tarihlerinde bazı değişikliklere uğramıştır. Bu sözleşmenin sadece petrol ve türevleri ile oluşan kirliliğine dair yükümlülükler getirmesi ve uluslararası ortamda fazla uygulanamamasından dolayı yeni bir sözleşmenin yapılması ihtiyacını doğurmuştur.

Bu ihtiyaçları gidermek petrol ve türevleri dışında gemilerle taşınan bütün zehirli sıvılarla oluşan kirliliğin önüne geçmek için 1974 yılında Gemilerin Neden Olduğu Kirlenmenin Önlenmesine Dair Uluslararası Sözleşme (MARPOL) kabul edilmiştir. Bu sözleşme ile, 1954 Sözleşmesi ile sadece petrol ve türevlerinin neden olduğu deniz kirlenmesi ile sınırlı olan kurallara yer verilmemiş, deniz çevresinin petrol ve türevleri ve diğer zararlı maddelerle kirlenmesinin ortadan kaldırılması ve bu zararlı maddelerin kazalar neticesinde denize dökülmesinin en az seviyeye indirilmesi konusunda uluslararası kurallar getirilmiştir.

1978 yılında MARPOL sözleşmesine daha bir işlerlik kazandıran ekler getirilmiştir. Daha sonraki yıllarda eklenenlerle birlikte 6 adet olan ekler MARPOL sözleşmesinin en önemli kısımlarını oluşturmaktadır. Bu ekler şunlardır (IMO, 2002):

I. Petrol ve türevleri ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

II. Dökme olarak taşınan zehirli sıvılar ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

III. Paketlenmiş olarak taşınan zararlı maddelerin oluşturduğu kirliliğin önlenmesine dair kurallar

IV. Gemi atıkları ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

V. Gemi çöpleri ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

VI. Gemilerden oluşan hava kirliliğinin önlenmesine dair kurallar

Yukarıda isimleri verilen eklerden I, II, III, IV ve V nolu ekler yürürlüğe girmiş eklerdir. Ek VI henüz yürürlüğe girmiş değildir, onaylayıcı ülke sayısı yeterli olduğu zaman yürürlüğe girecektir.

MARPOL 73/78 dışında deniz kirliliğinin zararlarını tazmin için uluslararası sözleşmeler mevcuttur. Bunlardan en önemlileri; Petrol Kirliliği Zararlarından Doğan Sivil Sorumluluklar Hakkında Uluslararası Sözleşme (CLC 1992) ve Petrol Nedeniyle Kirlenmeden Doğan Zararlar için Uluslararası Tazminat Fonu Kurulmasına Dair Sözleşme (FUND 1992)'leridir.

Uluslararası sözleşmeler dışında denizlerin gemiler yolu ile kirlenmesinin önlenmesi konusunda bölgesel anlaşmalarda oluşturulmuştur. Bunların isimleri şöyledir:

- Akdeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunmasına Dair Konvansiyon (1974)
- Kızıldeniz ve Aden Körfezi Deniz Çevresinin Korunmasına Dair Bölgesel Konvansiyon(1982)
- Kuzey Denizi'nin Petrol ve Türevleri ve Diğer Zararlı Maddelerle Kirlenmesinde İşbirliğine Dair Andlaşma (1983)
- Karadeniz'in Kirlenmeye Karşı Korunması Sözleşmesi (1992).

4. GEMİ KAYNAKLI ATIKLAR

Deniz kirliliği içinde ortalama olarak % 25 lik bir yüzde ile gemi kaynaklı deniz kirliliği önemli bir paya sahiptir. Gemi kaynaklı deniz kirliliği içerisinde gemi operasyonları sonucu oluşan katı ve sıvı atıklar önemli bir paya sahiptirler. Gemilerden Oluşan Deniz Kirliliğini Önleme Sözleşmesi MARPOL 73/78 gemilerden oluşan katı ve sıvı atıkları sınıflandırmış, deniz basımını yasaklayıcı ve kısıtlandırıcı kurallar getirmiştir. Deniz basımı yasak olan atıklar Alım Tesislerine verileceklerdir. MARPOL 73/78 içinde sınıflandırılan katı ve sıvı atıklar şunlardır:

a) Tanker ve tanker dışındaki diğer gemilerin makine dairelerinden oluşan sintine suları,

b) MARPOL 73/78 Ek I içinde belirtilen ham petrol ve petrol ürün tankerlerinde taşınan yüklerden dolayı oluşan petrol kaynaklı atıklar. Bu atıkları aşağıdaki gibi başlıca gruplara ayırabiliriz:

- Kullanılmış yağlama yağı,
- Kirli balast suyu,
- Fuel atıkları,
- Petrollü tank yıkama suları,
- Petrollü sintine suları,
- Petrollü çamur kalıntıları.

Petrol kaynaklı atıklar, MARPOL sözleşmesinde belirtilen temizleme işleminden geçirildikten sonra gemiden denize basılabilirler, aksi takdirde denize basılmaları yasaktır, alım tesisine verilmelidirler.

c) MARPOL 73/78 Ek II içinde belirtilen genellikle kimyasal tankerler ile taşınan zehirli sıvı yüklerden oluşan atıklar. Bu atıklar dört kategoriye ayrılmaktadır:

- Kategori A
- Kategori B
- Kategori C
- Kategori D

Kategori A'ya giren yükler kesinlikle denize basılmazken, diğerleri sözleşme içerisinde belirtilen temizleme işleminden sonra denize basılmalarına izin verilmektedir. Diğer tüm durumlarda alım tesisine verilmeleri gerekmektedir.

ç) MARPOL 73/78 Ek IV içinde belirtilen tüm gemilerde oluşabilen lagım atıkları. Bu atıklar gemide atıkları parçalayıcı sistemler varsa açık denizde basılabilmekte aksi durumda alım tesislerine verilmesi gerekmektedir.

d) MARPOL 73/78 Ek V içinde belirtilen tüm gemilerden kaynaklanan katı çöpler. Çöpler, gemi işlemleri sonucu oluşan çöpler ile diğer çöpler olarak iki gruba ayrılmakta ve alt gruplara sınıflandırılmaktadırlar:

- Gemi işlemleri sonucu oluşan çöpler (boya kalıntıları, pas, ambalaj malzemeleri, yük paletleri, balık ağları, panyol tahtaları, vb.),
- Diğer çöpler (yemek atıkları, plastikler, tıbbi atıklar, cam, kağıt, vb.).

5. ATIK ALIM TESİSİ

Atık alım tesisi, 26.12.2004 tarihli Resmi Gazetede yayımlanarak yürürlüğe giren Atık Alım Yönetmeliğinde şöyle tanımlanmıştır: ‘Gemilerden kaynaklanan atıklar ile atık alma gemilerinin taşıdığı atıkların alınması ve geçici depolanması amacıyla kurulmuş tesis’. Atık alım tesisinin en önemli amacı deniz kirliliğinin önüne geçmektir.

Atık alım tesisi konusunda ilk yaptırımlar OILPOL 1954 içinde geçmektedir. OILPOL, 1962 ve 1969 tarihlerinde yapılan eklere rağmen uluslararası arenada fazla etkili olamamıştır. Bu yüzden OILPOL 54 ün atık alım tesisleri için yaptırımları etkili olamamıştır. Bunda en önemli etken konvansiyonun atık alım tesisi kurulmasını liman devletinin takdirine bırakmasıdır. Atık alım tesisleri, 1973 yılında hazırlanan ve OILPOL 54 yerine geçen MARPOL (International Convention for the Prevention of Pollution from Ships) içinde daha kapsamlı olarak ele alınmıştır. Önceki bölümlerde açıklandığı üzere 1978 yılında revize edilen MARPOL konvansiyonu altı ekten oluşmaktadır; bu ekler:

EK 1 Petrol ve türevleri ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

EK 2 Dökme olarak taşınan zehirli sıvılar ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

EK 3 Paketlenmiş olarak taşınan zararlı maddelerin oluşturduğu kirliliğin önlenmesine dair kurallar

EK 4 Gemi atıkları ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

EK 5 Gemi çöpleri ile oluşan kirliliğin önlenmesine dair kurallar

EK 6 Gemilerden oluşan hava kirliliğinin önlenmesine dair kurallar

Atık alım tesisleri ile ilgili kurallar Ek 1, 2, 4 ve 5 içerisinde geçmektedir. Ek 1 Kural 12’de petrol terminalleri, tersaneler ve diğer limanların gelen gemilerden gecikmeye sebebiyet vermeyecek atık alım tesislerini kurmalarını zorunluluğunu getirmektedir. Ayrıca bu kural altında bir atık alım tesisi kurulması için gereken kriterler kısaca verilmektedir. Kısaca özetlemek gerekirse aşağıda şartlara haiz terminal ve limanlar atık alım tesisi kurmaları zorunludur :

- (a) Balastlı olarak en az 72 saatlik veya 1200 deniz mili seyir yapan petrol tankerlerinin yanaştığı bütün petrol terminalleri ve terminaller,
- (b) Günlük 1000 metrik tondan fazla dökme petrol yükleme-boşaltma yapılan terminal ve limanlar,
- (c) Tersaneler ve tanker tank yıkama ve petrol çamuru alım ünitelerine sahip limanlar,
- (d) Gelen gemilerden dolayı oluşan sintine suları ve diğer atıklar için,
- (e) Dökme limanlarına kombine taşıyıcılar geliyorsa.

Ayrıca bu kural altında kurulacak alım tesislerinin kapasiteleri detaya girmeden sıralanmıştır:

- ‘(a) Petrol terminallerindeki alım tesisleri gelen bütün gemilerden atık alabilecek kapasiteye sahip olacaklardır,
- (b) Günlük 1000 metrik tondan petrol elleçlenen terminal ve limanlarda kurulacak atık alım tesisleri yeterli kapasitede olmalıdır,
- (c) Tersanelerdeki ve tank yıkama üniteleri sahip limanlardaki atık alım tesisleri gemilerde atık bırakmayacak kapasitede olmalıdır,
- (d) Petrol çamuru alımı için kurulu alım tesisleri yeterli kapasitede olmalıdır,
- (e) Sintine alımı için kurulan atık alım tesisleri yeterli kapasitede olmalıdır’.

6. TÜRKİYE’DE ATIK ALIM TESİSLERİ

Türkiye’nin kıyı şeridinde yapı şekilleri bakımından liman, iskele, terminal, yat limanı(marina), balıkçı barınağı ve çekek olarak adlandırılan 295 adet kıyı tesisi bulunmaktadır. Bunların 20 tanesi önemli hizmet

limanıdır. Bu tesisler kamu ve özel kurumlar tarafından işletilmektedir. Dağılım olarak 7 liman TCDD (Türkiye Cumhuriyeti Devlet Demiryolları) Genel Müdürlüğü, 17 liman ve iskele TDİ (Türkiye Denizcilik İşletmeleri), 2 terminal TÜPRAŞ (Türkiye Petrolleri Anonim Şirketi), 20 liman ve iskele ilgili kamu kurumu, 50 liman ve iskele belediye ve özel idareler, 53 liman ve iskele özel sektör, 13 yat limanı Turizm Bakanlığı ve belediyeler, 128 balıkçı barınağı ise kooperatifler, belediyeler ve özel idareler tarafından işletilmektedir (T.C. Sayıştay Başkanlığı, 2002).

MARPOL 73/78 sözleşmesi, taraf ülkelere limanlarına gelen gemilerin katı ve sıvı atıklarını almak üzere atık kabul tesisi oluşturma zorunluluğunu getirmiştir. Sözleşme kurallarına göre gemilerin denize yağ, yağ karışımı, çöp ve pis su dökmesi yasaklanmıştır. Denize dökülmesi yasaklanan atıklar, limanlardaki atık kabul tesislerine boşaltılmak üzere gemilerdeki tanklarda biriktirilecek ve bu atıklar geminin gittiği limandaki atık kabul tesislerine boşaltılacaktır. Sözleşmeye göre gemilerin denizleri kirlletmesine neden olan maddeler bir önceki bölümde değinildiği gibi beş başlık altında toplanmıştır; petrol ve petrol türevi olan maddeler, zehirli sıvılar, ambalajlı zararlı maddeler, pis sular ve çöpler (IMO, 2002).

MARPOL Sözleşmesine göre limanlarda bulundurulması gereken tesis ve donanımları şöyle sıralayabiliriz: Petrollü atıkları alma tesisleri, dökme olarak taşınan zehirli sıvıları içeren atıkları alma tesisleri, pis su arıtma tesisleri, kuru atıkları öğütme tesisleri, laboratuvarlar ve ölçme cihazları, yükleme ve boşaltma düzenleri ile gemilerin boru ve bağlantı düzenlerine uygun tesis ve cihazlar. Denizlerde gemilerden oluşan kirlilik olaylarında tanker kazaları daha popüler olmasına karşın sintine ve kirli balast sularının denize basılması, pis suların ve çöplerin denize dökülmesi olayları daha sık gerçekleştiğinden kirlilik etkisi daha büyük olmaktadır. MARPOL 73/78 sözleşmesi içinde gemilere, denizlere boşaltılması yasaklanan uygun yerlerde biriktirmek zorunluluğu getirirken, limanlara da sintine ve balast sularını, pis su ve çöpleri gecikmeye meydan vermeyecek şekilde alacak atık kabul tesisi oluşturma yükümlülüğünü getirmiştir.

Ülkemizde, Çevre Kanununun 8. ve 11. maddelerine göre; kirliliğin önlenmesi ve giderilmesi için gerekli olan arıtma ve bertaraf sistemlerini kurma ve işletme yükümlülüğü, faaliyet sahibi kurum, kuruluş veya işletmelerindir. Mevcut düzenlemeler uyarınca ülkemizde özel sektör

kuruluşlarınca, yerel yönetimlerince ve kamu iktisadi teşebbüslerince işletilen limanlar vardır.

*Tablo.2 Türkiye’deki Atık kabul tesislerinin miktarı ve işleten kuruluşlar
(Kaynak: T.C. Denizcilik Müsteşarlığı, 2001)*

LİMAN	İŞLETEN	ATIK ALIM TESİSİ	
TRABZON	T.D.İ	Var	
SAMSUN	T.C.D.D.	Var	
İSTANBUL- AMBARLI	ALTAŞ A.Ş.	Var	
İSTANBUL- HAYDARPAŞA	T.C.D.D.	Var	
İSTANBUL- KARAKÖY	T.D.İ	Var	
İZMİT-TÜPRAŞ TERMINALİ	TÜPRAŞ	Var	2 Depolama tankı
İZMİT-DERİNCE	T.C.D.D.	Var	
İZMİT	İZAYDAŞ	Var	
KARADENİZ EREĞLİ- ERDEMİR	ERDEMİR	Var	
GEMLİK- BORUSAN	BORUSAN	Var	
GEMLİK- GEMPORT	GEMPORT	Var	Ek IV atıkları yalnızca
BANDIRMA	T.C.D.D.	Var	
İZMİR	T.C.D.D.	Var	
İZMİR-NEMRUT	PETKİM	Var	
İZMİR-ALİAĞA TERMINALİ	TÜPRAŞ	Var	2 Depolama tankı
ANTALYA	ORTADOĞU	Var	
MERSİN	T.C.D.D.	Var	
MERSİN-ATAŞ TERMINALİ	ATAŞ	Var	
İSKENDERUN	T.C.D.D.	Var	
İSKENDERUN- TOROS	TOROS	Var	
İSKENDERUN- BOTAŞ TERMINALİ	BOTAŞ	Var	3 Depolama tankı

Limanların çok sayıda farklı kuruluşlar tarafından işletilmesi atık kabul tesislerinin uluslararası sözleşmelerde çerçevesi çizilen politikalarla uyumlu bir şekilde yönetilmesini zorlaştırmaktadır. Ayrıca limanlarda atık kabul tesisi yapımından ve atık kabul tesisi ile ilgili yükümlülükleri izlemekten doğrudan sorumlu bir kurumun olmaması kirliliğin önlenmesinde önemli bir faktör olan atık kabul tesislerinin işlerliliğine etki etmektedir. Doğrudan sorumlu bir kurum olmaması yeterli mevzuat düzenlemelerinin yapılmasını da etkilemektedir.

Limanlardaki atık kabul tesisleri farklı nitelikte ve farklı kapasitededirler. Liman atık kabul tesislerinin büyük bir bölümü sintine ve balast suyunun alınmasına yöneliktir. Arıtma yapılmayan atık kabul tesislerinde, sintine suları gemilerden alınıp karadaki tanklara taşınmakta, sintine suyu içindeki yağ ve su tanklarda dinlendirilerek ayrıştırılmaktadır. Ayrıştırılan sintine suyunun yağı özel sektör kuruluşlarına satılmakta, su ise denize basılmaktadır. Arıtma yapılan atık kabul tesislerinde ise tanklara alınan sintine suyu, arıtma tesislerinde arıtılarak, ayrıştırılan yağ özel sektöre satılmakta, temiz su ise denize deşarj edilmektedir.

7. ATIK ALIM TESİSİ MODELİNİN OLUŞTURULMASI

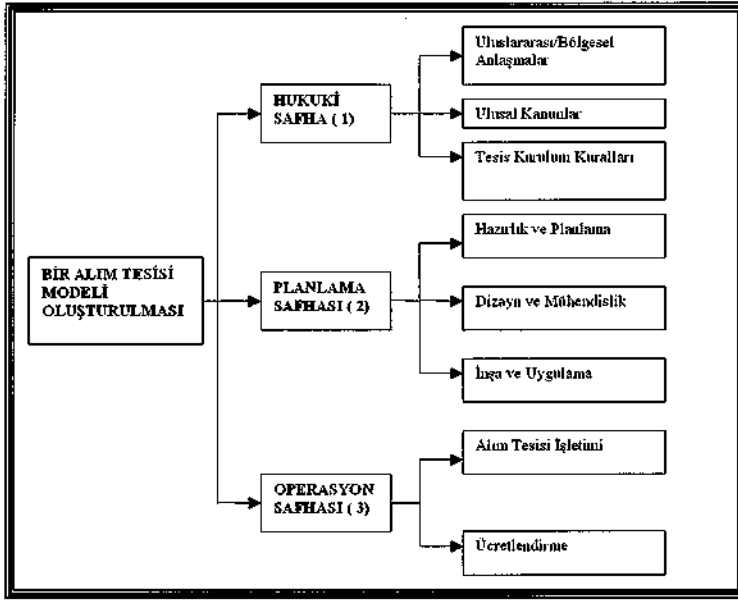
Her ülkenin atık alım tesislerinin modeli farklı olmakla birlikte uluslararası sözleşmelerle sınırları çizilmiş atık alım tesisi modeli mevcuttur. Bir atık alım tesisinin hukuki altyapısının oluşturulmasından planlama safhası ve işletim safhalarını da içine alacak şekilde bir alım tesisinin modeli Şekil 1’de görülmektedir.

Şekil 1’de görüldüğü üzere bir atık alım tesisinin planlamasından önce hukuki altyapısının oluşturulması önem arz etmektedir. Hukuki safha, bölgesel anlaşmalar, ulusal kanunlar ve liman/terminal kuralları göz önüne alınarak gerçekleştirilmelidir. Türkiye’de mevcut atık alım tesislerinin kurulması ve işletilmesi için hukuki safhayı gerçekleştirebilmek için çıkarılmış olan ulusal kanunlar ve yönetmelikler göz önüne alınmaktadır. 1983 yılında kabul edilmiş 2872 sayılı Çevre Kanunu ve 1995 yılında kabul edilmiş Tehlikeli Atıkların Kontrolü Yönetmeliği bunların içinde en önemlileridir. Fakat hali hazırdaki yönetmelikler talepleri tam olarak karşılamamaktadır.

Geçtiğimiz yıl T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, Gemilerden Atık Alım Hizmeti Yönetmeliği hazırlamış ve yönetmelik 11.Mart .2004

tarihinde Resmi Gazetede yayınlanarak yürürlüğe girmiştir. Fakat daha sonra Ulaştırma Bakanlığı ile Çevre-Orman Bakanlığı arasında yapılan görüşmeler sonucu yeni bir atık alım yönetmeliği hazırlanması kararı alınmış ve bu yönetmeliğin hazırlanması görevi Çevre-Orman Bakanlığına verilmiştir. Yeni yönetmelik 26.12.2004 tarihinde Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe girmiştir.

Bir atık alım tesisinin planlama safhası belki de en önemli safhalardan biridir. Bu safha içinde hazırlık ve planlamada yer seçimi, alım tesisinin sabit veya gezici olacağının belirlenmesi, hangi tür atıkların alınacağı, atıkların işlenmesinde kullanılacak teknolojilerin seçimi, geri kazanım ve en son bertaraf edilmesi yöntemlerine kadar bütün planlamalar yapılmaktadır. Bu kritik safhadan sonra inşa ve mühendislik gelmekte atık alım tesisi kurulmaktadır (IMO, 1999).



Şekil.1 Bir atık alım tesisinin oluşturulması modeli

Operasyon safhası, atık alım tesisinin işletimi ve ücretlendirme bölümlerinden oluşan son safhadır (IMO, 1999). Ücretlendirme konusunda uluslararası düzeyde bir birlik sağlanmamakla birlikte genel olarak altı değişik ücretlendirme vardır. Bunlar; kullanıma göre ücretlendirme, başka bir atık alım firması ile anlaşmalı sistem, ücretin liman masraflarına dahil edilmesi, sabit ücretlendirme, kombine sistem ve ücretsiz sistemdir. Ücretsiz sistem çok az ülke tarafından uygulanabilmektedir. Petrol

terminallerinde kurulacak olan alım tesisleri, ham petrolü geri kazanım sağladığı için ücretsiz alım sistemine daha uygundur. Çünkü kirli balastın işlenmesi sonucu ham petrol geri kazanılabilmekte ve kazanılan bu ham petrol iç piyasaya satılmaktadır. Türkiye'deki Tütünçiftlik, Botaş gibi ham petrol terminallerinde bazı dönemlerinde bu yöntem uygulanmakta ve atık alımında özellikle kirli balast alımında ücret alınmamaktadır.

Kimyasal tanker terminallerindeki atık alım tesisleri için ücretsiz sistem pratik değildir. Bütün Dünya'da olduğu gibi Türkiye'de kimyasal tanker terminallerinde atık alım tesisleri yetersizdir. Kimyasal tankerlerde bazı durumlarda denizel çevre için çok tehlikeli yükler taşınmakta ve bu yüklerin atıklarının mutlak atık alım tesislerine verilmesi gerekmektedir. Bu yüzden kimyasal terminallerde atık alım tesislerinin kurulmasının önemi ortaya çıkmaktadır.

8. SONUÇ

Uluslararası denizcilik çevreleri, bunların içinde en başta Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO), Avrupa Birliği ve Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenlik Teşkilatı (USCG), tehlikeli yük taşıyan gemilerin yenilenmesi, parasal cezaların arttırılması, atık alım tesislerinin iyileştirilmesi konularında yeni kurallar ve yaptırımlar getirilmiştir. Uluslararası Denizcilik Örgütünün kurucu üyesi olan Türkiye, liman ve terminallerdeki atık alım tesislerinin arttırılması ve iyileştirilmesi için hemen harekete geçmesi gerekmektedir. Çünkü liman ve terminallerdeki mevcut atık alım tesisleri yetersizdir ve bunun sonucu olarak atık alım tesislerinin yetersizliğinden dolayı atıklarını veremeyen gemiler atıklarını Türk karasularına boşaltmaktadırlar.

Bir atık alım tesisi kurulurken hukuki, planlama ve operasyon safhalarının tam olarak yerine getirilmesi alım tesisinin verimliliği ve kullanılabilirliği açısından çok önemlidir. Mevcut atık alım tesislerinin iyileştirilmesi ve yeni atık alım tesisi oluşturulması bahsedilen safhalara uyulması Türkiye'nin hem yükümlülüklerini yerine getirmesi hem de denizlerin korunması açısından büyük önem arz etmektedir. Bu sayede Avrupa Birliği yolunda olan Türkiye'nin, atık alım tesislerini Avrupa Birliği ülkeleri seviyesine çıkarmış olacaktır.

Geçtiğimiz yıl kabul edilen Resmi Gazete’de yayınlanarak yürürlüğe giren Gemilerden Atık Alım Hizmeti Yönetmeliğinin sonuçları önümüzdeki bir yıl içerisinde gözükecektir. Fakat yönetmelik incelendiğinde bazı eksik yanları görülmektedir. Bunlar kurulacak atık alım tesislerinin altyapısı, atıkların depolanması, ayrıştırılması, geri kazanılması ve bertarafı gibi önemli hususlara yeterince değinilmemiş, ilgili yönetmeliklere yönlendirilmiştir. Fakat bu hususlar konunun özelliğinden ve öneminden dolayı bu konular daha detaylı olarak değinilmeliydi. Bir sonraki düzenlemede bu konulara daha detaylı olarak verilmelidir.

KAYNAKLAR

- [1] Clark, R.B., (2001), " Marine Pollution", Oxford University Press, New York, Sh. 64-98.
- [2] GESAMP, (1993), "Impact of oil and related chemicals on the marine environment", IMO, Londra.
- [3] T.C. Başbakanlık Denizcilik Müsteşarlığı, (2001), "Türkiye Atık Alım Tesisleri Raporu", Ankara
- [4] T.C. Sayıştay Başkanlığı, (2002), "Gemilerin Denizleri ve Limanları Kirlenmesini Önleme ve Kirlilikle Mücadele Raporu", Ankara.
- [5] IMO, (1999), "Comprehensive Manual on Port Reception Facilities", Londra.
- [6] IMO, (2002), "International Convention for the Prevention of Pollution from Ships", Consolidated edition, Londra

GEMİLERDE İŞ EMNİYETİ VE GÜVENLİ OPERASYON UYGULAMALARI

Doç. Dr. Metin TAYLAN

*İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve
Deniz Bilimleri Fakültesi,
34469, Maslak İstanbul
Tel : 212 285 6410
e-mail : taylan@itu.edu.tr*

ÖZET

Her işyerinde olduğu gibi gemilerde de iş emniyeti, çalışan personel açısından oldukça önemli bir konudur. Karadaki işyerlerinden biraz daha farklı olarak gemiler, güvenliğin daha fazla ön planda tutulması gereken dinamik çalışma ortamlarıdır. İçinde mevcut karmaşık ekipman ve makinaların kullanımı sırasında herhangi bir kazaya neden olmamak amacıyla personelin iş güvenliği konusunda son derece iyi eğitilmiş olması gerekmektedir. Daha sonra periyodik olarak güvenlik talimlerinin tekrarlanması bu eğitim bir parçasıdır. Gemi kaza istatistikleri incelendiğinde, meydana gelen kazaların hatırı sayılır bir kısmının insan hatasından kaynaklandığı görülmektedir. Dolayısıyla gemilerde iş emniyetinden söz ederken, personelin çalışma ortamının ve şartlarının tatmin edici seviyelerde olması önem taşımaktadır. Çalışma şartlarını fiziksel olarak oluşturan ortam geminin kendisi olduğuna göre, daha dizayn aşamasında geminin aşırı hareketler yaparak tayfa rahatsızlığına neden olmayacak şekilde tasarlanması gerekmektedir.

Bu makalede, öncelikle geminin personelin rahat çalışacağı bir işyeri olarak uygun tasarımı ele alınacak, daha sonra iş emniyeti açısından yapılması gerekenler ve uyulması gereken kurallar tartışılacaktır. Uluslararası Çalışma Örgütü ILO ve Klas kuruluşları, iş ortamındaki güvenliği artırıcı kurallar koymanın yanı sıra çeşitli güvenlik ekipmanlarının gemide

bulundurulmasını da şart koşmaktadır. Bunun yanında personelin çalışma şartlarını düzenleyen kurallar da mevcuttur. Bu kural ve yönetmelikler çerçevesinde, geminin güvenli bir şekilde çalışması için çeşitli operasyonlarda emniyet için izlenmesi gereken prosedürler detaylarıyla irdelenecektir.

1. GİRİŞ

Yeni gemi dizaynında, maksimum seviyede operasyonel verimliliği sağlamak, teknoloji ve insan arasındaki optimum ilişkiyi tesis etmek amacıyla insan unsuru girdisine ihtiyaç vardır. Genelde, sistem doğru, sorunsuz ve verimli çalıştığı zaman, insan faktörünün önemi kolay kolay anlaşıp takdir edilmez. Acil durumlarda ise, durumu düzeltmek için acil bir önlem almaya ihtiyaç vardır. Dolayısıyla, insan ve teknolojinin etkileştiği herhangi bir alanda, insan faktörü karşımıza çıkmaktadır.

Kazalarda insan faktörünün ön planda olduğu bir gerçektir. Ancak global anlamda kurallara, prosedürlere ve yönetmeliklere uymamanın kazalara neden olduğu açıktır. Buna örnek olarak, sefere çıkan gemilerde baş ve kık kapakların veya ambar kapaklarının uygun olarak kapatılmaması; bu kapıların ve kapakların bakımsızlık nedeniyle kötü hava şartlarında kırılıp açılması; geminin uygunsuz yüklenmesi sonucunda yine kötü hava şartlarında yetersiz stabilite dolayısıyla alabora olması; yanlış navigasyon sonucunda geminin sığ sularda karaya oturması veya kayalara çarparak hasar görmesi gösterilebilir.

STCW 95 ve ISM Kodunun kabul edilmesi, bu tür kazalara neden olan hata ve uygulamaları ortadan kaldırmayı veya en aza indirmeyi ana hedef olarak seçmiştir. STCW 95, mürettebatın gemiyi güvenli bir biçimde kontrol ve idare etmek ve işletmek amacıyla eğitilmelerini ve sertifikalandırılmalarını güvence altına alır.

IMO gibi Uluslararası kuruluşlar, güvenliği artırıcı ve çevre kirliliğini azaltıcı kural ve yönetmelikler geliştirmektedirler. Bunlar SOLAS ve MARPOL çerçevesinde çeşitli konularda karşımıza çıkmaktadır. ISM Kodu bunlardan en belirgin ve kapsamlı olanıdır. Kısaca, ISM Kodu şirket ve şirkete bağlı gemileri bir bütün olarak değerlendirerek bu sistemin en güvenli ve verimli olarak işletilmesine yönelik prosedürler ortaya koyar.

Ayrıca, ekipmanlar, yangın güvenliği, limanda kargo yükleme-boşaltma, elleçleme ve daha birçok konuda IMO'nun ve yerel idarelerin koymuş olduğu kurallar da mevcuttur.

2. GEMİCİLİKTE İNSAN FAKTÖRÜ

Gemi inşaatı sektöründeki gelişmeler ve mürettebat sayısındaki azalma nedeniyle insan ve makina arasındaki etkileşimin önemi, güvenliği sağlamak ve verimliliği arttırmak için daha da önem kazanmıştır. Denizli havada geminin aşırı hareketleri, mürettebatın kumanda ve kontrol, bakım-tutum ve hatta yemek hazırlama gibi normalde rutin olarak yaptığı işleri kısıtlar. Acil bir durumda ise, denizde yakıt ikmali ve yara savunma gibi işler sekteye uğrar. Bunlara ek olarak, gemi hareketleri büyük bir zihinsel yorulmaya neden olarak genel verim azalması ve yaralanmayla sonuçlanabilecek kaza riskini artırır. "Deniz tutması", bu tür bir rahatsızlığa örnek olarak verilebilir ve insan performansını büyük oranda etkiler.

Gemicilikte insan faktörü iki açıdan önemlidir; birincisi, insan-makina etkileşimi, ikincisi ise, hareket halindeki gemide ekipmanların kullanımı ve kontrolüdür. Son bahsedilen faktör gemi dizayn ve inşaatında geminin denizciliğinin önemini vurgulamaktadır.

Titreşimin de insan sağlığı ve performansı üzerinde büyük etkisi vardır. Gemi, pervane, ana ve yardımcı makinalar, şaft gibi elemanların yarattığı titreşimin fazla olduğu bir sistemdir. Ayrıca, dövmeme gibi aşırı hareketlerden dolayı yüksek frekanslı titreşimler de oluşur. Titreşim esnasında öncelikle mürettebatın, ekipmanların ibrelerini okumada zorlandığı ve bunun hatalı ölçüm ve değerler almaya neden olabileceği gerçektir. Genelde 2-12 Hz arasındaki titreşimin insan performansı üzerinde etkili olduğu gösterilmiştir [1]. Titreşimin etkileri farklı biçimlerde görülebilir. Bunlar performans düşüşü, yorgunluk, kazaya neden olabilme ve hatta çeşitli sağlık problemleri olarak ortaya çıkabilir.

Düzenli uykunun da insan sağlığı ve performansı üzerinde çok olumlu etkileri vardır. Bir kişinin gece uykusundan 1.5 saat kadar fedakarlık etmesinin, gündüz performansını %32 düşürdüğü bilimsel olarak gösterilmiştir [1].

Gürültü de insan sağlık ve iş verimini olumsuz etkileyen faktörlerden birisidir. Uzun süre yüksek gürültüye maruz kalan kişilerde işitme kaybı olduğu bilinmektedir. Gürültülü ortamlarda, gürültü seviyesinin 78 dB'le çıktığı yerlerde 1 metre mesafeden uzun süreli konuşma imkanı çok zordur. Böyle bir durumda mürettebat arasında iletişim problemi yaşanabilir.

1997'de IMO, kuruluş için insan unsur vizyonu, prensipleri ve amaçları konusunda Resolution A.850 (20)'yi yürürlüğe koymuştur. IMO insan unsuru ve güvenlik arasındaki ilişkiye büyük önem vermekte ve konuyu şu şekilde açıklamaktadır; "İnsan unsuru, denizde güvenliği ve deniz ortamını korumayı etkileyen karmaşık ve çok boyutlu bir meseledir. Gemi mürettebatı, karadaki işletme, kanun koyucular, ilgili kurumlar, tersaneler ve ilgili bütün taraflarca uygulanan insan aktiviteleri spektrumunun tümünü kapsar. Bütün bu elemanlar, insan unsurunu efektif olarak tarif etmek için işbirliği yapmak zorundadır".

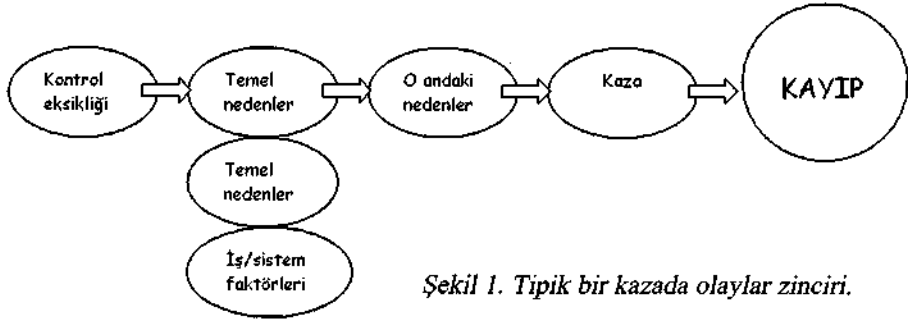
Denizcilik eğitim ve talimi ile ilgili amaçlardan birisi; "Denizcilerin güvenli gemi operasyonları konusunda insan unsuru faktörü üzerindeki bilgi ve bilincini arttırmak ve eğitmek için materyal sağlamak ve onlara doğru şeyleri yapmaları konusunda yardım etmektir".

Deniz kazalarının istatistiksel analizi, insan unsurunun büyük ölçüde etkili olduğunu göstermektedir. UK P&I kulübü analizinde, 1993 yılında insan hatasının kazaların %62'sinde birinci neden olarak ortaya çıktığı bildirilmiştir. Genelde, yaklaşık olarak kazaların %60'ı doğrudan insan hatası ve %30'u da dolaylı olarak insan hatasıyla ilgilidir.

İnsan hatası, insan hareketleri ve ihmali ile özdeşleşmiştir ve etkisi çok ciddi olabilir. Kuo (2000) insan hatasını üç derecede tanımlar;

1. Yetenek bazlı
2. Kural bazlı
3. Bilgi bazlı

IMO 1995'te bir çeşit Uluslararası eğitim kılavuzu olan STCW 'yi revize etti. STCW özellikle gemi ve makine zabıtlarının eğitiminin onları stabilize hesabı, güvenli kargo elleçleme ve istifleme konularında bilgilendirmeyi hedef almalıdır. Şekil 1'de kazaya neden olan sebepler ve olaylar zinciri gösterilmiştir.



Şekil 1. Tipik bir kazada olaylar zinciri.

3. ISM KODU

ISM kodu, denizde güvenliği arttırmak, insan yaralanma ve ölümlerini önlemek ve deniz kirliliğini engellemek için oluşturulup yürürlüğe girmiş bir sistemdir. ISM kodu, IMO tarafından 1993 yılında yürürlüğe konmuş, feribotlar için 1996 ve yolcu gemisi, tanker ve kimyasal tankerler için 1998 yılında ve kargo gemileri için 2002 yılında uygulanmaya başlanmıştır. Bu kod, şirket tarafından "Güvenli Yönetim Sistemi" nin (SMS) oluşturulmasını gerektirir. Burada "Şirket", gemi sahibi veya geminin işletilmesinden sorumlu olduğu kabul edilen kişi olarak tanımlanmaktadır. SMS, gemide ve karada, geminin güvenlik ve kirlilik konularında yönetilmesini düzenleyen prosedürler ortaya koyar. Şirket, konulan bu prosedürlerin Load Line Regulations, MARPOL, STCW ve SOLAS kural-ları ile birlikte izlenip izlenmediğini takip etmelidir. Şirket, SMS'in düzgün bir şekilde yorumlanması ve uygulanması için gerekli kaynakları ve kara desteğini sağlamak zorundadır. Şirketin, her gemi için güvenli operasyonu ve gemi ve kara arasındaki bağlantıyı sağlayacak, yönetimin en üst kademe-sine doğrudan girebilecek bir kişi veya kişileri ataması gerekir. İdare, ISM kodunun gerekliliklere uygunluğunu denetlemek ve gerekli sertifikaların verilmesi ile sorumludur.

İdare, şirkete ISM koduyla uyumlu bir SMS sistemi kurup uyguladığını denetledikten sonra bir "Uygunluk Dökümanı" (DOC) verir. Şirket, tarafından işletilen her gemi türünden en az bir gemide SMS'in en az üç ay süreyle uygulandığını gösteren objektif kanıt sunmak zorundadır.

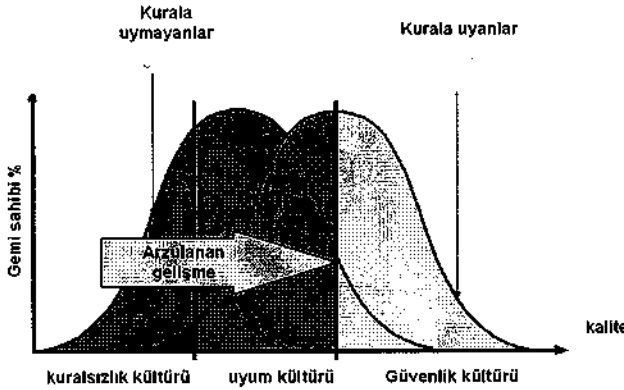
İdare, şirket tarafından işletilen her gemiye, dış denetimler aracılığıyla uygunluğunun ilk saptanmasından sonra "Güvenli Yönetim Sertifikası" (SMC) verir. SMS'in düzenli bir şekilde çalıştığının yıllık kontrollerine

bağlı olarak DOC'nin geçerlilik süresi 5 yıldır. SMC'nin geçerlilik süresi de 5 yıldır ancak DOC'nin aksine bu süre içinde en az bir onaya daha ihtiyaç vardır.

Genelde, birden fazla problem bir felakete neden olur. Operasyonel ihmal aşağıdaki örneklerden biri veya daha fazlası ile karakterize edilebilir;

- Mürettebat geminin teknik kısıtlarını bilmiyor olabilir,
- Görevdeki personel uygun biçimde davranmayabilir,
- Önlem almada zaman kaybı olabilir,
- Karar mekanizmasındaki hiyerarşi açık olmayabilir.
- Gemi sahibi bilinen aksaklık ve kusurları düzeltmek istemeyebilir,
- Zorunlu olanlar dışında güvenliği artırıcı teknik ekipmanlar ve gereçler donatılmamıştır,
- Geminin komuta kontrolü yeterli olmayabilir.

ISM Kodu, gemicilikte güvenlik prosedürünü arttırmak için atılmış büyük bir adımdır. Şirket, amaçlara nasıl ulaşılacağı gösteren, güvenlik ve deniz kirliliğini önleme politikası belirler. ISM öncesinden başlayıp, sonrasına giden yolda gelişmeleri özetleyen grafik Şekil 2'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Kuralsızlıktan güvenliğe geçiş süreci.

4. ULUSLARARASI ÇALIŞMA ÖRGÜTÜ (ILO)

Uluslararası çalışma örgütü ILO'nun işyerinde güvenlikle ilgili ortaya koyduğu bir takım kural ve yönetmelikler mevcuttur. Örgüt, tehlikeyi; zarar verebilecek herhangi bir şey, riski ise; o zararın meydana gelme olasılığı olarak tanımlar. Mürettebatın, uyması gereken basit kuralların olabilecek

büyük kazaları önlediği gerçeği unutulmamalıdır. Yukarıda bahsedilen risklerin neler olabileceğinin ve bunları ortadan kaldıracak önlemlerin değerlendirilmesi yapılmalıdır. Böylece, risklerin azaltılması kazaların da azalmasına neden olacaktır. Burada iletişim ve eğitimin de büyük rolü vardır. Sürekli meslek içi eğitim ve tatbikatlarla günlük veya periyodik olarak yapılan işlerin kusursuz yapılması sağlanabilir.

Gemicilikte "kaza" iki farklı biçimde değerlendirilmektedir; ilki gemi içinde meydana gelen kazalardır. Diğeri ise denizde geminin maruz kaldığı çatışma veya karaya oturma gibi kazalardır.

Bunun yanında, bir gemi mürettebatının çalıştığı ortam dolayısıyla karşılaşabileceği sağlık problemleri aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- *Gürültü kaynaklı problemler*
- *Stres ve psikolojik problemler*
- *Büyük yük ve ekipman elleçlenmesi nedeniyle yaralanmalar*
- *Enfeksiyon tehlikesi*
- *Çalışılan deniz şartlarından kaynaklanan hastalıklar (güneş, rüzgar, nem vs.)*

Gemideki kaza riskini arttıran faktörler ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

- Bitkinliğe neden olan uzun çalışma saatleri,
- Eski veya bakımı yapılmamış gemiler ve ekipmanlar,
- Tehlikeli ekipmanlar,
- Dar veya uygunsuz çalışma mahalleri,
- Deniz ve hava şartları,
- Yetersiz eğitim ve acemilik,
- Güvenlik performansının takip edilmemesi,
- Tehlikeli kargo,
- Tehlikelerin tanımlanmamış olması,
- Güvenlik önlem ve ekipmanlarının sağlanmaması,

5. SONUÇLAR

Bu çalışmada, denizcilikte işletmenin her kademesinde güvenliğin önemi vurgulanmış ve insan faktörünün güvenliğin sağlanmasındaki önemi işaret edilmiştir. Ayrıca, yapılan bu hataların nedenleri ve sonuçları tartışılmış,

hataları önlemek için alınması gereken önlemler irdelenmiştir. Eldeki bilgi, bulgu ve sonuçlardan görülüyor ki, insan faktörü deniz ve gemi kazalarında çok önemli bir rol oynamaktadır. Dolayısıyla, teknolojik ilerleme ve gelişmeye rağmen, gemi mürettebatının eğitim ve tatbikatları STCW 95 çerçevesinde eksiksiz yapılmalı ve sertifikalandırılmaları sağlanmalıdır. Aksi takdirde, sonuçlarının can ve mal kaybına yol açacak kazalara neden olacağı unutulmamalıdır.

IMO'nun, şirketin ve gemilerin güvenli bir şekilde işletilerek, insan güvenliğinin sağlanması ve çevre kirliliğinin azaltılmasına yönelik yürürlüğe koyduğu ISM Kodunun kısa sürede etkisini gösterdiğini söyleyebiliriz. Denizcilik sektöründe elbette ki riski sıfıra indirmek olanaksızdır. Fakat, insan eğitimini sağlayarak azaltılabilecek riskleri minimuma indirmek ve dolayısıyla kazaları azaltmak mümkün olacaktır. Bu sayede denizciliğin ve gemicilerin prestijini arttırmış oluruz.

6. KAYNAKLAR

- [1] T. G. Dobie, *Critical Significance of Human Factors in Ship Design*, Proceedings of the 2003 RVOC Meeting, Minnesota USA, 2003.
- [2] T. Coppola, *On the Performance Analysis in Ship Fire Safety Design*, 9th Symposium on Practical Design of Ships and Other Floating Structures Luebeck-Travemuende, Germany, 2004.
- [3] J. L. Colwell, *Human Factors in the Naval Environment: A Review of Motion Sickness and Biodynamics Problems*. DREA Technical Memorandum 89/220, Dartmouth: Canadian National Defense Research Establishment Atlantic, 1989.
- [4] J. L. Colwell, *NATO Fatigue, Motion Sickness and Performance Assessment Questionnaire*. Motion Sickness, Simulator Sickness, Balance Disorders, and Sensitive Syndrome Conference, University of New Orleans, New Orleans, LA, 1998.
- [5] *Guidance on Risk Assessment*, ILO Documentation Appendix, 2003.
- [6] *Gearing up for Safety: Safe Work Practices for Commercial Fishing in British Columbia*, Workers' Compensation Board, Canada, 2002.
- [7] L.K. Kobylinski and S. Kastner, *Stability and Safety of Ships*, Elsevier Ocean Engineering Book Series, UK, 2005.
- [8] R. Williams, *Demands on Classification Societies*, Prevention First 2004 Symposium, California, USA, 2004.

GEMİ SEVK SİSTEMİNİN PERFORMANS ANALİZİ İÇİN TAM ÖLÇEKLİ ÖLÇÜM YAPABİLECEK BİR DENEY SİSTEMİ

Doç. Dr. Mustafa İNSEL (1)

Yard. Doç. Dr. Yalçın ÜNSAN (2)

*1) İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi,
Gemi İnşaatı Bölümü, Ayazağa – 34469, İstanbul, Türkiye.
E-posta : insel@itu.edu.tr Tel : 0212 285 65 12*

*2) Y. Doç. Dr. İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi,
Gemi İnşaatı Bölümü, Ayazağa – 34469, İstanbul, Türkiye.
E-posta : unsany@itu.edu.tr Tel : 0212 285 64 09*

ÖZET

Bu makalede önerilen ve bir çok gemide başarı ile uygulanan ölçme sistemi ile gemiler üzerinde direkt ölçüm yapılarak problemler başarı ile çözülmektedir. Bu makalede eş zamanlı olarak;

- Strain-Gage bazlı şaft gücü ölçümü,
- Pervanenin gemi yüzeyi üzerine yapmış olduğu basıncın önceden belirlenen yerlerde ölçümü,
- Daha önceden analiz edilip problem olacağı tahmin edilen yerlerde ivme algılayıcılar yardımı ile titreşim ölçümü,
- GPS yardımıyla geminin hızı,
- Dünyanın manyetik alanının doğrultusu baz alınarak ve ivme algılayıcılar kullanılarak geminin bütün hareketlerinin (yalpa, dalıp çıkma, baş kıc vurma v.s.) tespiti,
- Gemi olanaklarını kullanıp dalga durumunun tespiti.

Bu makalede yukarıdaki sistemlerin nasıl kurulacağı, hangi aletlerin, hangi ölçme aralığında seçildiği, ölçme aletlerinin hangi şartlarda yerleştirildiği

anlatılmaktadır. Bu tür ölçümler global anlamda çok az kuruluş tarafından gerçekleştirilebilmektedir.

1. GİRİŞ

Son bir kaç senedir Türkiye Gemi İnşaatı Sanayi bir talep patlaması ile karşı karşıyadır. Bu durum ise; tersanelerin zamanı optimum kullanması açısından son derece önemlidir. Genellikle tersaneler ürettikleri gemileri seyir tecrübesinden hemen sonra teslim edip, bir sonraki işleri ile ilgilenmek istemektedirler. Seyir tecrübeleri; yeni gemi inşa veya gemi modernizasyon çalışmalarında, gemi perfor-mansının ölçüldüğü ve kontrat şartlarının sağla-nıp sağlanmadığının belirlendiği son aşamadır. Standart seyir tecrübeleri sırasında; gemi hızı, ana makine performansı, şaftta iletilen güç, şaft ve tekne titreşimlerinin ölçümü ve değerlendir-mesi yapılmalıdır. Ancak genellikle sonuçta problemler yaşanır.

Gemilerin seyir tecrübesinde genelde iki problem çıkmaktadır:

1. *Geminin klas kurallarına uymaması,*
2. *Geminin armatör ile tersane arasındaki şartnameye uymaması.*

Tersaneler 1. problemi başarı ile çözebilmektedir. Ancak 2. problem genellikle tersanenin kendi üstesinden gelebileceği sınırların dışına çıkmaktadır. Bu durumda problemin sistemin hangi aşamasında oluştuğunu, ancak gemi üzerinde ölçüm yaparak cevaplayabiliriz.

Örneğin; seyir tecrübesinde istenilen hızda gidemeyen bir geminin problemleri şunlar olabilir: Gemi formu uygun değildir, ana makine yeterli güç üretemiyordur, ana makine ile pervane arasındaki sevk elemanlarının verimi düşüktür, pervane istenilen devirde dönmüyordur, yağlama problemi olabilir, pervane karakteristik değerleri uygun olmayabilir, v.s. Bu durum armatör ile tersane arasındaki şartnameye uymamasına karşılık gelir ki, tersanenin önemli tazminatlar ödemesine sebep olur. Yukarıda belirtilen parametrelerin hemen hepsi ayrı firmalar tarafından gerçekleştirildiği için genellikle firmalar arası bir anlaşmazlığa da neden olmaktadır. Önerilen ve bir çok gemide başarı ile uygulanan bu ölçme sistemi ile gemiler üzerinde direkt ölçüm yapılarak problemler başarı ile çözülmektedir.

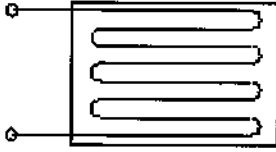
ÖLÇME SİSTEMİNİN BİLEŞENLERİ

1. STRAIN-GAGE BAZLI ŞAFT GÜCÜ ÖLÇÜMÜ

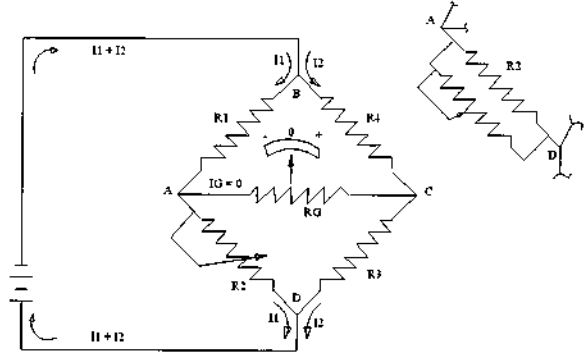
1.1. Strain-Gage Ölçme Tekniği [1]:

3 Boyutlu bir elemanda şekil değiştirme her üç boyutta birden meydana gelir. Böyle bir elemanda hangi ekseninde ne büyüklükte deformasyon olduğunu kolayca anlamak imkansızdır. Ayrıca parçanın boyutları büyükse parça üzerinden direkt olarak ölçüm imkansızdır. Bu nedenlerden dolayı istediğimiz bir ekseninde ölçüm yapabileceğimiz yardımcı bir alete ihtiyacımız vardır. Bu yardımcı aletin adı Strain-Gage Rozeti'dir. Bu rozetler (Şekil 1.) bir doğrultuya yönlendirilmiş dairesel kesitli bir teli içeren yalıtılmış elemanlardır. Bu rozeti ölçüm yapmak istediğimiz parçanın üstüne istediğimiz doğrultuda yapıştırıp direnç değişimini ölçebiliriz ve bu yolla birim şekil değiştirmeyi hesaplayabiliriz [2].

Tek eksenli gerilme için $\epsilon = E \cdot \sigma$ dur.



Şekil 1. Direnç Telleri.



Şekil 2. Wheatstone Köprü Devresi.

SG Rozetlerinin direnç değişimi Wheatstone köprüsü [2] yardımıyla ölçülebilir. Şekil 2.'de denge durumunda bulunan bir Wheatstone köprü sistemi gösterilmiştir. Bu durumda [AC] uçlarına bağlayan galvanometre ibresi sıfırı göstermektedir. B noktasındaki akımın dallanması KIRCHOF yasaları ile açıklanabilir. A ve C arasındaki potansiyel farkı sıfır olacağından:

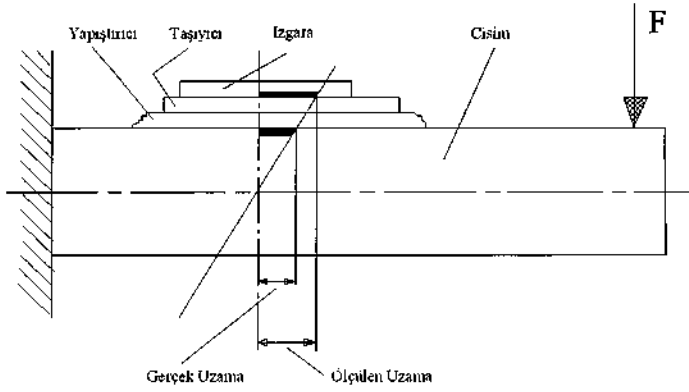
$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{R_4}{R_3} \quad R_1 = \frac{R_4}{R_3} R_2 \quad \text{eşitlikleri köprü dengesini gösterir.}$$

Burada R1, SG'in direncidir. SG Deformasyon sonunda uzar veya kısılır. Sonuçta meydana gelen direnç değişimini R4/R3 oranına bağlı olarak R2'den bulabiliriz. Parça şekil değişikliğine uğradıktan sonra galvanometre sıfırlanarak R1'deki değişim saptanır. R1'deki değişim miktarı ile birim uzama arasında sabit bir oran vardır; $K = SG$ sabiti. Bu sabit genellikle 2 civarındadır.

1.2. Strain-Gage Rozetlerinin Parça Üzerine Yapıştırılması [3]

SG yapıştırıldığı yüzeyde, yapıştırıldığı elemanın uğradığı şekil değişimi kadar şekil değişimi göstermelidir. Bu sebeple SG yapıştırılmasında tam bir temas sağlanmalı, yapıştırıcı içinde hava boşluğu kalmamalıdır. SG'in yapıştırılacağı yüzeyin düzgün olması gerekmektedir. Eğer parça yüzeyinde pas, pürüzler v.s. varsa önce kalın daha sonra ince zımpara ile temizlenir. Normal gerilme analizinin yapılacağı yüzeylerin 1.5 - 3 _m ortalama pürüzlülüğe sahip olması gerekir. Yüksek uzama olan yüzeylerin ortalama pürüzlülüğü 6 _m olmalıdır. Bu değerlerden düşük bir pürüzlülük parça ile SG arasında kayma meydana getirir. Fazla pürüzlülük ise yapıştırıcı içinde hem hava boşluğu yapar hem de SG'in parça uzamasından farklı bir uzama yapmasına neden olur. Dönüştürücü üretiminde ise ortalama yüzey pürüzlülüğü 0.5 - 1.5 _m civarında olmalıdır. Ayrıca yapıştırıcı kalınlığı bizi tarafsız eksenden uzaklaştırdığı için minimum olmalıdır (Şekil 3.).

Pürüzlülük ayarlandıktan sonra yüzey Karbon Tetra Klorür veya Aseton gibi çözücüler ile yağ ve organik yabancı maddelerden temizlenir. Daha sonra yüzeye yapıştırıcı sürülerek SG, parça üzerine hava tabakası kalmayacak şekilde yerleştirilir. SG sıkıştırma mandalları yardımıyla kurumaya bırakılır. Çalışma sıcaklığı 65oC'ye kadar olan SG'lerde termoplastik yapıştırıcı (aseton içinde eritilmiş sellüloid), 65 oC - 220 oC arasında ise fenol reçineleri içeren bileşikler kullanılır. Yapıştırıcının kurduğunu anlamak için SG ile deney parçası arasındaki dirence bakılır. Statik deneyler için bu direnç 50 M_, dinamik deneyler için 20 M_ değerlerinden az olmamalıdır. Daha sonra SG ölçme aletine bağlanır. SG'ler uzun süre kullanılacak ise veya rutubet ile ısıdan korunması gereken durumlarda; üzerileri özel bir maddeyle kapatılır.



Şekil 3. Yapıştırıcı Kalınlığının Etkisi.

1.3. Strain-Gage Ölçme Tekniği İçin Kullanılan Aletler

SG ölçümlerinin yapıldığı aletleri üç ana grupta toplayabiliriz.

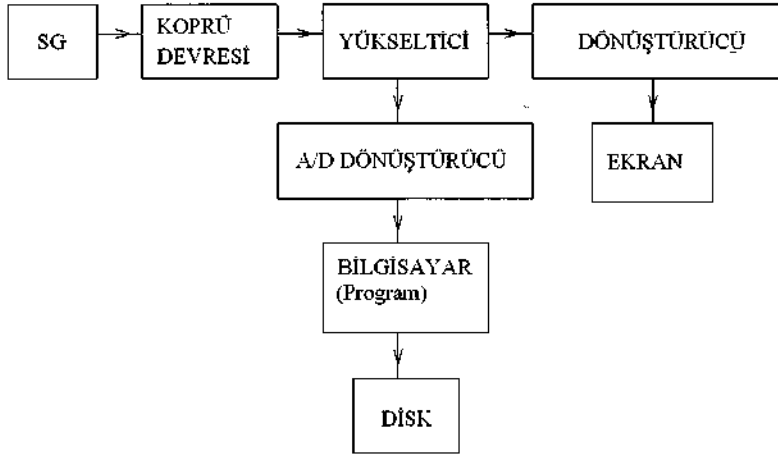
- 1) Seyyar ölçme aletleri.
- 2) Ölçme yapmak için özel olarak geliştirilen aletler.
- 3) Bilgisayarlı ölçme.

Seyyar ölçme aletleri sadece bir SG ölçmesi yapabilen basit aletlerdir. Bu aletlerle tam, yarım ve çeyrek köprü devreleri kurulabilir. Ölçme yapabilmek için firmalar tarafından yalnız ölçme amacıyla geliştirilmiş özel aletler vardır. Bu aletlerle aynı anda 1000 adet köprü devresi kurabiliriz. Büyük aletler bir saniye içinde 1000 adet köprüyü birkaç defa okuyabilecek kadar hızlıdır. Bunlar genellikle Şekil 4.'deki akış şemasına göre çalışırlar ve sonucu direkt olarak şekil değiştirme (ϵ m/m) şeklinde verirler. Ayrıca bilgisayarlara da bağlanabilirler.

Bilgisayarlı ölçme için 4 öğeye ihtiyacımız vardır :

- 1) Kuracağımız tam köprü devresi.
- 2) Analog/Dijital (A/D) çok kanallı kart/kartlar.
- 3) Bilgiyi işleyebileceğimiz bir bilgisayar programı.
- 4) Hassas bir güç kaynağı.

Bu 4 maddedeki şartları sağlarsak statik ve dinamik ölçümleri rahatlıkla yapabiliriz.



Şekil 4. Strain-Gage Ölçme Akış Şeması.

1.4. Strain-Gage Rozetleri İle Şaft Gücü Ölçülmesi

Şaft gücünü ölçmek için şaftın üstündeki burulma momentinin ölçülmesi yeterlidir.

$$P = 2 \cdot \pi \cdot Q \cdot n$$

P : Şaft tarafından iletilen güç (kW).

Q : Şaft üzerindeki burulma momenti (kNm).

n : Şaftın dönme devri (dev/sn).

$$Q = 2 \cdot G \cdot J \cdot \epsilon$$

G : Malzeme sabiti (kN/m²).

J : Mukavemet momenti (m³).

ϵ : Şaft üzerindeki şekil değiştirme ($\mu\text{m}/\text{m}$).

$$\epsilon = \frac{1}{K} \cdot \frac{\Delta R}{4 \cdot R}$$

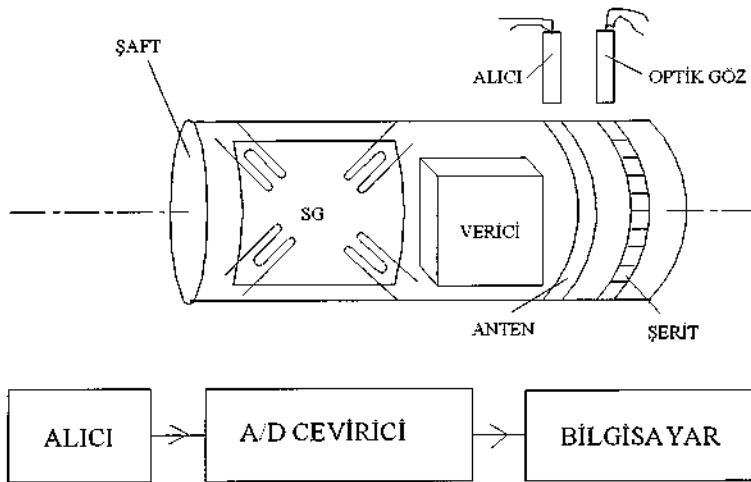
K : SG sabiti.

R : SG direnci (120 Ω).

ΔR : SG'in direnç değişimi (Ω).

$$P = 2 \cdot \pi \cdot n \cdot 2 \cdot G \cdot J \cdot \frac{1}{K} \cdot \frac{\Delta R}{4 \cdot R} \quad P = \frac{\pi \cdot n \cdot G \cdot J \cdot \Delta R}{K \cdot R} \text{ (kW)}$$

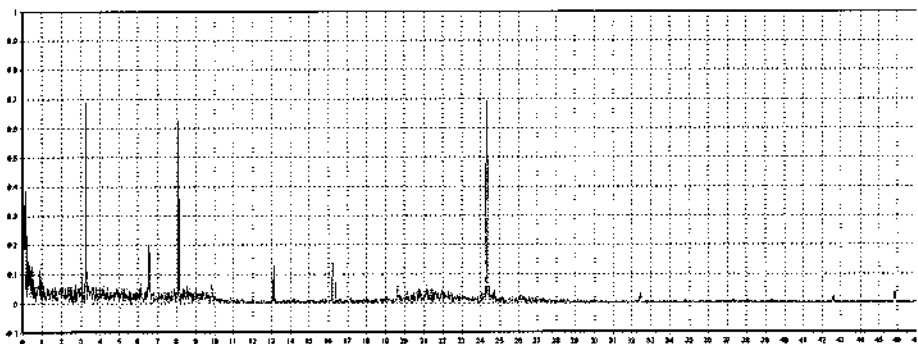
Yukarıdaki formüllerde bilinmeyenler n ve ΔR değerleridir. n Değeri şaft üzerine yapıştırılan siyah-beyaz çizgileri olan bir şeritin optik algılayıcı vasıtası ile okunmasıyla bulunur. ΔR değeri ise Şekil 5'de gösterilen 4 yönlü rozet yardımıyla okunur. Rozet bir vericiye bağlanır. Verici analog sinyalleri bir antenle alıcıya iletir.



Şekil 5. Şaft Gücü Ölçümü.

Alıcı sinyalleri Analog/Dijital çeviriciye, oradan da bilgisayara aktarır. Şaft üzerindeki SG rozeti tam köprü oluşturur. Aslında yarım köprüde oluşturabiliriz ancak, seyir tecrübesi sırasında şaft sıcaklığının 60 °C'ye kadar çıktığı gözlemlendiği için sıcaklık kompensasyonunu sağlamak amacıyla tam köprü devresi kurulur. Ayrıca burulma momentinin maksimum değerleri şaft eksenine 45°, aralarında 90° açı yapacak şekilde iki eksende olduğu için rozetin yerleştirilmesi Şekil 5.'deki gibi yapılır [4].

Alınan direnç değişim kayıtları zaman bazında kayıt edilir. Eğer belirli bir zaman diliminde ortalama alınır ise shaft üzerinden iletilen güç elde edilir. Frekans domende yapılan analizler ise burulma momentlerinin değişimi dolayısı ile torsiyonel titreşim ve shaft üzerindeki güç değişimleri konusunda bilgi etmek için kullanılır. Şekil 6'da örnek bir güç kaydı verilmiştir.



Şekil 6. Örnek Şaft Gücü Ölçüm Kaydı

2. ŞAFT TİTREŞİM ÖLÇÜMÜ

Şaft üzerindeki torsiyonel titreşimleri sapta-mak için burulma momentinin değişimini in-celeyebiliriz. Pervane kanatlarının iz içindeki yüklenmesi ve kavitasyon gibi etkenler, iletilen güçteki değişimi yaratmaktadır. Bu nedenle şaft frekansında ve katlarında şaft problemlerinden kaynaklanan; kanat frekansı ve kanat frekansla-rının katlarında gemi izinden kaynaklanan bu-rulma momentinin değişimlerinin gözlenmesi beklenmektedir. Bu frekansların dışındaki fre-kanslarda görülen titreşimler kavitasyon veya yapısal kaynaklı olabilir.

Gemilerde strain-gauge sistemin-den alınan burulma momentlerinin zaman ka-yıtları bilgisayar sisteminde frekans domenine çevrilerek incelenir, titreşim frekansları bu-lunur. Şaft, kanat frekansları ve bunların katlarında oluşan titreşimler tespit edilerek genliklerin büyüklükleri incelenmelidir.

3. ŞAFT YATAKLARINDA TİTREŞİM ÖLÇÜMLERİ

Geminin çeşitli bölümlerinde titreşim değ-er-lerinin ölçülmesi ve standartlara göre analiz edilmesi gemi yapım ve tadilat kontratlarında gittikçe daha fazla oranda istenmektedir. Bu konuda klas kuruluşlarının kabul ettiği stan-dartlara bir örnek Şekil 7'de verilmiştir [5]. Bu-rada görüldüğü gibi titreşim, frekans domenin-de incelenmekte olup, titreşim genliği, hızı ve ivmesi arasında her harmonik için:

$$x(t) = X \cos(\omega t)$$

$$v(t) = \dot{x}(t) = \omega X \cos(\omega t + \pi / 2)$$

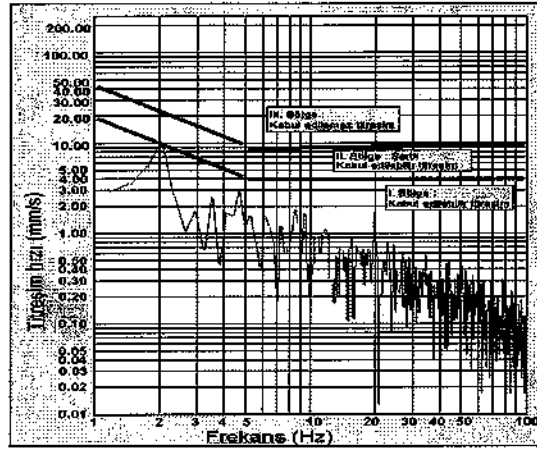
$$a(t) = \ddot{x}(t) = \omega^2 X \cos(\omega t + \pi)$$

burada

X : Titreşim genliği

w : Titreşim frekansı

bağıntıları bulunmaktadır.



Şekil 7. Örnek Titreşim Ölçümü.

Titreşimin standartlarla belirlenen seviyelerin üstüne çıkması gemi personelinin uzun süre ça-hışmasını olanaksız kılmaktadır. Üst yapılarda ve makine dairesinde personel çalışması için titreşim hızlarının I. bölgede kalması gereklidir. II. Bölge ise titreşimin hissedilebilir ve bazı yan tesirlerinin görülebildiği bölgedir. Bu bölge, personelin devamlı çalışmadığı gemi makinele-rinin bulunduğu bölgelerde kabul edilebilir sınırı içermektedir. III. Bölge ise titreşim açısın-dan kabul edilemez bölgedir.

Gemilerin seyir tecrübelerinde şaft ya-takları üzerine yerleştirilen ivme algılayıcıları vasıtası ile düşey ve yatay ivmeler ölçülerek za-man kayıtları alınır. Bu kayıtlar frekans do-meninde standartlara göre incelenir. Her güç kademesinde yatay ve düşey titreşimler bu standartlar ile karşılaştırılmalıdır. Titreşimlerin I. bölgede, yani tam güvenli bölgede kaldığı göz-lemellenmelidir.

4. GEMİ ÜZERİNDE PERVANE BASINÇLARININ ÖLÇÜLMESİ

Pervane çalışması sırasında tekne yüzeyinde oluşan basınç alanı, pervaneye gelen akımın gemi izi dolayısı ile düzgün olmaması nedeniyle zamana bağlı değişimler gösterir. Bu değişimler genelde şaft dönme frekansı ve kanat frekansı ile aynı frekanstadır. Ancak kavitasyon gibi problemler akımın değişik frekanslarda basınç indüklemesine sebep olur. Mevcut ölçüm sistemi içerisinde bu basınçların ölçülmesi için basınç algılayıcıları kullanılmaktadır.

5. GEMİ HIZININ GPS İLE ÖLÇÜLMESİ

Gemi hızı seyir tecrübelerinde iki metotla ölçülmektedir.

A) Geleneksel olarak sahilde işaretler veya şamandıralar arasında 1 deniz mili işaretlenmekte gemi istenen hıza eriştiğinde bu işaretler arasındaki seyir süresi ölçülüp, gemi hızı elde edilmektedir.

B) Uydu seyir sistemlerinin gelişmesi ile GPS sistemleri gemi hızı algılamakta kullanılmaya başlanmıştır. Standard GPS sinyalleri 5 ila 15 m hassasiyetle yeryüzü üzerindeki konumu verebilmektedir. Ancak eğer standard GPS ile anlık hızlar okunduğu takdirde GPS hassasiyetinin (yeterli olmaması nedeniyle istenen hız değerlerinin saptanması mümkün değildir. Diferansiyel GPS (dGPS) sistemleri algılama hassasiyetini bir yer istasyonu kullanarak geliştirmekte 1.m'ye varan hassasiyetlere erişmek mümkün olmaktadır.

Mevcut ölçüm sistemi için 1 m hassasiyetli dGPS sistemi kullanılmakta, ölçümün anlık ölçümler yerine 10 dakika kadar sabit rejimde yapılması yolu ile % 0.1 doğrulukta ortalama hız ölçümleri gerçekleştirilebilmektedir.

6. GEMİ ROTASININ VE HAREKETLERİNİN ÖLÇÜLMESİ

Gemi rotasının bilgisayar yardımı ile ölçülmesi için manyetik pusula kullanılmakta olup, 2 adet ivme algılayıcı yardımı ile düşey düzlem hareketlerinin etkileri ölçümlerde düzeltilenmektedir. Ayrıca bu iki ivme algılayıcı verileri gemi meyil ve trim açılarının (veya yalpa ve baş kıç vurma açılarının) ölçülmesi için kullanılmaktadır.

7. DEĞERLENDİRMELER

Yukarıda verilen shaft güç/itme ölçüm, titreşim ölçüm, gemi hızı ve rotası ölçüm, pervane basınç alanı ölçüm sistemi bir araya getirilmiştir. Sistem blok diyagramı Şekil 8'de köprü üstü ve Şekil.9'da makine dairesi için verilmiştir.

Gemilerde seyir tecrübesi sırasında güç ölçümü çeşitli dış faktörlere maruz kalmaktadır. Bunlar rüzgar, akıntı, dalga, sıcaklık ve deplasman

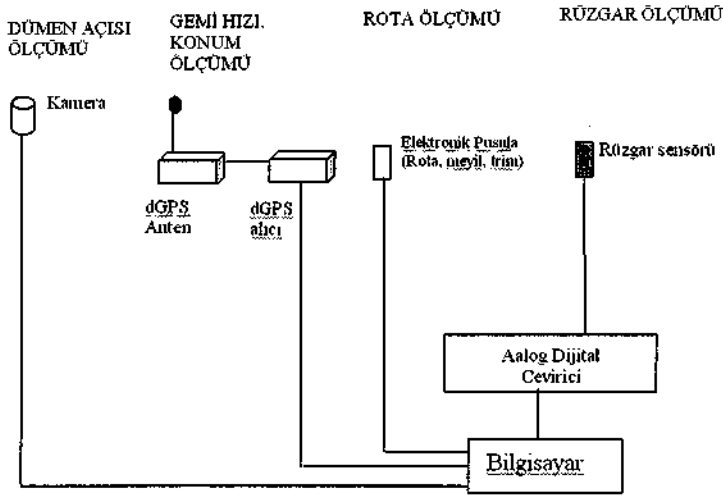
değişimleridir. Bu faktörler ISO 15016 prosedürü kullanılarak değerlendirilebilir [6,7].

8. SONUÇ VE TAVSİYELER

Seyir tecrübeleri iki ayrı amaç için icra edilebilir.

a) Standard seyir tecrübeleri : İnşa ve modernizasyon sonucunda geminin istenen güçte istenen hızı verdiğini göstermek için yapılan seyir tecrübeleridir Bu tecrübeler MARPOL Annex VI'da istenmektedir.

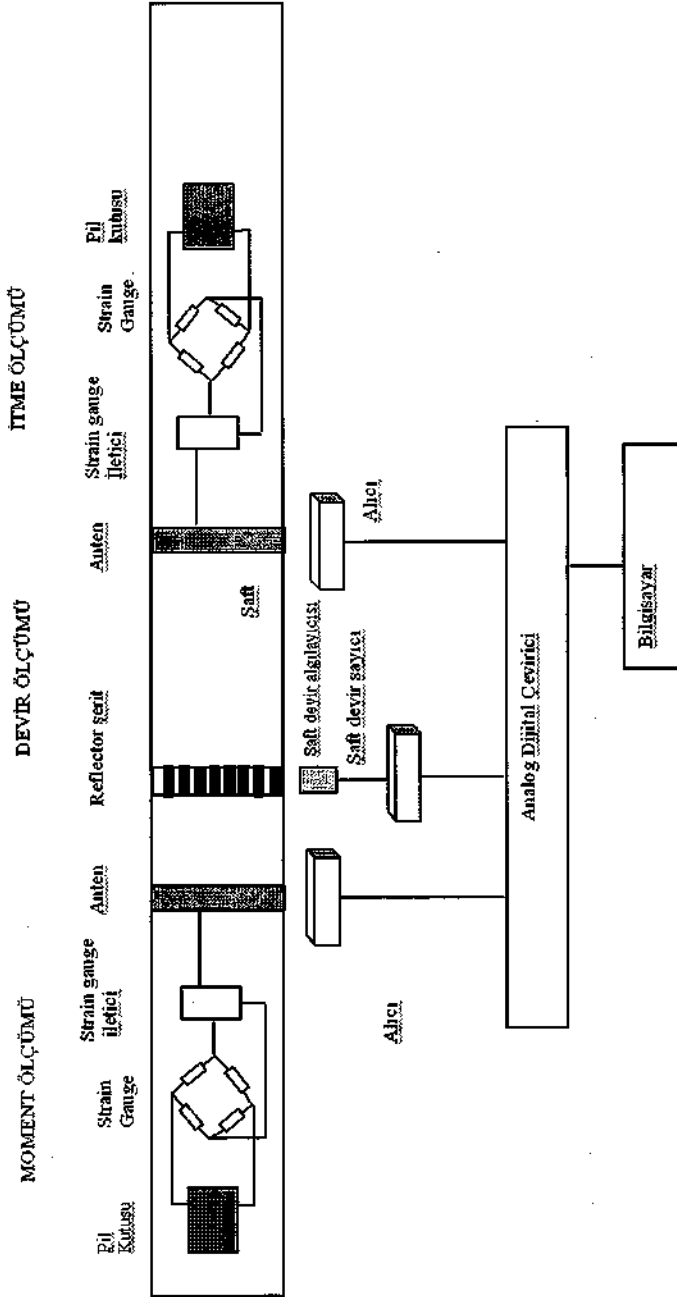
b) Problem amaçlı seyir tecrübeleri : Gemi sevk sisteminde oluşan problemleri ve çözümlerini belirlemek için yapılan seyir tecrübeleri. Bu tecrübeler şaft güç ölçümleri, titreşim ölçümleri, pervane basınç alanı ölçümlerini içermektedir.



Şekil 8. Köprü Üstü Ölçüm Sistemi

Gerek torsiyonel gerekse düşey ve yatay tit-reşimlerin incelenmesi, gemi çalışma şartlarının belirlenmesi için önemli detaylardır. Bu tip ölçümler; pervane çalışma karakteristikleri, per-vaneden doğabilecek problemler ve ana makine şaft sisteminden doğabilecek problemler üzerinde önemli uyarılar vermektedir. Bu ölçümlerin gemi periyodik sürveylerinde yapılması, gemi sevk sisteminin uygun kullanım süresinin uzatılması için son derece yararlıdır.

Günümüzde yurtdışına yapılan gemilerle önem kazanan şartnameye uygunluk testleri ve şaft güç aktarma organlarında çıkabilecek her türlü hata tespit ve düzeltme çalışmaları bu sistemler ile yapılabilir.



Şekil 9. Makine Dairesi Şaft Gücü Ölçümü.

9. KAYNAKLAR

- [1] Perry, C.C., Lissner, H.R., *The strain Gage Primer., Second Edition, Mc Graw-Hill Book Company, New York, (1962).*
- [2] Wheatstone, C., *An Account of Several New Instruments and Processes for Determining the Constants of a Voltaic Circuit., Trans. Roy. Soc. Bd. 133,(1843), S.303/327.*
- [3] MEASUREMETS GROUP VISHAY, *Seminer Notları., Measurement Group Me_technik GmbH, (1993).*
- [4] İnel, M, Helvacıoğlu, İ.H., Unsan, Y., *Gemi Seyir Tecrübelerinde Şaft Gücü ve Titreşim Ölçümü, Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, Cilt1, Sayı 6-29, T.M.M.O.B. Gemi Mühendisleri Odası, sf. 29 – 35, (1999)*
- [5] Vorus W.S., *Principles of Naval Architecture Vol II:Vibration, SNAME, (1988).*
- [6] İnel, M, *Gemi Seyir Tecrübelerinde Gemi Hızı-Makine Gücü İlişkisi, Gemi ve Deniz Teknolojisi Dergisi, Cilt1, Sayı 160, T.M.M.O.B. Gemi Mühendisleri Odası, sf. 13 – 19, (2004)*
- [7] *ISO 15016 : Ships and Marine Technology- Guidelines for the assesment of speed and power performance by analysis of speed trial data, (2002)*

GEMİ SEVK SİSTEMİ PERFORMANS ANALİZ METODU

Metin ÇELİK

İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi

celikmet@itu.edu.tr

ÖZET

Ticari amaçlı işletilen geminin sevk sistemi performansı deniz canlılarının pervane kanatları ve tekne su altı yüzeylerinde oluşturdukları pürüzlenme nedeniyle zamana bağlı olarak azalmaktadır. Sevk sistemi performans düşüklüğü; yakıt sarfiyatında artış, gemi hızında azalma, geminin manevra yeteneğinde azalma gibi etkiler olarak gözlenmektedir. Bu noktada gemi havuza alınma ve planlı bakım periyotlarının tayini gemi işletmeciliği açısından büyük önem taşımaktadır. İşletme altındaki gemilerde ana makine gücü – gemi hızı grafiğinden yararlanılarak durum tespiti yapılmaktadır. Ancak bu yöntemde pervane sistemi ve tekne direnci için ayrı bir analiz yapılma şansı yoktur.

Yapılan çalışmada pervane sistemi performansı ve karina direncinin etkilerinin birbirinden bağımsız olarak ele alınıp genel sevk sistemi performans takip metodu oluşturulması hedeflenmiştir. Yüzey pürüzlülüğünün etkileri Vortex Teorisi ve sınır yüzeylerindeki değişimler ele alınarak açıklanmıştır. Bu yöntemin sonuçlandırılabilmesi için geminin deneme seferinde elde edilen tork katsayısı, srast katsayısı ve pervane performans eğrileri ile servis altındaki gemiden alınan gemi hızı, pervane devri, ana makine şaft gücü gibi değerlere ihtiyaç vardır. Bu değerlere doğru bir şekilde ulaşılması halinde metodun servis altındaki gemilere uygulanabilmesi mümkündür. Sonuçlar neticesinde gemi havuzla alınma işlemlerinde optimum periyotların belirlenmesi ve farklı markalardaki tekne su altı boyalarının etkinliği konusunda saptamalar yapılabilmektedir.

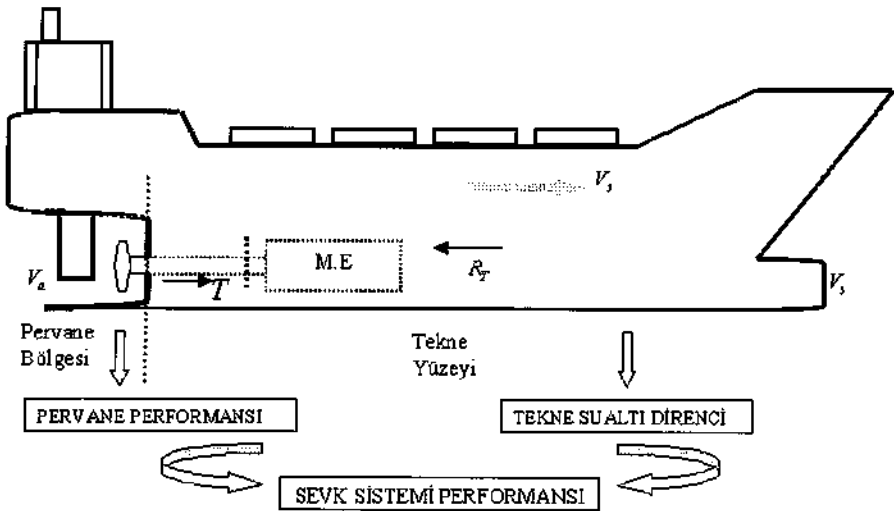
Anahtar Kelimeler: Sevk Sistemi, Pürüzlenme Etkisi, Performans Analizi

1. GİRİŞ

Günümüzde gemi işletmeciliğinde üzerinden durulan önemli teknik konulardan biri yakıt tasarrufu ve diğeri de paralelinde şekillenen hava kirliliği gibi çevresel etkilerdir. Sevk sistemi performansının bu iki gösterge üzerindeki etki yüzdesi yüksek bir oran teşkil etmektedir. İşletme altındaki gemilerde sevk sistemi performansının deniz canlılarının tekne yüzeyi ve pervane kanatlarında oluşturdukları pürüzlenme etkisi nedeni ile zaman içinde azalması söz konusudur. Tekne sualtı kesimi yüzeyinde oluşan pürüzlenme tekne direncini artırırken aynı zamanda pervane kanatlarında oluşan yüzey pürüzlenmesi pervane performansının azalması yönünde etki gösterir. Uygun zamanlarda gerçekleştirilen havuza alma ve planlı bakım uygulamaları ile sorunun çözümü mümkündür.

2. SEVK SİSTEMİ PARAMETRELERİ

Geminin sevk sistemine ait bölgeler tekne yüzeyi ve pervane bölgesi olmak üzere iki kısımda incelenebilir.



Şekil 1. Gemi Sevk Sistemi

Pervane performansı ve tekne sualtı kesimi direnci kombinasyonu genel sevk sistemi performansını verir. Servis altındaki gemilerde deniz canlılarının zamana bağlı olarak tekne karina yüzeyi ve pervane kanatlarında oluşturdukları pürüzlülük nedeni ile sevk sistemi genel performansında düşme gözlenmektedir. Bu durum gemi sevk sistemi için pervane performansı ve toplam tekne direnci olmak üzere iki performans göstergesi ile tespit edilir. Bu performans göstergelerinin birbirinden bağımsız bir şekilde analizi için gemi üzerinde uygulanabilirlik şansı olan bir metod kullanılması bakım-onarım ve havuza alma gereklerinin optimum zamanlarda gerçekleştirilmesi açısından önem teşkil etmektedir.

Gemi sevk sistemine yönelik performans göstergeleri ve ilgili parametreler aşağıdaki gibi tanımlanabilir.

D: Pervane Çapı	K_T : Pervane Sırt Katsayısı
n: Pervane Devri	ΔK_Q : Tork Katsayı Değişimi
P_s : Makine Şaft Gücü	ΔK_T : Sırt Katsayı Değişimi
Q: Pervane Torku	V_s : Gemi Hızı
R_T : Tekne Direnci	V_d : Geliştirilmiş Hız
t: Sırt Azaltma Etkisi	F_n : Froud Numarası
w: Azaltma Etkisi	J_p : Pervane Geliştirilmiş Oranı
T: Sırt	η_p : Pervane Verimi
S: Islak Alan	ϕ : Pervane Kanat Pozisyon Açısı
ϕ : Pervane Kanat Açılığı	C_T : Tekne Toplam Direnç Katsayısı
ρ : Deniz Suyu Yoğunluğu	
K_Q : Pervane Tork Katsayısı	

3. SEVK SİSTEMİ PERFORMANS SİSTEMİ AŞAMALARI

3.1 Gemi Yapısal Özellikleri

Geminin tekne, ana makine ve pervanesi için tablolarda verilen değerlerin tespit edilmesi gereklidir. Bu değerlere geminin inşa aşamasındaki planlardan ulaşılabilir.

Tekne	Değer
Tam boy	
Dikmeler Arası Mesafe	
Genişlik	
Derinlik	
Deplasman	
Blok Katsayısı	

Ana Makine	Değer
Güç	
Devir Sayısı	
Devir Düşürme Oranı	

Pervane	Değer
Çap	
Piç Oranı	
Kanat Yüzey Alanı	
Kanat Kesiti	
Kanat Sayısı	
Dönüş Açısı	
Dönüş Yönü	

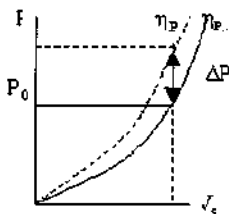
3.2 SERVİS HIZI TESPİTİ

Gemi servis hızı; pervane tork katsayısı, tekne direnci, pervane sırt katsayısı gibi etkilere tespiti amaçlı kullanılmaktadır. Gemi servis hızının yapılacak olan analizler üzerindeki etki yüzdesi büyüktür.

Servis Hızı Ölçüm Hatası	Etki Alanı	Etki Yüzdesi
+,- % 10	Pervane Verimliliği	+,- % 4
+,- % 10	Pervane Sırt Katsayısı	+,- % 20
+,- % 10	Tekne Karina Direnci	+,- % 70

Gemi servis hızı; Doppler veya elektromanyetik parakete kullanılarak, GPS kullanılarak veya rota üzerinden hesaplama ile tespit edilebilir.

4. ANALİZ VE HESAPLAMALAR



Temiz Koşullar (Deneme Seferi) —————

Kirlilik Durumu (Servis Altında) - - - - -

Şekilde, makine gücü ile gemi hızı arasındaki ilişki deneme seferi ve servis altındaki koşullar için gösterilmiştir. Sarfedilen güç miktarı aynı olmasına rağmen deneme seferi ile servis altındaki gemi hızları arasında fark görülmektedir. Bir başka değişle servis altındaki gemi için servis hızı aynı değerde sürdürülmek istenir ise makine gücünün artırılması gerekmektedir.

Seyir halindeki geminin bulb bölgesindeki hızı ile pervane bölgesi olarak tanımlanan bölgedeki hızları arasında fark vardır. Bu durum deniz suyunun viskozitesi ve karina yüzeyindeki pürüzlenme nedeni ile oluşan sürtünme ile açıklanabilir. Bu durum azaltma etkisi ile ifade edilir.

$$V_s > V_a \quad V_a = (1-w) V_s \quad w = \frac{V_s - V_a}{V_a}$$

Öte yandan geminin ileri yönde hareket edebilme koşulu olarak ifadesi gösterilebilir. Bu durum srast azaltma etkisi ile ifade edilir.

$$T > R_T \quad R_T = (1-t)T \quad t = \frac{T - R_T}{T}$$

4.1 Pervane Performansı ve Tekne Direnci Hesabı

Pervane performansı aşağıda verilen ifadelerden faydalanılarak tespit edilir.

$$F_n = \frac{V_s}{\sqrt{L}} \quad J_s = \frac{(1-w_s)V_s}{nD} \quad K_Q = \frac{Q}{\rho n^2 D^6} \quad K_T = \frac{T}{\rho n^2 D^4} \quad \eta_p = \frac{TV_s}{2\pi n D} = \frac{J_s K_T}{2\pi K_Q}$$

Sevk sistemi performans göstergelerinin diğeri tekne karina direnci olup aşağıdaki ifadelerden faydalanılarak tespit edilir.

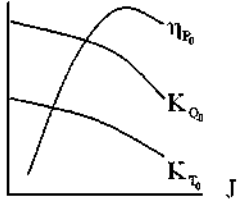
$$R_T = (1-t)T \\ R_T = (1-t)K_T \rho n^2 D^4$$

4.2 Değerlendirme

Servis altındaki ticari gemilerde srast değerinin direkt olarak ölçülmesi ihtimali yoktur. Bazı eğitim ve araştırma gemilerinde srast ölçüm cihazı ile bu sorun aşılmaktadır. Ancak ticari amaçlı işletilen gemiler için bu cihaz maliyetleri arttıracığı için tercih edilmez. Bu sorunun aşılması srast katsayısı değişim oranı ile tork katsayısı değişim oranı arasında kurulabilecek bağıntı ile çözülebilir.[3] $\Delta K_T = f(\Delta K_Q, J)$ [3]

Geminin ilk inşa edildiği veya havuz peryodundan sonra yapılan deneme seferinde sevk sistemine yönelik grafik aşağıdaki gibidir. Grafik, pervane

kanatları ve karina yüzeyinin temiz olduğu koşullarda alınan değerlerden yola çıkılarak oluşturulmuştur.

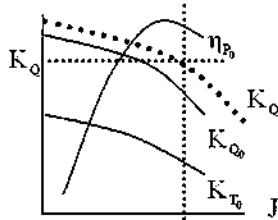


Şekil 3. Deneme seferinde sevk sistemi analiz grafiği

Servis altındaki ticari gemilerde; P_s , V_s , n , Q değerlerinin ölçülebilmesi mümkündür. Tespit edilen değerlerden yola çıkılarak J ve K_Q değerleri hesaplanabilir.

$$J = \frac{(1-w)V_s}{nD} \quad K_Q = \frac{Q}{\rho n^3 D^5}$$

Bu değerlerden faydalanılarak servis altındaki gemi için K_Q 'ya ait grafik çizilir.

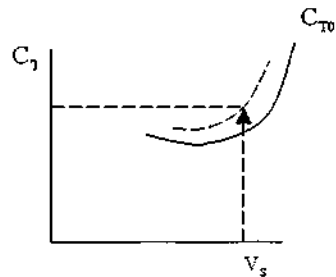
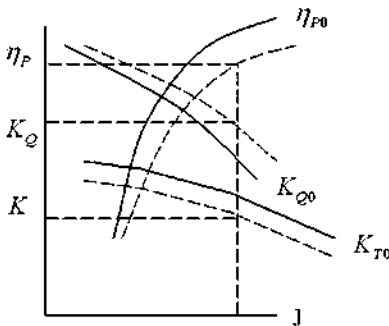


Şekil 4. Servis altında tork katsayısı değişim grafiği

K_{Q0} ve K_Q verileri $\Delta K_Q = K_Q - K_{Q0}$ ifadesinde yerine koyularak ΔK_Q değeri hesaplanır. $\Delta K_T = f(\Delta K_Q, J)$ ilişkisinden faydalanılarak ΔK_T değeri hesaplanır. Bu değer $\Delta K_T = K_T - K_{T0}$ ifadesinde yerine konularak K_T değeri bulunur.

Bu veriler eşliğinde:

$$\eta_P = \frac{TV_s}{2\pi nD} = \frac{J_s K_T}{2\pi K_Q} \quad R_T = (1-t)K_T \rho n^3 D^4 \quad \text{değerleri elde edilir ve ilgili grafikler çizilir.}$$



5. SİSTEM İŞLEYİŞİ

Gemi üzerinde sevk sistemi performansının izlenmesine yönelik çalışma basamakları aşağıdaki gibi şekillendirilebilir.

- Geminin inşa sonrası veya havuza alınma periyodu sonrası deneme seferine yönelik datalardan faydalanarak sevk sistemi performansının belirlenmesi.
- Servis altındaki gemide sevk sistemi performansına yönelik dataların toplanıp şirkete iletilmesi.
- Gemi işletmesi sahil yönetiminin sonuçlar doğrultusunda belirli periyotlar için sevk sistemi performansını tespit etmesi. Sevk sistemi performansının zamana bağlı değişiminin izlenmesi.
- Uygun havuza alınma periyodu olarak geminin sörvey gereksinimleri ve sevk sistemi performansı doğrultusunda optimum bir zaman belirlenmesi.

Servis altındaki gemi için bakım-onarım gereklerine yönelik düşünülen bu metod ile sevk sisteminin zamana bağlı değişimi izlenerek gerekli planlamalar yapılması mümkündür.

6. SONUÇLAR

- Sevk sistemi performansının geminin teknik, emniyet gerekleri ile çevresel etkiler üzerinde etkisi büyüktür. Özellikle yakıt sarfiyatı, gemi tekne sacında oluşan yüzey gerilmeleri ve manevra kabiliyetinin zayıflaması performans ve emniyet açısından meydana gelebilecek olası etki ve tehlikelerdir.
- Tekne karinasında deniz canlılarının etkisi ile oluşan pürüzlülük geminin karşılaştığı direnç etkisini artırmakla birlikte pervane bölgesi için de olumsuz etkiler yaratır. Tekne karinasının pürüzlülüğü nedeni ile pervane değişken bir gemi izinde çalışacaktır.
- Pervane kanatlarında oluşan pürüzleme her bir kanadın yenmek zorunda olduğu direnci arttırmaktadır, dolayısı ile tork değeri artar.
- Deniz canlılarının yarattığı kirlenme ve pürüzlenme sevk sistemi için tork değerinin artmasına, sırt değerinin azalmasına, tekne direncinin

artmasına,genel sevk sistemi performansının azalmasına yol açmaktadır.

- Deniz canlılarının tekne sualtı yüzeyi ve pervane kanatlarında oluşturdıkları kirlenme ve pürüzlenmenin sevk sistemi performansına etkisi tekne ve pervane kanatları kesit alanları için sınır yüzeyleri değişimi teorisinden faydalanılarak ortaya konulabilir.
- Gemi hızının sevk sistemi performans analizinde performans göstergeleri üzerindeki etki oranı büyüktür,bu yüzden gemi servis hızı tespit yönteminin ve sonuçların güvenilir olması gerekmektedir.Bu yüzden iki farklı metod ile gemi hızının tespiti ve sonuçların karşılaştırılması sonuçların güvenilirliğini arttıracaktır.
- Gemi sevk sistemini performansı gemi deneme seferi ve servis altında alınan değerlerden oluşan datalardan faydalanılarak zamana bağlı olarak izlenip, uygun havuzlama zamanının sörvey periyodları da gözönünde bulundurularak optimum şekilde zaman planlanması sağlanır.

7. KAYNAKLAR

[1] Wan,Biu , Nishikawa,Eiichi , Uchida,Makoto , *A Study of On Board Monitoring and Analysis of Actual Ship Propulsion Performance.*

[2] Nishikawa, E.,Uchida,M.Nakai N., 'A study on the Propulsion Performance of a training ship FUKAE-MARU in Actual Service', *Technical Papers of 4th Int. Symp. On Mar. Engg., Vol. II A-4-1 1990.*

[3] Nishikawa, E., Liu,Q. 'Analysis of Actual Propulsion Performance of the Ship in Service by Examining the Voyage Data ', *INTERNATION MARINE ENGINEERING CONFERENCE 1987, Shanghai No 1-18, Nov. 1987.*

MAKİNA DAİRESİ DİZAYNINDA OPERASYONEL GEREKLERİN ENTEGRASYONU

Yard.Doç.Dr.Cengiz Deniz (1)

Metin Çelik (2)

İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi ,

Tel: 0216 395 10 64 / 319

Faks: 0216 395 45 00

(1) denizc@itu.edu.tr

(2) celikmet@itu.edu.tr

ÖZET

Ticari amaçlı işletilecek bir geminin makine dairesi teknik bir sistem olarak ele alındığında bir çok alt sistemden oluşan karmaşık bir yapı karşımıza çıkmaktadır.Makine dairesi bir geminin teknik performansı üzerinde büyük bir etki yüzdesine sahiptir. Bunun yanı sıra yapılan kaza analizlerinde makine dairesi geminin risk düzeyi en yüksek bölgelerden biri olarak tespit edilmiştir.Ayrıca gemide çalışan personel sayıları gözönüne alındığında gemi tipine göre değişmekle birlikte personelin ortalama %45-50'sini makine dairesi personeli oluşturmaktadır. Dolayısı ile dizayn ve inşa aşamasında makine dairesi yerleşimi,öte yandan,servis altındaki gemilerde makine dairesi işletimi ticari gemi işletmeciliği açısından büyük önem teşkil etmektedir.Bu noktada planlama ve inşa aşamalarında şekillenen teknoloji ve insan faktörü etkileşimi geminin performansı ve ekonomik ömrü üzerinde büyük etkiler göstermektedir.

Yapılan çalışmada öncelikle genel olarak teknik bir sistemin özellikleri ve temel dizayn gerekleri açıklanmıştır. Daha sonra ticari amaçlı işletilmesi planlanan gemilerin makine dairesi teknik bir sistem olarak değerlendirilip, dizayn açısından kalite standartları belirtilmiştir. İşletme altındaki gemilerdeki çok sık rastlanan eksiklikler ve muhtemel etkileri örnek olarak sunulmuştur.Bu eksikliklerin teknik sistem gereklerinden hangilerinin dikkate alınmadığı için oluştuğu ortaya konulmuştur. Hata ve eksikliklerin

giderilmesi konusunda yapılabilecek çalışmalar ve etki alanları açıklanmıştır. Klas kuruluşlarının makine dairesi dizayn ve inşaat konularındaki genel gereklilikleri incelenmiş ve bunların yeterlilik derecesi yorumlanmıştır. Uluslararası Denizcilik Örgütü, Deniz Güvenliği Komitesi'nin ve Klas Kuruluşlarının insan faktörü gerekliliklerinin makine dairesi planlama aşamasında adaptesi konusundaki tavsiye niteliğindeki kararları irdelenmiştir. Karmaşık sistemlerde ekipman düzeyinde boş alan modelleme yöntemi ile çalışma alanlarının oluşturulması metodunun uygulanması ile ilgili gemi makine dairesine yönelik örnekler verilmiştir. Günümüzde tavsiye niteliğinde vurgulanan gemi dizaynında insan faktörü, bakım-onarım, işletme ve ekonomik gerekler konularındaki bu uygulamaların gelecekte zorunlu kurallar haline gelmesi olasıdır. Öte yandan bu gereklilikler işletme altındaki geminin performans, ekonomik ömrü ve risk düzeyi gibi göstergeler üzerindeki rolü büyük olup aynı zamanda sisteme adapte edilmeleri zordur.

Anahtar Kelimeler: Teknik Sistem, Gemi Makine Dairesi Yerleşimi, İşletme Gerekleri

1. GİRİŞ

Ticari amaçlı amaçlı işletilen bir geminin teknik performans başarı düzeyinin devamlılığı ve ekonomik ömrünün sürdürülebilirliği inşaat aşamasındaki ve işletme altındaki gereklerin yerine getirmesi ile doğru orantılı olarak değişir. Bu anlamda kaza analizleri ve çalışan personel sayıları göz önünde bulundurulduğunda gemi makine dairesi en büyük etki yüzdesine sahiptir. Gemi makine dairesi teknoloji-insan faktörü etkileşiminin hat safhada olduğu bir çok alt sistemden oluşan karmaşık bir yapı olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu noktada tasarlanan teknik sistemin bir takım özelliklere sahip olması gerekmektedir. Genel olarak tanımlanan dizayn gereklerinin tüm yönleri ile sistemlere adaptesi optimum sistemlerin tasarlanmasını sağlayacaktır. Ancak pratikte dizayn gereklerinin tam olarak uygulanmaması nedeni ile gemi makine dairesinde performans düşürücü etkenler, emniyet yönünden eksiklikler ve risk yüzdesini yükselten uygulamalar karşımıza çıkmaktadır.

2. TEKNİK SİSTEM VE ÖZELLİKLERİ

Teknik işlem; herhangi bir haldeki madde, enerji, bilgi öğelerinin planlı bir biçimde teknik sistem veya insan kökenli etkiler altında istenilen çıktılara

dönüştüren yapay bir oluşum olarak tanımlanabilir. Teknik süreç, ortaya çıkan ihtiyaçlar doğrultusunda önceden belirlenmiş operatörler tarafından yürütülür. Bu noktada insan kaynaklı ve teknik sistem kökenli olmak üzere iki farklı operatör grubu karşımıza çıkmaktadır. Teknik sistem, bir amaç doğrultusunda şekillenen görevleri yerine getiren teknik elemanlar bütünü olarak tanımlanabilir. Genel olarak teknik bir sistemin içermesi gereken özellikleri 11 ana başlık altında toplamak mümkündür.

Görev ve Etki Özelliği

- İşlev Fonksiyonu
- Yardımcı Fonksiyonlar
- Yürütme Fonksiyonları
- Düzenleme ve Kontrol Fonksiyonları
- Bağlantı Fonksiyonu

Karakteristik Özellikleri

- Güç
- Hız
- Temel Boyutlar
- Yük Kapasitesi

İşletme Özellikleri

- İşletme Emniyeti
- Güvenilirlik
- Enerji Tüketimi
- Bakım-Onarım İmkanları
- Gerekli Boşluk Düzenlemeleri

Üretim Özellikleri

- Üretim İmkanları
- Montaj İmkanları
- Üretim Kalitesi

Dağıtım Özellikleri

- Taşıma İmkânı
- Depolama İmkanları
- Paketleme İmkanları

Üretim Planlama Özellikleri

- Arz Kapasitesi
- Üretim Miktarı

Tasviye Özellikleri

- Geri Dönüşüm İmkanı
- Atık Kökenli Tehlikeler

Ergonomi

- İşletmeci Emniyeti
- İşletme Metodları
- İnsan Algı Faktörü

Estetik Özellikler

- Form
- Renk
- Dağılım ve Sıralama

Kurallara Uygunluk Özellikleri

- Standart Gerekleri
- Yasal Gerekler
- Patent Hakları

Ekonomik Özellikler

- İşletme Maliyetleri
- Üretim Giderleri
- Verimlilik
- Üretici

Teknik bir sistemden beklentiler yukarıda anılan ve birbirleri ile bağlantılı özellikleri yerine getirmesi ile doğru orantılı olarak gerçekleşir. Servis altındaki, dizayn aşamasındaki veya geliştirme aşamasındaki sistemlerin kalite denetimleri bu özellikler doğrultusunda yapılır. Sistem iç özellikleri doğrultusunda sistem dış özellikleri şekillenir ve form, şekil, yapısal gerekler, malzeme, temel ölçüler, üretim türü gibi dizayn karakteristikleri ortaya çıkar.

3. GEMİ MAKİNE DAİRESİ SİSTEM GEREKLERİ VE EKSİKLİKLER

Teknik sistem olarak ticari amaçlı işletilecek bir geminin makine dairesi alınır ise, bir çok alt sistemden oluşan karmaşık bir yapı karşımıza çıkmaktadır. İstatistikler incelendiğinde bir geminin risk oranı en yüksek ve gemi teknik performansına en çok etki yapan bölümünün makine dairesi olduğu görülmektedir. Bu noktada teknik sistem ile insan faktörü etkileşim

risk düzeyini azaltmada ve teknik performans düzeyini yükseltmede önemli rol oynamaktadır. Günümüzde ticari gemilerin makine daireleri analiz edildiğinde büyük çoğunluğunda işletme gerekleri ,ergonomi ve ekonomi konularındaki gereklerin eksiklikleri görülmektedir. Bu konulardaki eksiklikler işletme altındaki gemilerde tespit edilen hata örnekleri ile vurgulanabilir. Ticari amaçlı işletilen gemilerde makine dairelerinde rastlanan inşa kökenli hata örneklerinden bir kısmı aşağıda verilmiştir.

- *Borda çıkış valfinin pozisyonundan dolayı tatlı su üretim sisteminin kapasitesinin geminin yük durumuna göre değişmesi.*
- *Dizel jeneratörlerin yakıt servis tankları jeneratör katının altında olmasına rağmen Acil Durum Jeneratörü panelinde jeneratör yakıt besleme pompasına elektrik besleme olmaması.*
- *Acil durum kaçış yollarının muhtemel yangın bölgelerinin önünden geçmesi.*
- *Balast devreleri yakıt tanklarının içinden geçmesi.*
- *Kontrol odası için ayrı bir klima sistemi düzenlenmemesi.*
- *Merdiven açılı hareket konusunda zorluklar teşkil edecek şekilde yerleştirilmesi.*
- *Kontrol odası klima sistemi geminin acil durum jeneratörü panosundan beslenmiyor ve jeneratör arızalarında kontrol odası sıcaklığı elektronik cihazların bozulması tehlikesi yaratması.*
- *Dip tanklardan stim dönüşleri bir gözlem tankı yerine doğrudan kapalı bir tanka yapılması.*
- *Kapasiteleri yaklaşık olarak eşit olan yağın pompası, balast pompası ve ana makine soğutma suyu pompası ve ilgili devrelerde çapraz bağlantıların olmaması.*
- *Ana makine yakıt devresi elemanlarından şoklu yakıt filtrelerinin bay-pass devresi düşünülmemiş ve temizlik işlemi seyir esnasında ancak ana makinenin stop etmesi halinde gerçekleşebilmesi.*
- *Stim kondenseri kapasitesi düşük tutulduğu için sıcak bölgelerde hotvel kaynamaları gözlenmesi.*
- *Hotvel'e tuzluluk değeri kontrol eden bir cihaz konulmadığı için kondenserde geri dönüşlere deniz suyu karışma olayının zamanında tespit edilememesi.*

- Yağ depo tanklarının çıkış filtrelerinin temizliği için tankın tamamen boşaltılması zorunluluğunun önlenmesi için bir düzenek düşünülmemesi.
- Makine dairesi ortam sıcaklığının insan sağlığına etki edecek değerlere çıkması.
- Makine dairesi titreşim düzeyinin insan sağlığına ve ekipmanlara zarar verecek düzeylere ulaşması.
- Makine dairesi bölgelere göre değerleri tayin edilen aydınlatma gereklerinin yerine getirilmemesi.

İnşa kökenli bu tür hataların etki alanlarının geminin risk düzeyini artırma, işletmeci hata oranlarını yükseltme ve performansını düşürme, emniyet gereklerini azaltma, bakım-onarım imkanlarını azaltma, geminin ekonomik ömrünü kısaltma gibi etkileri gözlenmektedir. Ayrıca derinlemesine bakıldığında servis altına verilmiş gemilerde bu hataların düzeltilmesine yönelik çalışmaların uygulanması çok zordur. Bu konuda insan faktörü merkezli çeşitli yöntemler ile yukarıda anılan eksikliklerin önüne geçilmesi mümkündür.

4. YÖNTEMLER

Gemi makine dairesi dizayn ve inşa aşamalarına yönelik ve yukarıda anılan eksikliklerin giderilmesine yönelik zorunlu kurallar ve tavsiye niteliğindeki kararlar ile teknik sistem-insan faktörü-operasyonel gereklerin adaptesine yönelik yapılan çalışmalar yapılmaktadır. Ancak mevcut gemiler için uygulanan klas kuruluşlarının zorunlu kurallarının yukarıda anılan hataları önlemede yetersiz olduğu görülmektedir. Tavsiye niteliğindeki kararların ve insan faktörüne yönelik çalışmaların sisteme adapte edilememesi sonucu mevcut gemilerde eksikler ortaya çıkmaktadır. Bu eksiklikleri önlemeye yönelik yapılan çalışmalardan bir kısmını kısaca özetleyelim.

4.1 Klas Kuruluşlarının Zorunlu Kuralları

Ana sevk sistemi, yardımcı güç ünitesi, kazan ve donanımları, tanklar, pompalar ve devre düzenekleri, dümen sistemi gibi donanımların malzeme özellikleri, yapım ve yerleşimine yönelik teknik kurallardır. Makine dairesi yerleşim planının sahip olması gereken asgari standartlar, işletme koşullarına yönelik uygulamalar, deneme seferleri ve kalite garanti belgesi

gereklere yönelik kuralları içermektedir. Emniyet açısından malzeme standartları tanımlanmıştır. Bu kontroller tamamlandıktan ve tüm sistemin tam yol çalışma koşullarında denenmesinden sonra gemi klase alınır. Deneme seferinin kısa oluşu ve bakış açısının belirli noktalar ile sınırlı kalması eksikliklerin tam olarak tespit edilememesine neden olmaktadır.

4.2 Uluslararası Denizcilik Örgütü Deniz Güvenliği Komitesinin Tavsiye Niteliğinde Kararları

Uluslararası Denizcilik Örgütü, Gemi Dizaynı ve Ekipmanları Alt Komitesi'nin 28.05.1997-6.06.1997 tarihli oturumlarında makine dairesinde emniyet ve verimliğe yönelik dizayn ve planlama aşamasında göz önünde bulundurulması gereken hususları vurgulamak amacıyla aldığı tavsiye niteliğindeki kararlar genel hatları ile aşağıdaki gibidir.

Algılama Kolaylığı: Makine dairesi personelinin makine dairesi sistemleri, ekipmanlar, devre elemanları, alarmlar, devre şemaları ve semboller gibi öğeleri kolay algılaması ve yorumlar geliştirerek kaza oranlarını düşürmeye yönelik sistemelerde yapılan modifikasyonlardır. Boru devrelerinde ISO 14726-1 gereği renk kodları uygulamaları, elektrik kablolarının ve devre elemanlarının etiket düzenlemeleri, alarm sistemlerinin SOLAS ve A.6868(17) sayılı karar gereği düzenlenmesi, manuel ve otomatik kontrollü valflere yönelik düzenlemeler örnek olarak gösterilebilir.

İş Sağlığı: Çalışma alanı olarak tanımlanan makine dairesinde ortamın personel sağlığı ve çalışma performansına yönelik gerekler çerçevesinde düzenlenmesi. Bu düzenlemeler ile fizyolojik stres nedeni ile meydana gelen kazaların en aza indirilmesi hedeflenmiştir. Gürültü seviyesinin A.468(12) sayılı karar gereği düzenlenmesi, havalandırma ve iklimlendirme sistemlerinin ISO 8861 ve ISO 8862 gerekleri doğrultusunda düzenlenmesi, bölgelere göre aydınlatma gereklerinin yerine getirilmesi, titreşim etkilerinin azaltılmasına yönelik düzenlemeler örnek olarak gösterilebilir.

Ergonomi: Makine dairesi sistem ve ekipmanların insan performansı ve emniyet gereklerini arttıracak şekilde tasarlanması yönünde yapılan düzenlemelerdir. Makine dairesi kontrol ünitelerinin

pozisyonları,alarmlar,yedek parça depolama merkezlerinin konumu,bakım-onarım imkanları için gerekli alanların sağlanması, bakım-onarım yapılan bölgelere iletişim cihazlarının montesi gibi düzenlemeler tavsiye edilmiştir.

Planlama ve Dizayndan Kaynaklanan Risk Oranını Düşürme: Makine dairesi sistem ve ekipmanlarının en az seviyede risk taşıyacak şekilde modellenmesi ve yerleştirilmesi tavsiye edilmiştir. Kontrol ve manevra istasyonlarının pozisyonları,yangınla mücadele donanımlarının risk faktörü yüksek bölgelere göre konumlandırılması,elektrik panellerinin konumlandırılması konularında tavsiyeler içermektedir.

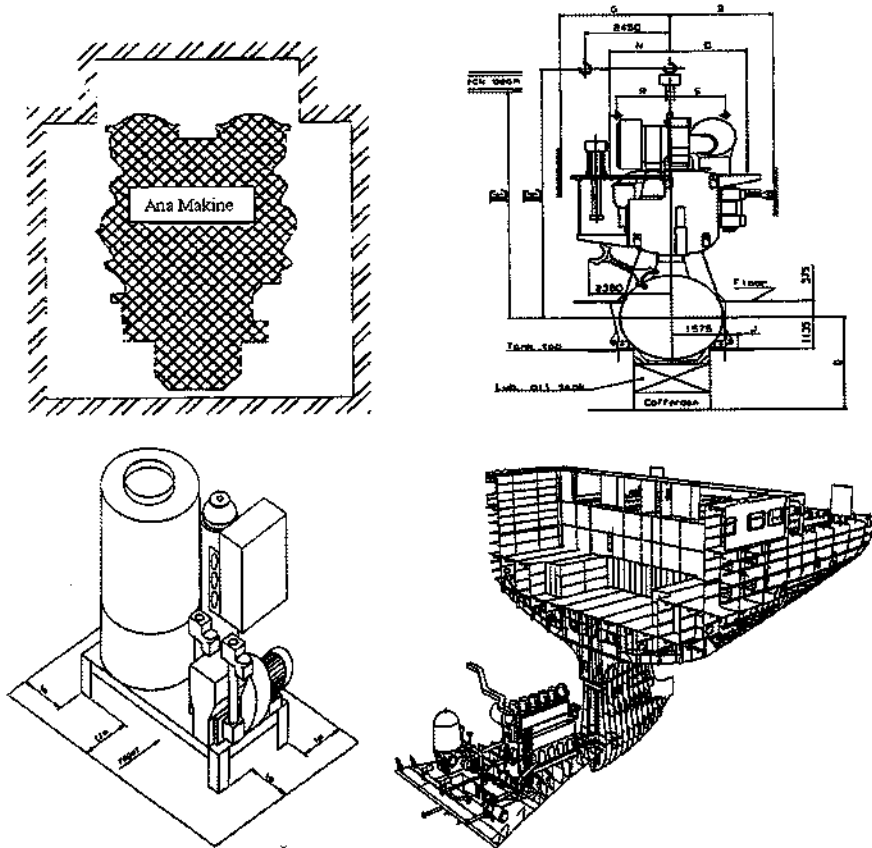
Hayatta Kalabilme: Acil durumlar karşısında personelin yaşam şansını arttıracak kaçış yolları, solunum cihazı, taşınabilir söndürücüler gibi imkanların makine dairesi planlamasında gözönünde bulundurulmasına ve konumlandırılmasına yönelik uygulamalardır.

4.3 Ekipmanlar Düzeyinde Boş Alan Modelleme

Karmaşık sistemlerden oluşan tesislerde bakım-onarım,işletme ve acil durum operasyonların yürütülebilmesi için ekipmanlar etrafında çalışma alanları bırakılması gerekmektedir.

- Sistem veya ekipmanlar için tam olarak serbest alan geometrik tanımlaması yapılır.
- Operasyonel gerekler doğrultusunda serbest alan yükseklik/mesafe oranı belirlenir.
- Ekipmanlar için yardımcı donanımların gerekleri çerçevesinde mesafeler belirlenir.
- Elemanların 2 veya 3 boyutlu muhtemel yörüngesel hareketleri için serbest alanlar tanımlanır.
- Yukarıdaki tanımların ve bakım-onarım prosedürleri çerçevesinde ekipmanlar düzeyinde serbest alan modellemesi tamamlanır.

Gemi makine dairesinde ekipman düzeyinde boş alan modellemeye yönelik örnekler aşağıda sunulmuştur.

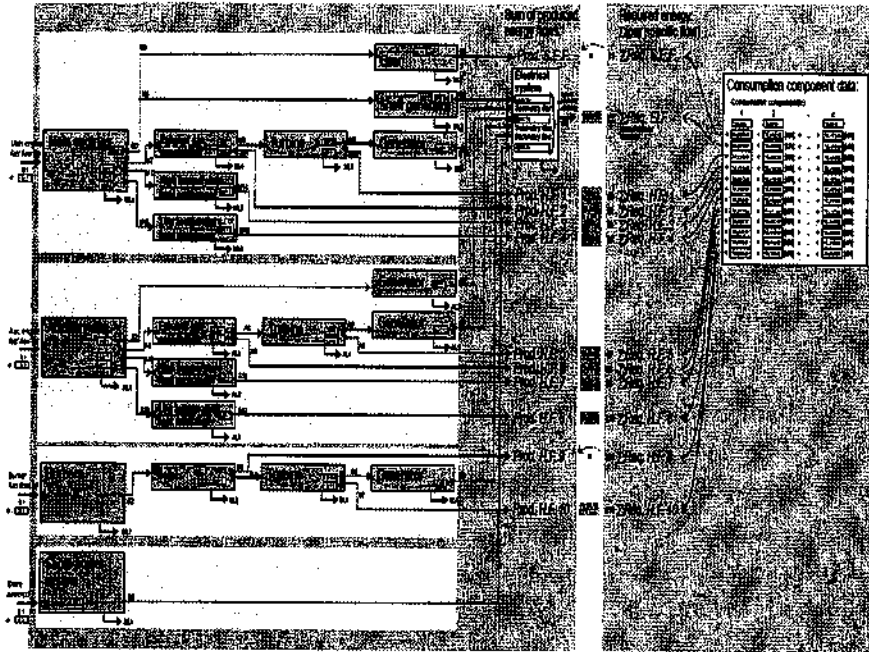


**Şekil.1 Gemi Makine Dairesi Ekipmanları
Gerekli Serbest Alan Modelleme Örnekleri**

4.4 Enerji Ekonomisi Gereklerinin Sisteme Adaptesi

Gemi makine dairesi planlama ve inşaa aşamasında enerji ekonomisine yönelik gereklerin sisteme adapte edilmesi gerekmektedir. Bu noktada geminin enerji gereksiniminin tam olarak tespit edilmesi, sistem ve ekipmanlar düzeyinde enerji harcamasını düşürme yöntemleri, enerji balansının sağlanması, geri dönüşüm imkanlarından faydalanma imkanları olarak özetlenebilir. Gemilerde enerji sistemlerinin dizaynı öncesinde alt sistem seçimlerinin enerji ekonomisine katkı yüzdeleri göz önünde bulundurularak seçilmeleri, sisteme adapte olup olmayacakları konusunda karar verilmesi gerekmektedir. Bu amaçla "enerji sistem modeli" kurularak elemanların katkıları ve maliyetleri doğrultusunda seçimler yapılır. Alt sistemlere ait

ana ve yardımcı güç üreticilerinin seçimi, özgül yakıt sarfiyatının düşürülmesi, mikroişlemci ile yakıt püskürtme , güç türbini sistemleri, makine yük ayar programı, çift yakıtlı makineler, tek yakıt sistemi, atık ısı geri kazanım yöntemleri, ısıl ızalasyonlar, pompa ve fan hız devir kontrol sistemi, elektrik enerjisi tahrikli sevk sistemi gibi uygulamalar örnek olarak gösterilebilir. Bir geminin enerji sisteminin verimliliği teknik performansla etki eden önemli parametrelerdir. Enerji üretim ve tüketim elemanlarının verimliliğine yönelik uygulamalar sisteme ihtiyaç ve uygunluk kriterleri doğrultusunda adapte edilmelidir. Gemide enerji üretim-tüketim dengesinin kurulması ve sistemlerin bu doğrultuda şekillendirilmesi gerekmektedir. Gemi enerji sistemleri dizaynı esnasında, geminin ekonomik ömrü boyunca avantaj ve dezavantajlar göz önünde bulundurularak seçimler yapılmalıdır. Enerji akış diagramı; enerji türlerini, üretimleri, dönüşümleri, kayıpları, tüketim elemanlarını içermektedir.



Şekil.2 Gemi Makine Dairesi Enerji Sistemi Dağılım Modeli

4.5 Tecrübe ve İstatistiksel Metodlar ile Karar Desteği

Gemilerin inşa aşamasından sonra belirli süreler için kontrol amaçlı deneme seyirleri yapılmaktadır. Burada hedeflenen sistemler ve ekipmanlar düzeyinde yapılmış olan hata ve eksikliklerin tespittir. Ancak deneme seferinin kısa olması nedeniyle eksiklikler tam olarak tespit edilememektedir. İşletme altındaki gemilerde yaşanan farklı karakteristiklerdeki işletme unsurları, acil durum gereksinimleri, çevresel etkiler, zaman etkisi, uzun süreli seferler, ekipmanların bakım-onarım gereksinimleri gibi etkinlikler esnasında çok daha farklı karakteristikte hata ve eksiklikler ortaya çıkmaktadır. Bu hataların yeni inşa gemilere aktarılmasını önlemek için yeni bir model geliştirilebilir. Aynı zamanda bu hataların mevcut gemilerde imkanlar dahilinde yeniden yapılandırılması mümkündür. Mevcut gemilerde tespit edilen hata ve eksiklikler ile başlayacak olan bu yöntemde analiz aşaması ile çözümler işaret edilecek ve uygulama aşaması ile sonlandırılacaktır.

Model, tersane organizasyonu içersinde oluşturulan bir birimin gemi işletme şirketlerinden gelen raporlar doğrultusunda analizler yapıp eksikliklerin önlenmesi temeline dayanır. Tersane -gemi işletme şirketi işbirliği ile gerçekleştirilecek bu model aşağıdaki aşamalardan oluşmaktadır.

Tespit Aşaması: İşletme altındaki gemilerde makine dairesinde karşılaşılan yukarıda anılan eksikliklerin işletmeciler tarafından sahil yönetimi teknik departmana rapor edilmesi çalışmanın ilk basamağını oluşturmaktadır. Firma sayısının fazlalığı ve gemi personelinin belirli peryotlarda değişmesi nedeni ile tespit edilen sorunların çeşitliliği ihtimalini de arttırmaktadır.

Analiz Aşaması: Raporların incelenmesi ve gemi tipine, inşa ülkesine göre sınıflandırılması ve gemi makine işletme mühendisleri ve gemi inşa mühendislerinin ortak çalışma ile analiz edilmesi çalışmanın ikinci basamağıdır. İstatistiksel metodlardan faydalanarak hata ve eksikliklerin tespiti ve bu bakış açısı ile tüm gemilere uygulanabilecek standart kontrol listeleri hazırlanacaktır.

Uygulama Aşaması: Hazırlanan ortak rapor ve kontrol listeleri ile tersanelerde yeni inşa edilmekte olan gemilerin planlama ve kontrol

aşamalarında karar desteği olarak kullanılabilmesi mümkündür.

Sistemin tersane ve gemi işletme şirketleri yönünden avantajları aşağıdaki gibi sıralanabilir.

- Tersane için gemi makine dairesi konusunda üretimde kalite standartları yükselecektir.
- Yakın gelecekte zorunlu hale gelmesi olası insan faktörü ve işletme gereklerine yönelik gerekliliklerin sistemlere adaptesi sorunu aşılmış olunacaktır.
- Bu uygulamadan yararlanmak isteyen diğer firmalar nedeni ile tersanenin müşteri potansiyeli artacaktır.
- Şirket-tersane arasında yapılan gemi inşa şartnamelerinde yaşanan sorunların önüne geçilecektir.
- Şirketlerin farklı tersaneler ile çalışmaları durumunda analiz sonuçlarını ve kontrol listelerini kullanma hakkı olacaktır.

5. SONUÇLAR

Gemi makine dairesi dizaynında operasyonel gereklerin entegresi hususunda; genel dizayn gerekleri ve bu gereklerdeki eksikliklerin yaratabileceği olası etkiler, gemi makine dairesinin sistem düzeyinde sahip olması gereken özellikler, mevcut gemilerde tespit edilen hatalı yerleşim örnekleri ve etki alanları, makine dairesine yönelik uluslararası kurallar, hatalı yerleşimleri önlenmesine ilişkin yöntemler konularında yapılan çalışma ve incelemeler neticesinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmıştır.

Teknik bir sistemin başarı ve verimlilik düzeyi sistem özellikleri neticesinde şekillenen dizayn gereklerinin tam olarak adapte edilmesine bağlıdır. Gemi makine dairesi aynı anda farklı karakteristiklerdeki ihtiyaç ve gerekliliklere optimum düzeyde cevap vermesi gereken karmaşık yapıya sahip bir teknik sistem olarak tanımlanabilir.

Kaza analizleri neticesinde gemi makine dairesi risk düzeyi en yüksek bölge olarak tanımlanmıştır. Ayrıca ticari amaçlı işletilen gemilerde makine dairesi işletiminin teknik performans üzerindeki etkisi büyüktür. Tüm bunlar teknik sistemler bütünü olarak ele alınan makine dairesinde dizayn gereklerinin tam olarak uygulanmasının gereğini ortaya koymaktadır.

Günümüzde servis altındaki ticari gemilerde ve kaza analizlerinde yapılan tespitler gemilerin makine dairelerinin inşa aşamasında bu gereklerin tam olarak sistemlere adapte edilemediği sonucunu ortaya çıkarmaktadır. Yapılan tespitler özellikle ergonomi unsurları, işletme gerekleri, enerji ekonomisi konularındaki eksiklikleri işaret etmektedir.

Uluslararası Denizcilik Örgütü Deniz Güvenliği Komitesinin ve Klas kuruluşlarının makine dairesi yerleşim ve kalite esaslarına yönelik zorunlu kuralları ve tavsiye niteliğindeki kararları irdelenmiştir. Ancak bu kural ve tavsiyelerin sorunu tam olarak çözemediği ve uygulamalar konusunda sadece genel önerilerde bulunduğu saptanmıştır.

Serbest alan modelleme ve enerji ekonomisine yönelik yapılan çalışmaların inşa aşamasında planlama, kontrol ve karar verme safhalarında yeterince dikkate alınmadığı ve uygulamaya yönelik olmadığı gerçeği ortadadır.

Gemi işletme firmalarının servis altındaki gemilerinden elde ettikleri makine dairesinde inşa eksikliklerine yönelik raporların tersanelerde oluşturulan birimlerde analiz edilmesi sorunların tespitini sağlayacaktır. Gemilerde personel değişiklikleri ve tersanelerde oluşturulan birimlerde farklı disiplinlerin bir araya gelmesi neticesinde farklı kişilerin bakış açılarından yararlanılması söz konusu olacaktır. Bu sorunlara yönelik üretilen çözümlerin mevcut gemilerde uygulanabilirliği tespit edilip havuza alınma periyotlarında gerekli değişikliklerin yapılması sistemin bir çıktısıdır. Öte yandan tespit edilen hatalardan faydalanarak istatistiksel metodlar ile elde edilen sonuçlar neticesinde hazırlanan standart kontrol listeleri ve tavsiyelerin yeni inşa gemilerde karar desteği olarak kullanılması sistemin diğer bir çıktısıdır.

Günümüzde tavsiye niteliğinde vurgulanan gemi dizaynında insan faktörü, bakım-onarım, işletme ve ekonomik gerekler konularındaki bu uygulamaların gelecekte zorunlu kurallar haline gelmesi olasıdır. Öte yandan bu gereklilikler işletme altındaki geminin performans, ekonomik ömrü ve risk düzeyi gibi göstergeler üzerindeki rolü büyük olup aynı zamanda sisteme adapte edilmeleri zordur. Tavsiye edilen model sorunların çözümünde bir yöntem olarak kullanılabilir.

6.KAYNAKLAR

- [1] Hubka,Vladimir , 1992, *Engineering Design; General Procedural Model of Engineering Design*.
- [2] Çelik, Metin, 2005, *Gemi Makine Dairesi Dizaynı ve Yerleşim Kriterleri*, *Denizcilik Dergisi*, Sayı: 18,19.
- [3] *Lloyd's Register Rules and Regulations - Rules and Regulations for the Classification of Ships, 2004 Main and Auxiliary Machinery - General Requirements for the Design and Construction of Machinery*.
- [4] *Guidelines For Engine-Room Layout,Design and Arrangement , 1997, The Maritime Safety Committee, Sub-Committee on Ship Design and Equipment*.
- [5] Sapidis,N.S., Theodosiou,G., 2000, *Informationally-Complete Product Models of Complex Arrangements for Simualtion-Based Engineering: Modelling Design Constraints using Virtual Solids*.
- [6] Karl Jivén , *LCA-ship, Design tool for energy efficient ships - A Life Cycle Analysis Program for Ships, Final Report: 2004-08-27, MariTerm AB*.

KARADENİZ BALIKÇI TEKNELERİNDE SEVK SİSTEMİ TASARIMI

Emre PEŞMAN (1)

Prof.Dr. Orhan DURGUN

Hasan ÖLMEZ

*Karadeniz Teknik Üniversitesi, Sürmene Deniz Bilimleri Fakültesi,
Gemi İnşaatı Mühendisliği Bölümü, 61530 Çamburnu-Sürmene-Trabzon,
Tel.: (0462) 752 28 05, Fax.: (0462) 752 21 58, (1) e-posta : pesman@ktu.edu.tr*

ÖZET

Günümüzde Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilen balıkçı teknelerinin boyutlarının ve hızlarının değişen taleplere göre arttığı görülmektedir. Balıkçıların bu değişen taleplerine yani boyut ve hız artışı isteklerine, mühendislik uygulamalarının yeterli ölçüde yapılamadığı bölge tersaneleri yeterli ölçüde cevap verememektedir. Sonuç olarak başarısı tartışılan balıkçı tekneleri inşa edilmekte ve bu teknelerin sevk sistemleri hatalı seçilmektedir. Bu çalışmada, bölgede yeni inşa edilmiş olan bir balıkçı teknesinin sevk sistemi tasarımı yapılmış, balıkçı teknesinin mevcut sevk sistemi analiz edilmiş ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılarak değerlendirilmiştir.

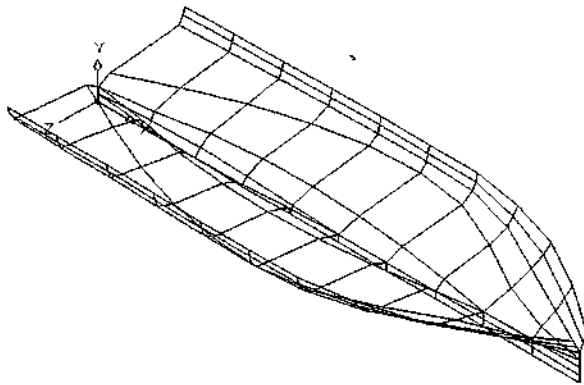
1. GİRİŞ

Doğu Karadeniz Bölgesinde bulunan tersanelerde ve ülkemizdeki bazı işletmelerde tasarım ve mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde yapılamamaktadır. Bu işletmelerde inşa edilen teknelerin formları deneme-yanılma yolu ile ve yılların birikiminden yararlanarak oluşturulmakta ve bu formların değişen taleplere göre şekli değiştirilmektedir[1]. Günümüzde, ülkemizde inşa edilen balıkçı teknelerinin boyutlarında ciddi artışlar görülmektedir. Balıkçı teknelerinin boyları 50 metreye, genişlikleri 15 metreye ulaşabilmektedir. Mevcut bazı balıkçı teknelerinin boyutları boy

verme ve genişlik verme gibi yöntemlerle arttırılmaktadır. Ayrıca bu teknelerde rekabet nedeniyle ciddi bir hız artışı da görülmektedir. Balıkçı teknelerindeki bu boyut ve hız artışları ana makine seçimi ve pervane seçimi gibi konularda tasarım ve mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde olmayan tersaneleri sıkıntıya düşürmektedir. Değişen talepler balıkçı teknelerinin, gereksiz büyüklükte seçilmiş ana makineler ve hatalı tasarlanmış pervaneler ile donatılmasına neden olmaktadır. Hem inşa maliyetleri hem de işletme maliyetleri artmaktadır. Bu nedenlerle ülkemiz koşullarına uygun yeni balıkçı teknesi formlarının oluşturulması gerekmektedir. Veya en azından halen inşa edilmekte olan balıkçı teknelerine uygun sevk sistemi tasarımının yapılması sağlanmalıdır. Balıkçı teknelerine daha uygun bir sevk sistemi tasarımı yapılabilmesi amacıyla Peşman tarafından önceki bir çalışmada pratik bir sevk sistemi ön tasarım programı hazırlanmıştır. Bu program, hidrostatik hesap ve gemi direnci tahmininin ardından, bu verilere dayanarak pervane-sevk sistemi tasarımını, ana makine seçimini ve bu pervanelerin kavitasyon kontrollerini yapabilmektedir. Sunulan çalışmada söz konusu sevk sistemi ön tasarım programı, Trabzon'un Çamburnu beldesinde 2005 tarihinde denize indirilmiş; tam boyu 50 m, genişliği 15 m olan bir balıkçı teknesine uygulanmış ve elde edilen sonuçlar balıkçı teknesinde mevcut olan sevk sistemi ile karşılaştırılmıştır.

2. ÖRNEK BALIKÇI TENESİNİN ANA BOYUTLARI VE HİDROSTATİK HESAPLARI

Örnek balıkçı teknesinin hidrostatik hesap sonuçları, ana boyutları ve balıkçı teknesinin üç boyutlu form resmi Tablo 1. ve Şekil 1.'de verilmiştir.



L_{OA}	: 50 m
L_{WL}	: 45.9 m
L_{BP}	: 39 m
B	: 15 m
B_{WL}	: 14.16 m
H	: 3.9 m
T	: 2.10 m
Deplasman	: 333.102

Şekil 1. Örnek Balıkçı Teknesinin üç boyutlu form resmi

	su hattı alanları		WL4	WL5
wl0	0	Hacim	324.9779 m ³	Hacim 548.668 m ³
wl0,5	7.474253 m ²	LCB	2.611392 m	LCB 2.900057m
wl1	11.41286 m ²			
wl2	69.10109 m ²			
wl3	308.3032 m ²	Ca	0.430513	Ca 0.513861
wl4	440.136 m ²	Cp	0.65091	Cp 0.730368
wl5	449.937 m ²	Cb	0.280225	Cb 0.375308
		Cwl	0.797001	Cwl 0.807902
		deplasman		deplasman
			333.1023 ton	562.3847ton

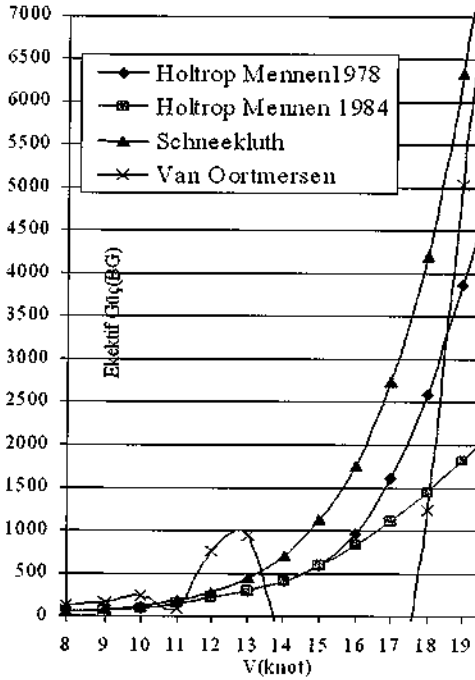
Tablo 1. Hidrostatik Hesap Sonuçları

Şekil 1 ve teknenin ana boyutları incelendiğinde teknenin draftının küçük, genişliğinin büyük olduğu görülür. Bölgede inşa edilen teknelerin draftlarının ısrarla küçük tutulması yeterli deplasmanın sağlanabilmesi için genişliklerinin arttırılmasını zorunlu kılmaktadır. Genişliğin arttırılması teknelerin dirençlerinin atmasına ve manevra yeteneklerinin kısıtlanmasına, draftlarının küçük olması da pervane boyutlarının kısıtlanmasına neden olmaktadır.

3. ÖRNEK BALIKÇI TENESİNİN DİRENÇ ANALİZİ

Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin model direnç deneyleri bölgede model deney havuzunun bulunmaması, tersane sahiplerince model deneylerinin ekstra maliyet olarak görülmesi ve bölgede bulunan Gemi İnşaata Mühendisliği Bölümünde söz konusu deney donanımının bulunmaması nedeniyle henüz yapılamamıştır. Bu nedenle bölgede inşa edilen balıkçı teknelerinde direnç tahmin yöntemlerinin uygulanması uygun görülmüştür. Balıkçı teknelerinde kullanılabilecek direnç tahmin yöntemleri araştırılmış ve daha önce ülkemizde inşa edilmiş olan ve direnç deneyleri yapılmış olan balıkçı teknelerine uygulanarak uygun direnç tahmin yöntemleri belirlenmiştir[2]. Bunlardan Holtrop-Mennen 1978[3] ve Schneekluth[4] yöntemleri kullanılabilir direnç tahmin yöntemleri olarak belirlenmiştir.

Seçilmiş olan örnek balıkçı teknesinde dört farklı direnç tahmin yöntemi uygulanmış ve teknenin hıza göre direnç tahmini yapılmıştır. Teknenin hıza göre efektif güç değerleri Tablo 2’de, efektif güç-hız eğrileri Şekil 2’de sunulmuştur.



V (knot)	Efektif Güç (BG)			
	Holtrop Mennen 1978	Holtrop Mennen 1984	Schneekluth	Van Oortmersen
1	0.123	0.123	0.003	0.106
2	0.480	0.480	0.887	0.778
3	1.092	1.092	2.867	2.612
4	1.927	1.927	6.605	8.420
5	3.027	3.027	12.651	23.553
6	4.411	4.411	21.636	49.588
7	6.045	6.045	34.477	84.827
8	7.971	7.971	52.764	129.901
9	10.218	10.218	79.422	160.728
10	12.809	12.809	119.753	240.354
11	15.714	15.714	182.933	385.564
12	18.997	18.997	284.115	566.986
13	22.710	22.710	447.239	940.017
14	26.918	26.918	708.705	1440.502
15	31.660	31.660	1122.043	2302.959
16	36.979	36.979	1763.759	3656.601
17	42.823	42.823	2740.511	5610.150
18	49.254	49.254	4197.812	8480.083
19	56.319	56.319	6330.449	12929.639
20	64.072	64.072	9394.821	20115.528

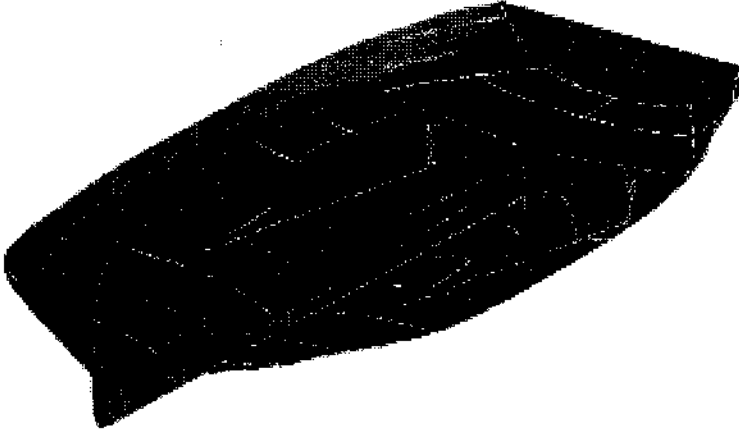
Şekil 2. Efektif güç-hız grafiği

4. ÖRNEK BALIKÇI TEKNESİNİN SEVK SİSTEMİ ANALİZİ

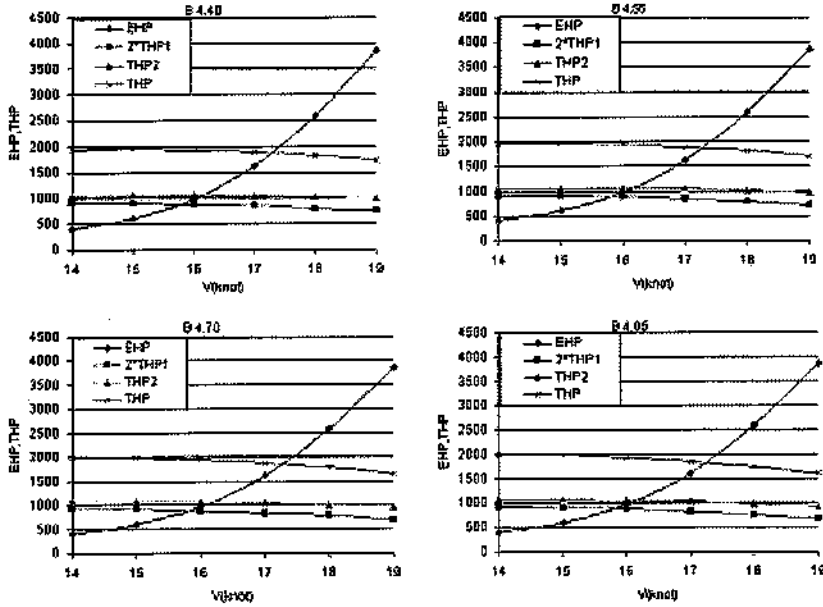
Örnek balıkçı teknesinde sevk sistemi olarak ortada maksimum devir sayısı 1600 d/dk, redüksiyon dişlisi oranı 4,6:1 olan 1800 BG gücünde bir ana makine ve bu makinenin tahrik ettiği 2,1 m çapında dört kanatlı bir pervane, yanlarda ise maksimum devir sayısı 1800 d/dk, redüksiyon dişlisi oranı 5,1:1 olan 800 BG gücünde iki adet ana makine ve bu makinelerin tahrik ettiği 1,67 m çapında dört kanatlı pervaneler kullanılmaktadır. Balıkçı teknesinde kullanılan pervanelerin hatve-çap oranları ortadaki pervane için 0,833 yanlardaki pervaneler için 0,946 olarak alınmıştır [5].

Balıkçı teknesinde kullanılmakta olan sevk sisteminin analiz edilebilmesi için pervane özelliklerine ve ana makine özelliklerine bağlı olarak farklı

hızlarda pervanelerin itme kuvvetlerini, döndürme momentlerini ve bunlara bağlı olarak itme güçlerini hesaplayabilen, pervanenin oluşturduğu itme gücü eğrilerini ve teknenin efektif güç eğrisini hızın fonksiyonu olarak aynı diyagram üzerinde çizebilen bir program hazırlanmıştır. Hazırlanmış olan program dört farklı B serisi pervane[6] tipi için uygulanmış ve teknedeki tüm makinelerin çalışması durumunda, sadece ortadaki makinenin çalışması durumunda ve sadece yanlardaki makinelerin çalışması durumunda teknenin ulaşabileceği maksimum hızlar tahmin edilmiştir. Dört farklı pervane tipinin itme gücü-hız ve efektif güç-hız eğrileri Şekil 3'te verilmiştir. Şekil 3'ten de görüldüğü gibi teknenin sadece ortadaki makinesinin çalıştırılması ile yaklaşık 16,2 knot, sadece yanlardaki makinelerinin çalıştırılması ile 15,8 knot ve tüm makinelerinin çalıştırılması ile yaklaşık 17,2 knot hız yapması beklenmektedir. Yapılan hesaplamalar en iyimser durumda; pervanelerin bir birlerini etkilemediği ve pervaneye gelen su akımının bozulmadığı durumlar için geçerlidir. Örnek balıkçı teknesinde teknenin kış formu oluşabilecek hidrodinamik kusurlar dikkate alınmadan tasarlanmıştır(Şekil 4). Balıkçı teknesinin sevk testlerinde teknenin istenilen hıza ulaşamadığı, maksimum 15 knot hıza ulaşabildiği görülmüş, ortada bulunan makine ve pervaneden istenilen verimin alınmadığı belirlenmiştir.



Şekil 4. Örnek Balıkçı Teknesinin kış formu



Şekil 3. Dört farklı pervane için itme gücü-hız ve efektif güç-hız eğrileri

2*THP1: Yanlardaki ana makinelerin ve pervanelerin oluşturduğu toplam itme beygir gücü

THP2 : Ortadaki ana makine ve pervanesinin oluşturduğu itme beygir gücü

THP : Yanlardaki ve ortadaki ana makinelerin ve pervanelerin oluşturdukları toplam itme gücü

EHP : Teknenin efektif beygir gücü

5. ÖRNEK BALIKÇI TEKNESİNE UYGUN SEVK SİSTEMİ TASARIMI

Örnek balıkçı teknesinde Şekil 4’de görüldüğü gibi kış form pervane çaplarının büyük tutulmasına engel olmaktadır. Pervane çaplarının küçük tutulması devir sayılarının yüksek tutulmasını gerektirerek kavitasyon riski oluşturmaktadır. Bu durumun önlenmesi için pervane sayısının artırılması dolayısıyla pervanelere gelen yükün düşürülmesi gerekmektedir. Örnek balıkçı teknesinde üç adet pervane kullanılarak hem hız artışının sağlanması hem de kavitasyon riskinin azaltılması istenmiştir. Fakat yapılan tecrübe testleri sonucunda istenilen hız artışının sağlanamadığı belirlenmiştir. Yapılan sevk sistemi analizi sonucunda da yandaki pervanelere ve makinelere ek olarak ortadaki pervane ve makinenin kullanılması ile en iyimser durumda yaklaşık 1 knot hız artışının sağlanabileceği belirlenmiştir. Hem tecrübe

testleri hem de direnç analizleri geminin ortasında bulunan ana makine ve pervanenin gereksiz yere üretim ve işletme maliyetlerini artırdığını göstermiştir.

Örnek balıkçı teknesi için yapmış olduğumuz sevk sistemi tasarımında maksimum hız 16 knot seçilmiş, sevk sistemi çift pervaneli olarak tasarlanmış ve kavitasyon riskini düşürmek için pervane çapları mümkün olduğu kadar büyük tutulmuştur. Pervane çapı 1,9304 m (76 inch) seçilmiş yapılan hesaplamalardan sonra Tablo 3'te belirtilen özelliklerdeki pervaneler tasarlanmış ve Tablo 3'te belirtilen ana makine güçleri belirlenmiştir. Son olarak tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri yapılmış ve Tablo 4'te görüldüğü gibi B 4.70 ve B 4.85 pervaneleri dışındaki pervaneler kavitasyon açısından riskli görülmüştür.

Sonuç olarak sevk sistemi olarak maksimum devir sayısı 1800 d/dk olan 850 BG gücündeki iki adet ana makine, redüksiyon dişlisi oranı 5,901:1 olan iki adet dişli kutusu ve çapı 1,9304 m, hatve-çap oranı 0,889 olan iki adet B 4.70 pervanesi seçilmiştir.

	B 3.50	B 4.40	B 4.55	B 4.70	B 4.85	
D	1.9304	1.9304	1.9304	1.9304	1.9304	m
SHP	793.1779	833.5107	836.3211	836.3211	866.2284	BG
H/D	0.804115	0.8817	0.864542	0.864542	0.915033	
Nperv	330	305	310	310	300	d/dk
T	13125.58	13132.77	13130.63	13130.63	13124.2	lb
Q	12240.18	13916.9	13738.6	13738.6	14704.23	lbft

Tablo 3. Sevk sistemi tasarım sonuçları

	Pratik Kavitasyon K.	Keller Kavitasyon K.	Burill Kavitasyon K.
B 3.50	Risk yok	Risk var	%2.5-5 sırt kavitasyonu
B 4.40	Risk yok	Risk var	%5-10 sırt kavitasyonu
B 4.55	Risk yok	Risk var	Risk yok
B 4.70	Risk yok	Risk yok	Risk yok
B 4.85	Risk yok	Risk yok	Risk yok

Tablo 4. Tasarlanmış olan pervanelerin kavitasyon kontrolleri



Şekil 5. Tasarlanmış olan pervanenin üç boyutlu görünüşü

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Sunulan bildiride, örnek balıkçı teknesinin sevk sistemi analiz edilmiş, yetersizlikleri vurgulanmış ve tekne için sevk sistemi tasarımı yapılarak aşağıdaki sonuç ve önerilere ulaşılmıştır.

1. Bölge tersanelerinde ana makineye göre pervane siparişi yapılmaktadır. Yapılmış olan analizlerde ana makine özellikleri ve redüksiyon dişli kutuları bilinen örnek balıkçı teknesi için tasarlanmış olan pervanelerin uygun çapta ve uygun hatvelerde olduğu belirlenmiştir.
2. Örnek balıkçı teknesinin sevk sistemi analizine göre teknenin ana makinelerin tümünün çalışması durumunda 17,2 knot, sadece ortadaki ana makinenin çalıştırılması durumunda 16,2 knot ve sadece yanlardaki ana makinelerinin çalıştırılması durumunda 15,8 knot hıza ulaşması beklenmektedir. Analiz sonucuna göre yanda bulunan 800 BG gücündeki ana makinelere ek olarak yaklaşık 1 knot hız artışı için ortada bulunan 1800 BG gücündeki ana makinenin kullanılmış olduğu söylenebilir. Üç ana makineli ve pervaneli sevk sistemi yerine çift ana makineli ve çift pervaneli bir sevk sistemi tasarımının yapılmasıyla teknenin hem üretim maliyetinin hem de işletme maliyetinin düşürülebileceği düşünülmektedir.
3. Örnek balıkçı teknesinde yapılmış olan sevk testlerinde balıkçı teknesinden istenilen verim alınamamış tekne üç ana makineyle maksimum 15 knot hıza ulaşabilmiştir. Ortada bulunan pervanenin verimsiz çalıştığı belirtilmiştir. Bu durumun pervaneye gelen su akımının bozulması ve pervanelerin bir birini etkilemesi nedeniyle olduğu düşünülmektedir. Bu nedenle teknenin kış formu hidrodinamik olarak pervanelerin verimini düşürmeyecek şekilde yeniden tasarlanmalıdır. Çift ana makineli ve çift pervaneli bir sevk sistemi tasarımının yapılmasıyla bu olumsuz etkilerin

azaltılabileceği ve hem üretim maliyetinin hem de işletme maliyetinin düşürülebileceği düşünülmektedir.

4. Doğu Karadeniz Bölgesinde inşa edilmekte olan balıkçı teknelerinin draftları küçük genişlikleri büyüktür. Bu durum bu teknelerin dirençlerini arttırmakta ve manevra yeteneklerini olumsuz etkilemektedir. Ayrıca draftın küçük ve pervane yuvalarının dar olması pervane tasarımını kısıtlamaktadır. Bu nedenle Türkiye sularına uygun yeni balıkçı teknesi formlarının geliştirilmesi gerekmektedir.

5. Doğu Karadeniz Bölgesindeki tersanelerde mühendislik uygulamaları yeterli ölçüde yapılamamaktadır. Tekneler usta-çırak ilişkisi ve deneme-yanılma yoluyla oluşturulmaktadır. Örnek balıkçı teknesinde görüldüğü gibi çoğu zaman hatalı uygulamalar yapılmaktadır. Bu hataların önlenmesi için bölge tersanelerinde aktif olarak gemi inşaatı mühendisi çalıştırılmalıdır.

7. KAYNAKLAR

[1] Durgun, O. ve Peşman, E., *Doğu Karadeniz Bölgesinde Gemi İnşa Sanayisinin Durumu ve Olası Gelişmeler, Gemi Mühendisliği ve Sanayimiz Sempozyumu 2004, 24-25 Aralık 2004, İstanbul, Bildiriler Kitabı, Sayfa 8.*

[2] Peşman, E., *Karadeniz Balıkçı Teknelerinin Direnç ve Sevk Analizi ve Sevk Sistemlerinin Tasarımı, Yüksek Lisans Tezi, KTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, (Nisan 2005'de Enstitüye teslim edilmiştir), Trabzon*

[3] Holtrop, J., Mennen, G.G.J., *A Statistical Power Prediction Method, International Shipbuilding Progress, 25 (1978)*

[4] Schneekluth, H., *Ship Design for Efficiency and Economy, Butterworth, Heinemann, 1987*

[5] URL-1 www.erispropellers.com

[6] Lewis, Edvard V., *Principles of Naval Architecture, Volume 2 Resistance, Propulsion and Vibration, The Society of Naval Architects and Marine Engineers, NJ, 1988*

İÇ SULARDA YOLCU VE ARAÇ TAŞIMACILIĞINDA LNG'NİN DİZEL YAKITA ALTERNATİF OLARAK KULLANIMI

A. Aydın ERCAN⁽¹⁾

ALİ KUŞOĞLU⁽²⁾

Yard. Doç. Dr. Cengiz DENİZ⁽³⁾

(1) İstanbul Deniz Otobüsleri AŞ.

(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi, kusoglu@itu.edu.tr

(3) denizc@itu.edu.tr

ÖZET

Bu bildiride, iç sularda yolcu ve araç taşımacılığında LNG nin kullanılabilirliği ve avantajları : özellikleri, denizde kullanımının tarihsel gelişimi ve elde edilen bulgular ile kendine has makine konseptleriyle beraber ortaya konulmuştur.

1. GİRİŞ

Enerji savaşlarının yaşandığı günümüzde, dünyada olduğu gibi ülkemizde de iç sulardaki taşımacılıkta sürekli artan yolcu ve araç sayısı ile bunun sonucunda oluşan talebi karşılama konusunda önümüzdeki 20/30 yılı da kapsayacak şekilde belirleyeceğimiz hızlı yolcu ve araç gemisi teknolojisi ve stratejisinin belirleyici unsurunu oluşturacak olan kriterleri aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür :

- Yakıt giderleri
- Bakım tutum giderleri
- Güvenlik
- Çevre ve halk sağlığı
- Hız
- Sürdürülebilir Performans

Aynı zamanda ülkemizin bir iç ulaştırma politikası olarak'da, stratejimizin belirlenmesinde yukarıdaki kriterleri en optimum düzeyde uygulama konusunda alternatif enerji kaynaklarının irdelenerek mukayeselerinin yapılmasının gerekliliği ülkemizin ve milletimizin menfaatleri doğrultusunda kaçınılmazdır. Şu an karada olduğu gibi denizde'de uygulama bakımından alternatif enerji kaynaklarına baktığımızda dizel oil'e alternatif olarak doğalgaz ve hidrojen'i görmekteyiz. Hidrojen'in maliyet ve uygulanabilirliğinin şu an için çok pahalı olması dolayısıyla tek alternatif yakıt olarak doğal gaz karşımıza çıkmaktadır. Peki ama acaba doğalgaz, operatörün makine ve teknoloji seçimi konusundaki yukarıda saydığımız kriterleri ne ölçüde karşılamaktadır? Bu sorunun cevabı seçim konusunda bize aradığımız yolu gösterecektir.

2. LNG NEDİR? ÖZELLİKLERİ, TÜRKİYEDEKİ ALTYAPISI VE ENDÜSTRİ İLE DENİZCİLİKTEKİ KULLANIMININ TARİHSEL GELİŞİMİ

LNG (Sıvılaştırılmış Doğal Gaz) içerisinde sülfür ve karbondioksit gibi zehirli atıkların kaldırıldığı, kaynama noktası atmosfer basıncında -161,5 Centigrad yakınlarına kadar soğutulan doğal gaz'dır. Sıvılaştırma prosesinin bir parçası olarak, yaygın olarak doğal gaz sıvıları olarak adlandırılan en ağır hidrokarbonlar olan (C4, C5, C6) doğalgaz'dan ayrılır. LNG denizde ve karada dökme olarak ve pratikte kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta ve 0 bar dolaylarında taşınır. Teorik olarak kritik sıcaklığı -82 Centigrad olup bu sıcaklığın altında 45 bar dolaylarında taşınabilir. LNG nin içerisinde baskın olarak genellikle hacim olarak %80'in üzerinde metan (C1) ve kalan gazlar ise etan (C2), propan (C3) ile Bütan'dır. Bir çok LNG karışımları %1'e kadar nitrojen (azot) içerir.

LNG görünüş olarak renksiz, saydam ve zehirsiz olup korozyon etkisi yoktur. Yamlılık sınırlara havanın içerisinde hacimsel olarak min %5 - max %15 tutuşma sıcaklığı ise 595 Centigrad olup deri tarafından emilmez.

Doğal gaz endüstride taşıma ve depolama ihtiyacı olan yerlerde CNG ve LNG olmak üzere iki şekilde kullanılır. CNG (Sıkıştırılmış Doğal Gaz) 250 bar basınç dolaylarında kritik sıcaklığın üzerinde ortam sıcaklığında depolanan doğal gaz'dır. Bu işlemi balık adamların yada yangına müdahale amacıyla kullanılan solunum tüplerinin atmosferdeki havayla basınç altında

depolanması işlemine benzetebiliriz. Enerji kaynağı olarak CNG de kullanılsa LNG de kullanılsa her ikisi'de 5 bar'ın altında ve ortam sıcaklığı (0-50 Centigrad) dolaylarında gaz halde tüketilir dolayısıyla doğalgazdan alınan enerjide tüketimi esnasındaki fiziksel durumu ile ilgili olarak kcal/m³ yada MJ/m³ olarak verilen değerlerden hesaplanır.

Gazların sıvılaştırılması ve taşınması ile ilgili teknoloji yeni olmayıp özel olarak ilk gemi dizaynı bütan taşımak üzere 1934'de inşa edilmiştir. Önce bütan daha sonra 1950 lerde propan ve 1959 da ise doğalgaz'ın sıvılaştırılması ve taşınması konusundaki gelişimin ticari platformda ulaştığı etkilerle evrimini tamamlamıştır. Doğalgazın makinelerde kullanımı ; kara'da 1930'lardan beri kullanılmakta olup, denizde ise 1964'den beri bazı LNG taşıyıcıların, geminin tahrik sisteminde buharlaştırdıkları gazı kullanımı ile başlamıştır.

Türkiye'de LNG, Botaş'ın Marmara Ereğlisi'ndeki Temmuz 1994'den beri faaliyetteki 17.000.000 M3 lük depolama tesisine Cezayir ve Nijeryadan gemilerle gelerek depolanır ve dağıtımı yapılır.

Dünyada, yolcu ve araç taşımacılığında Doğal Gaz 2000 yılına kadar genellikle göl nehirler olmak üzere iç sularda CNG olarak kullanılmış. İlk LNG feribot ise 100 araç ve 300 yolcu kapasiteli olmak üzere 29 Ocak 2000 tarihinde Norveçte hizmete girmiştir. Uluslar arası deneyim aşağıdaki gibidir.

<u>Gemi Tipi</u>	<u>Yeri</u>	<u>Yıl</u>	<u>Makine</u>	<u>Depolama</u>
'Accolade II'	Adelaide	1982	Çift yakıt	CNG
Dökme yük	Avustralya		2 makine	
'Klatawa'	Vancouver	1985	Çift yakıt	CNG
Araç/yolcu ferry	Kanada		2 makine	
26 araç, 146 yolcu				
'Kulleet'	Vancouver	1988	Çift yakıt	CNG
Araç/yolcu ferry	Kanada		2 makine	
26 araç, 146 yolcu				
Canal Boat	Amsterdam, Hollanda	1992	Çift yakıt 1 makine	CNG
Canal Boat	Amsterdam, Hollanda	1994	Çift yakıt 1 makine	CNG
Turist gemisi	St Petersburg, Rusya	1994	Çift yakıt 2 makine	CNG
	Moskova	1994	Çift yakıt 2 makine	CNG
'Elisabeth River'	Norfolk	1995	Gas makine	CNG
Yolcu ferry, 149 yolcu	USA		2 makine	
'Glutra' Ferry	Molde	2000	Gas makine	LNG

Tablo 1 : Doğalgazlı Yolcu ve Araç Gemileri

A. Aydın Ercan, Ali Kuşoğlu, Yard. Doç. Dr. Cengiz Deniz

3. DENİZDE DOĞALGAZ TEKNOLOJİSİ

Otto ve Diesel Yanma Prensipleri

Başlıca modern gaz makineleri Otto prensibine göre çalışır. Yakıt silindirlere sıkıştırılmaya başlamadan önce hava ile ön karışıma tabi tutulur. Sonuç olarak karışım yanma odası içerisinde yanmanın sağlanması için elektriksel bir kıvılcımla yada üst ölü noktaya yaklaşıldığı sırada krank açısı cinsinden birkaç derecelik dizel yakıtı püskürtülerek hava gaz karışımının ateşlenmesi sağlanır. Alevin yayılması yanma odasının şekli, sıcaklığı, basıncı, karışımın hazırlığı ve oranı, ateşlemenin zamanı gibi bir çok faktöre bağlıdır.

Gaz makinelerinde en yaygın prensip Otto olduğundan bu leanburn (fakir yanma) prensibi olarak da adlandırılır. Zira otto prensibine göre çalışan motorlar fazla havaya (leanburn) meyillidirler. Oysaki dizel motorları ise yetersiz hava gelmesi ve bunun sonucundaki zengin karışım (rich mixture) ve duman ile fazla karbonmonoksit emisyonuna meyillidirler özellikle ilk hareket ve manevralardaki türbinin henüz devrini alamaması ve yetersiz hava basması bunun nedenlerindendir. Örneğin Dizel motorlarda erken püskürtme ve bunun sonucunda oluşan yakıt birikmesi ve oluşan çok zengin karışımın birden ateşlenmesiyle vuruntu ve çekiçleme etkisi, tersi durumda ise püskürmenin gecikmesi ve silindir içerisindeki yanma karışımının aşırı fakirleşmesi ise alevin oluşmaması (misfire) neden olabilir. Bu yüzden silindirlere verilen yakıtın hava ile karışım oranı ve zamanlaması çok önemlidir. Bilindiği gibi yakıtın yanabilmesi için oksijene ihtiyacı vardır.

Dolayısıyla makine ani yüklense bile daima yeterli oksijen miktarı leanburn konseptinde mevcut olduğundan bu durum bize makinenin daha düzgün ve verimli çalışmasını sağlar. Bunun yanında, içeri giren fazla havanın yanma sonu oluşan maksimum sıcaklıkları düşürmesi sonucu düşük azot oksit emisyonları ve yüksek güç yoğunluk potansiyeline sahiptir. Genellikle, daha fakir karışım, bir kararsızlık ile hidrokarbon ve karbon monoksitin hızlı bir şekilde arttığı alevin oluşmama limitine varıncaya kadar daha iyidir.

	Yanma Yolu	Yanma Duru	Yanma pozisyonu	Kıvılcım ateşleme sistemi	Çalışma	Sadece gaz yakıt	Ana gaz beslemesi mühür em veri
Açık yanma odalı makine ateşlemeli	İG	Evet	Orta	Evet	Hayır	Evet	Evet
Çalışma odalı makine ateşlemeli	İG	Evet	Orta	Evet	Evet	Evet	Hayır
Kapalı suyuzma odalı ateşlemeli	İGG	Evet	Orta	Evet	Evet	Evet	Evet
Çalışma odalı makine pilot	PG	Evet	Orta	Hayır	Evet	Hayır	Hayır
Çalışma odalı güç yakıt	DF	Evet	Orta & Dizel	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
Gaz dizel	GD	Hayır	Dizel	Hayır	Hayır	Hayır	Hayır
İstisnalar		Hayır	Orta	Evet	Hayır	Evet	Hayır

Tablo 2 : Farklı gaz makinelerinin ana karakteristikleri

Modern Otto ve Dizel gaz makineleri kabaca aynı verime sahiptirler. Bir Otto makinesinin çıkış gücü vurdutandan dolayı sınırlandırılmıştır, buna karşılık dizel makinesi daha maliyetli yakıt sistemine ihtiyaç duyar ve daha yüksek emisyonlara sahiptir.

Gaz makinelerinin yakıt ve yanma sistemleri çoğunlukla güç eğrilerinin daha dar bir bandında elektrik makinesi olarak çalıştırılarak optimize edilir, bu da gaz makineleri kullanan gemiler için en ideal sistemin dizel/elektrik tahrik sistemi olması sonucunu doğurur böylelikle de her bir makinenin kendine has belirlenmiş güç aralıklarında düşük emisyonlar ve iyi bir yakıt ekonomisi sağlanır. Sonuç olarak, gemi tahrikine yönelik mevcut gaz makineleri içerisinde sabit devir gaz/elektrik tahrik sistemi en iyi oluşumu sağlar. Tipik bir gaz/elektrik sisteminde alternatör kayıpları %1,5 gibi ihmal edilebilir mertebededir.

Gazın Yanma Karakteristikleri

Yüksek oktanlı doğalgaz, tipik kıvılcım ateşlemeli makinelerde ideal vurdutma karakteristikleri gösterir. Maalesef, kıvılcım ateşlemeli makinelerin yanma karakteristiklerini iyileştiren bu yakıtlar sıkıştırma ateşlemeli yüksek güçlü dizel makineleri için arzu edilmezler zira bu tip yakıtlar son derece yüksek kompresyon oranına yada silindir içerisine harici bir kaynaktan ateşlemeyi

sağlamak için ısı enerjisi yada kıvılcım transferine ihtiyaç duyarlar. Doğalgazın sıkıştırılması sonucu kendiliğinden ateşlemesine ihtiyaç duyulan kompresyon oranı oldukça yüksektir ve zaten bu durumda da makinenin güvenilirlik ve performansında ciddiye bozulmuş olur. Çözüm dizel gibi sıkıştırılan gaz/hava karışımına küçük bir miktar pilot dizel oil püskürtülerek yanmanın sağlanmasındadır. Piston alt ölü noktaya yaklaşırken giren havaya gaz bir giriş valfinden verilir, hava ile yakıt karışır ve piston üst ölü noktaya doğru yol alırken sıkıştırılır. Üst ölü noktaya yakın bir yerlerde çok az bir miktar (bir derece kadar) düşük ateşleme sıcaklığındaki pilot dizel oil püskürtülerek ateşleme sağlanır ve bu ateşleme gaz karışımını ateşleyerek yanmanın karışım boyunca yayılmasını sağlar. Bu yaklaşım makine vuruntusunu önlemek için daha düşük bir kompresyon oranına ihtiyaç duyar.

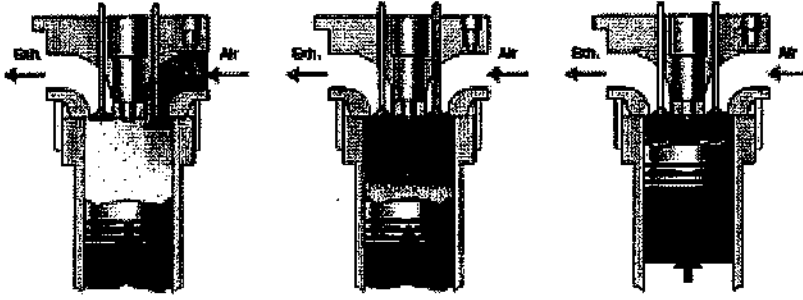
Makinenin pilot (ateşleme) püskürtmesinden ilerleyen yanma ve beraberinde yanma odasını yararak ilerleyen basınç jeti oldukça büyük olursa yanmamış gaz karışımı içerisinde yanma alevin önünde tetiklenebilir bu olay kendiliğinden ateşleme olarak adlandırılır ve tahrip edici bir vuruntuya neden olur. Bu nedenle, ateşlemeyi sağlamak maksadıyla püskürtülen yakıt normal dizel çalışmasında tüm çevrim boyunca püskürtülenin yüzde birinden daha azdır ve bu yüzden mikro pilot püskürtmesi olarak adlandırılır.

4. DENİZDE LNG KULLANAN FERRY TEKNOLOJİSİ

Çift Yakıt (DF) ve Lean Burn Konsepti

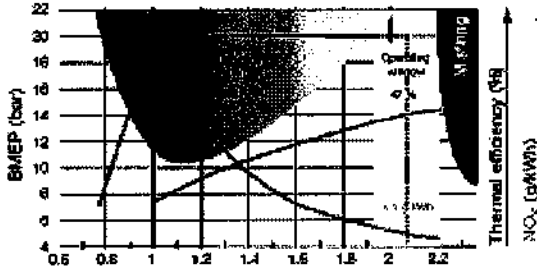
Çift yakıt sisteminde makine asıl olarak gaz – hava karışımı ile çalışmasının yanısıra alternatif olarak istenildiğinde back up sistem denilen doğrudan marine dizel oil ile de (geleneksel dizel makinesi gibi) çalışabilir.

Makine gaz modunda lean burn olarak ve otto çevrimine göre çalışır. Ateşleme, mikro pilot püskürtme sistemi denilen nominal yakıt enerji girişinin %1'inden daha az bir dizel oil'in (pilot yakıt) pilot memeden püskürtülmesi ile sağlanır. Makine, sıvı yakıt yada normal dizel oil modunda ise makine, geleneksel yakıt püskürtme sistemi kullanan bir dizel gibi çalışır.



Resim 1 :Çift yakıt (DF) Lean Burn makine konseptinin Gaz modunda Çalışmasını Gösterir Resim.

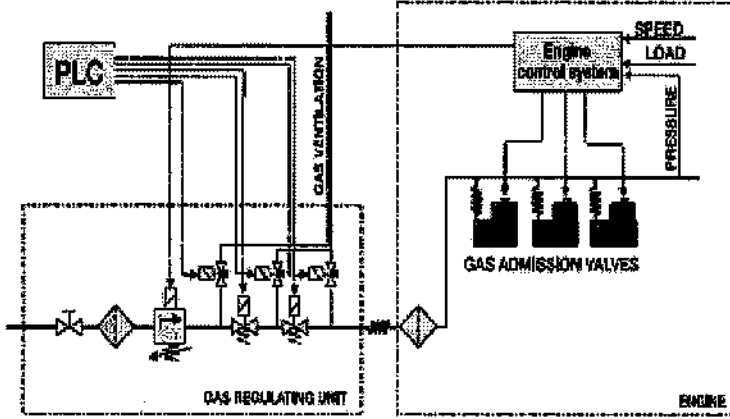
Bu makineler gemi tahriki için elektrik üretmek amacıyla dizayn edilmişlerdir. Gaz modundan dizel moduna istenilen bir yükte geçilebilir. Ayrıca makine dairesinde sensörler tarafından herhangi bir sızıntı hissedilirse sistem gaz valfini kapatarak otomatik olarak derhal dizel moduna güç üretiminde herhangi bir kısıtlamaya mahal vermeden geçebilir.



Resim 2 : LNG kullanan yüksek güçlü DF makinenin performansının optimize edilmiş Lean Burn çalışma aralığı.

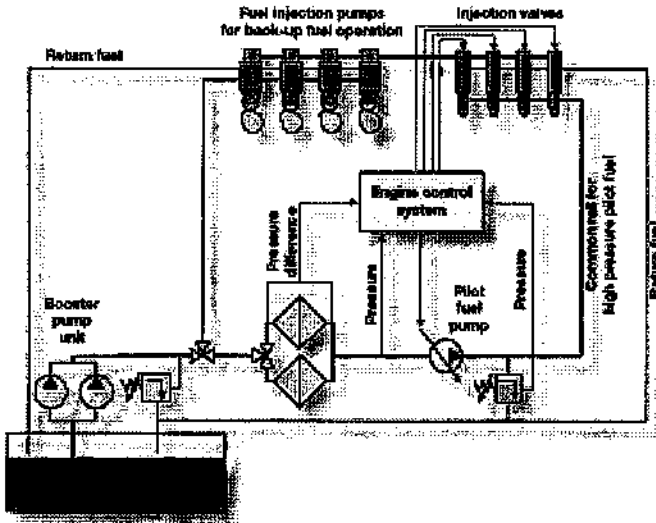
DF makinede, diğer dizel makinelerinden farklı olarak her bir silindirdeki yanmayı kontrol eden özel bir elektronik kontrol sistemi donatılmıştır. Bu sistem tüm şartlarda her bir silindirin istenilen çalışma aralığında kalmasını sağlar. Kararlı ve iyi kontrol edilen yanma aynı zamanda, makine elemanları üzerinde daha az ve dengeli mekanik ve termal yük dağılımını sağlar.

Gaz yakıt sistemi filtreleri ve gerekli kapatma ve havalandırma valfleri ile birlikte emniyetli ve problemsiz bir şekilde makineye gaz teminini sağlar. Doğal gaz makineye gaz valf ünitesinden geçirilerek verilir. Makineye verilen gazın basıncı gaz valf ünitesinin önüne konulan basınç regülasyon valfi ile sağlanır.



Resim 3 : DF Makine Gaz Yakıt Sistemi

Gaz yakıt basıncı makinenin yükü ve yakıtın kalori değerine (alt ısı değeri) bağlıdır. Tam yükte LHV 36 MJ/Nm³ lük bir gaz için gaz basıncı yaklaşık 4 bar'dır ; daha düşük alt ısı değerli gazlar için gaz basıncı artırılmalıdır. Makine üzerinde elektronik olarak kontrol ve hareket ettirilen gaz dağıtım valfleri her bir silindire tam olarak doğru miktar gazın verilmesini sağlarlar. Böylelikle makinenin çökmesine, vuruntusuna ya da alevin kaçırılmasına mahal vermeden güvenilir bir performans sağlanır.



Resim 4 : DF makine yakıt sistemi

Makine üzerindeki yakıt sistemi iki kısma ayrılmıştır. Biri pilot yakıt ve diğeri ise back-up yakıt işletmesi için ana yakıt sistemidir. Ana yakıt sistemi için kullanılan donanım, her bir silindirdeki kemaft tahrikli dizel pompası ile geleneksel dizel makinesininkine benzer. Makine çift memeli enjektörle donatılmıştır. Ana meme dizel mod'da kullanılırken diğeri meme ise gaz modun'da ateşlemeyi sağlayan pilot yakıtı püskürtmede kullanılır. Pilot yakıt basıncı: filtreler, basınç regülatörü ve makine tahrikli radyal piston tip pompayı ihtiva eden ortak pompa ünitesinden sağlanır. Pilot yakıt common-rail tip boru arasından ve yaklaşık 900 bar basıncında silindirlere püskürtülür. Pilot yakıt püskürtme zamanı ve süresi elektronik olarak kontrol edilir. Makine gaz modunda çalışırken, pilot yakıt miktarı tam yük tüketiminin %1'inden daha azdır.

5. TÜRKİYEDE MARMARA GİBİ İÇ SULARDA LNG FERRY İLE YOLCU VE ARAÇ TAŞIMACILIĞININ SAĞLADIĞI FAYDALAR

1. LNG Mevcudiyeti, Elde Edilmesi ve Yakıt Giderleri Karşılaştırılması :
Öncelikle şu bilinmelidir'ki gemide depolanacak olan gaz sıvı haldedir. Aşağıda ısı değeri m³ olarak verilen gaz lt olarak Botaştan alınacaktır. Yani, Botaş bize 1 m³ gazın sıvı halini verecektir, bu'da yaklaşık 2,0lt'dir, ısı miktar olarak yaklaşık 1 lt dizel oil'e tekabül eder. Yani 1 lt LNG yi hacim olarak yaklaşık 500 kat ısı ile genişleterek makinemizde kullanmaktayız.

BOTAŞ'ın Sanayi' ye verdiği doğalgaz'ın ısı değeri (LHV) 8250 kcal/m³

Motorin'in ısı değeri (LHV) 10200 kcal/kg 10 Şubat 2005 tarihi itibariyle 2005 zamlarıyla birlikte Doğalgazın birim fiyatı 0,288692 YTL/m³ (sanayi için ÖTV dahil), ortalama verim %93 olduğuna göre : $YTL/1000 \text{ kcal} = 0,288692 \times 1000 / 8250 \times 0,93 = 0,037627 \text{ YTL/1000 kcal} + \%18 \text{ KDV}$
 $0,00677286 + \%30 \text{ Botaş karı } 0,011288 = 0,0557 \text{ YTL/1000 kcal (EPDK kararları ile serbest piyasa ve rekabete geçildikten sonra Botaş karının azalacağı unutulmamalıdır.)}$

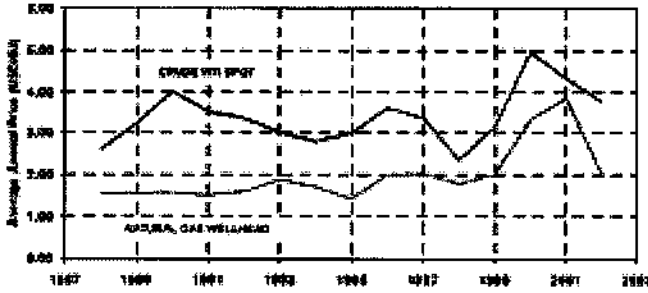
Dizel oil'in ÖTV siz alınan litre fiyatı yaklaşık 0,62 YTL/lt ise 0,72 YTL/kg yapar verimde %84 olduğuna göre : $YTL/1000 \text{ kcal} = 0,72 \times 1000 / 10200 \times 0,84 = 0,0840 \text{ YTL/1000 kcal}$

Fark = 0,0840 – 0,0557 = 0,0283 YTL/1000 kcal

Doğalgazın dizel oilden %'de kaç ucuza mal olacağını hesaplamak için
ise = $100 \times 0,0283 / 0,0840 = \% 33,7$ (yakıt maliyetlerimizin doğal gaz ile %33,7 aşağıya çekilmesi anlamına gelir)

Ayrıca doğalgaz'ın son bir yıl içerisinde fiyat artışı %23 oysa ki motorinin ise %29 olmuştur yani motorin Doğalgaz'dan daha hızlı artmaktadır. Büyük petrol şirketlerinin araştırma ve öngörülerine göre petrol üretimi Dünyada 2015 yılında bazılarının göre ise en geç 2030 yılında en üst seviyeye ulaştıktan sonra gerek rezervlerin azalmaya başlaması, gerek çevresel kaygılar ve gerekse de alternatif enerji kaynaklarından dolayı arz kısıllacaktır.

Uluslararası kabul gören kriterlere göre ; doğalgaz'ın maliyet olarak yakıt giderlerimizi %25 azaltması bile tek başına doğalgazı feribotlarda ve deniz otobüslerinde tercih etmemiz için yeterli bir sebeptir.



Resim 5 : Doğalgaz ve petrol fiyatlarının yıllara göre karşılaştırılması

Yukarıdaki grafikte görüleceği üzere son 14 yılda doğalgaz fiyatları hampetrolden ortalama %42 daha ucuz olmuştur. Ayrıca ülkemizin dünya doğalgaz ticaretinin neredeyse merkezinde olması ona enerji açısından hem bir köprü ve hem'de bir terminal olma özelliğini kazandırmaktadır. Türkiye bugün Rusya ve İran'dan aldığı doğalgaza ilave olarak Azeri ve Türkmen gazının Türkiye'ye ulaştırılması içinde projelerini sürdürmektedir. Bu gaz hatları yine yapımı devam eden Türkiye Yunanistan doğalgaz boru hattına bağlanacaktır. Bu durum Türkiye'nin elde ettiği doğalgaz kaynaklarının arzı ve miktarını arttıracaktır. Böylelikle, daha ucuza doğalgaz elde edebileceğimiz umutları doğmaktadır. Bu, doğalgazın denizde iç sularda kullanımının Türkiye'nin ve dünyanın enerji stratejisiyle uyumlu olduğunu göstermektedir. LNG şu an için Nijerya ve Cezayirden gemilerle Türkiye'ye

Botaş'ın Marmara Ereğlisindeki depolama tesisine gelse ve iç sularda yolcu ve araç taşıyan firmalar LNG yi buradan temin edecek olsalarda, alternatif olarak termo akustik denen metodla istenildiği takdirde son derece ucuz ve basit olarak Rusya ve İran'dan ve yakın gelecekte'de Azerbaycan, Türmenistan ve Irak'tan alacağımız doğalgazı sıvı hale geçirmek ve depolamak mümkün olacaktır. Zira geleneksel sıvılaştırma tesisleri milyar dolarlara varan yatırım gerektiren ve işletmesi'de masraflı tesislerdir. Oysaki Termoakustik metot olağanüstü basit, sade, kurulması ve işletmesi masrafsız bir tesistir.

Yenikapı Bandırma Hattında şu an çalışan Feribotların, Doğalgaz'lı Bir Feribotla Yakıt Kazançlarının Mukayeseli Hesabı

Yenikapı – Bandırma

Dizel Yakıtı Kullanan Feribot

Mesafe:	Sadece tek Gidiş Toplam 64 deniz mili
Feribot adı:	Turgut Özal veya Adnan Menderes
Yolcu kapasitesi:	800 adet
Araç kapasitesi:	200 adet
Hız:	30 mil ortalama (yükli)
Güç:	26000 kw (toplam makine gücü olup makine tamamını kullanamamakta)
Yaktığı yakıt:	5000 lt/saat toplam süre 2 saat 10 dk x 5000 = 10850 lt
Yakıt maliyeti:	10850 x 600000 TL/lt (ÖTV siz) = 6510 YTL

Yakıt olarak Doğalgaz kullanan Feribot

Yolcu kapasitesi:	2000
Araç kapasitesi:	350
Hız:	28 mil (Yenikapı Bandırma arasını 2,28 saat de alır)
Servis şaft gücü:	41000 kw
%50 yük durumu yani 175 araç ve 1000 yolcu ile gittiği varsayılarak	
23000 kw şaft gücü ile:	$23000 \times 2,28 = 52440 \text{ kwh}$ (toplam güç ihtiyacı)
Yakıt tüketimi:	7640 kj/kwh
Kaç m ³ gaz gerektiği:	$7640 \times 52440 = 400\,000\,000 \text{ kj} / 34600$
(Türkiyedeki 1m ³ doğalgazın verdiği enerji) = 11560 m ³ gaz gerekmekte	
(sıvı halde yaklaşık 22000 lt)	
Yakıt maliyeti:	1 m ³ gaz ÖTV+KDV+Botaş karı +nakliye ile =
0,39 YTL/m ³ ise Toplam tutar =	$11560 \times 0,39 = 4508 \text{ YTL}$

% Yüzde olarak yakıt kazancı : $6510 - 4508 = 2002 \times 100/6510 = \%30$
yakıt'dan kazanç sağlanacaktır.

Bir günlük yakıt kazancının hesabı: Gemi günde 3 sefer (6 tek gidiş yada dönüş) yaptığına göre tek gidişte ki kazanç 2000 YTL olduğuna göre
 $2000 \times 6 = 12000$ YTL (8820 USD yapar)

Bir yıllık yakıt kazancının hesabı: $8820 \times 365 = 3.219.300$ USD yapar
(bunun içerisinde yağ ve filtreler ile bakım tutum kazançları yoktur, amortisman kazançları ve geminin seferden kalkmaması gibi kazançlar ayrıca hesaplanmalıdır.)

2. BakımTutum Giderleri:

Bugüne kadar ki doğalgaz makinelerinin çalışmaları ve elde edilen bulgular göstermektedir ki makinelerde doğalgaz'ın başlıca yakıt olarak kullanımı ile daha temiz bir yağlama yağı elde edilecek, makine aşınmaları azaltılacak ve overhol'ler arası süre uzatılacaktır.

Klatawa ve Kullet'den elde edilen overol bilgilerine göre yağın kirlenmemesi dolayısıyla değişim süreleri 3 katına uzamış yani 500 saatde bir yağ değiştiriliyorsa 1500 saate çıkmıştır, aynı şekilde yağ filtrelerinin değişim süreleride 3 katına uzayacağından dolayı yağın yanında, yağ filtrelerinden de kazanım olacaktır. Bilindiği dizel oil'in içerisindeki sülfür yanma sırasında yakıtın içerisindeki hidrojen ve havanın oksijeni ile birleşerek sülfirik asit oluşturur, oluşan sülfirik asit metale saldırarak kaver ve layner aşınmalarına ve çatlamalarına sebebiyet verir, oysa ki doğalgaz'da sülfür olmadığından dolayı yanma sırasında sülfirik asit oluşumu da söz konusu değildir ayrıca yanma verimi yüksek ve daha temiz bir yanma elde edildiğinden emisyonda partikül madde miktarı ile karbon ve kurum son derece düşük olup duman ve is görülmemektedir.

Böylelikle makinenin overol ömrü 3 katına çıkmaktadır, dizel yakıtıyla 15.000 saatde overol ettikleri makine gaz'lı çalışmada 50.000 saatin üzerinde açılmış ve temiz bulunmuştur. Türbin overol süreleri ise aynı sebeplerden dolayı iki kat uzamaktadır. Ayrıca bilinmektedir ki makine ne kadar overole girerse o kadar masraf ve sorunlar artmaktadır. Zira dizel makinelerinde overoller hassasiyet istemekte fakat ne yazık ki bu hassasiyet tam olarak her zaman gösterilemediğinden dolayı her bakım tutum ve overol sonrası ayrı sorunlarla karşılaşmaktadır. Overol sürelerinin uzaması

bu sorunlarında görülmesi olasılığını azaltacaktır. Overol'de harcanan süreler içerisinde gemi çalışacağından dolayı ayrıca bir kazanım elde edilecektir. DF makine'li feribot yada deniz otobüsü gaz/elektrik sevk sistemli olduğundan ve gemideki tüm makineler elektrik ürettiğinden dolayı bir veya iki makine arızalansa bile geminin yolda kalması, çökmesi yada elektriksiz kalması gibi bir durum söz konusu olmayacaktır.

3. Güvenlik

Norveç Denizcilik İdaresi LNG'nin yolcu gemilerinde kullanılması ile ilgili kurallarını 2000 yılında, kargo gemilerinde kullanımı ile ilgili kurallarını ise 2002 yılında yürürlüğe koydu.

DNV, LNG nin feribotlarda kullanımı ile ilgili kurallarını ise 2001 yılında tamamlayarak yürürlüğe sokmuştur. Bu kurallar yakıt olarak gaz kullanan hızlı feribotlara özel değildir diğer gaz yakıt kullanan gemiler içinde uygulanabilir.

Gaz yakıtın gemide kullanımı, klas kuruluşunun taleplerine uygun olarak bazı özel makine düzenlemeleri yapmayı gerektirir. Makine, aşağıdaki özelliklerde belirtildiği üzere acil kapama felsefesine göre dizayn edilmektedir.

- Makine dairelerinden herhangi birinde bir sızıntı olması durumunda otomatik olarak gaz acil kapama devreye girerek makine dizel yakıtı geçer.
- Gaz dedektörleri gaz sızıntısını çabucak ölçecek şekilde stratejik noktalara konmuştur.
- Makineler, aralarında koferdam olan iki ayrı makine dairesine yerleştirilmişlerdir. Böylelikle herhangi bir makine dairesinde olan gaz sızıntısının diğer tarafı etkilemesi önlenmiştir.
- Fazla güce gerek olmadığı durumlarda tek makine dairesinin kapatılmasından sonra bile yarı güç mevcuttur.
- Düşük gaz basıncı, yaklaşık 5 bar (10 barın altında)
- Makine dairesinde tek cidar gaz borulama
- Gaz boruları makine dairesinin dışında kapalı kanallardan geçer.

Gemi güvenliği üzerinde doğalgaz yakıt sistemi damgasını vurmuştur. Bu yeni konseptin onayı ve halkın kullanımı, klas kuruluşunun ve idarenin

yetkilerini ve sağduyusunu en üst düzeyde kullanmasına sebep olmuştur.

3.1 Klas Kuruluşu Açısından

Öncelikli olarak Lloyds Register, makinelerinde doğalgaz kullanan gemilerle ilgili olarak, klaslama ve onay amaçlı kullanılan IGC kodunun (uluslar arası gaz taşıyıcıları kodu) makineleri gaz kullanan diğer gemiler içinde uygulanabileceğini işaret etmiştir. Diğer lider klas kuruluşları da benzer görüşler beyan etmişlerdir.

Klas kuruluşu aşağıdaki planlara ihtiyaç duyar.

- Genel gemi planı (general arrangement)
- Gaz borulama sistemi dahili kapama ve güvenlik donanımları
- Gaz ısıtma planı
- Basınçlı gaz depolama tankları
- Gaz yakıt yakma düzenlemeleri

Tüm LNG donanımı A60 yangın güvenliği sınıfı ile donatılacaktır. IGC Kod açısından gaz yakıt kullanan gemilerle ilgili göze çarpan hususlar şöyledir :

- Doğalgaz sadece geminin sevk yakıtı olarak kullanılabilir.
- Kategori A hacimlerinde hiç ölü hacim kalmayacak şekilde mekanik havalandırma yapılacaktır.
- Gaz detektörleri alt parlama noktasının %30 unda aktif hale geçecek ve gaz miktarı alt parlama sınırının %60 ına ulaşmadan önce ana yakıt valfini kapatacaktır.
- Makine'ye gaz besleme basıncı 7 bar'dan az ve gaz sıcaklığı ise yaklaşık ortam sıcaklığında olacaktır.
- Gaz boruları yaşam mahalli, servis mahalli yada kontrol istasyonlarından geçmeyecektir.
- Gaz boruları çift cidar eşmerkezli tip borular olacak, iç ve dış cidar arasında inert gaz olacak örneğin azot ve basıncı ise gaz basıncından yüksek olacaktır.
- Havalandırma çıkış başlıkları yada keysleri flanşlı valflerle donatılacaktır.
- Gaz sızıntısı durumunda otomatik yakıt kapama donanımı bulunacaktır.

- Bölgesel el ile kapama donanımları bulunacaktır.
- Risk bölgelerindeki elektriksel donanım emniyetli tip olacaktır.

3.2 İdare Açısından

UK denizcilik ve sahil muhafaza (MCA), Arıza modu ve Etki Analizi (FMEA) risk değerlendirmesi metodunun doğalgazlı feribotlara uygulanmasını belirtmiştir. FMEA sistem, USCG tarafından uygulanmış ve olumlu sonuçlar elde edilmiştir.

1960'lı yıllardan beri doğalgaz'lı gemilerin, doğalgazın taşınması ve ana makinede kullanımı faaliyetlerinin bizlere verdiği tecrübelerle göre doğalgaz sanılanın aksine güvenli bir yakıt türüdür ve bugüne kadar hiçbir kaza olayı olup, herhangi bir can kaybı meydana gelmemiştir. Doğalgazı alternatifleri ile, ateşleme sıcaklığı bakımından karşılaştıracak olursak :

<i>Yakıt Türü</i>	<i>Ateşleme Sıcaklığı</i>
<i>Doğal Gaz</i>	<i>600 C</i>
<i>Benzin</i>	<i>400 C</i>
<i>Dizel oil</i>	<i>250 C</i>

Doğalgazın havanın içerisinde hacim olarak %5 in altında olması karışımın yanma için oldukça fakir bir karışım olduğunu ve şayet %15'in üzerinde ise karışımın yanma için çok zengin bir karışım olduğu sonucunu verir yani doğalgazın yanması alt ve üst parlama sınırları havadaki karışımı itibariyle oldukça dar bir aralıktadır dolayısıyla yanabilmesi oldukça zordur. LNG, dizel oil gibi yüzeylere yapışmaz bundan dolayı LNG döküntüsünün olduğu yerin yangın riski ihtiva etmesi söz konusu değildir.

Doğalgaz tabiatı icabı benzin yada dizele göre daha az uçucudur. Aynı zamanda havadan daha hafifdir bir sızıntı durumunda yukarı atmosfere doğru yayılır böylelikle aşağı çökerek sintine bölgesinde tehlikeli bir havuz oluşturma durumu söz konusu olmaz. Doğalgaz hapis olunmamış yerlerde patlayamaz ve ateşleme yada parlama sıcaklığı itibariyle ise benzin ve dizel oil'den çok daha yüksektir. Gerek doğalgazın gemide depolanması ve gereksede işletme gerekleri ve gemi dizaynı açısından LNG'nin hızlı feribotlarda dizelden daha güvenli olduğunu söyleyebiliriz.

4. ÇEVRE VE HALK SAĞLIĞI

Türkiye'de büyük şehirlerde yaşayan yaklaşık 45 milyon insan hava

kirliliği tehdidi altında olup bunların yaklaşık 14 milyonu ise hava kirliliği ile doğrudan karşı karşıya bulunmaktadır. Şehir nüfus yoğunluğu ve hava kirliliğinde Dünyada gösterdiğimiz ilk yirmideki başarıyı ulaşımda doğalgaz'a geçme konusunda maalesef gösterememekteyiz. İşte bu nokta bizlere ülkemizin, kara ve kabotaj'daki deniz ulaşımında çevre ve insan sağlığı ile ilişkilendirilmiş, doğalgaz gibi alternatif ve çevreci enerji kaynakları konusunda bir ulaşım politikası ve stratejisine ne kadar ihtiyaç duyduğunu göstermektedir.

1997 de IMO Marpol 73/78 konvansiyonuna ilave olarak Ek 6 protokolünü 'Gemilerden Hava Kirliliğinin Önlenmesi Regülasyonları' benimsedi. Ek 6 yürürlüğe girdikten sonra gemilerin egzozlarından atmosfere bırakılan sülfür oksit(SOx) ve azot oksit (NOx) emisyonlarına sınırlamalar getirildi. Tüm bunlara ek olarak IMO karbondioksit gibi iklim değişikliğine neden olan gazları tartışmaya başladı. Bununla beraber, dünyada nüfusun yoğun yaşadığı bazı bölgesel alanlarda gemilerden yayılan özellikle NOx, partikül madde (PM) ve sülfür oksitler (SOx) emisyonlarının giderek önemi artmaktadır.

4.1 Dizel Emisyon Karakteristikleri

Herhangi bir yanma sistemi gibi, gemi makinelerinde yanan yakıtla beraber ısı ve güç açığa çıkar. Bu enerjinin açığa çıkma prosesi hidrokarbonların oksidasyona uğrayarak başlıca su ve karbondioksit açığa çıkarmalarına neden olur. Bununla beraber, hava ve yakıt kullanan tipik bir yanma hidrojen, karbon ve oksijenden daha fazla element içerir.

Emisyon kontrolsüz dizel makineleri yüksek konsantrasyonlarda azot oksitleri ve partiküller ve düşük konsantrasyonlarda karbon monoksit ve hidrokarbon açığa çıkartırlar. Dizel makineleri benzinli makinelerle karşılaştırıldıklarında daha verimli yanma sistemlerinden dolayı birim iş başına daha az karbon dioksit açığa çıkartırlar. Bununla beraber dizel makinesinde yanan yakıt önemli seviyelerde sülfür ve diğer atıklar içeriyorsa yüksek sülfür oksit emisyonları ve diğer kirleticiler üretilebilir ; bu durum daha az pahalı distile ve ağır yakıtlar kullanılmak üzere dizayn edilmiş bir çok deniz dizel makinesinin ortak sorunudur.

Karbon Dioksit (CO2) : Dizel makinelerinin egzoz gazlarındaki en büyük hesaplanan kısım karbondioksit ve su'dur. Fakat ticari anlamda

karbondioksit, hava kalitesi sorununa duman ve is gibi katkıda bulunmadığından dolayı genellikle sera etkili gaz olması sebebiyle gözönüne alınarak önemsenir. Karbon dioksit atmosferde 50-100 yıl hatta daha fazla durgun vaziyette kalabilir. Güneş'in ve dünyanın yüzeyinden yansıyan enerjiye tuzaklık vazifesi görerek bunu tutar böylelikle de atmosferin ısınmasına katkıda bulunur. Yakıttaki hidrokarbonlardan sağlanan karbondan dolayı (yağlama yağı tüketiminin içerisindeki küçük miktarlar hariç olmak üzere), karbondioksit emisyonları yakıt tüketimi ile doğru orantılıdır. Bunun anlamı şayet tam yanma olduğunu farz edersek, makineye yakıtla birlikte giren karbondioksitle aynı sayıda karbon atomları makineyi terk eder. Gerçekte tüketilen yakıttan daha fazla karbondioksit'in açığa çıkmasının nedeni ise yakıtın içindeki karbon ve havanın içindeki oksijenin ağırlığının toplamı oluşan karbondioksitin ağırlığını belirler. Yakıt %86 olarak ağırlıkça karbon ihtiva eder. Karbonun moleküler ağırlığı 12 ve oksijenin ki 16 olduğuna göre karbondioksitin moleküler ağırlığı $12+16+16=44$ olur ki buradan, asıl ağırlığın karbondan çok oksijenden geldiği görülür. Karbon dioksit emisyonlarını azaltmanın başlıca üç yolu vardır.

a) Yakıt ekonomisini arttırmak : Yanmayan yakıtın azaltılması karbon emisyonlarını da azaltır. Bu aynı zamanda işletme masraflarını da azaltır, verimli yanmanın sağlanabilmesi hassas bir çok parametrenin aynı anda olmasını gerektirir bunun sağlanması ise feribot gibi düzenli ve her gün çalışan gemilerin dizel makinelerinde her zaman mümkün olmaz zira feribotlarda ticaret gemilerinden farklı olarak daha sık manevra ve soğuk çalıştırma söz konusudur bu ise makinenin ömrünü ve bakım tutum aralığını etkileyen parametrelerden birisidir. Ayrıca feribot düzenli olarak 365 gün çalışması istendiğinden bakım tutum için de ayıracak zaman bulmak oldukça zordur çünkü ticaret gemisi gibi limanda bekleme süresi en az bir yada iki gün bile değildir bu saatlerle ölçülür.

b) Alternatif Yakıtlar : Şayet bir makine sıvı petrol yakıtlarına göre önemli oranda daha az karbon içeren (%86 karbon'dan daha az) yakıtlar yakabilirse benzer enerji elde edilir fakat karbon dioksit emisyonları azaltılmış olacaktır. Bu noktada, ekonomi ve uygulanabilirlik açısından ve de içerisindeki karbondioksitin alınmış olması bakımından doğalgazın iç sularda çalışan feribotlar için en uygun alternatif olduğu görülmektedir.

c) Karbondioksiti Egzoz Devresinde Tutmak : Nox gibi diğer kirleticilerde kullanılan bir tekniktir fakat karbondioksit için daha az pratiktir. Aynı

zamanda bu sistemler pratik olduklarında önce sabit yanma sistemleri için kullanılacak ve daha sonra gemi gibi hareketli sistemlere uygulanabileceklerdir tabi ki masrafı ve de işletme maliyeti göze alınmak suretiyle.

Azot Oksitler (NO_x) : Atmosferde ki havanın sadece yaklaşık %21'i oksijen olup, bu yanma için gerekli olan bir gazdır ; atmosferdeki havanın başlıca kısmı azot'dur. Makinedeki yanmadan dolayı oluşan yüksek basınç ve sıcaklık şartlarında azot ve oksijen atomları tekrar reaksiyona girerek azot oksit (NO) ve azot dioksiti (NO₂) meydana getirirler ve bu gazlar NO_x olarak bilinir. Bu emisyonlar atmosferde güneş ışığının da etkisiyle ozono'da zarar verici bir sis ve duman oluşmasını sağlar insanda ise bu atmosferin solunması, solunum sistemi problemlerini ortaya çıkarır. Özellikle küçük çocuklarda astım türü solunum problemlerine yol açabileceği tespit edilmiştir. Azot oksitleri aynı zamanda atmosferde kimyasal reaksiyonlar sonucu partikül madde oluşumuna yardımcı olur. Bu olay 'ikincil partikül' madde olarak adlandırılır. Egzoz gazları atmosfere atıldıktan sonra oluşan bu partiküller asit yağmurlarının oluşmasına katkıda bulunurlar, asit yağmurları ise tabiattaki bir çok yeşil alan ve ormanların ölümüne neden olabilir. Geleneksel dizel motorlarda verim arttırıldıkça yanma basınç ve sıcaklıkları'da arttırılmış ve bunun sonucunda ise NO_x emisyonları yükselmiştir. Oysa ki doğalgazlı çalışmada lean burn konsepti ve daha düşük yanma sıcaklıklarından dolayı azot oksit emisyonları %80 a kadar azalmaktadır.

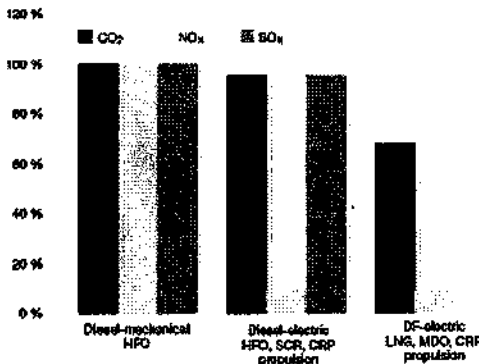
Partikül Madde Miktarı (PM) : Partikül madde ifadesi havanın içerisinde bulunan katı yada sıvı parçacıkları tanımlar. Bazı parçacıklar is yada duman gibi görülebilecek kadar yeterince büyük ve siyahtır, fakat daha küçük ve ince parçacıklar çıplak gözle görülmez ; bununla beraber bazı serpilmiş ince parçacık bulutları ışığın'da etkisiyle görülebilir. Dizel makinelerinin emisyonlarındaki partikül madde miktarının üzerinde durulması konusunda dünyada bir eğilim vardır çünkü bunlar görülebilir ve insanı doğrudan etkileyebilir bir kirlilik oluşturmaktadırlar.

Dizel makinelerin emisyonlarındaki partikül madde miktarının hava kirliliği ile ilgisi iki sebepten dolayı gittikçe artmaktadır. Birincisi, resmi özel ve uluslar arası araştırma birlikleri dizel egzozunun akciğer kanserinin olası sebebi olduğu sonucuna varmışlardır. Bu sonuç özellikle iç sulardaki kıyı kesimlerinde, liman bölgelerinde yaşayan halkın sağlığını tehdit eden önemli bir unsur olarak karşımıza çıkmaktadır.

İkincisi, politika yapımcılar özellikle dizel makine emisyonları ile ilgilenirler çünkü, bu söz konusu emisyonların insan sağlığı üzerindeki etkilerinin nasıl kontrol edileceğini ve azaltılacağını tam olarak bilmememiz onların bu şekilde davranmalarına sebep olur. Egzoz partiküllerinin boyut dağılımı potansiyel sağlık riskleri ile ilgilidir. Egzoz partiküllerinin dağılım boyutu akciğerlerdeki birikim açısından belirleyici anahtardır. Bu noktada, gaz'lı çalışma ile sıvı yakıt kullanan makinenin mukayesesi yapıldığında ise gazın yanma odasına yanmaya hazır bir halde buhar şeklinde havayla karışmış olarak girmesi oysa ki dizel yakıtının ise gaz hale geçebilmek ve hava ile karışımının sağlanabilmesi için istenilen yüksek basınçta pompalama, uygun ve iyi durumda olarak püskürtme sistemlerinin çalışması silindir içerisindeki yakıtın yeterince buharlaşabilmesi için silindirden ısı çekilmesi ve belli bir sıcaklığın temini gibi bir takım ihtiyaçlara gereksinim vardır. Dolayısıyla gazlı çalışmada verimin daha yüksek olması ve daha homojen bir yanmanın sağlanması ve doğalgazın yapısındaki ağır karbonların olmamasından dolayı egzozdaki is, kurum ve PM miktarı %99'a kadar azalmaktadır.

Karbonmonoksit (CO) : Çok iyi bakımlı dizel makinelerde benzinli motorlara göre daha az karbon monoksit emisyonu görülür fakat bakımsız dizel makinelerde ise CO emisyonu artma gösterir. Karbonmonoksitin kan ve dokular üzerinde zehirleyici etkilerinin yanında organ fonksiyonlarını da etkiler. Karbonmonoksit ile cenine ait beyin hasarları arasında bir bağlantı kurmuştur, görsel algıyı, kavrama ve idrak etmeyi, aerobik kapasiteyi azaltır, kalp hastalıkları ile ilgili kalp problemleri riskini artırır.

Sülfür Oksit (SOx) Emisyonları : Doğalgazın içerisinde sülfür olmadığından dolayı sülfür oksit emisyonları sıfırdır bu aynı zamanda yanma sırasında gaz makinesinde sülfirik asit oluşumunu da engeller.



Resim 6 : Tüm makine sevk sistemlerinin toplu olarak emisyon karşılaştırmaları

Genel olarak Doğalgaz kullanan makineler dizel ile kıyaslandığında :

- Kurşun yada sülfür emisyonları (SO_x) yoktur
- Azot oksit emisyonları (NO_x) %80 e kadar azaltılır
- Karbondioksit emisyonları %22 ye kadar azaltılır
- Karbonmonoksit (CO) emisyonları %76 ya kadar azaltılır
- Partikül madde is, kurum (PM) emisyonları %99'a kadar azaltılır
- Benzen emisyonları %97 ye kadar azaltılır.

6. SONUÇ

Özellikle iç sularda yoğun bir şekilde yolcu ve araç taşıyan ferry şirketlerinin yaptıkları işin tabiatının gereği olarak stratejik yönetime ihtiyaçları vardır. Bunu sağlarlarken ise belli kriterleri göz önüne alarak karar vermelidirler. İç sulardaki araç ve yolcu taşımacılığında ülkemizin ve halkımızın menfaatleri doğrultusunda doğalgaz gibi alternatif enerji kaynakları ile ilgili teşvik edici bir ulaşım politikası belirlenmelidir. Örneğin LNG deki zaten çok düşük olan ÖTV deniz ulaşımında kaldırılabilir. Fakat, sıvı yakıt yerine LNG ye geçiş ülkemiz tarafından yurt dışına ödenecek döviz miktarını azaltacaktır. Bunun yanında IMO tarafından gelmesi beklenen hava kirliliği ile ilgili çok daha sıkı kurallara karşı ülkemizi avantajlı konuma getirecektir, zira IMO metropollerdeki deniz ulaşımından kaynaklanan hava kirliliğine her geçen gün daha fazla odaklanmaktadır.

Bu konuda Dünyada öncü olan Norveç hükümeti denizcilik idaresi ile bir işbirliği protokolü düzenlenebilir. Bu protokol çerçevesinde denizcilik idaresindeki uzmanlar karşılıklı olarak kısa süreli değişim ve eğitim programları ile ülkemizin iç sulardaki yolcu ve araç taşımacılığı konusundaki stratejisinde konumu ve kazanımları doğrultusunda doğalgazın benimsenmesi, tanınması ve ülkemizde uygulanması ile ilgili olarak denizcilik idaremi gerekli prosedür ve kurallarını yazılı bir halde çıkartarak önemli bir adımı atmış olacaktır. Aşağıda, sıvı yakıt yakan bir feribotla doğalgaz yakan bir feribotun sistem ve teknoloji seçim kriterleri bakımından özet bir karşılaştırması yer almaktadır.

REFERANSLAR

- [1] Per Magne Einang - Norwegian Marine Technology Research Institute (MARINTEK) Konrad Magnus Hanvik - Norwegian Maritime Directorate NGV 2000 Advanced Technology 17-19 October 2000 Japan

	Dizel Yakıt Kullanan Feribot	LNG Kullanan Feribot
Yakıt Giderleri	100	70
Bakım Tutum Giderleri Kullanılan yedek parçalar, amortisman, yağ giderleri, yakıt-yağ ve T/C filtre giderleri, overol ve bakım sürelerinden dolayı iş kaybı	100	20
Güvenlik	İyi	Çok İyi Gerek geminin özel yapımı ve gereksede yakıtın atmosfere açık olmaması, alınan tedbirler, -100 C'nin altında düşük basınçta depolanması, kullanılan materyaller ve gemi dizaynı onu dizelden daha güvenli bir yakıt türü haline getirmektedir.
Çevre ve Halk Sağlığı	Orta	Çok iyi
Hız	Çok iyi	İyi
Sürdürülebilir performans	Orta	Çok iyi
Oil Spill Riski	Orta	Çok iyi
Yakıt temini alt yapısı	Çok iyi	İyi Başlangıçta Marmara Ereğlisinden karayoluyla taşınarak doğrudan gemiye temini mümkün
Yakıtların gelecek Perspektifi	Orta	İyi

Tablo 3 : Biri sıvı yakıt ve diğeri gaz yakıt yakan iki eş geminin değerlendirme kriterleri bakımından Karşılaştırılması

[2] James J. Corbett, P.E., Ph.D.- Principal Investigator University of Delaware Maritime Administration Vessel Operator Engine Emission Measurement Guide

[3] Paulo Bernardes – Silva, MSNAME I.Eng AMRINA US MarAd Workshop : Alternative Ferries&Other Vessels UK LNG Fast Ferry Program and Challenges

[4] Wartsila – The Ship Power Supplier

[5] The ECI Dual Fuel Sourcebook Energy Conversion Inc.- Alternative fuel systems for high output engines

[6] Roger C. Ffooks – B.Sc. F.R.I.N.A. Gas Carriers

[7] IMO Model Course 1.06 Sıvılaştırılmış Gaz Tankerleri için İleri Eğitim Programı

[8] USA Department of Transportation Maritime Administration Project DTMA 1H01003 - MV Harborqueen to Dual Fuel Operation

[9] James C. Corbett P.E. Ph.D. – Alex Farrel Ph.D. Trends in International, Federal, Local Marine Emission Regulations

[10] Doğalgaz Dergisi – Dosider Yayınları Teknik Yayıncılık

İÇTEN YANMALI MOTORLARDA YANMA PERFORMANSINI ETKİLEYEN PARAMETRELERİN SAYISAL OLARAK İNCELENMESİ: SIFIR BOYUTLU VE İKİ BÖLGELİ YANMA MODELİ

Yalçın DURMUŞOĞLU (1)
Ali KUŞOĞLU(2)

(1) İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü,
durmusogl2@itu.edu.tr

(2) İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü,
kusoglu@itu.edu.tr

ÖZET

Bu makalede İçten Yanmalı Motorlarda (İYM) yanma performansını etkileyen parametrelerin matematik modeli üzerinde durulmuş ve kısaca söz edildikten sonra nümerik analizi yapılarak, sonuçları bir doğal gaz motorundan elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yanma hesabı için silindir içi yanmış ve yanmamış gaz bölgeleri olarak iki ayrı bölgelere ayrılmış ve yanma anında silindir içindeki prosesin sıfır boyutlu ve iki bölgeli termodinamik hesaplamaları bilgisayar programı Fortran yardımıyla sayısal olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre geliştirilmiş bu programın literatürdeki sonuçlarla iyi bir uyum sağladığı görülmüştür.

İçten yanmalı motorların ön araştırma devresinde yanma gidişi ya bilinmez ya da prototip bir motorda yapılan bazı ölçümlerden belirlenebilir. Motor tasarımında önemli bir sorun yanma karakteristiklerinin motor performansına etkisinin belirlenmesidir (Kesgin, 1996).

Bu etkiyi belirleyebilmek için Viebe yanma fonksiyonundaki yanma süresi, yanma başlangıcı ve form parametresi sistematik bir şekilde belirlenen sınırlarda değiştirilmiştir. Bu parametrik çalışmanın sonuçları da bu makalede sunulmuştur.

Anahtar Kelimeler: İçten yanmalı motorlar, Termodinamik simülasyon, Yanma gidişi, Viebe yanma fonksiyonu, İki bölge yanma.

1. GİRİŞ

İçten yanmalı motorun geliştirilmesinde büyük ölçüde belirleyici olan yakıt tüketiminin düşürülmesi, egzoz ve gürültü emisyonları ile işletme karakteristiklerinin iyileştirilmesidir. Gittikçe zorlaşan rekabet koşulları içten yanmalı motordan beklenenleri artırmakta, aynı şekilde araştırma-geliştirme süresinin ve maliyetinin azaltılmasını gerektirmektedir.

Bu koşullar altında, motor optimizasyonu için kullanılan sayısal yöntemlerin önemi gittikçe artmaktadır. Sayısal yöntemlerle ilgili gelişmeler, tüm motor prosesine derinlemesine bir bakışı olanaklı kılmaktadır. Modern motor tasarımında yer alan çok yönlü istekler, motor optimizasyonu için farklı sayısal yöntemlerin kullanılmasını zorunlu hale getirmektedir (Kesgin, 1995).

Özellikle bilgisayar teknolojisindeki gelişmeler, teorik çalışmaları daha da yaygınlaştırmıştır. Motor çevrimlerinin teorik olarak hesaplanmasında bilgisayarların kullanılması çalışmalara büyük kolaylık ve hızlilik getirmiştir. Böylece motor dizaynında yapılacak en ufak bir değişikliğin motor gücü, verimi, özgül yakıt tüketimi, egzoz gazı emisyonları gibi motor karakteristikleri üzerinde ne tür sonuçlar doğuracağı kolaylıkla belirlenebilir. Bu amaçla son yıllarda motor çevrimi hesaplayan çeşitli bilgisayar modelleri ve sayısal yöntemler geliştirilmektedir.

Bu makalede İçten Yanmalı Motorlarda (IYM) yanma performansını etkileyen parametrelerin matematik modeli üzerinde durulmuş ve kısaca söz edildikten sonra nümerik analizi yapılarak, sonuçları bir doğal gaz motorundan elde edilen deneysel sonuçlarla karşılaştırılmıştır. Yanma hesabı için silindir içi yanmış ve yanmamış gaz bölgeleri olarak iki ayrı bölgelere ayrılmış ve yanma anında silindir içindeki prosesin sıfır boyutlu

ve iki bölgeli termodinamik hesaplamaları bilgisayar programı Fortran yardımıyla sayısal olarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre geliştirilmiş bu programın literatürdeki sonuçlarla iyi bir uyum sağladığı görülmüştür.

İki bölgeli yanma modelinde, yanma odası Şekil 1.1' deki gibi ikiye ayrılmıştır. Birinci bölge yakıt-hava ve artık gaz karışımlarının hacminden, ikinci bölge yanmış gazların hacminden oluşmuştur. İki bölgeli yanma modeli için şu kabuller yapılmıştır:

- Yanma odasında her hangi bir anında basınç silindirin her yerinde aynıdır.
- İki bölge arasında ısı transferi yoktur.
- Yanmış ve yanmamış gazların arasındaki alev cephesi çok ince bir katmandır. Yani bir hacmi yoktur.
- Her iki bölge termodinamik ve kimyasal dengededir.
- Sıkıştırma anında silindirde yalnızca yanmamış gazlar vardır.
- Yanmış bölge yanma başladığında oluşur. Sıkıştırma anında silindir içi yanmamış gaz bölgesinden oluşur.

Silindir içinde yanmış ve yanmamış gaz bölgelerindeki bir kontrol hacmine termodinamiğin 1. kanunu uygulandığı zaman enerji denklemi (Pischinger, 1989):

$$m \frac{dh}{d\theta} + u \frac{dm}{d\theta} = \frac{dQ}{d\theta} - p \frac{dV}{d\theta} - \frac{\dot{m}_1 h_1}{\omega} \quad (1.1)$$

şeklinde dir. Burada, θ krank açısı, m silindir içinde yanmış ve yanmamış bölgelerdeki toplam kütle, u iç enerji, Q silindir duvarı ile yanma odası arasındaki ısı transferi, p basınç, V silindir hacmi, $\dot{m}_1$ kaçak kütle debisi, h_1 kaçak kütle entalpisi ve ω krank şaftın açısal hızıdır. Denklem (1.1)' deki $p \frac{dV}{d\theta}$, piston işidir. Toplam kütle m ise;

$$m = m_u + m_b \quad (1.2)$$

şeklinde hesaplanır. Burada m_u ve m_b sırasıyla yanmamış gaz ve yanmış gaz kütleleridir. Yanmış bölgedeki kütle, yanmış kütle oranı cinsinden şu açık haliyle de yazılabilir;

$$m_b = xm \quad (1.3)$$

Yanmayı karakterize eden yanmış kütle oranı x ya krank açısına göre nokta nokta ısı yüzdeleri olarak ya da Viebe yanma fonksiyonu ile modellenen Viebe yanma fonksiyonu, yanma başlangıcı, yanma süresi, yanma form parametresi veya form faktörü diye bilinen "m" parametresi ile bir diğer "a" parametresi ile tanımlanır. Büyük Viebe form faktörü m yanma arındaki enerji dönüşümünün ne kadar geç olduğunu tanımlar (Pischinger, 1989).

Silindirde x yanmış kütle oranı boyunca enerji dönüşümünün şu şekilde olduğu kabul edilir;

$$u = \frac{U}{m} = xu_b + (1-x)u_u \quad (1.3)$$

Burada, u_b , T_b sıcaklığındaki yanmış gazların iç enerjisini ve u_u , T_u sıcaklığındaki yanmamış gazların iç enerjisidir. Benzer şekilde özgül hacim;

$$v = \frac{V}{m} = xv_b + (1-x)v_u \quad (1.4)$$

Yanmış ve yanmamış bölgelerin hacimleri toplamı silindir hacmini verir ki, bu silindir hacmi silindir geometrisi ve krank açısının bir fonksiyonudur.

$$V = V_u + V_b \quad (1.5)$$

ve ayrıca silindir hacminin derece krank açısına bağlı değişimi;

$$V = V_c \left[1 + \frac{r-1}{2} \left\{ 1 - \cos \theta + \frac{1}{\varepsilon} \left[1 - (1 - \varepsilon^2 \sin^2 \theta)^{1/2} \right] \right\} \right] \quad (1.6)$$

şeklinde dir.

Yanmış bölge ve yanmamış bölgenin özgül hacmi, iç enerjisi ve entalpisi, basınç, sıcaklık, hava oranı ile artık gaz oranına bağlıdır. Bütün bunlar, Fortran alt programları olan FARG (yakıt-hava ve artık gaz) ve ECP (yanma ürünleri dengesi) kullanılarak hesaplanır. Bu alt programlar Olikara ve Borman tarafından geliştirilmiştir (Olikara ve Borman, 1975).

2. GERÇEK MOTOR ÇEVİRİMLERİNİN HESAPLANMASI: SIFIR BOYUTLU PROSES HESABI

Bir motor silindirindeki karmaşık fiziksel olayları hesaplayabilmek için, sıfır boyutlu proses hesabı yeterli bir duyarlılıkta en hızlı sonucu verir. Sıfır boyutlu proses hesabı ile hem motorun ölçülen bir işletme noktasındaki

davranışı analiz edilebilir hem de simülasyon hesapları yapılabilir. Eğer silindir içinde emme ve egzoz sisteminde ölçülen zamana bağlı basınç gidişleri (değişimleri) var ise, sıfır boyutlu proses hesabı bu basınç değişimleri ve gerekli diğer veriler yardımıyla motor prosesinin analizine olanak sağlamaktadır (Pischinger, 1989).

Proses hesabı ile yanma odasındaki (silindir içindeki) basınç yeterli duyarlılıkta hesaplanabilir. Burada silindir içindeki gaz sıcaklığının hesaplanması, ölçmede olduğu gibi zordur. Hesaplama en basit şekliyle, silindir içine ortalama bir basınç, ortalama bir sıcaklık ve homojen bir silindir içi dolgusu varsayımı yapmak olanaklıdır. Bu varsayım nedeniyle bu tür bir hesap modeli "bir bölge" olarak anılır (Pischinger, 1989).

Ancak özel araştırmalar için yanma odasındaki sıcaklık farklılıkları dikkate alınmalıdır. Bu durumda, proses hesabı için yanma odası farklı karışım bölgelerine ayrılır. Bu karışım bölgelerinde sıcaklık ve silindir içi dolgusu birbirinden farklıdır. Bu şekilde geliştirilen hesap modelleri "çok bölge model" olarak adlandırılır (Pischinger, 1989).

Isı silindir kafası, silindir gömleği ve piston yüzeylerinden transfer olmaktadır. Yanmış bölge ve yanmamış bölgelerdeki ısı transferi yüzey alanları, yanmış-kütle oranı cinsinden ampirik bir bağıntı yardımıyla tanımlanmıştır (Olikara ve Borman, 1975). Bu kabule göre, yanmış ve yanmamış bölgelerden olan ısı transferi şöyle hesaplanır;

$$\frac{dQ_u}{d\theta} = (1 - x^{1/2}) \sum_{i=1}^3 A_i \alpha_u (T_u - T_o) \quad (2.1)$$

$$\frac{dQ_b}{d\theta} = x^{1/2} \sum_{i=1}^3 A_i \alpha_b (T_b - T_o) \quad (2.2)$$

$i = 1$, piston; $i = 2$, silindir başlığı; $i = 3$, silindir gömleği.

Burada, Q_u ve Q_b sırasıyla yanmamış ve yanmış bölgelerden olan ısı transferleridir. A_i ve T_o ilgili elemanın yüzey alanı ve yüzey sıcaklığıdır. α_u ve α_b sırasıyla yanmamış ve yanmış bölgelerin ısı transfer katsayılarıdır. İlgili bölgelerin basınç ve sıcaklığı ile, motor parametrelerine bağlı bu katsayılar Hohenberg denklemi yardımıyla hesaplanmıştır (Hohenberg, 1983).

Yukarıdaki termodinamik bağıntılar P , $T_b, T_u, m_b, m_u, V_b, V_u, Q_b, Q_u, W$ krank açısına bağlı değişkenler cinsinden birer diferansiyel denklem takımı oluştururlar. Bu denklem takımları bilgisayar programı tarafından Runge-Kutta (4. dereceden) sayısal çözümleme tekniği kullanılarak her beher derece krank açısına bağlı olarak çözülürler. (Olikara ve Borman, 1975).

3. YANMA GİDİŞİNİN HESAPLANMASI: "VIEBE YANMA FONKSİYONU" MATEMATİK MODELİ

Silindire püskürtülen tüm yakıtın toplam enerjisi aşağıdaki bağıntı yardımıyla hesaplanabilir;

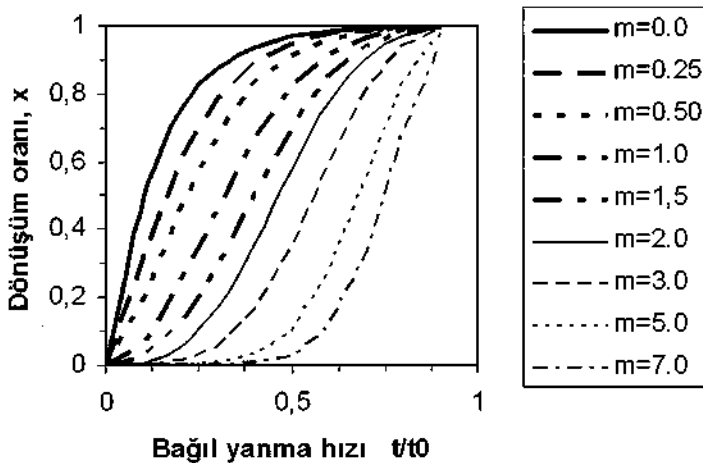
$$Q_B = m_B H_u \eta_u \quad (3.1)$$

burada; m_B , her bir iş çevrimi için silindire püskürtülen yakıt miktarı; H_u , yakıtın alt ısı değeri; η_u , yakıt enerjisinin dönüşüm oranıdır.

Yanma gidişi, yani krank açısına bağlı olarak verilen yakıt enerjisi, ya bir yanma (gidişi) fonksiyonu, ki çoğunlukla Viebe fonksiyonu, yardımıyla modellenebilir ya da ölçümler yardımıyla elde edilen yanma gidişinin kullanılmasıyla hesaplanabilir. Proses hesaplarında sıklıkla kullanılan Viebe yanma fonksiyonu aşağıdaki gibidir (Pischinger, 1989).

$$x = 1 - \exp\left(-6,908\left(\frac{\theta - \theta_s}{\theta_b}\right)^{m+1}\right) \quad (3.2)$$

burada; x , yanma fonksiyonu, dönüşüm oranı; θ , an noktası; θ_s , yanma başlangıcı; θ_b , yanma süresi; m , form faktörüdür. Farklı m form faktörü değerlerinde bağlı yanma hızı ile yanma fonksiyonu x ' in değişimi Şekil 3.1' de verilmiştir.



Şekil 3.1 Yanma fonksiyonunun form faktörü ile değişimi

3.1. İki Bölgeyi Yanma Modeli

Bir bölgeyi hesap modelinde yapılan en önemli kabul, gaz sıcaklığının tüm yanma odasında aynı olduğu, yerel sıcaklık farklılıklarının dikkate alınmamasıdır. Özellikle motor çevriminin yüksek basınç kısmında oluşan yanma esnasında, pistonun ÜÖN civarındaki konumlarında, yanmış ve yanmamış gaz arasındaki sıcaklık farkı 1000 K' den daha fazladır.

Sıcaklık ile değişimi doğrusal olmayan ısı transferi mekanizmalarından ışıma veya egzoz emisyonu oluşumu gibi tüm prosesler için bir bölgeyi yanma hesap modeli yanıltıcı sonuçlar vermektedir, çünkü yerel olarak ortalanmış sıcaklıklar gerçekte oluşan yerel prosesleri hesaplamak veya tahmin etmek için yanlış birer veridir.

Örneğin ışıma ile olan ısı transferini, yanma tepkimelerinin kinetiğini araştırmak, hesaplamak veya incelemek için, motor çevriminin yüksek basınç kısmı daha duyarlı ve gerçeğe yakın sonuçlar veren başka yöntemler ile hesaplanmalıdır.

Burada yapılacak en basit şey, yanma odasını birisi yanmış diğeri yanmamış iki farklı gaz bölgesine ayırmaktır. Yanmanın belli bir süresince sürdüğü düşünülmüştür. Bu modellemede termodinamiğin birinci kanununun düzenlenmesiyle basıncın, işin ve ısı kayıplarının krank açısına göre değişim hızlarını belirleyen diferansiyel denklem takımı türetilmiştir. Bu diferansiyel denklem takımı sıkıştırmanın başlangıcından yanmanın sonuna kadar çözülerek basınç-hacim diyagramı, indike verim, ortalama indike basınç vb. gibi değerler belirlenmiştir. Yanmış gaz bölgesindeki sıcaklık farklılıklarını elde etmek için bu bölge birden fazla bölge olarak ta göz önüne alınabilir. Bu şekilde ortaya çıkan hesap modeli "çok bölgeyi model" olarak anılır. İki bölgeyi hesap modelinde yapılan kabuller şu şekildedir (Heywood, 1988); Tüm silindir dolgusu, sonsuz ince bir alev cephesi ile iki farklı bölgeye ayrılmış olup, bölgelerden birinde yanmış gaz, diğerinde yanmamış gaz vardır.

- Alev cephesi sonsuz ince bir çizgidir, bir hacmi yoktur.
- Bölgelerin her ikisi de, göz önüne alınan zamanda homojen olarak karışmıştır. Böylece her bölgenin kendi içinde sıcaklık farklılıkları yoktur.
- Yerel basınç farklılıkları göz önüne alınmamıştır. Basınç her iki bölgede de eşittir.

- Yanmış gazların özelliklerini belirlemek için gaz karışımlarının kimyasal dengede olduğu varsayılmıştır.

Bir önceki iş çevriminden 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.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA VE SONUÇLARIN KARŞILAŞTIRILMASI

Buraya kadar olan bölümlerde içten yanmalı motorlarda silindir içindeki proseslerin hesaplanması için iki bölgeli yanma modellerine dayalı hesap yöntemlerinin esasları açıklandı. Yanma gidişi hesabında viebe yanma fonksiyonu matematik modeli kullanıldı. Geliştirilen iki bölgeli yanma modeli viebe yanma fonksiyonuna dayalı programın doğruluğunu kanıtlamak için aşağıdaki Çizelge 4.1' de özellikleri verilen 4 zamanlı deney motorundan elde edilen deney sonuçları kullanılmıştır.

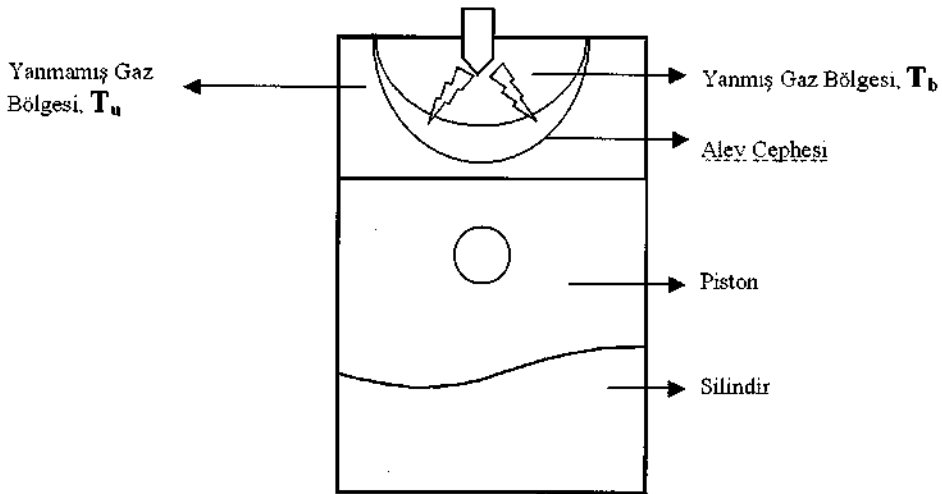
GEOMETRİK BÜYÜKLÜK	DEĞERİ
Çap (cm)	19
Strok (cm)	22
EPS	0.2588
Sıkıştırma oranı	11.20
Devir (rpm)	1500
PHI	0.5754
Emme Valfi:	
Çapı (cm)	5.5
Max. açılma yüksekliği (cm)	16.6862
Açma	523 KA
Kapama	758 KA
Egzoz Valfi:	
Çapı (cm)	5.5
Max. açılma yüksekliği (cm)	16.6270
Açma	307 KA
Kapama	561 KA
Valf bindirmesi	38 KA

Çizelge 4.1 Deney motoru teknik özellikleri

Burada kullanılan deney motoru tek silindirlidir. Yakıt olarak metan (CH_4) kullanılmıştır. Teorik hesaplamada bir önceki bölümde verilen iki bölgeli yanma modeli kullanılmış, deney motorunun teknik özellikleri data olarak verilmiş ve proses hesabına sıkıştırma zamanından başlayarak (38 DKA) sırasıyla yanma ve egzoz strokları hesaplanmıştır. Egzoz valfi açıldığında (316 DKA) hesaplama durdurulmuştur. Hesaplama tek çevrim ve yüksek basınç prosesi için yapılmıştır.

Aşağıda deney motoru ve teorik hesaplamaların sonuçları grafiksel olarak görülmektedir. Basınç gidişinin krank açısına bağlı değişim grafiğinden de anlaşılabileceği gibi, bilgisayar ile yapılan sayısal çözümleme ve deneysel veriler çok yakın sonuçlar vermiştir. Bu da hesaplamaların doğru ve güvenilir sonuçlar verdiğini kesin olarak göstermektedir.

Şekil 4.1' de deney motorundan $P_{\max}$, 195 DKA' da 90,15 bar olarak okunmuş, bilgisayar ile yapılan çözümlemelerde $P_{\max}$, 193 DKA' da 90.18 bar olarak hesaplanmıştır. Arada 0.03' lük bir fark vardır. Sonucun birbirlerine % 99.97 oranında yakın olduğu açıkça görülmektedir.



Şekil 4.1 İki bölgeli yanma modeli

4.1. Yanmanın Motor Çevrimine Etkisinin İncelenmesi

İçten yanmalı motorların ön araştırma devresinde yanma gidişi ya bilinmez ya da prototip bir motorda yapılan bazı ölçümlerden belirlenebilir. Motor tasarımında önemli bir sorun yanma karakteristiklerinin motor performansına etkisinin belirlenmesidir (Kesgin, 1996).

Bu etkiyi belirleyebilmek için Viebe yanma fonksiyonundaki yanma süresi, yanma başlangıcı ve form parametresi sistematik bir şekilde aşağıdaki sınırlarda değiştirilmiştir. Bu parametrik çalışmanın sonuçları aşağıda sunulmuştur.

Yanma süresi alt limiti 70 DKA, üst limiti 100 DKA olarak alınmıştır. Yine yanma başlangıcı için alt limit ÜÖN' dan önce (-25) DKA ve üst limiti ÜÖN' dan önce (-5) DKA aralığında alınmıştır. Yanma form parametresi alt limit olarak 1.0, üst limit olarak 2.0 olarak alınmıştır.

Bu parametrik çalışmada yakıt miktarı, hava fazlalık katsayısı ve diğer motor büyüklükleri sabit tutulmuş, sadece ilgili parametre değiştirilmiştir. Sonuçlar motor verimi, silindir içindeki basınç ve sıcaklık gidişlerine göre irdelenmiştir (Kesgin, 1996).

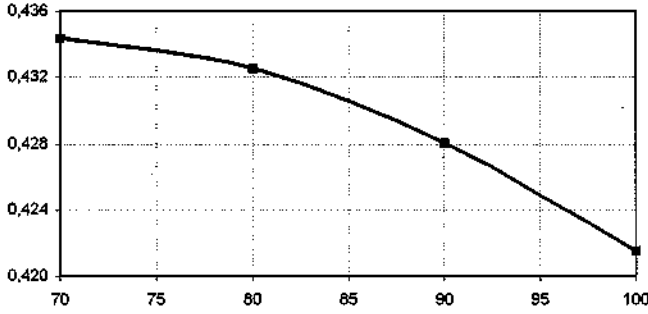
4.2 Yanma Süresinin Etkisi

Yanma süresi motor performansı açısından en önemli parametrelerden birisi olup, daha verimli bir motor işletmesi için kısa yanma süresi uygun olmaktadır özellikle NO_x emisyonlarının oluşumunu hızlandırdığı için kısa yanma süresi istenmez, çünkü kısa yanma süresi daha yüksek yanma sıcaklıklarına neden olur. Böylece NO_x tepkimeleri hızlanır ve NO_x emisyonları yüksek değerlere ulaşır (Heywood, 1988).

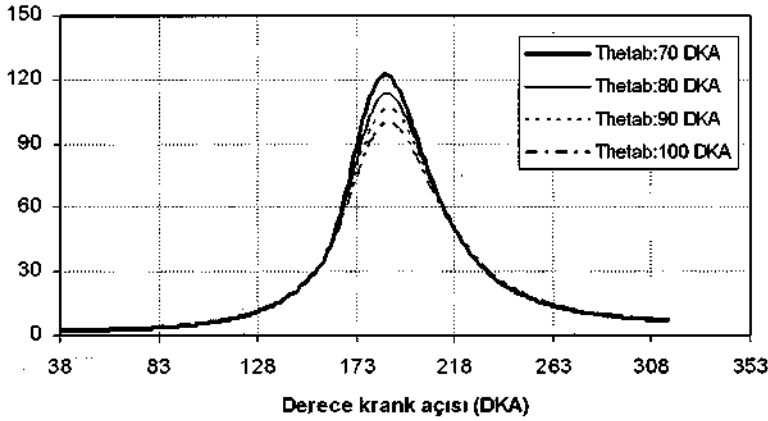
Yanma başlangıcının 155 derece krank açısı ve form parametresinin 1.0 değeri sabit tutulup, yanma süresinin değiştirildiği bu parametrik çalışmanın sonuçları Şekil 4.2' de gösterilmiştir. Yanma süresinin 30 DKA uzaması halinde, motor veriminin net %0,13 puan kadar azalmasını sağlamaktadır.

Bunun sebebi, Şekil 4.3' de görüldüğü gibi, genişleme fazında daha yüksek silindir içi basınçların ve dolayısıyla daha fazla mekanik işin elde

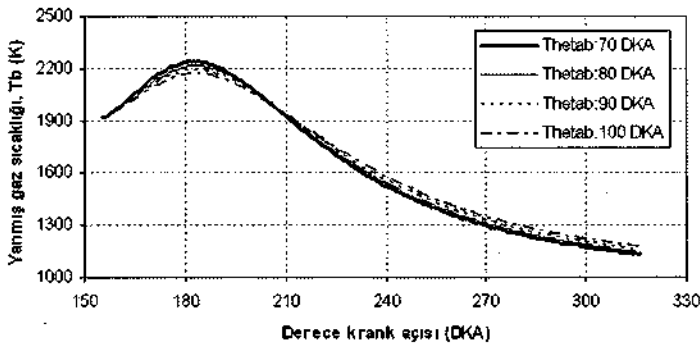
edilmesidir. Şekil 4.4' de farklı yanma süreleri için silindir gaz sıcaklıklarının değişimi görülmektedir. Daha kısa yanma süresi ile daha yüksek silindir içi gaz sıcaklıkları ortaya çıkmaktadır. Bu artan ısı transferi anlamındadır. Ancak artan ısı kayıpları, mekanik iş artışının yanında ihmal edilecek düzeydedir.



Şekil 4.2 Yanma süresinin motor verimine etkisi



Şekil 4.3 Yanma süresinin silindir basıncına etkisi

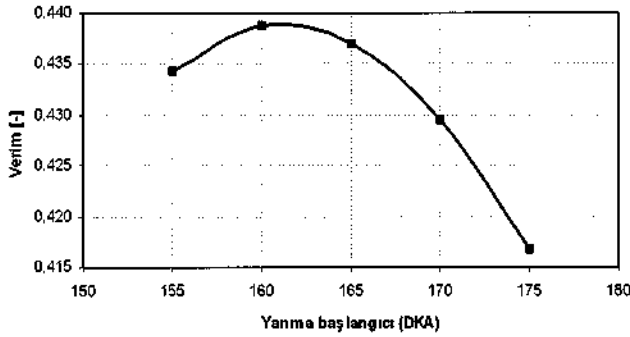


Şekil 4.4 Yanma süresinin yanmış gazların sıcaklığına etkisi

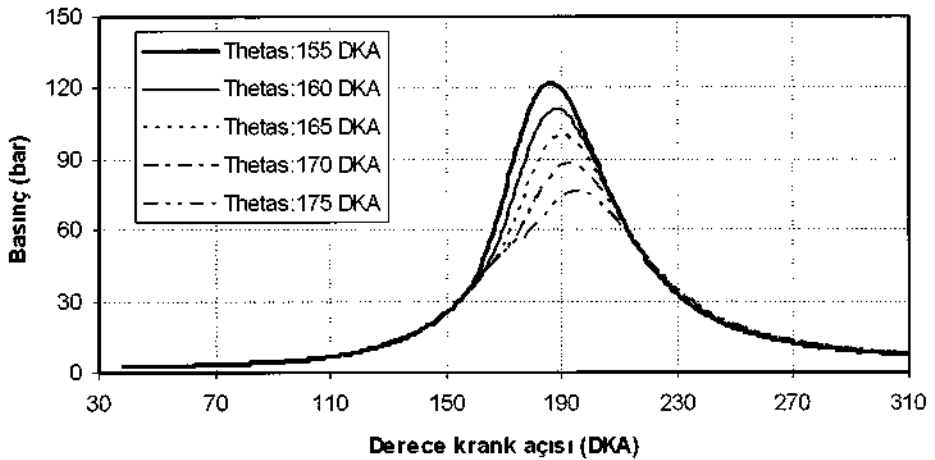
4.2 Yanma Başlangıcının Etkisi

Yanma başlangıcının değiştirildiği, yanma süresinin 70 DKA ve form parametresinin 1.0 olarak sabit tutulduğu parametrik çalışmanın sonuçları Şekil 4.5 – Şekil 4.7 de gösterilmiştir. Yanma başlangıcının ÜÖN' ya yaklaşmasıyla motor verimi düşmektedir. Şekil 4.6' da görüldüğü gibi, daha erken yanma başlangıcında sıkıştırmanın etkisi, yanmadan dolayı oluşan basınç artışıyla desteklenmektedir ve genişleme strokunda daha fazla mekanik iş elde edilmektedir.

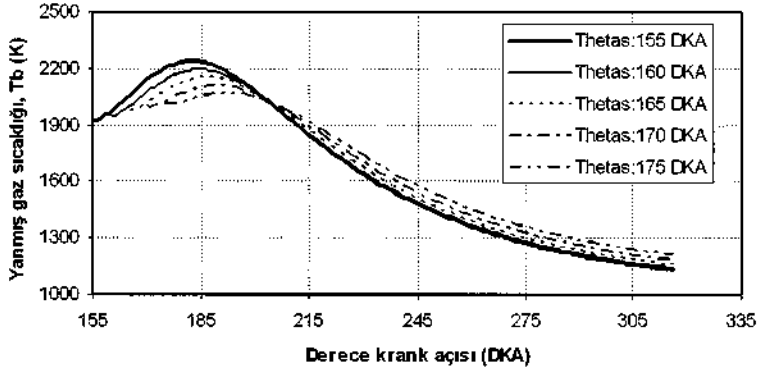
Silindir içi gaz sıcaklıklarının yanma başlangıcıyla değişimi Şekil 4.7' de gösterilmiş olup, yanma süresinin 20 DKA kadar erkene alınması motor veriminde net %1,8 puan artış sağlamaktadır.



Şekil 4.5 Yanma başlangıcının motor verimine etkisi



Şekil 4.6 Yanma başlangıcının basınç gidişine etkisi

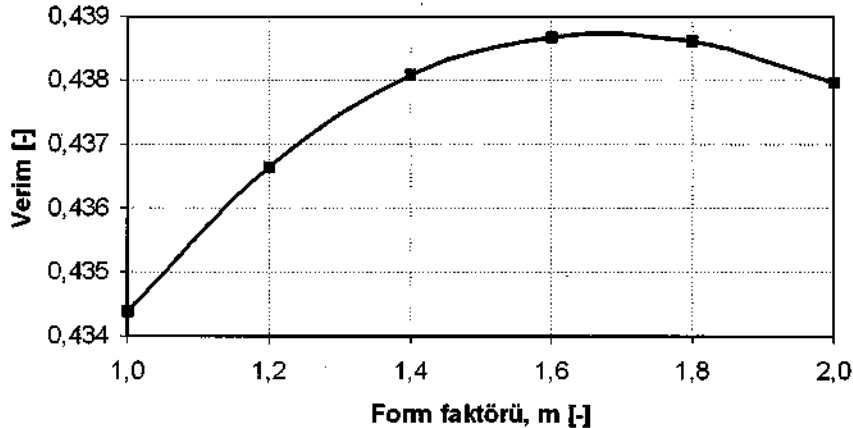


Şekil 4.7 Yanma başlangıcının yanmış gaz sıcaklığına etkisi

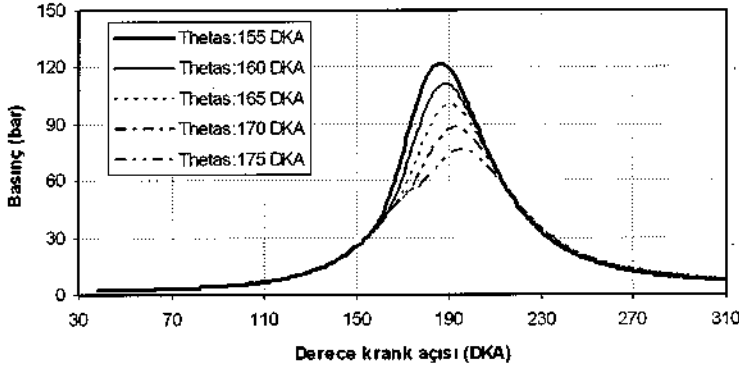
4.3 Form Parametresinin Etkisi

Viebe yanma fonksiyonunun diğer önemli bir parametresi form faktörüdür. Küçük Viebe form parametresi hızla başlayan bir yanmayı göstermektedir (Pischinger, 1988). Bu parametrik çalışmada yanma süresi 70 DKA, ve yanma başlangıcı -25 DKA değerinde sabit tutulurken, form parametresi 1.0' dan 2.0' a kadar 0.2 adımla artırılmıştır.

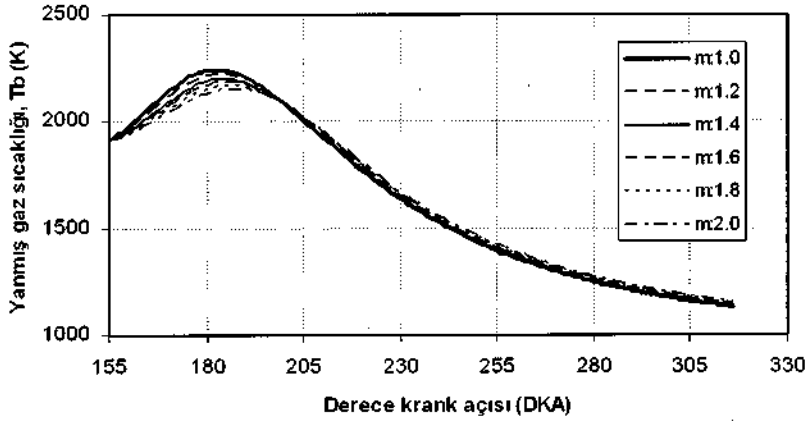
Sonuçlar Şekil 4.8-Şekil 4.10' da gösterilmiştir. Viebe form parametresinin motor verimine etkisinin gösteren Şekil 4.8' den görüldüğü gibi, form parametresinin 1.0' lık artışı motor verimini net %0,36 puanlık artış sağlamaktadır. Form parametresinin silindir içindeki basınç ve sıcaklığa etkisi Şekil 4.9-Şekil 4.10' da gösterilmiş olup verim artışının genişleme strokundaki mekanik iş artışıyla açıklanabileceğini belirtmek gerekir.



Şekil 4.8 Form faktörünün motor verimine etkisi



Şekil 4.9 Form parametresinin basınç gidişine etkisi



Şekil 4.10 Form parametresinin yanmış gaz sıcaklığına etkisi

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

İçten yanmalı motorlarda iki bölgeli bir proses hesabının geliştirilip sunulduğu ve geliştirilen hesap modelinin doğruluğunun deney sonuçlarıyla kanıtlandığı bu çalışmanın önemli özellikleri şunlardır:

- Silindirden ısı transferi HOHENBERG eşitliği ile modellenmiştir.
- Yanma için VIEBE yanma fonksiyonu kullanılmıştır.
- Program emme valfinin kapanmasıyla hesaba başlamakta ve egzoz valfi açılıncaya kadar silindir içindeki proses büyüklüklerini zamana bağlı olarak hesaplamaktadır.
- Yanma q_b süresince devam eder. Yanma ÜÖN' ya gelmeden önce q_s zamanında başlar ve ÜÖN' yı geçtikten sonra biter.

Yanmanın motor çevrimine etkisinin incelenmesi için yapılan parametrik çalışmada yanma başlangıcının, yanma süresinin ve Viebe yanma fonksiyonunu karakterize eden yanma form parametresi değiştirilmiş, motor çevrimine etkisinin incelenmesi için yapılan parametrik çalışmada da sıkıştırma başlangıcındaki basınç, sıcaklık ve hava fazlalık katsayıları değiştirilmiştir.

Geliştirilen bu programla yukarıda izah edilen parametrik çalışmalarının sonuçları şöyle özetlenebilir:

- Yanma süresinin kısa tutulması motor verimini azaltmakla birlikte, daha yüksek yanma sıcaklıklarına neden olduğundan, NOx tepkimeleri hızlanmakta ve NOx emisyonları yüksek değerlere ulaşmaktadır.
- Yanma süresinin 30 DKA uzaması motor veriminde net %0,13' lük puan kadar azalmaya neden olur. Ayrıca silindir içi maksimum sıcaklık 70 K artacağından bunun NOx emisyonları oluşumuna etkisi önemli olacaktır.
- Yanma başlangıcı ÜÖN' ya yaklaştıkça motor verimi düşmektedir. Yanma başlangıcı 20 DKA kadar uzatılırsa motor veriminde net %1,8 puan kadar düşüşe neden olur.
- Viebe yanma fonksiyonundaki form faktöründe 1,0 puanlık artış motor veriminde net %0,36 puanlık artış sağlamaktadır.

Bu çalışmada geliştirilen programın tüm motor çevrimini hesaplaması için dolgu değişimi prosesini hesaplayan kısmının da yazılması yararlı olacaktır. Özellikle iki bölge esasına dayalı olarak elde edilen sonuçlar emisyon hesapları için kullanılabilir ve motorun emisyon karakteristiği elde edilebilir.

6. KAYNAKLAR

- [1] Al-Baghdadi, M.A., "A Computer Programme For Simulating A Single Cylinder Four-Stroke Cycle Spark Engines", Department of Mechanical Engineering, The Higher Inst. Of Engineering, Yefren, Libya.
- [2] Banisoleiman, K., Smith, L.A., Bazari, Z., Mathieson, N., "Simulation of Diesel Engine performance", Trans. IMarE, Vol.105, Part 3, pp 117-135.
- [3] Catania, A.E., Misual, D., Mittica, A., Spessa, E., (2001), "A Refined two-zone heat release model for combustion analysis in SI engines", the fifth international

symposium on diagnostics and modelling of internal combustion engines (COMODIA 2001).

[4] Caton, J.A., (2003), "Effects of burn rate parameters on nitric oxide emissions for spark ignition engines: Results from a three-zone, thermodynamic simulation", SAE, 2003-01-0720.

[5] Chapra, Canale, Yazılım ve programlama uygulamalarıyla Mühendisler için Sayısal Yöntemler, 2003.

[6] Durmuşoğlu, Yalçın., (2004), "İçten Yanmalı Bir Gemi Motorunda Silindir İçindeki Proseslerin Termodinamik Simülasyonu", YTÜ-Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi.

[7] Heywood, J.B., (1988) "Internal Combustion Engine Fundamentals", McGraw-Hill, Inc.

[8] Kesgin, U., Untersuchung des einflusses der verbrennung auf den ladungswechsel eines verbrennungsmotors, YTÜ dergisi, 1996/3-4.

[9] Oh, T.S., Yang, J.S., Oh, S.Z., "Study of four stroke diesel engine performance-cycle simulation using heat release model-", Thermal engine research lab., KAIST.

[10] Olikara, C. And Borman, G.L., A computer program for calculating properties of equilibrium combustion products with some applications to I.C. Engines, SAE-75-0468, 1975.

[11] Pischinger, R., Krabnig, G., Taucar, G., Sams, Th., Thermodynamik der Verbrennungskraftmaschine, Springer verlag, Wien, 1989.

[12] Roy, P., (1994) "Simulation Modeling for The Performance Analysis of Marine Diesel Engines", MSc Thesis.

[13] Zhu, J., Chan, S.H., (2000) "Modelling of engine in-cylinder thermodynamics under high values of ignition retard", Int.J. Therm. Sci.

STCW'78 SÖZLEŞMESİ, GEMİADAMLARI EĞİTİMİ VE EĞİTİMDE KALİTENİN SAĞLANMASI

Yard.Doç. Dr. Cengiz DENİZ (1)

Yalçın DURMUŞOĞLU (2)

(1) İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü
denizc@itu.edu.tr

(2) İ.T.Ü Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü
durmusogl2@itu.edu.tr

ÖZET

Denizcilik; uluslararası ticaretin en önemli öğelerinden biri olarak, insanlık tarihinde önemli yer almıştır. Denizde can ve mal güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması uzun yıllardan beri denizciliğin en temel hedeflerinden biri olmuştur. Denizdeki kazaların büyük bir bölümü, yaklaşık %70-80'i insan hatasından meydana gelmektedir. Denizde güvenliğin sağlanmasında donanımların standartlarının belirlenmesinin yanında, bu donanımları kullanacak gemiadamlar için de standartların ortaya konulması gerekiyordu. Denizde güvenliğe etki eden gemiadamlarıyla ilgili standartlar, almaları gerekli eğitimler, belgelendirme ve vardiya tutma esaslarını içermekteydi. Gemiadamlarının, denizde can ve mal güvenliğine etki eden, almaları gerekli eğitimler, belgelendirme ve vardiya tutma esaslarında uluslararası bir standarda bağlanması gereklilik sağlamak amacıyla, STCW Sözleşmesi, 7 temmuz 1978 de kabul edildi ve 28 Nisan 1984 de yürürlüğe girdi.

Anahtar Kelimeler: STCW' 78 Sözleşmesi, IMO, Gemi adamları Kalite Standartları.

1. GİRİŞ

Denizcilik; uluslararası ticaretin en önemli öğelerinden biri olarak, insanlık tarihinde önemli yer almıştır. Denizde can ve mal güvenliğinin sağlanması ve çevrenin korunması uzun yıllardan beri denizciliğin en temel hedeflerinden biri olmuştur. Denizlerde verilen kayıplar ve edinilen deneyimler insanları, denizlerin tehlikelerinden korunmak için bir takım önlemler almaya yöneltmiştir. Uluslararası işbirliğinin oluşturulması ve bunun sonucunda uluslararası sözleşmelerin ve yeni kuralların kabul edilmesi ile denizlerdeki kazaların azaltılması hedeflenmektedir. Ancak kuralların gereklerinin yerine getirilmemesi sonucunda yeni facialarla karşılaşmaktadır.

Denizde can ve mal güvenliğinin sağlanabilmesi ve çevrenin korunabilmesi için öncelikle yapılması gereken, uluslararası kuralların gereklerinin iyi bilinmesi, kuralların öngördüğü teçhizatlarla gemilerin donatılmalarıdır. Ancak, sadece donanımların gemide bulunması ile denizde güvenliğin istenen şekilde elde edilmesi mümkün değildir. Gemideki mevcut donanımı kullanan personelin bilgi ve becerisi de çok önemlidir. Personelin gerekli bilgi ve beceriye sahip olmadan, gemideki donanımları efektif olarak kullanıp tam anlamıyla güvenliğini sağlamaları ve çevreyi korumaları mümkün olmadığı gibi, acil bir durumda da paniğe kapılarak riskin artmasına ve kazaların daha fazla zarar vermesine neden olurlar.

2. STCW 78 SÖZLEŞMESİ

Denizdeki kazaların büyük bir bölümü, yaklaşık %70-80'i insan hatasından meydana gelmektedir. Denizde güvenliğin sağlanmasında donanımların standartlarının belirlenmesinin yanında, bu donanımları kullanacak gemiadamlar için de standartların ortaya konulması gerekliydi. Denizde güvenliğe etki eden gemiadamlarıyla ilgili standartlar, almaları gerekli eğitimler, belgelendirme ve vardiya tutma esaslarını içermekteydi. Gemiadamlarının, denizde can ve mal güvenliğine etki eden, almaları gerekli eğitimler, belgelendirme ve vardiya tutma esaslarında uluslararası bir standarda bağlanması gereklilik sağlamak amacıyla, STCW Sözleşmesi, 7 temmuz 1978 de kabul edildi ve 28 Nisan 1984 de yürürlüğe girdi.

STCW'78 sözleşmesi altı bölümden ve sözleşmeye eklenen yirmiüç karardan oluşmaktadır. Sözleşme, denizciler için tüm dünyada

profesyonel standartların asgari düzeyinin oluşturulması yolunda atılmış olan ilk adım olarak tarihe geçmiştir. Daha önceleri bazı ülkelerin gemiadamları eğitimi, belgelendirilmeleri ve vardiya standartları konularında başka ülkelerle herhangi bir ortak düzenlemeye girmeden ulusal bazda oluşturdukları bir takım standartlaştırma çalışmaları bulunuyordu. Ancak, bunlar tüm dünya genelinde ortak bir standart oluşturamadıkları ve çok değişiklikler gösterdikleri için özellikle deniz taşımacılığının uluslararası yapısı itibarıyla bir değer ifade etmemiştir.

Sözleşmeye taraf olan devletler, denizde can ve mal güvenliğinin sağlanması açısından, gemiadamlarının görevlerine uygun nitelikte olmalarını temin etmek amacıyla, sözleşmenin ve eklerinin tüm olarak uygulanmasını sağlamak için yasal düzenlemeleri yapmayı taahhüt etmişlerdir.

3. STCW'78 SÖZLEŞMESİNİN 1995 YILI DEĞİŞİKLİKLERİ

STCW'78 sözleşmesi kuralların uygulanması amacıyla konulan şart yapılanlarda "idarenin tatmin olması" yeterli görülmekteydi. Ancak bu ifade idareler arasında farklı yorumların yapılmasına ve uluslar arası ortak bir seviyenin oluşturulmasına engel olmakta idi. Yürürlüğe giriş tarihinden itibaren idarelerin "yeterli bulma ve tatmin olma" yorumlarındaki farklılıklar yüzünden gemiadamlarının yeterliliklerinde büyük farklar ortaya çıkmaya başladı. Örneğin kimi idareler daha uzun süreli ve daha kapsamlı eğitimler verilmesini zorunlu kılarlarken, kimi idareler ise daha kısa süreli eğitimleri yeterli görmekteydiler. Bu gelişmelerin sonucunda IMO STCW 78 sözleşmesini değiştirmeye ve ekler koymaya karar verdi. Bu amaçla gemiadamlarının gerekli yeterlik standartlarını açıklığa kavuşturmak, eğitimci 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 7 Temmuz 1995'de 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 IMO tarafından, STCW'95 adı altında yayınlandı. STCW'95; Sözleşme Maddeleri, KOD A ve KOD B olmak üzere üç ana kısımdan oluşmaktadır. 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, yağcılık ve gemicilik yapabilecek kişiyi, Uygulama Düzeyi vardiya mühendisi ve vardiya zabıtını, Yönetim Düzeyi ise ikinciler ile kaptan ve başmühendisleri ifade etmektedir. Her düzeye ait gemiadamı yeterlilik tanımları, farklı yorumları ortadan kaldıracak biçimde yapılmaya çalışıldı. Bu amaçla minimum standartları gösteren tablolar kabul edildi. Bu tablolarda , gerekli yeterlilik; bilgi ve beceri; yeterliliği gösterme metotları ve yeterliliği değerlendirme kriterleri belirlendi. Yeterliliğin belge sahibi tarafından gösterilmesi zorunluluğu kabul edilmiş oldu. İdareler arasında farklı yorumlara yol açan STCW sözleşmesinin 1978 yılında kabul edilen metninde bulunan "idarenin tatmin olması" ifadesi değiştirildi.

4. SÖZLEŞMEDEKİ KALİTE KAVRAMI VE İSTENEN KALİTE STANDARTLARI SİSTEMİ

1995 yılında sözleşmede yapılan değişikliklerinden en önemlisi kalite standartları sistemi ve buna ait esaslarının belirlenmesidir. Kural I/8, Kod A-I/8 ve Kod B-I/8'de kalite kavramı, Kalite Standartlar Sistemi ve bunların kurulması için yapılması gerekenleri açıklar. 1995 yılı değişiklikleri ile belirtilen kalite kavramı, STCW'78 de olmayan yeni bir kavramdır. "Çeşitli tip gemilerde değişik görevlerde bulunan gemiadamlarının uygun eğitim ve öğretim almaları için ihtiyaçlar nelerdir

veya ne yapılmalıdır" düşüncesine dayanmaktadır. Bunun elde edilmesi için sadece sınav başarısı yeterli değildir. Sınava girmeyi sağlayan eğitim ve öğretimin de belirlenen kurallarla standardı sağlanmalıdır ve bütün seviyelerdeki eğitim ve öğretime uygulanmalıdır. Aynı zamanda bu kavramın gereklerinin yerine getirilmesi, kural I/7 gereğince, IMO yoluyla diğer İdarelere de gösterilmelidir. İdarelerin sözleşmede belirtilen kriterlere göre kurmaları gerekli Kalite Standartları Sistemine temel teşkil edecek temel sorumlulukları vardır. Bunlar:

- *Eğitim öğretim hedefleri belirleme,*
- *Elde edilmesi gerekli yeterlik standartları belirleme,*
- *Bilgi, anlama ve yeterlilik seviyelerine uygun sınav ve değerlendirme yöntemlerini belirleme.*

İdarelerin kurmaları gerekli Kalite Standartları Sisteminde, tüm eğitim programları, sınav, sertifikalandırma, eğiticilerin ve değerlendiricilerin yeterliliği, periyodik denetleme sistem kapsamı içerisinde olmalıdır. Ayrıca bu sistem aşağıda belirtilenlerin gereklerini de sağlamalıdır:

- *Sektörün değişen ihtiyaçlarına cevap vermelidir;*
- *Sözleşmenin 1/2 - 1/15 kurallarındaki hükümleri karşılamalıdır;*
- *Bütün seviyeler için öngörülen eğitim ve öğretim onaylanmalı ve değerlendirilmelidir;*
- *İç denetlemelerin yapılmasını sağlanmalıdır.*
- *Bağımsız denetlemenin esaslarını belirlemelidir.*

Kalite Standartları Sistemi bütün gerekli aktivitelerin ve bilgilerin doküman haline getirilmiş prosedürler vasıtasıyla sürdürülen ve kontrol edilen bir sistemi tanımlar. Kalite Standartları Sistemi, sertifikalandırılmış bir Kalite Güvence Sistemini (ISO 9001-2000 gibi) zorunlu tutmamaktadır ve mevcut Kalite Güvence Sistemleri'nden farklıdır. Ayrıca mevcut Kalite Güvence Sistemlerinde Sözleşmenin gerekleri tam olarak karşılanmamaktadır.

5. GEMİADAMI EĞİTİMİNDE KALİTE SİSTEMİNİN ESASLARI

Ülkemizde denizcilik eğitimi veren tüm kurumlar, İdarenin esaslarını ve çerçevesini belirleyip ülke raporuyla IMO'ya bildirdiği şekilde, Kalite Standartları Sistemine sahip olmaları gerekmektedir. Gemiadamları Yönetmeliği, Eğitim Sınav Yönergesi ve Kalite Standartları Yönergesi,

sistemin kurulmasında ve uygulanmasında, eğitim kurumlarınca göz önünde bulundurulması gereken esasları açıklamaktadır. Eğitim kurumları, müfredat, eğitim araç gereçleri, eğitim kurumlarına giriş koşulları, sınıf geçme ve mezuniyet gerekleri ile eğitimcilerin yeterliği ve deniz eğitiminin esaslarını içine alacak biçimde sistem kurmak ve uygulamak zorundadırlar.

Kalite Standartları Sistemi, belirlenen kriterlere göre tüm faaliyet alanlarını ile ilgili doküman hazırlanması ve bunların etkin biçimde uygulanması esasına dayanmaktadır. Bunun için öncelikle yapılması gereken kurumun kalite politikasının belirlenmesidir. Kalite politikası, kurumun yaptığı faaliyetlere ilişkin amaçları ve bu amaçlara ulaşma esaslarını belirler. Daha sonra kurum faaliyet alanları ile ilgili yaptıkları tüm işlemleri prosedür haline getirilmelidir. Prosedürler hazırlanırken faaliyetlerle ilgili olan uluslararası ve ulusal tüm zorunlu kurallara uyulur. Ayrıca kalite politikasında belirlenen amaçlara ulaşmak için uygulanacak esaslar detaylı olarak belirtilir. Prosedürler verilen hizmetlerin yapılış şekli ile birlikte ilgili faaliyetlerin dokümantasyonu, kontrolü, iç denetleme, uygunsuzlukları düzeltici ve önleyici faaliyetlerle faaliyetleri ile birlikte, yönetimin gözden geçirilmesi esaslarını da açıklar.

Sistemimin başarıya ulaşması, hazırlanan dokümanın yeterliliği yanında, uygulamaların da yeterliliğine bağlıdır. Bu nedenle, Kalite Standartları Sistemi; istenen gereklilikleri karşılayan, uygulayıcıları tarafından kolaylıkla anlaşılabilen, kolaylıkla uygulanabilen, uygulandığında efektif sonuçlar veren, periyodik olarak değerlendirilip elde edilen tecrübelerle geliştirilebilen, endüstrideki gelişmelere paralel olarak kendini yeniliklere adapte edebilen olmalıdır. Ayrıca sistemin sektörle yakın irtibat içinde olması, sektörün taleplerine göre sistemin revize edilmesi de gereklidir.

Eğitimin kurumunun kalite sisteminin başarıya ulaşmasında, uygulanan sistemin etkinliği ve bu etkinliğin değerlendirilmesi en önemli nokta olarak karşımıza çıkmaktadır. Bu değerlendirme hem sistem içinde başarıyla yapılmalıdır, hem de dış denetimde en önemli konu olarak ele alınmalıdır. Sistemin kurulmasından önceki mevcut durumla, sistemin kurulup etkin biçimde işletilmesinden sonra ortaya çıkan durum değerlendirilmelidir. STCW sözleşmesi gereği Kalite Standartları Sistemi her ne kadar zorunlu olarak kurulması gerekli bir sistem olsa da, sadece zorunluluğun yerine getirilmesi şeklinde düşünülmemelidir. Sistem, kurumdaki verimliliği artırmalı, gemiadamlarına daha iyi eğitim verilmesini sağlamalı ve kurumdan mezun olan gemiadamlarının görev aldıkları gemilerde hiçbir

zorlukla karşılaşmadan görevlerini yerine getirebilecek öz güveni kazanmalarını sağlamalıdır. Bu hedeflere varılıp varılamadığının belirlenmesi, kurulan sistemde değişikliklerin yapılmasını gündeme getirecektir. Değişiklik sistemin yetersizliğinden kaynaklanmanın yanında, uygulamadaki eksiklikler ile sistemde görev alan kişilerin yetersizliğinden de kaynaklanabilir. Bunun ortaya çıkarılması ve gerekli düzenlemelerin yapılabilmesi için sistemin etkinliğine büyük önem verilmesi gereklidir.

Öğretim kadrosu herhangi bir eğitim programının etkinliğinin temel unsurudur. Öğretim kadrosu sayıca yeterli ve programın tüm alanlarını kapsayacak biçimde olmalıdır. Öğretim kadrosu yeterli niteliklere sahip olmalı ve sistemin sürdürülmesini, değerlendirilmesini ve geliştirilmesini sağlamalıdır. Eğitimcilerin genel anlamda yeterlilikleri, eğitimleri, konularının çeşitliliği, meslek deneyimleri, mesleki bilgi düzeyleri, öğretme deneyimleri, iletişim becerileri, mesleki kuruluşlara üyelikleri gibi hususlarla belirlenebilir.

Kalite Standartları Sisteminin etkinliğinin ölçümünde ve geliştirilmesinde sistemde görev alanların görüşleri büyük önem taşımaktadır. Sistemde görev alanların sistemin işleyişi ve geliştirilmesi konusunda fikir üretmeleri teşvik edilmeli ve bu fikirler sisteme entegre edilmelidir. Bir eğitim kurumunun etkinliğinin değerlendirilmesinde, öğrenci ve mezunların niteliği ve başarıları önemli bir husustur. Kurum, program amaçlarını yerine getirmedeki başarısını belirlemek üzere, öğrencilerini değerlendirmek, yönlendirmek ve izlemek zorundadır. Örneğin öğrencilerin aldığı eğitimin beklentilerini karşılatıp karşılamadıkları, eğitimleri sonucunda gemideki göreve hazır olup olmadıkları, eğitimin gelişmesi ile ilgili taleplerinin varlığı mutlaka belirlenmeli, değerlendirilmelidir. Ayrıca eğitimcilerin de verilen eğitim-öğretimi yeterli bulup bulmadıkları tespit edilmeli derslerle ilgili üst yönetime tekliflerde bulunmaları sağlanmalıdır.

6. SONUÇ

STCW sözleşmesi gereği oluşturulan Kalite Standartları Sistemi, çeşitli tip gemilerde değişik görevlerde bulunan gemiadamlarının uygun eğitim ve öğretim almaları ve görevlerini en iyi biçimde yapabilecek bilgi ve beceriyle donatılmalarını hedeflemektedir. Bu hedefe varabilmek için, gemiadamlarının eğitim ihtiyaçlarının belirlenmesi gereklidir. Bu ihtiyaç belirlenirken, STCW sözleşmesinin yanında sektördeki gelişmeler ve ihtiyaçlar da göz önünde bulundurulmalıdır. Çünkü, STCW Sözleşmesi,

gemiadamlarının eğitim, belgelendirme ve vardiya tutma gereklerini düzenleyen, minimum standartları belirlemektedir. Diğer taraftan, denizcilik sektöründeki gelişmeler ve rekabet ortamının ortaya çıkardığı gemiadamı profili de gittikçe farklılaşmaktadır. Teknolojik gelişmelerin hızla gemilerde uygulanması sonucunda gemi donanımlarının gelişmesi ve farklılaşması, uluslararası kuralların hızla değişmesi nedeniyle gemiadamlarının görev ve sorumluluklarına ilaveler yapılması, gemilerdeki personel sayısının azalması gibi nedenlerle gemiadamlarından beklentiler değişmektedir. Bu beklentilere istenen düzeyde karşılık verebilecek gemiadamlarının yetiştirilmesinin, sadece STCW Sözleşmesinin öngördüğü minimum standartların hedeflenmesi ile elde edilmesi zor olarak görülmektedir.

IMO tarafından kabul edilmiş 51 adet Model Kurs ve bunlarla ilgili kaynak doküman vardır. Bu kursların 28 adeti zorunlu eğitimler için oluşturulmuş iken, 23 adet model kurs ise tavsiye edilen eğitimlerle ilgilidir. Tavsiye edilen eğitimlerle ilgili atıflar daha çok STCW Kod B bölümünde yapılmaktadır. Ayrıca çeşitli ülkelerde, IMO tarafından hazırlanmış tavsiye niteliğindeki dokümanı olmayan başka eğitimler de gemiadamlarına verilmektedir. "Zorunlu olmayan ve belgelendirilmesi gerekmeyen eğitime ihtiyaç yoktur" anlayışından kurtularak, gemiadamlarının çağın gereklerine en uygun biçimde hazırlanmaları için, dünyadaki denizcilik eğitimindeki gelişmeler gözüne alınmalı ve bu eğitimler ivedilikle eğitim sistemimize ilave edilmelidir.

Ayrıca, ISPS Kod uygulamasında olduğu gibi, uluslararası kurallardaki değişmelere paralel olarak, yeni ve ilave eğitim gereklerinin belirlenmesinde ve uygulamasının takibinde STCW sözleşmesi geri kalabilmektedir. STCW sözleşmesi madde III de, sözleşmenin kurallarının gemilerde görev yapan gemiadamları için uygulanacağı belirtilmektedir. Ancak uluslararası denizcilik sözleşmelerinin, ISPS Kod da olduğu gibi, gemi ve gemiadamı boyutunun dışına çıkması, yeni görevler tanımlaması ve bu görevlerin de henüz STCW kapsamına girmemesi, eğitim gereklerinin değerlendirilmesinin STCW Sözleşmesi ile birlikte daha geniş kapsamlı yapılması gerekliliğini açık olarak ortaya koymaktadır.

Dünyadaki gemiadamı sayısının hızla azalması, buna karşılık deniz taşımacılığının artma eğiliminde olması, istenen yeterlikte gemiadamı teminini zorlaştırmaktadır. Bazı ülkeler gemiadamı arzı ile bu pazarda önemli gelirler elde etmektedirler. Türkiye açısından da bu durum mutlaka değerlendirilmelidir. Gerekli eğitimi alarak istenen bilgi ve beceri düzeyine

sahip hale gelen gemiadamları, belgelerin karşılıklı tanınması prosedürlerinin yerine getirilmesi ile, her bayrak altındaki gemilerde rahatlıkla çalışabileceklerdir. Burada eğitim kurumlarına, eğitimcilere, idareye ve sivil toplum kuruluşlarına büyük görevler düşmektedir. Hem mevcut gemiadamlarının, hem de gemiadamı olma sürecindekilerin durumlarının bu açıdan değerlendirilmesi gereklidir. Yenileme eğitimlerinin yanında, Sözleşmede zorunlu olmayan ancak, gittikçe yaygınlaşan eğitimlerinde gemiadamlarımıza verilmesi sağlanmalıdır. Ayrıca gemiadamlarının kendilerini geliştirmelerini ve bilgilerini yenilemelerini sağlayacak kitap vb. kaynakların da standardı belirlenerek, ivedilikle bu standarda uygun eserlerin ortaya çıkarılması sağlanmalıdır.

Uluslararası denizcilik sözleşmelerinin başarıya ulaşması, etkin biçimde uygulanmasına bağlıdır. Denizde güvenlik, çevre koruma ve emniyeti sağlamaya yönelik olan sözleşmelerden istenen sonuçların alınabilmesi, gemiadamlarının çalıştıkları gemi tipiyle ilgili uluslararası kuralları bilmeleri ve bu kuralların gereklerini yerine getirmeleriyle mümkün olabilir. Kurallar konusunda yeterli bilgisi olmayan gemiadamları, riskin boyutunu kavrayamamakta ve oluşabilecek kazalar konusunda önlem alamamaktadır. Can ve mal güvenliği ile çevre korumanın tehlikeye girmesinin yanında, ayrıca liman devleti kontrollerinde de tespit edilen kurallarla ilgili eksiklikler ve yetersizlikler, çok önemli maddi kayıpları da beraberinde getirmektedir. Bu nedenle tüm gemiadamlarının uluslararası kuralları bilmeleri ve uygulamaları ülkemiz açısından da büyük önem arz etmektedir. Eğitim kurumlarının bu konuda titiz davranmaları gereklidir.

KAYNAKLAR

- [1] Deniz C., Cömert A., STCW'95'i Doğru Anlamak, *Denizcilik Dergisi*, Mart-Nisan 2002
- [2] T. Nakazawa, C.Deniz, İ.Çiçek, A Proposal for Marine Engineering Institutions to Organize the Effective Training Method, *Society of Naval Architects & Marine Engineers*, 24th Annual Jorنال 2000/2001
- [3] Deniz C., Bayülken A., STCW '95 Gereklerine Göre Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Eğitimi, *Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği 1. Ulusal Kongresi*, 22 Mayıs 2003
- [4] IMO, Focus on IMO, 2000
- [5] IMO News, (2000): *The Magazine of the International Maritime Organization*, 2000/1

TÜRKİYE'DE LİMAN DEVLET KONTROL ORGANİZASYONU İÇİN ÖNERİLEN MODEL ÇALIŞMA

*Doç.Dr.İsmail Deha Er⁽¹⁾
Olca Çelik⁽²⁾*

*(1) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü, İTÜ Denizcilik Fakültesi
erde@itu.edu.tr*

*(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi, Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü
olcay@turkishmariners.net*

ÖZET

Bu çalışma, IMO'nun tüm ülkeleri etkin bir şekilde uygulamaya teşvik ettiği Liman Devlet Kontrolleri üzerine, Türkiye için önerilen model çalışmayı sunmaktadır. Öncelikli olarak Uluslararası Liman Devlet Kontrolleri, gelişmekte olan ülkelerin deniz ticaretinde karşılaştıkları teknik sıkıntılar ve Avrupa Birliği Uyumlaştırma çalışmaları için izlenebilecek yöntemler gözden geçirilmiştir. Daha sonra bu konuda dünyada yapılan çalışmalar incelenerek, kıyaslama yapılmak suretiyle ülkemiz için örnek Model Liman Devlet Kontrol Teşkilatı ve Yapısı önerilmektedir. Bu teşkilat için ayrıca bir Uzman Denetçi Eğitim Modeli de oluşturularak eğitim ve denetlemelerde bir standart sağlanması hedeflenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Liman Devlet Kontrolleri, denetleme, denetçi eğitimleri, denetçi yeterlilikleri, denetçi görevleri, Bölgesel Liman Devlet Kontrolleri

1. GİRİŞ

Denizcilik, dünya iktisadi faaliyetleri arasında uluslararası niteliği en fazla ve taşıdığı risk açısından en tehlikeli olanlarından biridir. Dünya ticaretinin yüzde 85'i denizyolu ile gerçekleştirilmektedir. Türkiye'nin dış ticaretinin ise yüzde 95'i denizyolu ile gerçekleştirilmektedir. Ayrıca, üç tarafı denizlerle çevrili olan ülkemizde özellikle İstanbul ve İzmir gibi önemli limanlarımız bulunmaktadır. Ülkemiz, yıllardır denizcilik ülkesi olamamıştır, ancak bir denizcilik ülkesi olma iddiasından da vazgeçmemiştir. Günümüzde denizcilik ülkesi olma iddiasındaki bir ülkenin diğer ülkelerle rekabet edebilmesi, denizyolu güvenliği için getirilen uluslararası standartlara uyum sağlaması ile mümkün olmaktadır. Bu çalışmanın amacı, ülkemiz için çözülmesi önem ve aciliyet arz eden bu problemlerden biri, bayrak devleti denetiminin destekçisi olan liman devleti denetimi hakkında uluslararası alanda yapılan çalışmalar ve Türkiye'deki mevcut durumu incelemek ve Türkiye için yeni bir model Liman Devlet Kontrolü Teşkilatı oluşturmaktır.

Bu amaca ulaşabilmek için izlenen yöntem; ana esaslar itibarıyla liman devleti denetimi konusundaki uluslararası uygulamaları incelemek ve bunları karşılaştırmak, bu konudaki öncü devletlerden olan ABD ve AB'nin mevzuatını, teşkilatlanmasını ve uygulamada göz önüne aldıkları esasları değerlendirerek ve kıyaslama yapılmak suretiyle etkin bir Türk Liman Devlet Kontrolü Teşkilatlanması sağlamak için bir model teşkilat oluşturmak şeklinde olmuştur.

Beşinci bölümde Türk Devlet Liman Kontrol Model Teşkilatı oluşturularak yeni bir Liman Devlet Kontrol yapılanması sağlanmaya çalışılmıştır. Bu yapı; Başkanlık, Sekreteryaya, İdare, İnsan Kaynakları, İstatistik Değerlendirme, Dış İlişkiler, Eğitim ve Gelişim, Denetim birimlerinden oluşmakta olup Müsteşar Yardımcılığına direkt olarak bağlanacak şekilde önerilmiştir. Denetlemeler ve denetçi eğitiminde bir standart oluşturmak için denetçi yeterlilikleri sınıflandırılmış olup ayrıca gemi uzman denetim görevleri 22 kısma ayrılarak her kısım için ayrı görevler belirlenmiştir. Bu çerçevede her kısım için görevler tanımlanmak suretiyle bir standart oluşturulması amaçlanmıştır.

Altıncı bölümde ise çeşitli yeterliliklere ayrılarak sınıflandırılan denetçiler için yeni bir eğitim modeli oluşturularak denetçilerin görevde yükselme

olanakları irdelenmiştir. Denetçi yeterlilikleri 14 kategoride toplanmıştır. Bunlar; (BI) Barç Denetçisi, (CV) Kontrol Onay, (DI) Havuzlama, (FV) Dökme Yük Gemisi, (HI) Tekne Denetçisi, (HT) Tanker-Tekne Denetçisi, (KI) Kurtarma Botu Denetçisi, (LR) Filika Denetçisi, (MI) Makine ve Teçhizat Denetçisi, (ML) Kimyasal Tanker Gemisi Denetçisi, (MS) Buharlı Makine ve Teçhizat Denetçisi, (MU) Mobil Açık Deniz Delme Ünitesi Denetçisi, (OI) Açık Deniz Tedarik Gemisi Denetçisi, (TI) Römorkör Denetçisidir.

Bu çalışma ile çok güncel ve önemli bir konu olan ve sürekli değişikliklere maruz kalarak daha sıkı hale getirilen liman devleti denetimi konusunda Türkiye'de kısıtlı olan incelemelere bir katkıda bulunulması hedeflenmiştir.

2. ULUSLARARASI LİMAN DEVLETİ KONTROL UYGULAMALARININ GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

A. IMO Tarafından Belirlenen Kurallar (1)

SOLAS 74 - Denizde Can Güvenliği Uluslararası Sözleşmesi 74
SOLAS Sözleşmesi, deniz güvenliği ile ilgili temel uluslararası sözleşmedir. Ana amacı, güvenliğe uygun şekilde gemilerin inşası, ekipmanı ve işletimi ile ilgili standartları belirlemektir. Bayrak devleti, kendi bayrağını taşıyan gemilerin bu sözleşmede belirlenen standartlara uymasını sağlamakla yükümlüdür. Bu denetimin gerçekleştiğinin kanıtı olacak pek çok sertifika Sözleşme çerçevesinde düzenlenmiştir. Liman devleti denetimi ile ilgili hükümler, taraf ülkelerin limanlarına gelen gemileri, bu gemilerin Sözleşmede belirlenen standartlara uyumsuzluğu belirlemek ve gidermek üzere, denetleme imkânı getirmektedir. Sözleşme, ilgili bölümlerinde aksini belirten bir hüküm olmadıkça, boyutuna ve türüne bakılmaksızın, uluslararası sefere çıkan ve 500 GRT üzeri olan bütün gemiler için geçerlidir. SOLAS'ın genelde geçerli olmadığı gemiler; askeri birlikleri taşıyan gemiler, savaş gemileri, 500 GRT altı yük gemileri, mekanik tahrik sistemine sahip olmayan gemiler, ilkel yapımla inşa edilen ahşap gemiler, ticari amaçlı kullanılmayan eğlence yatları ve balıkçı araçlarıdır.

LL 66 - Yükleme Hatları Uluslararası Sözleşmesi 66

Sözleşme, gemide gerekli güvenli yüklememeyi sağlamak ve gemi teknesi üzerinde fazla yükten doğacak güvenlik risklerini azaltmak amacıyla,

uluslararası sefere çıkan bir geminin yükleyebileceği gemi draftına sınırlamalar getirmektedir. Aynı zamanda geminin dış hava koşullarına ve suya karşı dayanıklılığını ele almakta, bölmeleme (subdivision) ve zarara karşı koyabilme dengesini hesaplama yöntemleriyle gemilerin yükleme sınırını belirleyen maddeler kapsamaktadır.

Sözleşme, savaş gemileri, boyu 24 m'den küçük yeni inşa gemiler, 150 GRT' dan küçük gemiler, ticari amaçla kullanılmayan eğlence amaçlı yatlar ve balıkçılık araçları dışındaki uluslararası sefere konu bütün gemiler için geçerlidir.

MARPOL (73/78) - Denizlerin Gemiler Tarafından Kirlenmesinin Önlenmesi Hakkındaki Uluslararası Sözleşme

MARPOL Sözleşmesi, atıkların istiflenme yoluyla denize dökülmesi dışında gemilerin neden olduğu kirlilik hakkındaki bütün teknik konuları kapsamaktadır ve denizdeki maden yataklarının araştırılıp işletilmesi sonucu doğan kirlilik hariç olmak üzere bütün gemi tipleri için de geçerlidir. Sözleşmenin zararlı maddeleri kapsayan olaylar hakkındaki raporları ve hakemliği ele alan iki Protokolü ile çeşitli kirlilik türlerini engellemek için düzenlemeler içeren 6 Ek'i bulunmaktadır.

Sözleşme, savaş gemileri, ticari amaç dışında devlet işinde kullanılan donanmaya ait araçlar ve devlete ait veya devlet tarafından işletilen diğer gemiler dışında, deniz ortamında çalışan sabit ve yüzer platformlar da dahil olmak üzere bütün gemiler için geçerlidir.

STCW 78/95 - Gemi Adamlarının Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Esasları Uluslararası Sözleşmesi

Sözleşme, gemi adamları için eğitim, belgelendirme ve vardiya tutma esaslarına dair temel koşulları uluslararası seviyede tesis etmektedir. Bu çerçevede gemi adamları, aynı kriterlere göre onaylanmış belgelere sahip olmak zorundadır. Sözleşme, ayrıca güverte ve makine vardiyasında izlenmesi gereken temel kuralları ve petrol, kimyasal ve sıvılaştırılmış gaz tankerlerinde görevli personelin sahip olması gereken özel koşulları belirlemektedir.

Sözleşme, denizde sefere çıkan ve savaş gemileri, balıkçı araçları, ticari amaçlı olmayan eğlence yatları ve ilkel yapım ahşap gemileri dışında kalan

gemilerde çalışan gemi adamları için geçerlidir.

TONNAGE 69 - Gemilerin Ölçümü Uluslararası Sözleşmesi

Sözleşme, uluslararası sefere konu olan gemilerin tonajının belirlenmesi hakkındaki kuralları tesis eder. Savaş gemileri ve boyu 24 m'den küçük gemiler dışındaki uluslararası sefere konu bütün gemiler için geçerlidir.

ILO flave Hükümler

Bir Liman Devleti, ILO Sözleşmesi No. 147 "Ticari Gemi İşletmeciliği (Asgari Standartlar) Sözleşmesi, 1976" gereğince bir liman devleti denetimi için, bu tür denetlemelerde ILO'nun "Gemilerdeki Çalışma Koşullarının Denetimi: İşlem Kuralları (Prosedürler)" adlı yayınında yer alan kuralların uygulanmasını belirtmektedir.

Liman Devlet Denetim Görevlileri (LDDG), mesleki karar verme yetkilerine dayanarak, gemide, giderilmemesi halinde geminin alıkonmasını gerektirecek kadar açık şekilde zararlı koşulların olup olmadığını veya geminin belli kusurları varsa da bunların geminin güvenliğine ya da gemi personelinin güvenliğine ve sağlığına açıkça zarar verici bir unsur olup olmadığını belirlemelidir. Geminin alıkonmasını gerektirecek durumlarda, liman devleti bayrak devletini en kısa zamanda en yakındaki denizcilik, konsolosluk ya da diplomatik temsilci aracılığıyla durumdan haberdar eder ve mümkünse böyle bir temsilcinin de orada bulunmasını sağlar.

B. Bölgesel Liman Devleti Denetimleri [2]

LDK'nın amacı, uluslararası standartlara olduğu kadar devletin gözettiği başlıca kurallara da uymayan gemileri tespit edip, bunların elenmesidir. Gemiler koşullara uymadığı durumda denetçi devletin ilgili acentesi uyumun tamamlandığından emin olmak için kontroller gerçekleştirebilir. Ulusal Liman Devleti Denetimleri gemilerin güvenliği ve deniz çevresinin korunması hususlarında önemli aşama kaydedilmesini sağlasa da, sadece bölgesel bir yaklaşım standart altı gemilerin ve işleticilerin uğrak limanlarını azaltmaya yarayabilecektir. Bölgesel bir yaklaşım sağlanmaması durumunda, gemi işletenler gemilerini Liman devleti denetiminin uygulanmadığı ya da az ciddi şekilde uygulandığı limanlara kaydıracaklardır. Bu durum, liman devleti denetimini düzgün bir şekilde yürüten ülkelerin ekonomik açıdan zarara uğramasına yol açacaktır. Bunun

engellenmesi ve daha etkin denetimler yapılabilmesi amacıyla dünyanın pek çok bölgesinde bölgesel Liman Devleti Denetimleri kurulmuştur ve kurulmaktadır.

Şu anda dünyada yürürlükte olan 8 adet bölgesel Liman Devleti Denetimi Antlaşması ve Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği vardır. Bunlar:

- 1) *Paris MOU (Paris Liman Devleti Denetimi)*
- 2) *The Acuerdo de Vina del Mar (Latin Amerika Liman Devleti Denetimi)*
- 3) *Tokyo MOU (Tokyo Liman Devleti Denetimi)*
- 4) *Caribbean MOU (Karayipler Liman Devleti Denetimi)*
- 5) *Mediterranean MOU (Akdeniz Liman Devleti Denetimi)*
- 6) *The Indian Ocean MOU (Hint Okyanusu Liman Devleti Denetimi)*
- 7) *West and Central African MOU (Orta ve Batı Afrika Liman Devleti Denetimi)*
- 8) *Black Sea MOU (Karadeniz Liman Devleti Denetimi)* ve
- 9) *Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği*

Bu antlaşmalardan en etkin işleyenleri Paris MOU ve Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği'dir.

AB'de Liman Devlet Kontrolü Uygulamaları - PARIS MOU [3]

Büyük deniz kazalarının yüzde 25'inin Avrupa sahillerinde vuku bulması, Avrupa Devletlerini, denizde güvenliği ve standart altı gemilerin seyrüseferden men edilmesini sağlamak için hızla önlem almaya itmiştir. AB ülkeleri, liman devleti denetimini Paris MOU'nun getirdiği hükümler doğrultusunda gerçekleştirmektedir. Ancak, AB, Paris MOU'nun hükümlerini yeterli bulmadığı durumlarda kendi bünyesinde direktifler çıkararak liman devleti denetimini daha da sıkılaştırma yoluna gitmiştir ve gitmektedir.

ABD'de olduğu gibi AB'ye göre de, deniz güvenliği için uluslararası sözleşmelerle getirilen uluslararası standartların uygulanması, bu sözleşmelere taraf olan bayrak devletlerinin sorumluluğu altındadır. Ancak, bayrak devleti uygulamalarının yetersiz kalması ve bunun getirdiği liman

devleti uygulamalarının daha etkin şekilde yapılabilmesi için bölgesel liman devleti denetimi fikri, ilk önce AB ülkelerince öne sürülmüş, böylece Paris Liman Devleti Denetimi ortaya çıkmıştır.

Üyeler: Almanya, Belçika, Danimarka, Finlandiya, Fransa, Hollanda, İngiltere, İrlanda, İspanya, İsveç, İtalya, İzlanda, Norveç, Portekiz, Yunanistan, Polonya, Hırvatistan, Kanada, Rus Federasyonu.

Gözlemciler: Japonya, ABD, Slovenya, IMO, ILO, Tokyo MOU, Karayipler MOU

Hedeflenen Denetim Oranı: Her bir ülke, limanlarına gelen yabancı bayraklı gemilerin yıllık yüzde 25'ini denetleyecek.

İlgili sözleşmeler: LL 1966 ve 1988 Ek Protokolü; SOLAS 74 ve 1978, 1988 Ek Protokolleri; MARPOL 73/78; STCW 1978, COLREG 1972, TONNAGE 69, ILO Sözleşmesi No: 147.

Özellikle Denetime Tabi Tutulacak Gemiler:

1. Liman idaresince ve pilotlar tarafından kusurlu olduğu bildirilen gemiler
2. Gerekli bilgiyi rapor etmeyen tehlikeli ve çevreyi kirletici madde taşıyan gemiler,
3. Bir başka liman idaresi tarafından raporlanmış veya bildirilmiş gemiler,
4. Kaptan veya personel tarafından rapor edilmiş gemiler,
5. Limana gelirken çarpışma, karaya oturma gibi olaylara maruz kalan; tehlikeli maddelerin boşaltımıyla ilgili hükümleri ihlal ettiği ileri sürülen; IMO tarafından belirlenen rota kıstaslarını veya deniz güvenliği işlem kurallarını ihlal edecek şekilde kullanılan; kişilere, mülkiyete ve çevreye zarar verebilecek olan gemiler,
6. Son 6 aydır güvenlik nedeniyle klaslanmaları askıya alınmış gemiler.

Değişiklikler: Kabulünden 60 gün sonra yürürlüğe girmektedir.

Komite: Her idareden bir temsilci ve AB Komisyonu

İmzalanma Tarihi: 1 Temmuz 1982

Resmi Diller: İngilizce ve Fransızca

ABD'de Lima Devlet Kontrolü Uygulamaları - Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği [4]

ABD, çoğu ülkeden farklı olarak bir bölgesel anlaşmaya üye sıfatıyla taraf olmamış, ancak gerek kendi kanunlarına gerekse uluslararası sözleşmelere göre gerçekleştirdiği uygulamalarla en sıkı liman devleti denetimini yapan ülkelerden biri olma özelliğini kazanmış, birçok bölgesel liman devleti denetimi anlaşmalarında da gözlemci sıfatını almıştır. ABD'de liman devleti denetimi, "Secretary of the Department of Transportation"a, yani Ulaştırma Departmanı Sekreterliğine bağlı olan Birleşik Devletler Sahil Güvenliği (United States Coast Guard-USCG) tarafından yürütülmektedir.

ABD, liman devleti denetlemelerinin bayrak devleti denetimi ile aynı seviyede olması gibi bir gaye gütmemektedir. Liman devleti denetiminin amacı, bir geminin ana sistemlerinin ilgili uluslararası sözleşmeler ile ABD'nin istediği yeterliliklere sahip olduğu ve gemi personelinin geminin güvenli bir şekilde seyrini sağlayacağı konusunda denetçi ekibin ikna olmasını sağlayacak bir kapsamda denetimi yürütmektir. Bu yüzden incelemeler; gemide istenen belgelerin hangilerinin olduğunun belirlenmesi, bunların geçerlilikleri ve geminin istenen belgelerin düzenlenmesi için gereken şartları sağlayıp sağlamadığının kontrol edilmesi esasına göre tasarlanmıştır. Liman devleti denetimi, geminin içinin gezilerek incelenmesi, geminin ilgili parçalarının, belge ve belgelerinin görsel olarak değerlendirilmesi ile sistemin ve personelin sınırlı şekilde test edilmesini içerir. Bu denetimler sırasında şüpheli ekipman, sistem ya da personelin yetersizliği durumu ortaya çıkarsa, denetim ekibi işletim testleri ya da gerekli olan diğer incelemeleri yapmak üzere denetimi genişletebilir[5]. ABD, liman devleti denetimi için ayrılan kaynağı optimum kullanabilmek için limanlarına gelen çok sayıda gemiden hangilerini denetleyerek en etkin güvenliği sağlayabileceği konusunda çalışmalar yapmış ve bir "Öncelik Matrisi" geliştirmiştir. Bu matris, bir puanlama sistemine göre gemilerin riskini belirleyerek hangi gemilerin denetimde öncelikli olacağını göstermekte, Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği LDDG'lerinin hangi limanda hangi gemiye ne zaman çıkacağını belirlemede kullanılmaktadır.

Öncelik matrisinde, gemiler çeşitli kategorilerde değerlendirilerek puanlanmaktadır. Diğer performans kriterleriyle birlikte bu puanlamaya bakılarak, gemiler 1. Öncelikten 4. Öncelikliye kadar sınıflandırılmaktadır.

Matristeki puanlama sistemi beş kategoriye göre yapılmaktadır. Bunlar:

1. Bayrak Devleti
2. Klas Kuruluşları
3. Gemi Donatısı/işleteni
4. Gemi Tipi
5. Geminin Geçmişidir [6].

3. Gelişmekte Olan Ülkelerin Deniz Ticaretinde Karşılaştıkları Teknik Sıkıntılar (LDK bazlı)

Gelişmekte olan ülkelerin bayrağını taşıyan gemilerin tutuklanmasından dolayı görünmez mali kayıplar bulunmaktadır. Bu ülkeler hem kendi bayrak devleti kontrollerinin kalitesini arttırarak bu kayıpların azaltılmasını sağlamalı hem de etkin bir şekilde uyguladığı liman devlet kontrolü ile kendisi için bir mali kazanç oluşturabilir.

Gelişmekte olan ülkenin bayrak prestijinin azalması diğer bu ülke bayraklı her geminin etkilenmesine neden olmaktadır. Yukarıdaki bölümlerde incelediğimiz Liman Devlet Kontrolü hedef faktörlerinin en önemlilerinden birisi bayrak faktörü olup tutuklama oranı fazla olan bir ülke bayrağına mensup tüm gemiler denetlemelerde öncelikli konuma geçmektedirler. Diğer yandan denetimlere daha fazla maruz kalan ülke gemileri kiracılar tarafından daha az tercih edilmektedir.

Bu ülke gemileri ile uzun vadeli kontratlardan kaçınılmaktadır. Şirketler banka kredisi almakta daha büyük zorluklar yaşamaktadır. IMO ve benzeri organizasyonlarda gelişmekte olan bu ülkelerin aktif katılımı pasifleşmektedir.

4. AB'deki Müktesebatla Uyumlaştırma için İzlenebilecek Yöntemler [7]

Mevzuat Uyumlaştırılması için Türkiye'de Çıkarılması Gereken Yasalar:

Türkiye, AB'ye üyelik sürecinde müktesebatını AB müktesebatıyla uyumlaştırmak durumundadır. Bunun için kısa vadede (1-2 sene) çıkarılması gereken mevzuat aşağıda yer almaktadır:

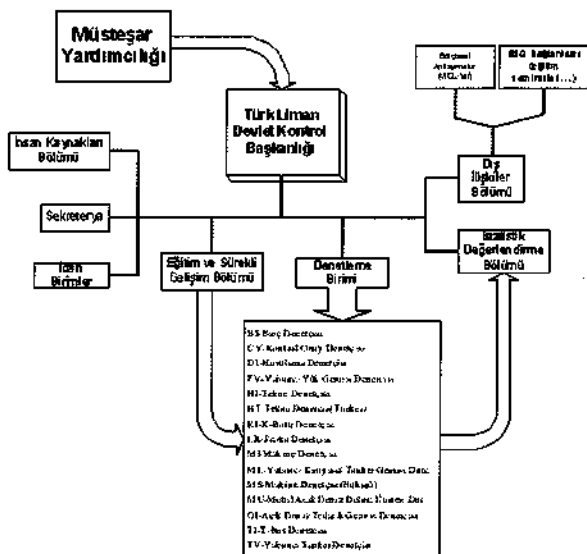
1. SOLAS 78 Ek Protokolünü onaylayan Kanun ve uygulama yönetmelikleri,
2. SOLAS 88 Ek Protokolünü onaylayan Kanun ve uygulama yönetmelikleri,
3. LL 88 Ek Protokolünü onaylayan Kanun ve uygulama yönetmelikleri,
4. MARPOL Ek III'ü onaylayan Kanun ve uygulama yönetmelikleri,
5. ILO Sözleşmesi No: 147'yi onaylayan Kanun ve uygulama yönetmelikleri.

AT Direktifinin AB ülkeleri için bağlayıcı olduğu göz önüne alındığında, yukarıda sayılan sözleşmelerin, ek protokollerin ve eklerin yanı sıra, orta (3 sene) ve uzun vadede (5 sene) AT Direktifinin de kabul edilmesi gerekmektedir. AT Direktifi, liman devleti denetimi kurallarını yukarıda sayılan sözleşmeler, protokoller ve eklere göre belirlemekte, ayrıca IMO'nun çıkan son kararlarını da kendi hedefleri doğrultusunda Direktife yansıtmaktadır. AT Direktifi, kendine özgü çok sıkı bir liman devleti denetimi getirmektedir. AB, gelecekte standartlarını daha da yükseltecek çalışmalar yapmakta, IMO'nun da bu amaca yönelik olarak kararlar çıkarmasını sağlamaktadır. Bu çerçevede, AT mevzuatına tam uyum sağlanması için en iyi çözüm, AT Direktifini benimseyen bir kanun ve ilgili yönetmeliklerinin çıkarılması olacaktır.

5. Ülkemiz İçin Önerilen Organizasyon ve Yapısı

Yeni Türk Liman Devlet Kontrol Yapısının sorunsuz işleyebilmesi için öncelikli olarak Türkiye'nin daha önce bahsedildiği üzere taraf olmadığı antlaşmalara taraf olması gerekmektedir.

Yeni oluşturulacak TLKD (Türk Liman Devlet Kontrol Başkanlığı), doğrudan Müsteşar Yardımcısına bağlı olacak ve Liman Devlet Kontrol Denetçilerinden Bayrak Devlet Kontrolleri için de yararlanabilir olacaktır. Tablo 1'de Model Türk Liman Devlet Kontrol Organizasyon şeması verilmektedir.



Tablo: 1 Model Türk Liman Devlet Kontrol Organizasyon Seması

Türk Liman Devlet Kontrol Başkanlığı:

Liman Devlet Denetiminin bir çatı altında toplanarak organize bir birim haline getirilmesi amaçlanmıştır. Bu bağlamda tüm birimlerin bağlı olduğu sistemin sorunsuz bir şekilde sürdürülebilmesini sağlayan merkezi birim olarak Türk Liman Devlet Kontrol Başkanlığı kurulmalıdır.

İstatistik Değerlendirme Bölümü:

Türkiye'de liman devleti denetimlerinin istatistiklerinin tutulacağı ve tüm bölgelerin diğer bölgelerde yapılan denetim bilgisine ulaşabilecekleri bir bilgi işlem sistemi henüz bulunmamaktadır. Bu durumda gemilerin takibi yapılmamakta, bir limanda denetlenen gemi bir başka limana gittiğinde zaten elde edilmiş bilgilere ulaşma imkanı olmamaktadır. Bu durum fazla zaman ve emek sarfına yol açmaktadır. Aynı durum, Türkiye'nin mensubu olduğu Akdeniz ve Karadeniz MOU'lan için de geçerlidir. Bu durumda, bölgesel liman devleti denetimleri kurmanın asıl amacı olan bilgi paylaşımı ve denetlenen bir geminin gerek olmayan durumlarda bir kez daha denetlenmesinin engellenerek daha etkin bir liman devleti denetiminin gerçekleştirilmesi hedeflerinden uzak kalınmaktadır.

Bu nedenle yeni organizasyon yapımızda oluşturacak İstatistik - Değerlendirme Birimi hem kendi iç yapısında daha etkin bir denetime

olanak sağlayacak hem de Bölgesel Antlaşmalarla olan bilgi alışverişi daha başarılı olacaktır.

Bu birimin daha etkin çalışmasını sağlamak için internet tabanlı ortak iletişim/bilgi merkezi kurulabilir. Bu sistem Paris MOU' daki benzer bir yapıda geliştirilebilir.

İstatistik – Değerlendirme Birimi;

- Limanlarımıza uğrayarak denetlenen gemilerin kayıtlarının ve denetim raporlarının tutulmasına,

- Üyesi olduğumuz Bölgesel Antlaşmalarla etkin bir bilgi alışverişine,
- Denetleme oranları ve teşkilat denetçi sayısı ve gelişimi göz önüne alınarak gerekli denetçi sayısının belirlenmesi ile ilgili yıllık raporlar hazırlanmasına olanak sağlamalıdır.

Dış İlişkiler Bölümü:

Türkiye'nin şuan üyesi olduğu 2 bölgesel antlaşma bulunmaktadır. Bunlar Akdeniz ve Karadeniz Mütabakatnameleri'dir. Karadeniz MOU'nun sekreterliği Türkiye tarafından yürütülmektedir. Hem Bölgesel Antlaşmalarla ilişkilerin sürdürülmesi, bilgi akışının sağlanması hem de IMO vb. Organizasyonlarla ilişkileri düzenlemek amaçlı olarak çalışacak olan birimdir.

Eğitim ve Sürekli Gelişim Bölümü:

Bayrak devleti ve liman devleti denetimini yapan görevliler, yabancı limanlara giden Türk bayraklı gemilerin ve limanlarımıza gelen yabancı bayraklı gemilerin denetimini yapmaktadır. Bu durumda, bayrak devleti denetimini yapan bir GSK uzmanı, Türk bayrağının imajını doğrudan belirleyen taraflardan biri olmaktadır.

Aynı şekilde liman devleti denetimini yürüten bir memur da, limanlarımıza gelen standart altı yabancı bayraklı gemileri denetleyerek can, mal ve çevre güvenliği açısından tehlikeli olabilecek durumları ortadan kaldırmakla yükümlüdür. Ancak, Türk bayrağının kara listelerde ve hedef bayrak listesinde yer alması, limanlarımızda ise yeterli denetim yapılamaması, her iki işin yapılışında da bazı problemler olduğunu ortaya koymaktadır. ABD

ve AB ülkelerinde, denetleyicilere LDDG yetkileri verilmeden önce etkin bir liman devleti denetimi programında eğitilmeleri sağlanmaktadır. Denetimi yapacak görevlinin en iyi şekilde eğitilmesi gerekli tecrübe ve bilgilere sahip olması en öncelikli halledilmesi gereken problemlerden birisidir.

Bu noktada karşımıza aşılması gereken iki sorun çıkmaktadır.

1. Mevcut ücret ve sosyal haklar ile gerekli deneyim ve yeterliliğe sahip personelin bulunmasında yaşanan güçlüklerdir.

Gerekli yeterliliklere sahip her hangi bir kişi için denizcilik piyasasında özellikle ücret açısından çok daha cazip olanaklar mevcuttur. Bu nedenle Liman Devlet Kontrol Denetçiliği cazip bir meslek dalı değildir. Diğer yandan düşük ücretlerle çalışan mevcut liman denetim görevlilerine karşılaşılabilecekleri rüşvet teklifleri cazip gelebilir. Bunun sonucunda denetimlerde saptanan eksikliklere göz yummak ve yetersiz gemilerin seyrine izin verilmesi durumları ile karşılaşılabilir.

Bu ve benzer nedenlerden dolayı yeni oluşturulacak denetim yapısında çalışacak personelin tecrübesi ve denizcilik piyasasının gerçek koşulları göz önüne alınarak daha uygun bir ücret politikası belirlenmelidir.

2. Sorunsuz bir şekilde işleyen personel eğitim sisteminin eksikliğidir. Kurum kendi içinde kurduğu eğitim birimi ile hem denetçilerin hem de eğitmenlerin eğitimi konusunda etkin bir yönetim oluşturmaktadır.

Etkin eğitim sistemi ancak denetçi yeterliliklerine ve görevlerine bir standart getirilerek sağlanabilir. 8. Bölümde bu konuda model bir eğitim programı oluşturulmuştur.

Denetim Bölümü ve Denetlemeler

Denetleme birimi Liman Devlet Kontrol Başkanlığının kuruluş amacı olan denetlemenin yürütüldüğü en önemli birimdir.

Başarılı ve etkin bir Liman Devlet Kontrol birimi oluşturmak için iyi bir planlama ve hedef tayini yapılmalıdır. Liman Devlet Kontrol Başkanlığı her yıl gelişen kapasitesine bağlı olarak yıllık hedef denetim oranlarını belirlemelidir. Bu hedef denetim oranlarının belirlenmesinde MOU'larla

olan ilişkilerimizde göz önünde tutulmalı ve ulusal hedef denetim oranımız mutabık olduğumuz MOU hedef denetim oranından düşük olmamalıdır. Denetlemelerde yeterlilik bazında denetleme yoluna gidilmelidir. Örneğin sonraki bölümde detayları verilen Makine, Tekne, Havuzlama denetimi gibi yeterlilikler esas alınarak bu yönde uzmanlaşma sağlanmalı ve denetimler yapılmalıdır. Diğer yandan denetçinin her çeşit denetim için ayrı kurslar ve eğitimler alması sağlanarak farklı yeterlilikler için veya farklı gemiler için kendini yetiştirmesi sağlanmalıdır.

Ayrıca Denetleme Bölümü, Eğitim ve Sürekli Gelişim Bölümü ve İstatistik Değerlendirme Bölümü organize çalışarak denetçilerin yetiştirilmesi konusunda çalışmalar yapılmalıdır. Bu konuda,

- Denetçi,
- Uzman Denetçi,
- Baş Denetçi,
- Denetçi Eğitimcisi,
- Dış İlişkiler Uzmanı gibi farklı yeterlilikler tanımlanabilir.

Bu yeterlilikler için bir eğitim ve yetiştirme programı hazırlanmalıdır. Her bir yeterliliğe terfi için ön koşul ve yeterlilikler aranmalıdır. Meslek içi eğitim programları ile başarılı denetçilerin bir sonraki yeterlilik için yetiştirilmesi sağlanmalıdır.

Denetçilerin İlerleme ve Gelişim Olanakları

Organizasyonun etkinliğini ve gelişiminin sürekliliğini sağlayacak etkin bir yapı oluşturmak gerekmektedir. Bu nedenle Denetçilere içinde ilerleme olanakları sağlanmalıdır.

Örneğin, koşul vasıflara sahip (diploma, deniz tecrübesi...) ve temel eğitimleri aldıktan sonra başarılı olan belirli bir denetçi (Barç, Makine, Tekne Denetçisi gibi...) bir üst mevki olan Uzman Denetçi vasfına sahip olabilmek için belirlenmiş Denetçi eğitimlerini ve çalışma süresini tamamlamalı ve Baş Denetçi olabilmek için ise daha kapsamlı yeterlilikler aranmalıdır. Daha sonra ki bir vasıf olan Denetçi Eğitimcisi için formasyon eğitimi verilmeli veya Dış İlişkiler Uzmanı yetiştirmek için ise gerekli ise (İngilizce sınavında başarısız olanları için) ileri seviyede İngilizce eğitimi veya gerekli olan benzer eğitimler verilmelidir.

Bu yol ile denetçilerin yetiştirilmesi ve dış ilişkilerin yürütülmesi (IMO, MOU'lar ile...) gerekli olan gerekli yeterliliklere sahip ve etkin personel yetiştirilmesi olanağı da sağlanacaktır.

Bir sonraki bölümde Denetçilerin yetiştirilmesi konusunda Performans Yeterlilik Standartları Kitabı ve İş Başında Eğitim (OJT) adıyla bilinen bir eğitim modeli ve taslaklarından da bahsedilecektir. Bu taslaklar ile denetçi yeterlilikleri ve denetim görevlerine bir getirilmiştir.

Denetlemeler

Denetlemeler için öncelikli olan denetleme kapasitesi ve elverişliliğidir.

- *Denetçi sayısı*
- *Ulaşım olanakları*
- *Denetim raporları, arşivleri ve etkin bir iletişim ve istatistik sistemi gerekli ve yeterli şekilde sağlanmış olmalıdır.*

Bu aşamada yeterli sayıda denetçinin yetiştirilmesi Eğitim Bölümünün görevidir. Limanlarımızı ziyaret eden gemilerin yıllık oranları ve bu gemilerin çeşitlerinin bağlı yoğunluğu denetçi miktarının ve ön planda olması gereken yeterliliklerin hesaplanmasında kullanılabilir.

Denetimler İçin bir öncelik Matrisi oluşturulmalı ve yüksek risk taşıyan gemilerin denetimine öncelik sağlanmalıdır. Bu matrisin oluşturulmasında Paris MOU ve/veya Amerika Birleşik Devletleri Sahil Güvenliği matrislerinden faydalanılabilir.

6. Oluşturulan Uzman Denetçi Eğitim Modeli

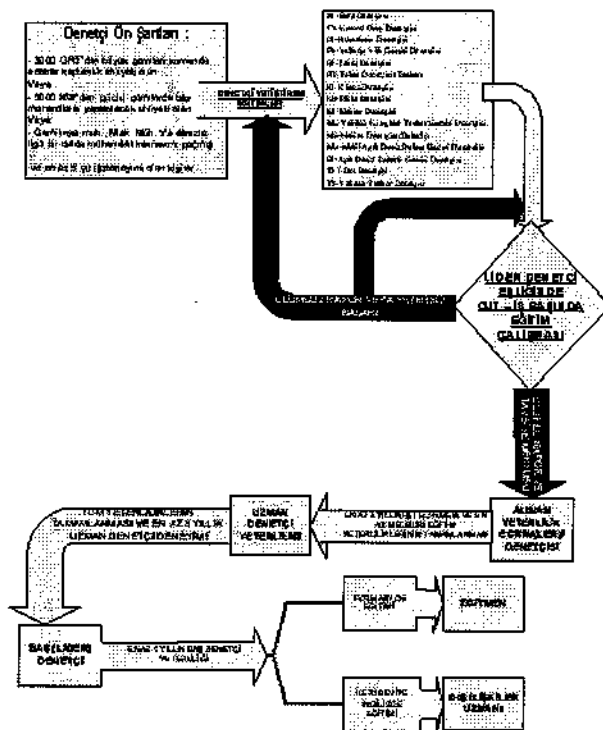
Model Eğitim Yapısı ve İlerleme Olanakları

İstatistik ve Değerlendirme Biriminin raporları doğrultusunda sonraki yıllar için gerekli denetçi sayısı yıllık raporlar ile belirlenir. Bu raporlar doğrultusunda her yıl ön şartlara uyan yeni başvurular kabul edilir ve denetçi ihtiyacının olduğu yeterlilikler için kurslar verilir. Teorik kursları tamamlayan denetçiler, lider denetçi eşliğinde gemi denetimlerine katılarak İş Başında Eğitim Alıştırma Kitaplarını doldururlar. Lider denetçinin olumlu rapor verip tavsiye etmesiyle denetçi adayı başarılı olduğu yeterlilik için "denetçi" unvanına sahip olur.

En az dört yıllık Denetçi tecrübesi ve belirlenmiş minimum yeterlilik ehliyetlerine sahip olan denetçiler Uzman Denetçiliğe terfi ederler. Tüm yeterlilikleri tamamlayan ve en az 3 yıllık Uzman Denetçi deneyimine sahip olan denetçiler ise Baş Denetçi olmaya hak kazanırlar.

Baş Denetçiler en az 1 yıllık bir çalışmadan sonra iki alanda uzmanlaşabilme hakkına sahiptirler. Bunlardan birincisi Eğitim Denetçi yeterliliği olup, Baş Denetçinin Formasyon Eğitimi alması gerekmektedir. Diğer yeterlilik ise Dış İlişkiler Uzmanı olarak tanımlanabilir ve bu yeterlilik için ise Baş Denetçinin ileri seviyede İngilizce eğitimi alması gerekmektedir.

Yukarıda bahsettiğim Eğitim Denetçisi ve Dış İlişkiler Uzmanı yeterlilikleri için alınan ön eğitimler çeşitlendirilebilir. Terfi işlemi sırasında eğitim birimi her mevki için denetçinin bir üst yeterliliğe sahip olup olmadığını kontrol etmek için denetçileri sınava tabii tutabilir. Eğitim sisteminin işleyişiyle ilgili işlem basamakları Tablo 2’de verilmektedir.



Tablo 2 : Model Denetçi Eğitim Sistemi

Performans Yeterlilik Standartlar Kitabı [8]

PQS (Performans Yeterlilik Standartları) kitabı çeşitli denetçi yeterliliklerinin sağlanması için doldurulması gereken İş Başında Eğitim Görevlerini (OJT) listeler. Deniz Güvenlik Birimleri arasındaki tutarlılığı sağlamak ve denetçi yeterliliklerini başarı ile oluşturabilmek için kullanıcı dostu rehber formlar oluşturulmuştur. Çeşitli yeterlilikler için görev performansındaki düşüşü engellemek için ;

- 1) Her görev ve
- 2) Görevlerin uygulanacağı yeterlilik için bir matris geliştirilmiştir.

PQS OJT (Performans Yeterlilik Standartları, İş Başında Eğitim) kitabı üç bölüme ayrılmıştır.

- a. Ana Gemi Yeterlilik Kaydı
- b. Ana Matris ve Görev Tamamlama Kaydı
- c. PQS (Performans Yeterlilik Standartları) Alıştırma Kitapları

A. Ana Gemi Yeterlilik Kaydı

Bu tek sayfalık doküman belirli yeterlilik denetiminin yapıldığı tarihin kaydı için kullanılır. Bu kayıt denetçilerin başarılarını ölçmek ve denetçiler tarafından limanlarda sunulan yeterlilikleri tanımlamak için denetçiler tarafından kolaylıkla kullanılabilir. Ayrıca, tek başına gerçekleştirilen yeterlilik denetimlerinde yetki değişmesinde kullanılan hazır bir referanstır.

B. Ana Matris ve Görev Tamamlama Kaydı:

Bu bölümü 22 kategoriye ayrılmıştır:

Yaşam Mahalli	Yük Sistemi
Havuzlama	Acil Durum Röle Talimi
Acil Durum Ekipmanları	Elektrik Sistemi
Yangınla Mücadele	Formlar ve Yayınlar
Demirleme Teçhizatı	Denetime Başlama
Filika	Cansalı
Can Kurtarma Ekipmanları	Makine Teçhizatı
Seyir Sistemi	Kirlilik Önleme

Gerekli Eğitim
Sualtı Sörveyi
Su Sızdırmazlık

Stabilite
Havalandırma Sistemi
Kaynak Tamirâtı

22 kategorinin her biri 2 kısma bölünmüştür:

- Birincisi Yeterlilik Matrisi ve diğeri ise
- Görev Tanımıdır.

Yeterlilik Matrisi bu kategoriler altında bulunan her maddeyi görev numarası ve kısa bir tanım ile gösterir. Ayrıca her belirli denetim yeterliliğini sağlamak için hangi görevlerin gerekli olduğunu gösterir. Matrisi kullanmak suretiyle belirli bir kategori altındaki gerçekleştirilmesi gereken tüm görevler kolaylıkla bulunabilir. Matris ayrıca bir görevin tamamlanması için hangi yeterliliklerin gerekli olduğunu da gösterir. Yangınla Mücadele Matrisi örnek olarak Tablo 3' te verilmiştir. 1.kolon görev numarasını listeler, 2.kolon görevlerin kısa tanımını vermektedir, geri kalan kolonlar ise (hepsi bu örnekte gösterilmemiştir) çeşitli denetim yeterliliklerini listelemektedir. Herhangi bir denetim yeterliliği altındaki blok "X" işaretli ise buna karşılık gelen görevin tamamlanması o denetim yeterliliği için şart demektir. (Tablo 3)

Görev No:	GÖREV	BI	CV	DI	FV	HI	HT	KI
FF01	Gerekli yangından korunma ekipmanlarının yeri, tipi, miktarının belirleyin	X				X		X
FF02	CO ₂ sistemini denetleyin					X		X

Tablo 3 : Performans Yeterlilik Standartları Matrisi

Görev Tanımı tamamlanması gereken görevleri genel olarak anlatır. Görev Tanımı yetkili zabite yetkilerini başarılı bir biçimde göstermek için işaret edilmesi gereken belirli detayları listeler. Görevlerin yanında iki kolon bulunmaktadır; bunlardan birisi tarihi; diğeri ise yetkili zabitin koşul sağlandığında onaylaması içindir. Tablo 4 yukarıda sıralanmış Yangınla Mücadele Matrisinin, Görev Tanımının bir bölümüdür.

Yangınla Mücadele Görevleri			
Görev Numarası	OJT Görevi	Tamamlama Tarihi	Yetkili Zabitin Onayı
FF01	Gerekli yangından korunma ekipmanlarının yeri, tipi, miktarının belirleyin - Gemi denetim sertifikası ile - ilgili kurallar ile		
FF02	CO ₂ sistemini denetleyin - Siren ve zaman geciktiricileri test edin - Hizmet raporlarını edinin - Normalden hafif tüpler...		

Tablo 4: Performans Yeterlilik Standartları Görev Tanımları

C. PQS (Performans Yeterlilik Standartları) Alıştırma Kitapları

Alıştırma Kitapları denetçilerin eğitilmesi yanı sıra denetlemelerde de kullanılabilir ve her yeterlilik için ayrı olarak düzenlenmiş görevleri ve tanımlarını listeler.

Eğitimi alacak olan denetçi adayı temel teorik kursları geçtikten sonra ilgili denetim çalışma kitabıyla Baş Denetçi eşliğinde gemide denetimlere katılır. Bu alıştırma kitabını ilgili yeterlilik için doldurarak İş Başında Eğitim sürecini tamamlar.

Adayın denetim sırasındaki performansı ve Alıştırma Kitaplarında tutulan raporlar doğrultusunda bir değerlendirme yapılarak tavsiye edilen denetçi adayları ilgili yeterlilik denetçisi unvanına sahip olur.

PQS (Performans Yeterlilik Standartları) alıştırma kitapları asıl dosyadan çıkarılmak ve çalışma alanına taşımak üzere tasarlanmışlardır. Bu alıştırma kitapları denetçi veya denetçi eğitimi alan kişilerin çalışmalarının kayıt edebileceği ve tecrübelerini dosyalayabileceği kullanışlı ve taşınabilir liste şeklinde olmalıdır.

14 denetim yeterliliğinin her biri için ayrı bir alıştırma kitabı vardır. Denetçi Yeterliliklerine Göre Alıştırma Kitapları;

Her alıştırma kitabı, kitabın belirli bir yeterliliği (sörvey) karşılması için hangi görev olduğunu tanımlayan Ana Matris ve Görev Tamamlama Kaydından alınan bir görev matrisi ile başlar. Tamamlanan görevler için tarihin kayıt edilebileceği bir kolon bulunmaktadır, bu sayede denetçi yeterliliği tamamlama yolundaki ilerleyişini rahatlıkla ölçebilir. CV – Kontrol Onay Yeterlilik görev matrisinin bir bölümü Tablo 5’te örnek olarak verilmiştir.

GRV#	GÖREV	TARİH
AC03	Yaşam mahalli kamaralarını ILO 147 uygunluğunu denetleyin	
DD05	Yabancı bir geminin gözden geçirilmesi sırasında, şel kaplamanın hasar bakımından değerlendirilmesi	
ED02	Bir kontrol onaylama imtihanı sırasında talimleri gözlemleyin	

Tablo 5 : CV – Kontrol Onay Yeterliliği Görev Matrisi

Sıradaki görev matrisi bu yeterlilik için gerekli her görevin tam tanımını içermektedir. Bu görev tanımı Ana Matris ve Görev Tamamlama Kaydının aynısıdır, ancak alıştırma kitabında yalnızca belirli yeterlilik için gerekli olan görevler görülür. Tekrar bu iki kolon görevin tamamlandığı tarihi kayıt etmek ve yetkili zabitin tanınması için konulmuştur. Tablo 6’da yukarıda sıralanan örnek matris ile ilgili tanımların bir bölümünü içerir.

Görev Numarası	OJT Görevi	Tamamlama Tarihi	Yetkili Zabitin Onayı
AC03	Yaşam mahalli kamaralarının ILO 147 uygunluğunun denetlenmesi - Hava ve denize karşı koruma - En az buhar temini ve egzost borusu - Yeterli dreyn - Yeterli havalandırma - Vs.		
DD05	Yabancı bir geminin incelemesi sırasında, şel kaplamanın hasar bakımından değerlendirilmesi		
ED02	Bir kontrol onaylama imtihanı sırasında talimleri gözlemleyin - Mürettebat kendi uygun istasyonlarını rapor eder - Kişisel belirlenmiş görev ve prosedürler izlendi - Acil durum ekipmanları yangın talimi için kullanıldı ve belirlenmiş kişi mevcut donanımları kullanmak için atandı, uygun donandı ve görevine aşına - Vs.		

Tablo 6 : CV – Kontrol Onay Yeterliliği Görev Tanımları

Her çalışma kitabının sonunda denetçinin denetim geçmişini kayıt etmesi için birçok sayfa bulunur. Bu sayfalarda denetçi denetleme tarihini, yerini, gemi adını, klasını, denetim tipini ve her denetim çalışması için lider denetçisi kayıt etmelidir. Bu birim eğitim zabıtının denetçisinin bu tip bir denetim üzerine edindiği deneyim ve kayıtlara ulaşmasını ve denetçi adayının nitelikli denetçilerin biri ile çalışmasından ne kadar yaralandığını anlamasına olanak sağlayacaktır.

Ön koşullara sahip Denetçi Adayının denetçi olabilmesi için sıradaki koşulları sağlamış olması gerekmektedir;

1. İş Başı Eğitimlerini (OJT) sağlandığında,
2. Gerekli okul ve ilgili kursları tamamlandığında
3. Yeterlilik safhasından başarıyla geçilip tavsiye edildiğinde

Tamamlanan Performans Yeterlilik Standartları - İş Başında Eğitim Alistırma kitapları eğitim zabiti tarafından gözden geçirilerek onaylanmalı ve denetçi adayının kursu geçebilmesi için tavsiye edilmesi gerekmektedir. Bu yol ile yetiştirilecek denetçi gerek teorik gerekse pratik olarak etkin bir eğitimden geçirilmiş olur. Oluşturulan yeterlilik ve görev standartları ile tüm denetçi adaylarının aynı standartta eğitim alması sağlanmış olup yanı sıra denetimlere de bir standart kazandırılmıştır. Bu model yapı ile yetiştirilebilen eğitimciler de her eğitim basamağını geçmiş daha deneyimli ve bilgili denetçilerdir.

7. SONUÇ VE TARTIŞMA

Liman Devlet Kontrolü bir ülkenin uluslararası deniz ticaretinde imajını etkileyen en önemli faktörlerden birisidir. Başarılı bir Liman Devlet Kontrolü o ülkeye iyi bir imaj kazandırması yanı sıra denizcilik piyasasını da olumlu yönde etkileyecektir. Önemli eksikleri tespit edilen ve giderilmeden limandan ayrılmasına izin verilmeyen gemilerin tamirat veya yeni ekipman alım talepleri, liman masrafları, detaylı denetlemelerden dolayı Liman Devlet Kontrol Otoritesinin talep ettiği ücretler ülke için artı gelir kaynağı sağlayacaktır.

Bölüm 5’de genel hatlarıyla Türkiye için daha etkin işleyebilecek model bir Liman Devlet Kontrol Teşkilatı oluşturmaya çalıştım. Bu teşkilat doğrudan

Müştaşar Yardımcısına bağılıdır ve kendi içinde bir yönetim sistemi mevcuttur. Teşkilat altında oluşturduğum birimler en az miktarda olup arttırılarak çeşitlendirilebilir.

Sonraki tez çalışmalarında;

- Model Liman Devlet Kontrol Teşkilatı birimleri üzerine daha detaylı çalışmalar yapılarak tekrar düzenlenebilir,
- Liman Devlet Kontrol Teşkilatının Denizcilik Müştşarlığı diğeri birimleri ve özellikle Bayrak Devlet Kontrol mekanizmasıyla olan ilişkileri düzenlenebilir,
- Gemi denetimleri için bir öncelik matrisi oluşturulabilir.
- Giderek bölgeselleşmeye başlayan liman devlet kontrol sisteminin oluşturduğu Bölgesel Antlaşmalar ile Model Türk Liman Devlet Kontrol Teşkilatının ilişkileri irdelenerek Türkiye'nin taraf olduğu Mütabakatnamelerde daha etkin rol oynaması sağlanabilir.
- Mevcut sistemin detaylandırılmış yeni model sisteme uyumlaştırılması ile ilgili çalışmalar yapılabilir.

Birimlerden en önemlileri; Liman Devlet Kontrolünün amacı olan denetlemenin yapıldığı Denetleme Birimi ve denetçileri yetiştiren Eğitim ve Sürekli Gelişim Birimidir. Bu nedenle 6. Bölümde yeni bir Eğitim Modeli Oluşturarak denetçi adayının yeterliliklerinin belirlenmesi, denetçilerin sınıflandırılması, meslekte yükselme olanakları ve eğitim yapısı hakkında daha detaylı bir çalışma yaptım.

Yeni Eğitim Modelinde denetlemelerde ve denetçilerin eğitiminde kullanılan matris ve alıştırma kitapları oluşturulmuştur. Oluşturulan Ana Performans Yeterlilik Standartları kitabında gemi 22 kısma ayrılarak her kısım için gerekli görevler belirlenmiş ve detaylar açıklanmıştır. Bu matris ile tüm denetçilerin izleyebileceği bir rehber oluşturulmuş olup denetimlere bir standart getirilmiştir.

Ayrıca denetçi yeterlilikleri de 14 kategoriye ayrılmış olup, çeşitli gemi ve farklı denetimler için daha etkin işleyeceğini düşündüğüm bir yapının oluşturulması hedeflenmiştir. Bu standardize edilmiş denetçi yeterlilik yapısı ile standardize edilmiş gemi kısımları ortak bir matris oluşturarak farklı yeterlilikler için farklı görevler belirlenmiştir.

Eğitim modeline yönelik sonraki çalışmalarda eğitim sistemi detayları oluşturularak denetçi adayının yetiştirilmesindeki tüm aşamalar üzerinde irdeleme yapılabilir. Denetçilerin yetiştirilmesinin alacağı süre, mevcut sistemin bu yeni modele uyarlanmasıdaki aşamalar üzerine çalışmalar yapılabilir.

Sonuç olarak bu çalışma ile Türkiye için olduğu kadar gelişmekte olan ülkeler için de kullanılabilecek bir Liman Devlet Kontrol Teşkilatı ve Denetçi Eğitim Modeli üzerine incelemeler yapılmıştır.

8- REFERANSLAR

- [1] Dr. Hoppe, *Port State Control . an update on IMO.s work (2000); pp 2-6* (http://www.imo.org/InfoResource/mainframe.asp?topic_id=406&doc_id=1079)
- [2] *PORT STATE CONTROL (PSC) IMO PROCEDURES AND REGIONAL DEVELOPMENTS ON PSC*
- [3] www.parismou.org
- [4] *Origins of the Port State Control Program,*
www.uscg.mil/hq/gm/pscweb/origins_of_the_port_state_control.htm
- [5] *Marine Safety Manual, Section D: Port State Control, Chapter 1, Port State Control Examinations*
- [6] *Greenaway, Carrie; Port State Control Manual, 2000; pp 31, Thomas Miller & Co. Limited*
- [7] *YAVUZ, S., Dünyada Liman Devleti Denetimi ve Liman Devleti Denetimi İle İlgili Türk Mevzuatının AB Müktesebatıyla Uyumlaştırılması için Gerekli Düzenlemeler, Bölüm 5.3*
- [8] *Performance Qualification Standards Book For Marine Inspectors*

KÖPRÜÜSTÜNDE SEYİR YAPAN GEMİADAMLARININ DAVRANIŞLARININ, GÖZ HAREKETLERİNİN KAYDEDİLMESİ METODUYLA İNCELENMESİ VE KARŞILAŞTIRILMASI

Özcan ARSLAN⁽¹⁾

Oğuzhan GÜREL⁽²⁾

*(1) İTÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma
İşletme Mühendisliği Bölümü, gurel@itu.edu.tr*

*(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma
İşletme Mühendisliği Bölümü, arslan@itu.edu.tr*

ÖZET

Bu makalede seyir esnasında köprüüstünde bulunan kaptan ve zabitanın davranışlarını, göz hareketlerini EMR-8 (Eye Mark Recorder) cihazıyla kaydederek analiz ettik ve elde ettiğimiz sonuçlarla eğitim ve deniz tecrübesinin köprüüstündeki davranışları ne derecede etkilediğini saptamaya çalıştık.

Seyir ile ilgili elektronik donanımlar, haberleşme araçları ve seyir yardımcıları geçtiğimiz yıllarda büyük gelişmeler gösterdi. Buna bağlı olarak köprüüstünde vardiya tutan kaptan ve zabitan, bu cihazları kullanarak eskiye nazaran çok daha kolay bir şekilde gemilerinin mevkilerini belirlediler, çok daha kolay bir şekilde gemileriyle seyir yaptılar. Fakat, bu teknolojiyi üretenler, bir şeyi, belki de en önemli şeyi göz önünde bulundurmamışlardır: İnsan faktörünü ve tüm bu cihazların insanlar tarafından kullanılacağını. Bu makalede, İTÜ Denizcilik Fakültesi Simülasyon merkezinde EMR-8 cihazını kullanarak dörder kişiden oluşan

Güverte 2. sınıf öğrencilerinden, Güverte 4. sınıf öğrencilerinden ve Uzakyol Kaptanlarından oluşan üç grubun göz hareketlerini, aynı gemi tipiyle aynı seyir bölgesinde ve aynı süratte seyir yaparken kaydederek aldığımız sonuçları karşılaştırdık ve deniz tecrübesinin vardiya tutarken göz hareketleri üzerine olan etkisini karşılaştırdık ve sonuçları değerlendirdik.

Anahtar Kelimeler: İnsan faktörü; göz hareketleri; deniz tecrübesi; köprüüstü simülatorü

1. GİRİŞ

Teknolojik gelişmeler, denizciliği ve gemileri alışılacılığından çok daha farklı boyutlara taşımıştır. Köprüüstünde bulunan cihazlar günden güne artmış, deniz trafiği de dünya nüfusunun ve ticaretinin artmasıyla birlikte büyük bir artış göstermiştir. Buna paralel olarak köprüüstünde vardiya tutan gemiadamlarının omuzlarına binen yük artmıştır.

Gemiadamlarının eğitim ve tecrübeleri, gemilerin emniyetli bir şekilde seyir yapabilmeleri için çok önemlidir. EMR-8 (Eye Mark Recorder) cihazını kullanarak çeşitli eğitim seviyeleri ve deniz tecrübelerine sahip gemiadamlarının göz hareketlerini ve bakış noktalarını kaydettik ve elde ettiğimiz sonuçlarla, deniz tecrübesinin köprüüstündeki davranışlara ve göz hareketlerine olan etkilerini değerlendirdik.

2. DENEYSEL ÇALIŞMA

EMR-8 cihazıyla İTÜ Denizcilik Fakültesi'nde bulunan köprüüstü simülatoründe, sırasıyla deniz tecrübesi 0 ila 2,5 ay arasında olan 4 Güverte 2. sınıf öğrencisini, deniz tecrübesi 12 ay olan 4 Güverte 4. sınıf öğrencisini ve çeşitli sürelerde deniz tecrübelerine sahip 4 Uzakyol Kaptanını aynı seyir bölgesinde, aynı hızda aynı hava, deniz ve trafik koşullarında aynı gemide bir serdümen eşliğinde tek başına seyir yaptırdık ve bu esnada deneklerimize, görüş alanını ve gözün odaklandığı noktaları kayıt eden EMR-8 cihazını monte ettik. Böylece deneklerimizin seyir esnasındaki baktığı yerleri ve bakış alanında odaklandığı noktaları kayıt ettik. Her denek için on dakikalık kayıta 20.000'den fazla ham data elde ettik.



Şekil 1: EMR-8 Cihazı

2.1 ELDE EDİLEN DATALARIN ANALİZİ

Deneklerin bakış alanlarını iç alanlar, dış alanlar ve diğer olmak üzere üç gruba ayırdık. İç alanlar: seyir cihazları, göstergeler ve makina telgrafından; dış alanlar, deniz, seyir yardımcıları ve hedef gemiden, 'diğer'i ise iç ve dış bölgedeki tüm anlamsız noktalardan oluşturduk. Güverte 2. sınıf öğrencileri 'Grup1', Güverte 4. sınıf öğrencileri 'Grup2' ve Uzakyol Kaptan'ları 'Grup3' olarak isimlendirdik. Sonra elde ettiğimiz dataları 'frame by frame' diye isimlendirilen bir metodla tablolara girdik.

		göstergeler	mk. Telgrafi	seyir.yard.			
08:05:50							
08:05:52							
08:05:54							
08:05:56							
08:05:58							
08:06:00							
08:06:02							
08:06:04							

TABLO1: 'Frame by frame' metoduyla data girilmesi

Bu şekilde deneklerin tüm baktığı yerleri ve gözlerinin odaklandığı noktaları kaydederek hangi bakış alanına ne sıklıkta ne süreyle bakıldığını, daha sonra nerelere bakıldığını kaydederek bazı sonuçlar elde ettik.

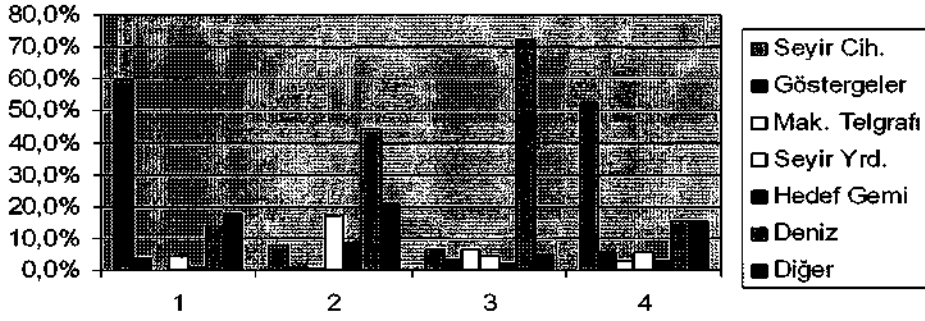
3. DENEY SONUÇLARI

	İÇ ALANLAR			DIŞ ALANLAR					İÇ	DIŞ
	seyir cih.	göstergeçer	mik. Telgraf	seyir. Yrd	hedef gemi	deniz	diğer			
Grup1 - 1	7181	449	0	523	123	1675	2102	12053	7630	2321
	59,6%	3,7%	0,0%	4,3%	1,0%	13,9%	17,4%	100,0%	76,7%	23,3%
Grup1 - 2	877	146	80	1971	968	5153	2440	11655	1103	8112
	7,5%	1,3%	0,7%	18,9%	8,5%	44,2%	20,9%	100,0%	12,0%	88,0%
Grup1 - 3	981	492	954	624	290	10402	688	14431	2427	11318
	6,8%	3,4%	8,6%	4,3%	2,0%	72,1%	4,8%	100,0%	17,7%	82,3%
Grup1 - 4	6281	848	354	654	355	1842	1835	11969,0	7283,00	2851,0
	52,5%	5,4%	3,0%	5,5%	3,0%	15,4%	15,3%	100,0%	71,9%	28,1%
Grup2 - 1	4795	206	0	1628	450	3892	298	11269	5001	5970
	42,6%	1,8%	0,0%	14,4%	4,0%	34,5%	2,6%	100,0%	45,6%	54,4%
Grup2 - 2	6320	631	0	980	378	2704	988	12001	6951	4062
	52,7%	5,3%	0,0%	8,2%	3,1%	22,5%	8,2%	100,0%	63,1%	36,9%
Grup2 - 3	6438	1272	0	654	124	3235	224	11947	7710	4013
	53,9%	10,6%	0,0%	5,5%	1,0%	27,1%	1,9%	100,0%	65,8%	34,2%
Grup2 - 4	7703	1071	0	71	0	2349	536	11730	8774	2420
	65,7%	9,1%	0,0%	0,6%	0,0%	20,0%	4,6%	100,0%	78,4%	21,6%
Grup3 - 1	4588	34	0	883	2587	3601	488	12181	4522	7071
	37,7%	0,3%	0,0%	7,2%	21,2%	29,6%	4,0%	100,0%	39,5%	60,5%
Grup3 - 2	4458	492	0	1329	714	4415	271	11679	4950	8458
	38,2%	4,2%	0,0%	11,4%	6,1%	37,8%	2,3%	100,0%	43,4%	56,6%
Grup3 - 3	6960	34	9	1574	655	894	2366	12492	7003	3123
	55,7%	0,3%	0,1%	12,6%	5,2%	7,2%	18,9%	100,0%	69,2%	30,8%
Grup3 - 4	4477	1306	0	2276	194	2778	1053	12084,0	5783	5248
	37,0%	10,8%	0,0%	18,8%	1,6%	23,0%	8,7%	100,0%	52,4%	47,6%
GRUP1	31,6%	3,5%	2,6%	7,8%	3,6%	36,4%	14,6%	100,0%	37,7%	62,3%
GRUP2	53,7%	6,7%	0,0%	7,2%	2,0%	26,0%	4,3%	100,0%	60,4%	39,6%
GRUP3	42,2%	3,9%	0,0%	12,5%	8,6%	24,4%	8,5%	100,0%	46,1%	53,9%

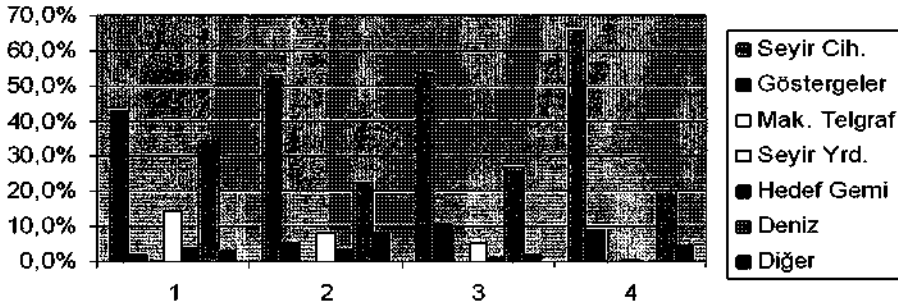
TABLO2 : Deneklerin bakışlarının alanlara göre sayı ve yüzde olarak dağılımı

Grup1 ile diğer gruplar arasında seyir cihazlarının kullanımında büyük bir fark vardır. Grup1, seyir cihazlarını diğer gruplardan daha az kullanmaktadır. Grup1 üyelerinin seyir cihazlarını kullanma oranları kendi aralarında büyük farklar gösterirken diğer gruplarda grup içi oranlar birbirine yakındır.

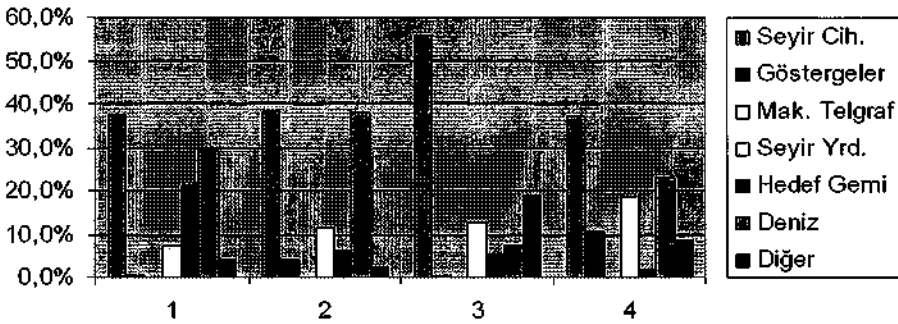
Grup3, hedef gemilere seyir yardımcılarını Grup1 ve Grup2'den daha fazla süreyle bakmaktadır. Grup1 ve Grup2'nin hedef gemiler ve seyir yardımcılarını bakış süreleri benzerdir. Grup1, diğer alanlara Grup2 ve Grup3'ten fazla bakmaktadır. Grup3'ün iç ve dış alanlara bakış oranları grup olarak ve grup içi birbirine yakinken, Grup1'de deneklerin iç ve dış sahalara bakma oranları çok farklı, Grup2'de ise iç alanlara bakış daha fazladır. Grup3'ün bir noktaya bakış süresi diğer gruplara göre daha azdır. Bütün grupların bakış sürelerinin bölgelere göre değişimleri benzerlik göstermekte, bakışların değişimi sırasıyla deniz-seyir cihazları, deniz-seyir yardımcıları, deniz-hedef gemi ve seyir cihazları-seyir yardımcıları arasında değişmektedir.



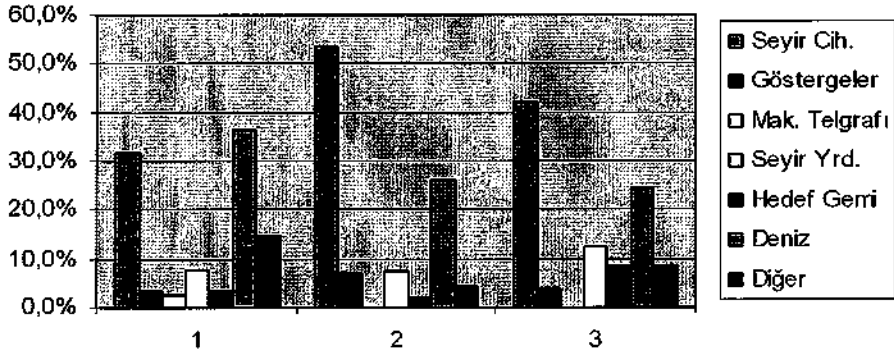
Şekil 2: Grup1'e ait göz hareketlerinin bakış sürelerinin deneklere oransal dağılımı



Şekil 3: Grup2'ye ait göz hareketlerinin bakış sürelerinin deneklere oransal dağılımı



Şekil 4: Grup3'e ait göz hareketlerinin bakış sürelerinin deneklere oransal dağılımı

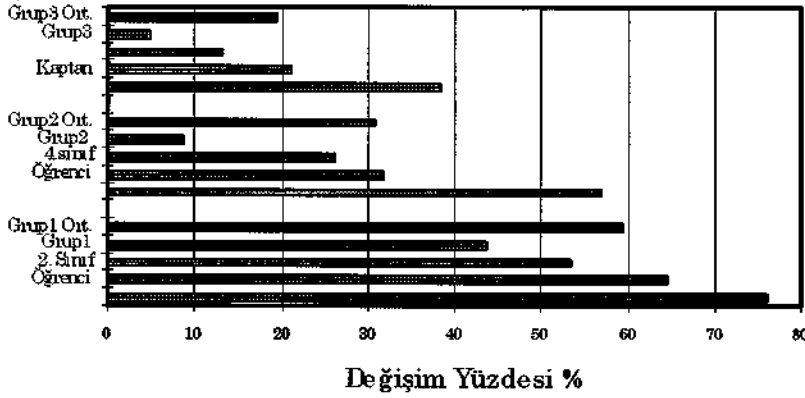


Figür 5: Grupların göz göz hareketlerinin bakış sürelerinin deneklere oransal dağılımı

4. DEĞERLENDİRME

Grup1, seyir cihazlarını ve göstergeleri, bu cihazların kullanımı konusunda daha az bilgiye sahip oldukları için diğer gruplardan daha az kullanmıştır. Grup3, profesyonel bir grup olduğu için cihazlara, seyir yardımcılara ve seyir cihazlarına daha fazla kez, daha az sürede bakmıştır. Grup3'ün, seyir cihazlarına bakış sürelerinin daha kısa olmasının sebebi, seyir cihazlarını daha kısa sürede okuyup anlayabilmeleridir. Grup3, hedef gemiye ve seyir yardımcılara diğer gruplara göre daha fazla sürede bakmıştır. Grup1'de bakış alanları denekten deneye fazla farklılık göstermekte, Grup3'te farklılık en aza inmektedir. Deniz tecrübesinin artması, olaylar arasında bağlantı kurma kabiliyetini artırmakta, seyir esnasında daha dikkatli olmayı sağlamaktadır.

Grup1'in diğer alanlara bakışları Grup2 ve Grup3'ten daha fazladır, bu da Grup1'in diğer gruplara göre seyir esnasında daha dikkatsiz olduğunu göstermektedir. Grup1 denekleri, seyir cihazlarını kullanma konusunda yeterli bilgiye sahip olmadıkları için dış alanlara iç alanlardan daha fazla bakmıştır. Grup2'nin bakışlarının iç alanlarda fazla olmasının sebebi, seyir cihazlarını kullanmayı bilmelerine rağmen yeterli deneyime sahip olmadıkları için seyir cihazlarına bakışları profesyonel grup olan Grup3'ten daha uzun sürmüştür. Bakışların yoğunluğunun ve bakış noktalarının değişimi hem gruplar arası, hem de grup içlerinde benzerlik göstermektedir.



Şekil 6: İç ve Dış Alanlar Arası Bakış Oranları Farkı

5. SONUÇ

Eğitim ve deniz tecrübesi seviyesinin göz hareketleri ve bakış alanları üzerinde kuvvetli bir etkisi vardır. Deniz tecrübesinin artması, köprüüstündeki dikkati artırmaktadır. Deniz tecrübesi azaldıkça seyir cihazlarının kullanımı azalmakta; cihazların kullanma becerisi olup deniz tecrübesinin az olması durumunda ise, cihazlara her bakış, olması gerektiğinden daha uzun sürmektedir. Fazla deniz tecrübesi, olaylar arasındaki ilişkiyi yorumlamayı ve kavramayı çabuklaştırıp karar verme süresini kısaltmakta, kişilerin bakış alanlarını ve davranışlarını birbirine yaklaştırmaktadır.

Sonuç olarak, gemiadamlarının deniz tecrübesi, köprüüstü simülöründe göz hareketleri kaydedilerek değerlendirilebilmektedir.

GEMİ İNŞA SANAYİNDE ENTEĞRE YÖNETİM SİSTEMLERİNİN İŞ SAĞLIĞI VE GÜVENLİĞİ UYGULAMALARININ DESTEKLENMESİ AMACIYLA KULLANILMASI

H. Sena NOMAK

*Eğitim ve Emniyet Müdürü, İstanbul Tersanesi
Tuzla Tersaneler Bölgesi No:28 Tuzla İstanbul
Telefon: 0 532 578 52 96 Faks: 0 216 446 93 08
E-mail: senanomak@turkishmariners.net*

ÖZET

Entegre yönetim sistemleri (EYS), günümüzün rekabetçi dünyasında etkin birer araç olarak kullanılmaktadır. Özel çalışmalar; kalite, çevre ve iş sağlığı ve güvenliği (İSG) yönetimi sistemlerinin entegrasyonunun, artan verimlilik düzeyi, düşen maliyetler ve basitleşen uygulamalar gibi kayda değer faydalar sağladığı gibi, karmaşık standartların, kurumsal paydaşların beklentilerinin karşılanmasında daha başarılı olduğunu göstermektedir.

Ülkemizde gemi inşa sanayi, İSG kapsamında 5. derece risk düzeyinde değerlendirilen, ekonomik nedenlerden dolayı iş güvenliğine yönelik yapılması gereken harcamaların lüks olarak değerlendirildiği ve yakın geçmişte bir çok yaralanmalı ve ölümlü iş kazasının meydana geldiği, çalışanlar için "riskli" bir iş koludur. Ancak günümüz global piyasalarında kendine yer edinmeye çalışan tersanelerimiz için iş güvenliği uygulamaları, vazgeçilemez bir vitrin değeri halini almıştır. Aynı zamanda yürürlüğe giren yeni mevzuat kapsamında bu konuya gösterilmesi beklenen önem de

gözler önüne serilmiştir. Bu kapsamda, sadece İSG ile ilgili idari gereklilikleri yerine getirmeye yönelik çalışmalar yapmak, uzun vadede bu konuda çok yüksek maliyetler ortaya çıkartırken, karşılığında sağlanan pozitif katkılar bu maliyetleri karşılayabilmekten çok uzak kalmaktadır.

Bu çalışmanın amacı, gemi inşa sanayine yönelik olarak uygulanan bir entegre yönetim sisteminin, İSG uygulamalarına faydaları üzerinde durmaktır. Sürekli iyileşme mantığı ve kabul edilebilir bütçeler ile geliştirme yöntemleri incelenecektir. Uygulamada, ekonomik bileşenlere öncelik verilerek uygulamanın başlıca noktaları tanımlanacaktır. Model, bir tersanenin Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS) ve İSG Yönetim Sistemi ile ilişkilendirilmiş Kalite Yönetim Sistemi (KYS) uygulamasına dayanmaktadır. Bu entegrasyon yönteminin başarılı uygulaması, aynı zamanda tersanenin çevresel ve idari sorumluluklarını da en ekonomik yoldan yerine getirmesini sağlayacaktır.

Anahtar kelimeler: Tersane, Gemi İnşa, Entegre Yönetim Sistemi, Kalite Yönetimi, Çevre Yönetimi, İş Sağlığı ve Güvenliği.

1. YÖNETİM SİSTEMLERİNE GİRİŞ

"Yönetim", genel anlamda bir kurumun amaçlarına etkili bir biçimde ulaşmak için ekonomi, zaman, insan kaynakları idare ve koordinasyon aktivitelerinin belirlenmiş kural ve sistemlere dayanarak düzenlenmesidir. Yönetim sistemi ise, bu birimin oluşturulmuş bir yapı çerçevesinde kontrol edilmesi olarak tanımlanabilir.

Zaman içerisinde organizasyonların farklı yönlerine odaklanan ve değişik süreçleri kontrol eden bir çok yönetim sistemi doğmuştur. Temel ve en basit sistem, Toplam Kalite Yönetimi (TKY) kavramı içinde de sıklıkla kullanılan "Kalite Yönetim Sistemi" (KYS)'dir. Kalite Yönetimi, tamamıyla müşteri odaklı çalışmayı, sürekli iyileşme hedefini ve "kalite" bileşeninin süreç ve ürünlerin tümüne dahil edilmesini amaçlar. En basit formunda organizasyonun tamamında devam eden bir "sistem yaklaşımı" yaratılmasını içerir. Kalite kavramı, her organizasyon için değişiklik gösterir. Kalite Yönetimi olmadan gerçek bir sistemin mi devrede olduğu yoksa sadece dinamik birkaç bireyin mi çalışmaları bir arada tuttuğunun tespiti zordur. Zaman içerisinde, kalite yönetim sistemi için bir standart

geliştirilmeli ve böylelikle işletme müşterilerine, paydaşlarına ve tedarikçilerine karşı bir güven düzeyi oluşturmalıdır.

21. yüzyılın ikinci en çok karşılaşılan sistemi, temel anlamda çevresel koruma ve kurumun çevresel etkilerine odaklanan Çevre Yönetimi olmaktadır. Çevresel standartlaşma, kurum içindeki süreçlerin, ürünlerin ve servislerin çevresel etkilerini içeren çevre yönetim sisteminin etkin operasyonu için gerekli temel elemanları içermektedir.

Diğer bir sistem, İş Sağlığı ve Güvenliği (İSG) Yönetimi, iş sağlığı politikası ve hedefleri oluşturma ve bunlara ulaşma amaçlı, birbiriyle bağlantılı veya ilişkili elemanların bir kümesidir. (ILO, 2001) İSG Yönetim Sistemleri, organizasyonları uygulamalar yoluyla standartların takip edilmesini sağlayarak uygun iş sağlığı ve güvenliği yaklaşımına yöneltir.

Bu günlerde, risk yönetimi gibi diğer bazı özel yönetim sistemleri de ihtiyaç duyulan kalite kavramında ve iş güvenliği hedeflerinin sağlanmasında destekleyici rol almaları yönünden dikkat çekmektedir. Kalite yönetiminin en önemli hedefi, stratejik yönetim planlarının en verimli şekilde uygulanması ve muhtemel risklerin gerçekleşmesi durumunda sistem kalitesinin zarar görmesinin engellenmesidir. (Vauglan, 1997)

2. GEMİ İNŞA SANAYİİ UYGULAMALARI

Uluslararası piyasaların söz konusu olduğu gemi inşa sanayi için kalitenin önemi tartışılmaz durumdadır ve tüm üretim faaliyetlerinde olduğu gibi Tersane uygulamalarında da birçok kalite yaklaşımı gerçekleştirilmiştir.

Piyasalarda kalite kavramı önemini çoktan ispat etmiştir ancak 21. yüzyılın çok yönlü bakış açılarıyla kalite, başarılı bir üretim organizasyonu için yeterli değildir. Bu sebeple organizasyonlarda bir çevre yönetim sistemi ve / veya iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemlerinden oluşan Entegre Yönetim Sistemi (EYS) ihtiyaçları ortaya çıktı.

3. İSO STANDARTLARINA BAKIŞ

Kalite yönetimi, riskin azaltılması gibi kalite hedefleri de içerir. Sistem kalitesinin, ürün kalitesi, sağlık ve emniyet kalitesi, çevresel emniyet

kalitesi gibi elemanlardan oluşur. Bu sistem gereklilikleri Kalite Yönetim Sistemi (ISO9001:2000), çevre yönetim sistemi (ISO 14000), iş sağlığı ve güvenliği yönetim sistemi (OHSAS 18000) ile tanımlanmıştır.

3.1 Kalite Yönetim Sistemi – ISO 9001

ISO 9001:2000 ile uyumlu bir kalite yönetim sistemi, organizasyona ortak yönetim yaklaşımı sağlayan bir dizi süreçler sağlar. Sistem, tutarlılık ve çalışma uygulamalarında gelişme sağlar, bunun sonucunda müşterilerin beklentilerini karşılayan ürün ve hizmetler yaratılır. ISO 9001, etkin bir kalite yönetim sistemi çerçevesi sağlayan en yaygın uluslararası standarttır.

3.2 Çevre Yönetim Sistemi – ISO 14000

Çevre Yönetim Sistemi (ÇYS), çevresel etkilerin yönetilmesini sağlar. Bu şekilde daha etkin, aynı zamanda da tüm iş süreçleri ile entegre halde olmalarını sağlayan bir çerçeve oluşturur. Ancak, bundan daha önemlisi ÇYS, maliyetleri düşürür, verimliliği artırır ve rekabetçi avantaj sağlar. Çevre Yönetim Sistemleri sürekli geliştirilen çevresel performansa bağlı süreçler oluşturan standartlara yasalar ile uyuma dayanır.

3.3 İş Sağlığı ve Güvenliği Yönetim Sistemi – OHSAS 18000

Organizasyonların, iş kazaları ve meslek hastalıklarına karşı hazırlıklı olmalarını ve aktivitelerini bunları engellemeye yönelik olarak geliştirmelerini sağlamak üzere iş sağlığı ve güvenliği alanında çok kapsamlı bir yasal alt yapı zaten vardır. Bu standart, iş sağlığı ve güvenliği performansının geliştirilmesinde ve İSG uygulamalarının iş performansının diğer yönleri ile nasıl entegre bir halde ele alınabileceği konusunda organizasyonlara rehberlik yapar. Bu entegrasyon sonucunda organizasyonlar örneğin şu gelişmeleri gösterir:

- Çalışanların ve diğer kişilerin tehlikeli durumlarla karşı karşıya kalma riskinin en alt düzeye indirilmesi,
- İş performansının geliştirilmesi,
- Organizasyonlara pazarda sağduyulu bir imaj sağlamak konusunda yardımcı olunması.

4. YÖNETİM SİSTEMLERİNİN UYGULANMASI

Birçok yönetim sisteminin uygulamaya konması, çıkan ve yinelenen bir çok iş ile sonuçlanır. Tekrar eden işlerin azaltılması ile verimin, kalitenin ve sistemin rekabet edebilirliğinin artırılmasına yönelik olarak bir sistem entegrasyonu uygulanabilir. Bunun sonucunda 8-10 prosedür içeren bir Kalite El Kitabı yayınlanır. Aynı zamanda bir prosedür, ilgili diğer talimatlar ile aynı kapsamda olduğunda, talimattaki önemli noktalar prosedüre eklenerek iş talimatı iptal edilir.

4.1 Yönetim Sistemlerinin Ortak Yönleri

Bahsi geçen sistemlerin ortak yönleri (Arsovski, 2001):

- Ortak ilgili gruplar (çalışanlar, yönetim, iş ortakları, halk, hisse sahipleri)
- Aynı organizasyon ve çevresel süreçler
- Aynı metod ve teknikler, yönetim teorileri ve uygulamalar
- Benzer süreç yönetimi kavramları
- Benzer kaynak yönetimi kavramları
- Aynı yönetim, analiz ve iyileştirme kavramları
- Aynı yönetim sorumluluğu
- Aynı organizasyon vizyonu, misyonu ve iş kavramı

İlaveten, yönetim sisteminin ortak paydaları da;

- Yönetim süreçleri – Yönetimin gözden geçirmesi, insan kaynakları yönetimi, altyapı ve iş çevresi
- Dokümantasyon süreci – Doküman kontrolü ve kaydı
- Müşteri / ilgili grup süreci
- Ürün / Servis geliştirme süreci
- Satın alma / tedarikçi ilişkileri süreci
- İzleme ve ölçme süreci
- Sürekli iyileştirme süreci – uygunsuz ürün, düzeltici ve önleyici faaliyetler
- Emisyon ve atık su kontrolü – katı atık yönetim süreci
- Olay yönetimi ve acil durum yönetim süreci

5. ENTEGRE YÖNETİM SİSTEMLERİ UYGULAMASI

Bugünün iş anlayışı; ISO 9001, ISO 14001, OHSAS 18001 ve diğer yönetim sistemlerinin eskisi gibi geleneksel birimsel yaklaşımlar ile değil, daha bütünlüklük, çevresel bakış açıları ile değerlendirilmelerini gerektirir. Geçmişte bu yaklaşım, yönetim sistem standartları ve diğer firma içi engeller nedeniyle çeşitli problemler doğurmuştur. Ancak ISO 9001:2000'de ortaya çıkan son değişiklikler, bu ve bunun benzeri birçok engelin aşılmasını kolaylaştırmıştır.

Entegrasyon, temel bir ekonomi, organizasyonel verimlilik ve etkinlik durumudur. Entegrasyonun başarılı olması için dikkatle planlanması ve dengeli bir şekilde uygulanması gerekir. ISO9001:2000 revizyonu, diğer yönetim sistem standartları ile belirgin bir uygunluk gösterir ve organizasyon için entegrasyonu çekici kılar.

5.1 Sistem Entegrasyonu

Sistem entegrasyonu ile anlatılmak istenen şey standartların entegrasyonu (Beechner ve Koch, 1997), yönetim sistemlerinin entegrasyonu (Karapetrovic ve Willborn, 1998; Douglas ve Glen, 2000) veya her ikisi bir arada olmak üzere uygulanabilir. Eğer ilki uygulanacak olursa, sonuç olarak tek ve tamamıyla birleşik bir yönetim sistem standardı ortaya çıkar. Böyle bir çalışma sonucu muhtemelen çok farklı sektörlerde uygulanabilecek, tüm süreçleri kapsayan bir sistem ortaya çıkacaktır. Ancak bu çalışma aşırı miktarda profesyonel çaba gerektirecektir. Diğer taraftan firmalar, böyle entegre bir standart olsun ya da olmasın, kendi süreçlerine özel standartlar yaratarak kendilerine has entegre yönetim sistemlerini kurabilirler.

Mevcut sistem standartlarının kapsam ve yapısındaki bir çok ortak nokta sayesinde, bunların ortak standart çerçevesi içerisinde toplanması, paylaşılan ve özel elemanları uygun şekilde belirlendiği ve dokümanite edildiği süreçle gözle görülür bir problem yaratmayacaktır.

Ancak, aşağıdaki sorunlar nedeniyle bu çalışma çok da kolay olmayabilir:

- Farklı iş süreçlerinin ortak paydaşlarını bulmada sorunlar yaşanması
- İşlevlerin kendine has özelliklerinin muhtemel kaybı nedeniyle bazı kalite,

çevre ya da iş güvenliği uzmanlarının tepkileri

- Çoklu denetimlerin yüksek maliyetleri
- İyileştirmeyi sağlayacak, sistem verimini değerlendirecek veya Yönetim Sistem Standardı gerekliliklerindeki değişiklikleri tespit edecek denetim metodlarının yetersizliği.

6. ENTEGRE TERSANE YÖNETİM MODELİ ÖNERİSİ

Önerilen entegre yönetim sistemi 3 fazdan oluşmaktadır:

- *Entegre edilecek tüm sistemlerin ayrıştırılması*
- *Ortak entegrasyon elemanlarının teklenmesi*
- *Ayrıştırılan sistemlerin entegrasyonu*

(1) Dokümanların entegrasyonu

"Yönetim Sistemlerinin Ortak Yönleri" bölümü altında incelenen yaklaşım ile, özel kalite, çevre ve diğer gerekli prosedürler ortak bir el kitabı içinde toplanır. Prosedürlerin entegrasyon miktarı, tamamıyla işleme özelden, tümünden birleşik çalışmalara varabilir. Tam entegrasyon, aynı zamanda iş talimatları ve kayıt seviyelerinde de sağlanmalıdır. Ancak bazı işe özel kayıtlar istisnai tutulabilir.

(2) Temel süreçlerin, amaçların ve kaynakların belirlenmesi

Dokümantasyonu takiben, planlamanın, dizaynın ve uygulamanın dikey yönetim sistemleri boyunca entegrasyonu ile çekirdek süreçlerin kolaylaştırılması sağlanır. Özel hedefler, insan, finans ve malzeme kaynaklarının kullanımı ilişkilendirilir. Bu adım, uzun dönemde kaynakların değerlendirmesi yönünden en faydalı araç olacak ancak uygulanmasında oldukça zorlanılacaktır. Kolaylıkla çözülebilecek sistem uygunsuzluklarının ötesinde, kolaylaştırmayı küçülme olarak yorumlayacak kalite, çevre ve iş güvenliği gibi diğer uzman departmanlar karşısında zorlanılabilir. Önemli olan daha entegrasyonun başından bu gibi önyargıların yıkılmasıdır.

(3) "Her şey bir arada" sisteminin kurulması

Bu adım sürecin son adımını –veya diğer adımların doğal bir sonucunu oluşturmaktadır. Mevcut sistemlerin belirgin kavramsal benzerlikleri nedeniyle, kalite, çevre, iş sağlığı ve güvenliği konularında "genel" bir

yönetim sistemi ulaşılmaz bir hedef değildir. Ancak benzer bir çaba, insan ve finans kaynakları gibi organizasyonel performansın diğer elemanlarının entegrasyonu için de sarf edilmelidir. Bu tür yönetsel sınıfların birleştirilmesi için, yönetim sistemi kavramlarından farklı bir metodoloji gerekecektir.

Entegre Yönetim Sistemi modeli, aşağıdaki kapsamdaki 5 ana bölüme dayanmaktadır:

- (1) *"Organizasyon ve Yönetim Yapısı"*
- (2) *"Ürünler ve Servisler"*
- (3) *"Süreç Uygunluğu"*
- (4) *"Müşteri ve Tedarik Zinciri Bakışı"*
- (5) *"Değerlendirme, İyileştirme ve Sürekli Geliştirme"*

Bu beş bölüm ve bağlı alt başlıklarda, Toplam Kalite Yönetimi'nin birçok alanı kapsamıştır. Sertifikasyonu sağlamak için, daha önce bahsi geçen standartların tüm kapsamına değinilmiştir. Tüm organizasyonlar kendine özel ihtiyaç ve gereklerine uygun kalite el kitabı şekillendirebilir. Yönetimlerin kendi isteklerine göre bu bölümleri genişletmesi beklenir.

7. SONUÇ

Kalite gereklerini karşılayabilmek amacıyla bir çok kuruluşta oluşturulmuş olan Kalite Güvence departmanları tarafından uygulanmakta olan yönetim sistemleri, rekabetçi piyasanın vazgeçilmez unsurlarından birisi durumundadır. Bu sistemlerin müşterilere sunumu durumunda olan KYS uygulamaları ise, sistemin sürdürülmesinin garantisi olarak görülmektedir. Bir KYS uygulaması, kapsamına göre farklılıklar göstermekle birlikte, orta ölçekli bir gemi inşa firması için kayda değer kuruluş ve işletme maliyetleri ortaya çıkarmaktadır. Uzun vadede üretim verimliliğinin artırılması, reklam değeri ve benzeri faydaları düşünüldüğünde, ileri görüşlü organizasyonların bu tür bir yatırıma yönelmesi doğal karşılanmaktadır.

Entegre yönetim sistemleri ise, ister kurulmuş olan KYS üzerine adapte edilsin, ister de en baştan bu şekilde kurulmuş olsun, kapsamına göre değişmekle birlikte, küçük maliyet artışları ile yüksek katma değerler sağlamaktadır. Operasyonel süreçte karşılaşılan İSG konulu veya çevresel

sorunlara bulunacak anlık çözümler, hem maliyeti yüksek, hem de geçici olacaktır. Ancak sürdürülen yönetim sistemine dahil edilen bu tür uygulamalar, hem takibi kolaylaştıracak, daimi değerlendirmeler ile riskleri azaltacak ve sürekli iyileştirmeyi sağlayacak, hem de kümülatif maliyetlerde gözle görülür bir düşüş yaratacaktır.

Entegre Yönetim Sisteminin faydalarından yararlanılabilmesi için çok önemli olan danışmanlık ve denetim süreçleri için ISO 9001 konusunda uzmanlık ve tecrübenin firmalar bünyesinde bulunduğu kabul edildiği halde, ISO 14000 ve OHSAS 18000 konusunda da acil uzmanlık ve tecrübe ihtiyacı vardır. Bu uzman yardımlarının sağlanması sonucunda, işletmeler en ekonomik şekilde hem iş sağlığı ve güvenliği ile çevre konularında riskleri azaltmış, hem de idari gereklilikleri yerine getirmiş olurlar.

8. DEĞERLENDİRME

Sosyal sorumluluklar, ergonomi, sürdürülebilirlik ve güvenilirlik gibi diğer yönetim sistemleri, endüstri üzerindeki mevcut baskı olmayışı ya da ilgili rehberlerin yeterince açık olmayışı gibi sebeplerle daha seyrek söz konusu olur. Bazı durumlarda geniş kabul gören standartların bulunmayışı veya yönetim sisteminin kavramsallaştırılamaması gibi sorunlarla karşılaşılabilir. Ancak Wilkinson ve Dale (1999), gerçek EYS uygulamasının kapsamının, KYS, ÇYS ve İSGYS bileşiminden çok daha geniş olması gerektiğini ve gelecekte ihtiyaç duyulabilecek tüm ilave sistemleri bünyesine alabilecek yapıda oluşturulması gerektiğini belirtmiştir.

Özellikle gelişmekte olan ülkeler veya merkezi ekonomiden piyasa ekonomisine geçiş yapmakta olan ülkeler, ISO üyelerinin dörtte üçlük kısmını oluşturmaktadır. Onlar için ISO standartları, ekonomilerini geliştirmek ve ihracat yeterliliklerini artırarak küresel piyasalarda rekabetçi hale gelebilmeleri için çok önemli bir teknolojik know-how kaynağı olmaktadır.

9. REFERANSLAR

[1] Anderson, James C., Hakan Hakansson, ve Jan Johanson (1994), "Dyadic Business Relationships Within a Business Network Context," *Journal of Marketing*, 58 (October), 1-15.

- [2] Arsovski, S. (2001) "Pristup razvoju i implementaciji integrisanog sistema menadžmenta' QMS/EMS/OHSMS/RM", Kvalitet, godina XI; broj 1-2, Poslovna politika AD Beograd, str. 25-28.
- [3] Beechner, A.B. ve Koch, J.E. (1997), "Integrating ISO 9001 and ISO 14001", Quality Progress, Vol. 30 No. 2, pp. 33-6.
- [4] Douglas, A. ve Glen, D. (2000), "Integrated management systems in small to medium enterprises", Total Quality Management, Vol. 11 No. 4-6, pp. S686-90.
- [5] Draft Conclusions and Recommendations, "Regional Workshop on Integration of Environmental and Quality Management Systems in the ESCAP Region", 15-17 September 2003, New Delhi
- [6] Dwivedi, S. N., Maffioli, P., (2003) "Total value management in shipbuilding", Total Quality Management, Vol. 14, No. 5, 549-569
- [7] Gong, Ray, Establish a TQM System which integrates ISO9000:2000 and Environmental & Safety Management On the Basis of Framework of ABB's model for Business Excellence, ABB Xiamen Switchgear Co., Ltd.
- [8] Karapetrovic S. ve Willborn, W. (1998), "Integration of quality and environmental management systems", TQM Magazine, Vol. 10 No. 3, pp. 204-13.
- [9] Karapetrovic, S. (2002), "Strategies for the integration of management systems and standards", Total Quality Management, Vol. 14 No. 1, pp. S61-67.
- [10] Nomak, H.S. ve Er, D. (2004), "Enhancement of shipyard facilities in developing countries utilizing integrated management system standards", The International Association of Maritime Economists Annual Conference
- [11] Savic, Suzna (2001) "Integration of Management Systems in Terms of Optimization of Workplace Human Performance", Facta Universitatis, Working and Living Environmental Protection, Vol.2, No:1, pp.27-38

GEMİLERDE ECDİS KULLANIMI VE TÜRKİYE'DE ECDİS KULLANIMININ ÖNEMİ

Özcan ARSLAN (1)
Oğuzhan GÜREL (2)

(1) İTÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma
İşletme Mühendisliği Bölümü, arslano@itu.edu.tr

(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi Deniz Ulaştırma
İşletme Mühendisliği Bölümü, gurelo@itu.edu.tr

ÖZET

Köprüüstünde bulunan elektronik seyir yardımcıları son yıllarda büyük teknolojik ilerleme sağladı. Bu seyir yardımcılarının kullanılması, köprüüstünde vardiya tutan kaptan ve zabıtlere büyük kolaylıklar sağladı.

Bu elektronik cihazlardan en önemlisi ve dünya filolarında hızla yaygınlaşan ECDIS (Elektronik Harita Görüntüleme ve Bilgi Sistemi)'tir. Bu makalede ECDIS'in kullanımını, bileşenlerini, dinamik özelliklerini, ECDIS kullanmanın getireceği avantajları, ECDIS'in kağıt harita ve notik yayınların yerini alıp alamayacağını, ECDIS'in gelişimi ve gelecekte bu sistemin alt yapısının oluşturabileceği ve denizciliğe getirebileceği yeni katkıları, ECDIS'in SOLAS'taki yerini ve gemilerde ECDIS kullanımının gemide görev yapan gemiadamlarına ve denizciliğe getireceği katkıları inceledik.

Anahtar Kelimeler: Elektronik seyir yardımcıları; ECDIS; Sayısallaştırılmış Harita

1. GİRİŞ

Son yıllarda bilişim teknolojilerinin gelişmesiyle birlikte, denizcilik sektöründe ECDIS (Electronic Chart Display and Information System - Elektronik Harita Gösterim ve Bilgi Sistemi) kavramı oldukça güncel bir şekilde yerini almıştır. Genel anlamda ECDIS, gemilerin seyir emniyetine yönelik gerçek zamanlı bir karar destek sistemidir. 1995 yılında IMO (International Maritime Organization - Uluslararası Denizcilik Örgütü) tarafından standartları tespit edilmiştir. Kabul edilen bu standartlara uyan sistemlerin kullanımı hâlinde, bir zorunluluk olan kâğıt harita yerine ECDIS konsolları kullanılabilir.

Bir ECDIS sisteminin özünü, standartları IMO ve IHO (International Hydrographic Organization - Uluslararası Hidrografi Örgütü) tarafından belirlenen elektronik ortamdaki haritaların ve gemide mevcut seyir yardımcısı algılayıcılara ait değerlerin bir ekranda sergilenmesi, bunların işlenerek seyre ait karar desteği sağlayan yardımcı bilgilerin sağlanması ve gerekli kayıtların tutulması oluşturmaktadır.

ECDIS sistemlerinin deniz seyrine tek katkısı güvenliği artırıcı destek sağlaması değildir. Seyir planlaması ve rota izleme desteği ile önemli ekonomik katkılar da sağlayabilmektedir. Gerek önlenmesine destek olduğu kazalar gerek yakıt harcamasına etkileri ile çevre kirlenmesini azaltıcı yönde, önemli etkileri olan bir sistem olarak değerlendirilmektedir. Bunun yanında seyir için gerekli olan bütün bilgilerin tek bir cihazla görüntülenebilmesi, vardiya zabiti açısından önemli bir vakit kazancı sağlamaktadır.

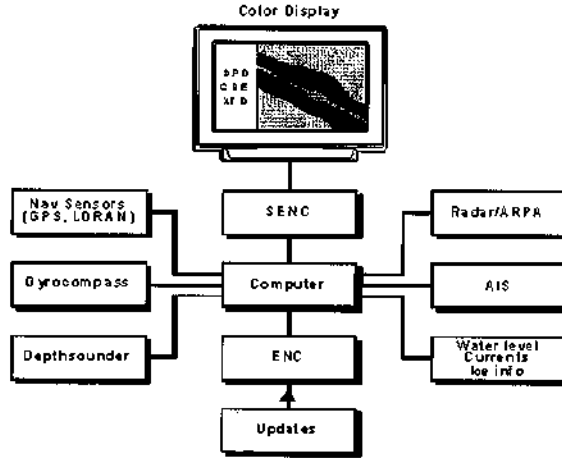
Emniyetli bir seyir için, haritalarda bulunan bilgiler seyrin çeşidine göre bir önem sırası arz etmektedir. Örneğin açık deniz yada uzakyol seyrinde yörünge plânlaması veya akıntıların hesaba katılması önemli iken boğaz geçişleri ve limanlar gibi dar ve sığ sularda deniz dibi yükselteleri, şamandıra yerleri, kıyı şeridi bilgileri ve gel-git gibi etkiler daha önemlidir. Ek olarak, harita bilgileri ile birlikte veya ayrı olarak değerlendirilmesi gereken geminin bulunduğu şartlara ait konum, mutlak ve suya göreceli hız ile rüzgâr gibi plâtfon bilgileri de önemlidir. Tüm bu bilgilerin duruma göre değişen kullanıcı ihtiyaçlarına uygun olarak değerlendirilmesi ve sergilenmesi seyir yardımcı sistemini oluşturmaktadır.

2. ECDIS SİSTEMİNİ OLUŞTURAN TEMEL ÖĞELER

Elektronik harita sistemleri dört temel parçadan oluşur:

1. Bilgisayar İşlemcisi
2. Sayısallaştırılmış Veri Tabanı
3. Seyir Sensörleri
4. Renkli Ekran

Geminin cayro pusulası, iskandil, arpa gibi diğer yardımcı seyir cihazları sistemle entegre çalışmaktadır.



Şekil 1. Sistem Elemanları

3. SAYISALLAŞTIRILMIŞ HARİTA BİLGİ FORMATI

Seyir haritalarının bilgisayar ortamına aktarılması, raster veya vektör formatları mümkün olmaktadır. Raster harita bilgisi haritanın sayısallaştırılmış resmidir. Tüm bilgiler bir katman halinde ve format şeklindedir. Video görüntüsü; resmi, basit olarak sayısallaştırılmış bilgi dosyasından yeniden üretir. harita üzerinde sergilenen bilgiler sabit olarak kalmaktadır. Harita görüntüsü büyütüldüğünde çözünürlük sebebi ile görüntü kötüleşmekte, küçültüldüğünde ise birçok ayrıntı kaybolmaktadır. Dünyanın yuvarlaklığı ve basıklığının

etkisi ile bilgilerin düz bir yüzey oluşturan haritaya hatasız olarak aktarılması mümkün değildir. Haritalar belirli bir noktayı esas alan geometrik dönüşümler (projeksiyon) ile oluşturulur. Bu dönüşüm sonucunda çizilen harita ancak belirli bir bölge için yeterince hatasız kabul edilebilir. Dönüşüme esas teşkil eden bölge dışına çıkıldığında kullanılan haritanın değiştirilmesi gerekir. Bu durumda paftalar halinde hazırlanan haritalardan bir başkasının sisteme yüklenmesi gerekir. Raster bilgi ile haritanın her bir elemanın değiştirilmesi zordur çünkü haritanın elemanları bilgi veri dosyasında ayrılmış degillerdir. Raster bilgi dosyaları büyük olmaya meyillidirler.

Vektör harita bilgisi birbirinden ayrı birçok dosyadan oluşturulmuştur. Belli sembolleri, hatları, alan renklerini ve diğer harita elemanlarını üretmek için grafik programları içerir. Operatör dosyadaki her bir öğeyi değiştirebilir ve bu öğelere ek bilgi yükleyebilir. Harita bilgilerinin vektör formda olması sayesinde haritayı büyütme görüntü bozulmasına sebep olmamakta, küçültme sırasında gerekli ayrıntılar korunabilmektedir. Vektör formdaki bilginin bilgisayar tarafından karar ve alarm amaçlı kullanımı mümkün olmakta böylece kanal geçişleri, yasak saha değerlendirmeleri gibi gereksinimlere yüksek güvenilirlikle destek sağlanabilmektedir. Haritanın görüntüleme ölçeği ne olursa olsun belirlenen alarm durumları sistem tarafından kullanıcıya bildirilmektedir. Alarmı oluşturan bilgiler ekran görüntüsünden kaldırılmış olsa dahi bu imkan sağlanabilmektedir. Ayrıca vektör formdaki bilgilerin geminin bulunduğu konum esas alınarak değerlendirilmesi ile gerçek zamanda harita dönüşümleri yapılabilme ve sürekli olarak en doğru harita görüntülemesi mümkün olmaktadır. Vektör dosyaları raster dosyalarına oranla daha küçüktür ve aynı alanlı raster dosyalarından daha kullanışlıdır. Vardiya zabiti ihtiyaçlarına göre görüntüyü ayarlayarak vektör bilgilerini görüntüleyebilir.

Kâğıt haritalar üzerinde elle yapılan işlemleri aynı performansta bilgisayar ortamında yapmak mümkün olmamaktadır. Ayrıca,

değişen şamandıra, deniz feneri, yasak sahalar gibi bilgi güncellemeleri zor olmaktadır. Bu zorluk haritanın tarama / görüntüleme çözünürlüğü ile birlikte artmaktadır. Son olarak 1995'te IMO tarafından ECDIS standardı kabul edilmiştir. Bu standart vektör harita kullanımı esasına dayanmaktadır. Vektör harita standardı olarak da S57 kodu ile anılan sistem kabul edilmiştir. Vektör haritalarda bilgiler veritabanı katmanları hâlinde tutulabilmektedir. Güncelleme için sadece değişen nesnelerin bilgilerinin yüklenmesi yeterli olmaktadır. Bu sayede güncellemeler sistematik ve kolay olmaktadır. Kullanım sırasında sadece seçilen bilgi gruplarının görüntülenebilmesi çok daha fazla ayrıntı ve gerekli bilginin kullanılabilmesini sağlamaktadır. Kullanıcı da kendi amaçlarına yönelik olarak nesneler oluşturabilmekte ve kullanabilmektedir. Benzer şekilde askeri amaçlı bilgiler de gizlilik koşulları zedelenmeden eklenebilmekte ve görüntülenebilmektedir.

Seyir sırasında genelde gemi merkezli olarak görüntülenen haritalar, istendiğinde seyir planlaması amacı ile başka bir nokta merkez alınarak da (off-center) sergilenebilmektedir. Gemi sabit-harita hareketli ya da harita sabit-gemi hareketli görüntüleme imkanı sağlanmaktadır. Ayrıca kullanım amacına göre kuzey yönü esas alan ya da gemi pruvasını esas alan nispi görüntüleme kullanılabilir. Tüm bu görüntüleme modların da en doğru projeksiyon ile görüntüleme imkanı vektör haritaların kullanımı ile mümkün olmakta, gerekli dönüşümler seçilen projeksiyon yöntemine göre gerçek zamanda yapılabilmekte, bu sırada görüntü kalitesi kaybı oluşmamaktadır. ECDIS sistemlerinin sağlayabildiği güvenlik ve kolaylıklar sebebi ile, kabul edilen standartlara uygunluğu belgelenmiş sistemlerin kullanılması halinde, kağıt harita kullanımı zorunluluğu kaldırılmaktadır. Böylece ECDIS sistemleri, diğer yararlarının yanı sıra kağıt harita kullanımının alternatif maliyetini de ortadan kaldırmaları ile tercih edilir sistemler olmaktadır.

ECDIS için geçerli olan IMO ve IHO standartları yalnızca vektör formatıyla hazırlanan haritalara izin vermektedir. Sayısallaştırılmış

haritaların raster veya vektör bilgi tabanındaki herhangi bir değişiklik yalnızca elektronik seyir haritasını oluşturan hidrografi ofisleri tarafından yapılmalıdır. Bilgi tabanını etkileyen diğer kaynaklardan yapılacak düzeltmeler yalnızca resmi bilgi tabanına uygulanarak yapılmalıdır. Bu sayede resmi bilgi tabanının bütünlüğü korunmuş olur.

4. ECDIS UYARI VE ALARMLARI

IMO performans standartlarına göre ECDIS sistem ve donanım parçalarının kondisyonu hakkında bilgi vermelidir. Belirlenen bazı parametreler aşıldığında ECDIS yazılı ve sesli olarak operatörü uyarmalıdır. Bu vardiya zabıtine seyir tehlikelerini izleme konusunda yardımcı olur. IMO standartlarına göre ECDIS aşağıdaki alarm sistemlerine sahip olmalıdır.

- Planlanan rotadan sapma
- Mevki bildiren sistemden farklı geodetic datuma sahip harita kullanımı
- Waypoint ve diğer kritik noktalara yaklaşma
- XTE limitlerinin aşılması
- Ölçek üstü görüntülenen harita bilgisi
- Elde mevcut daha büyük ölçekte harita bilgisi
- Mevki bildirim sisteminde hata oluşumu
- Güvenlik konturunun geçilmesi
- Sistemde hata oluşumu

Alarmlar sesli ve görülebilir uyarılardan oluşur. Kullanıcı tarafından öncelikle belirlenecek limitler girilmelidir. Kullanım detayları sistemler arasında farklılık gösterebilir ancak tüm ECDIS cihazları bu temel alarmlara sahip olmalıdır. Bunun yanında karaya oturma alarmlarının da kullanılabilmesi seyir emniyeti açısından büyük bir gelişme olmuştur. Kullanıcı bu alarm ve uyarıları çok iyi bilmek ve en etkin biçimde kullanabilmekle sorumludur.

5. ECDIS KAVRAMI

IMO, ECDIS 'i uluslararası kanunun gereklerini taşıyan güncel haritaya uygun birleştirilmiş köprüüstü sistemi olarak tanımlamıştır. ENC (Electronic Nautical Chart), ECDIS sisteminde kullanılan, geminin elektronik harita bilgi tabanıdır. ENC; ECDB (Electronic Chart Data Base)'nin bir alt koludur. ECDB, ulusal hidrografik otorite tarafından oluşturulan bir sayısallaştırılmış harita bilgi tabanıdır.

ECS, ECDIS standartlarına sahip olmayan sayısallaştırılmış harita gösterim sistemidir. ECS sistemini kullanan gemiler normal seyir haritalarını da bulundurmak zorundadırlar. ECDIS standartlarını karşılamamasına rağmen pek çok şirket ECS tabanlı birleştirilmiş köprüüstü sistemleri üretmektedir. Bu birleştirilmiş köprüüstü sistemlerinde, elektronik harita gösterimi ile elektronik mevki hesaplama sensörleri birleştirilmiştir. Bu sayede, gemi pozisyonunun sık aralıklarla görüntülenene ve yenilene bir video gösterimi sağlanabilir.

ECDIS standartlarına rağmen bu sisteme olan rağbet azalmamıştır. Bu talep karşısında bazı ulusal hidrografi ofisleri tarafından ECS sistemlerinde kullanılmak üzere resmi sayısallaştırılmış raster haritalar üretilmektedir. Ayrıca, bazı ticari şirketler çeşitli ulusal hidrografi ofislerinin seyir haritalarını dijite etmek için lisans almış durumdadırlar. Ancak, bunlar IMO standartlarına uymayan bir bilgi tabanına sahiptirler. Unutulmamalıdır ki; ECDIS bir sistemdir ve elektronik bilgi tabanı bu sistemin temel parçasıdır.

6. ECDIS STANDARTLARI

6.1 IMO Performans Standartları :

Bir elektronik harita sisteminin ECDIS olarak sınırlandırılabilmesi için IMO Performans Standartlarına uygun olmalıdır. IMO Performans Standartları sistemin parçalarını, özelliklerini ve fonksiyonlarını belirler. ECDIS sistemi 1974 SOLAS Konvansiyonu 20.Bölüm 5.Yönetmeliğinde istenen günü gününe harita düzeltmeye

imkan verecek destekleme düzeneğine sahip olmalıdır. Bir ECDIS sistemi navigasyon sensörlerinden alınan pozisyon bilgisi ve Elektronik Seyir Haritasından (ENC) seçilmiş bilgileri kullanarak rota planlama, görüntüleme ve istendiğinde seyir ile alakalı diğer birçok bilgiyi gösterme yeterliliğinde olmalıdır.

Mayıs 1999'da Denizde Güvenlik Komitesi (MSC) tarafından ECDIS için Performans Standartları Taslağı hazırlanıp IMO 'ya iletilmiştir. Bu taslakta hazırlanan standartlar 23 Kasım 1995 tarihinde kabul edilmiştir ve IMO Resolution A19 / Res.817 numarası ile yayınlanmıştır. Bu MSC tarafından hazırlanan standartların aynısıdır. Kasım 1996 tarihinde ise IMO tarafından Destekleme / Yedekleme Düzenlemeleri kabul edilerek IMO Performans Standartlarına Ek 6 olarak eklenmiştir.

IMO, üye ülkelerden Ulusal Hidrografi Ofislerinin mümkün olan en kısa sürede Elektronik Seyir Haritaları (ENC) üretmeleri ve güncelleştirme servislerine sahip olmalarını istemiştir. Ayrıca üye ülkeler bu üretici firmaları Performans Standartlarına uygun olarak ECDIS dizayn ve üretimi konusunda denetleyeceklerdir.

6.2 IHO Veri Standartları :

IMO 'nun hazırladığı ECDIS Performans Standartları ile beraber, Uluslararası Hidrografi Dairesi (IHO) tarafından da ECDIS görüntü ve içerik için sayısallaştırılmış veri formatı ve karakteristikleri ve bunlarla alakalı teknik standartlar ve karakteristikler geliştirilmiştir. IHO S-52 olarak bilinen ECDIS için IHO 'nun Harita İçerik ve Görüntü Karakteristiklerini içeren bir özel yayın IHO tarafından hazırlanmıştır. Güncelleştirme için araçlar / işlemler, renk ve sembol karakteristikleri olmak üzere üç kısımdan oluşur. Ayrıca ECDIS ile ilgili terimleri içeren bir sözlükte ilave edilmiştir. IHO S-52'nin dördüncü baskısı Aralık 1996'da yayınlanmıştır.

IHO S-57 olarak bilinen IHO Özel Yayınında ise Sayısallaştırılmış Veri için IHO Transfer Standartları belirtilmiştir. 4-15 Mayıs 1992

tarihinde Monaco 'da yapılan 14. Uluslararası Hidrografi Konferansında resmi IHO Standardı olarak kabul edilmiştir. DX-90 Formatı, ENC üretim karakteristikleri ve ENC güncelleştirme profilinden oluşur.

6.3 ECS Standartları

Amerika Birleşik Devletleri'nde, Deniz Servisleri için Radyo Teknik Komisyonu (RTCM) tarafından ECS standartları oluşturulmuştur. Bu standartlar tavsiye niteliğindedir. Aralık 1994'te basılan RTCM standartlarına göre genel olarak bir ECS sistemi;

- *Temel navigasyon fonksiyonlarını yapabilmeli,*
- *Devamlı olarak gemi pozisyonlarını plotlayabilmeli,*
- *Gösterilen bilgiye göre uygun indikatörler sağlanmış olmalıdır.*

Standartlar raster veya vektör verisinin herhangi birinin kullanılmasına imkan verir. Ayrıca bu standartlara göre harita bilgisi basit ve güvenli bir biçimde güncelleştirilebilmelidir. TCM standartlarının minimum şartlarını karşılayan ECS sistemleri gemilerin seyir kimliğini arttırmak ve kaza riskini azaltmak için yeterli olacaktır.

Bununla birlikte; bir seyir yardımcısı olan ECS, daima devlet destekli ulusal hidrografi işlerinden alınan güncelleştirilmiş haritalar ile kullanılmalıdır.

ECS sistemlerini kullanan gemiler aynı zamanda klasik seyir haritalarını da bulundurmak zorundadır. Çünkü sistem ECDIS standartlarını karşılamamaktadır.

7. SONUÇ

ECDIS sistemi kullanımının yaygınlaşmasıyla beraber; seyir emniyetinin artması, vardiya zabıtlarının işyükünün azalması, vakit

tasarrufu, çevre kirliliğinin azalması, rota izleme yeteneği sayesinde yakıt tasarrufu gibi pekçok kazanç sağlanacaktır. Deniz ticaretinin emniyet ve etkinliğini artırmak maksadıyla kurulan GTH (Gemi Trafik Hizmeti)'larda da ECDIS teknolojisinden faydalanılması, gemi trafiğini büyük ölçüde rahatlatacak ve sesli haberleşmenin zorluklarını en düşük seviyede tutacaktır.

Buna rağmen ECDIS'in uluslararası gelişimi ENC (Elektronik Seyir Haritaları)'nın yeterli şekilde üretilmemesi sonucunda çok hızlı ilerlememektedir. Kısa vadede, gelişmekte olan ülkelerin kendi seyir alanları için elektronik seyir haritalarını üretebileceği düşünülmektedir. Özel şirketlerin ticari olarak yaptığı elektronik seyir haritalarının resmi olarak geçerli olabilmesi için ülke idaresinin onayı gerekmektedir.

Türkiye açısından baktığımızda, devlet kurumlarının özel şirketlerle beraber çalışarak, elektronik seyir haritaları üretimini desteklemesi ve onayıyla Türk kıyıları da daha güvenli deniz seyrine elverişli hale gelecektir.

8. REFERANSLAR

- [1] IEC/TC80/WG7 (ECDIS) "Operational and Performance Requirements - Methods of Testing and Required Test Results", IEC 1174 ECDIS V.02, July 1995.
- [2] IHO SP 52 "Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS", current edition, IHB, Monaco.
- [3] IHO SP 52 Appendix 1 "Guidance on Updating the Electric Navigational Chart", 2nd edition, Dec. 1994.
- [4] IHO SP 52 Appendix 2 "Colour and Symbol Specifications for ECDIS", 3rd edition, Nov. 1994.
- [5] IHO SP 52 Appendix 3 "Glossary of ECDIS-related Terms", 2nd edition, Sept. 1993.
- [6] IMO Performance Standards for ECDIS

BAKIM VE ONARIM SIRASINDA GEMİLERDEN KAYNAKLANAN ÇEVRESEL KİRLİLİĞİN EN AZA İNDİRGENEBİLMESİNE YÖNELİK GELİŞTİRİLEN PLAN YÖNETİMİ VE KONTROLÜ

Dr. Zuhal ER

İTÜ. Denizcilik Fakültesi, 81716 Tuzla-İstanbul

Tel: 216-3951064 Faks: 216-3954500

E-posta: erzuh@itu.edu.tr

ÖZET

İçinde bulunduğumuz yüzyılda endüstri ve teknoloji alanlarında çok hızlı gelişmeler yaşanmaktadır. Bu gelişmeler, yaşam düzeyinin yükselmesini sağlarken, diğer yandanda canlıların yaşamını tehdit etme boyutuna ulaşan su, toprak ve hava kirliliklerini de beraberinde getirmiştir. Başlangıçta tabiatın özümleme kapasitesi kendisinde yer bulan atıkların bertarafını sağlamışsada, duyarlı yaklaşım yetersizliği ile günümüzde ciddi çevre problemleriyle karşılaşılmaktadır. Çevrenin bir parçasının herhangi bir sebeple bozulması, diğer parçalarında etkileyebilmektedir.

Bu genel ifade içerisinde ülke ve sınır tanımayan çevre ve sorunlarının ele alınışında, bu sorunların küresel boyutlarda algılanmasının yanında, bu sorunlara karşı ortak tavır alınması amacıyla bölgesel ve uluslararası işbirliklere önem verilmekte, bu konuda ulusal ve uluslararası platformlarda yoğun çalışmalar gerçekleştirilmektedir. Günümüzde, gemi inşaa-bakım ve onarım hususlarını da içinde barındıran, gemilerden kaynaklanan çevresel kirlilik mevcut olabilmektedir.

Çalışma kapsamında, deniz ve kıyı sularında gemi inşaa, bakım ve onarım hususlarının da yer bulduğu, gemilerden kaynaklanan çevresel kirliliğin en aza indirgenmesine yönelik olarak IMO kararları da göz önünde bulundurularak, model yönetim planı ve kontrol süreçlerinin tarifi hedeflenmektedir.

Bu çalışmada gemi kaynaklı deniz kirliliği riskini azaltmak için yöntem planının geliştirilmesi hedeflenmiştir. Ayrıca, ilgili politika ve süreçlerin hazırlanışında ABD Sahil Güvenlik Kuralları, Washington Eyaleti Çevre Bilim Komisyonu Kuralları, Göller Bölgesi (Kanada) Balıkçılık Komisyonu, Kanada Çevre Bakanlığı, Avustralya Denizcilik Güvenliği Yetkili Kuruluşu (AMSA) ve Avustralya Karantina ve Denetleme Kurumunun alt yapı çalışmalarından faydalanılmıştır. Bu yönetim planının hedefi yukarıda belirtilen kurum, kuruluş, komisyon ve bakanlıkların kurallarını tam olarak uygulayabilmektir. Bu bağlamda çalışmamızda teknik ve bilimsel denetim altında hazırlanacak kirlilik yönetim planlarının amacı, hükümetlere ve uygun makamlara, gemi işletmeciliği şirketlerinin işletim sorumluluğu altında bulunan gemilere, tersanelere, liman yetkililerine ve diğer ilgili taraflara gemi kaynaklı deniz kirliliği riskini en aza indirmekte yardımcı olacaktır.

Anahtar kelimeler: Deniz Kirliliği, Gemi, Plan Yönetimi ve Kontrolü

GİRİŞ

Homer'in, milattan 1000 yıl önce, "Deniz yaşamının kaynağı, hayatın başlangıcıdır" şeklinde belirttiği ve bu gün milattan yaklaşık 3000 yıl sonra; denizcilerin de tabiriyle "Büyük Ambar" olan denizler de ulaşım ağlarının yaygın kullanımı, bir taraftan artan dünya nüfusu ve diğer taraftan ise gelişen teknoloji ile birlikte son 15, 20 yıl içinde başlayan denizlerin kirlenmesi, bu gün artık üzerinde önemle durulması gereken bir çevre sorunu olarak yer almaktadır. Başlangıçta tabiatın özümleme kapasitesi, atıkların bertarafını sağlamışsada, "kirleneni / kirlenirse temizlemeli" yaklaşımının yetersizlik arzemesiyle; günümüzde ciddi çevre problemleriyle karşılaşmaktadır. Çevrenin bir parçasının herhangi bir sebeple bozulması, diğer parçalarında etkileyebilmektedir. Çevrenin doğal yapısını ve bileşiminin olumsuz müdahaleye maruz kalması, değişmesi ve böylece insanların olumsuz yönde etkilenmesi "çevre kirlenmesi" olarak tanımlanabilmektedir [1]

Doğada kirlenmeye neden olan etmenleri, doğal etmenler ve insan faaliyetleri ile oluşan etmenler olmak üzere iki grupta incelemek mümkün olabildiği gibi, çevre bilimcilere göre kirlenme iki başlıkta sınıflanmaktadır. Birinci tip kirlenme: biyolojik olarak ya da kendi kendine zararsız hale dönüşebilen maddelerin oluşturduğu kirliliktir. İkinci tip kirlenme: biyolojik olarak veya kendi kendisine yok olmayan ya da çok uzun yıllarda yok olan maddelerin oluşturduğu kirliliktir [2,5].

Günümüzde en yaygın olan kirlilik su, hava, toprak, ses ve radyasyon kirliliğidir. Kalıcı kirlenme de denilen ikinci tip kirlenmeye neden olan maddeler bitki ve hayvanların vücutlarına katılır ve sonra insanın yaşamını tehlikeye sokar. Bir iç deniz olan Marmara denizine, sanayi atıkları ile civa ve kadminyum iyonları bırakılması neticesinde zararlı atıklar, besin zincirinde algilere, balıklara ve sonunda insana ulaşarak önemli hastalıklara ve ani ölümlere neden olabilmektedir [3,9].

Tüm bu bilgiler ışığında, gemi işletmeciliği şirketleri'nin sorumluluğu altında bulunan gemilerden kaynaklı deniz kirliliği riskini azaltmak için, yöntem planının geliştirilmesi önerilmektedir. Bu çalışmanın amacı, işte bu plan yönetimi ve kontrolü esaslarını irdelemek olacaktır.

DENİZ KİRLİLİĞİ

Denizdeki biyolojik hayatın verimliliği ve sürekliliği, oksijen ve ısı miktarı ile su sıcaklığına bağlı olup, bu üç fiziki kısmı belirleyen en kritik kısım ise yüzeyin ilk milimetrik katmanıdır [4]. Şöyleki:

a-Atmosferdeki oksijen miktarının sudan daha fazla olması nedeni ile yavaş yavaş atmosferdeki oksijen deniz suyu içinde çözülür ve akıntılar sayesinde denizin farklı derinliklerine dağılmaktadır. Bu atmosfer ile deniz arasındaki oksijen değişimi ise, deniz yüzeyinde gerçekleşmektedir.

b-Denizde besin zincirinin en alt tabakası, fotosentez ile beslenir ve en gerekli öğelerden birisi ise güneş ışığıdır. Deniz yüzeyi ne kadar berrak ve temiz ise güneş ışığı da o kadar derinlere ulaşabilir.

c-Deniz suyu sıcaklığı da eko-denge açısından çok önemli bir unsurdur. Deniz suyu ısınıpı hem güneş ışığından hem de atmosferden alır.

Atmosferle temas eden deniz yüzeyi atmosferin ısısını emer. Bu ısı alışverişinin miktarı ise deniz yüzeyinin ilk milimetrelerindeki temizliğe bağlıdır.

Denizlerdeki kirlenme en yoğun olarak deniz yüzeyinde görülür. Yukarıda açıklanan nedenlerden dolayı karşılaşılan aşırı kirlenme denizlerin soğuma kapasitesini zayıflatmakta, hava ve güneş ile yeterli temas etmeyen denizde, eko-denge bozulmaktadır.

DENİZ KİRLİLİĞİNE NEDEN OLAN UNSURLARIN SINIFLANDIRILMASI

Yerkürenin yaklaşık dörtte üçünü deniz sularının içerdiği bilinmektedir. Bunun önemli bir bölümü Güney Yarımküre’de yer almaktadır. Türkiye’yi çevreleyen denizlerin, ana kütle olan okyanuslara oranla hayli küçük olması ve de kısıtlı madde alışverişinin bulunması, bu su kütlelerinde kirlenmenin büyük ölçüde birikim yapmasına sebep olabileceği sonucuna varılmaktadır.

Deniz çevresinin güvenliğini tehdit eden riskler:

- Gemilerden kaynaklanan riskler
 - Denizden kaynaklanan riskler
 - Denizde kurulmuş bulunan platform ve boru hatları
 - Doğal afetler sonucu kaynaklanan riskler
 - Kıyı yapıları ve endüstriyel tesislerden kaynaklanan riskler
- olarak sınıflandırılabilir.

Gemilerden kaynaklanan riskler ise:

- Kazalardan kaynaklanan riskler
 - Kasıtlı veya bilinçsiz operasyonlar
- şeklinde dir.

Kirlenme, lokal olarak kirlenme kaynağı açısından değerlendirildiğinde, denizlerin kirlenmesi %90 oranında kara kökenli kirlenmelerden oluşmaktadır [1,3,9]. %10 oranında da olsa deniz kökenli kirlenmeyi, gemilerden yapılan deşarjlar, gemi bakım onarım (bir kısmı kara kökenli kirlilik içerisinde olmakla beraber) tersane işlemlerinin neticeleri ve meydana gelme sıklığı az ancak gerçekleşmesi halinde büyük kirlilik ortaya çıkaran gemi kazalarından oluşturmaktadır.

Hem gemi kaynaklı kirlilik hemde kara kaynaklı kirlilik içerisinde yüzdeye dahil olan tersane bazı işlemlerden dolayı oluşan kirlilik dikkat çekici özelliktedir. Bu noktada tersane tanımlamasının yapılması yerinde olacaktır. Yük ve yolcu (Ticari veya turistik amaçlı) gemileri ile (ahşap, polyester, fiberglas, çelik) inşaa, tadil, bakım ve onarımı için dalgakıranla durgun su temin edilmiş, yüzer havuzlu, teknik ve sosyal altyapısı, yönetim, bakım, onarım ve depolama birimleri de bulunan kıyı yapılarına "Tersane" denilmektedir [7]. Kirlilik bağlamında sıralamadaki ön yerlerden birini de gemi sökümü alabilmektedir. Ali Ağa'da bulunan gemi söküm tesislerine Greenpeace rakamlarına göre her yıl yaklaşık yüz gemi getirilmektedir. Gemi söküm işine 1970'lerin sonunda başlayan Türkiye; Hindistan, Bangladeş, Pakistan ve Çin'in ardından dünyadaki beşinci büyük gemi söküm sanayisine sahiptir. Firmalar yılda 350-400 bin tonluk gemi sökümü gerçekleştirmektedirler. Gemi sökücülerinin ekonomiye milyar dolarlık katkıları olduğu tahmin edilmektedir[10].

Ekonomik getirilerinin olmasına karşın, durgun su şartlarının mevcut olduğu durumlarda, kirliliğin birikimi ve çevresel etkisinin büyüklüğü giderek artabilmektedir. Dolayısıyla tüm parametrelerin dikkate alınarak ortaya çıkan paradoksal durum, ancak lojik ve optimistik bir yaklaşımla rasyonel olarak çözümlenebilecektir.

KİRLİLİK İNDİRGEMEYE İLİŞKİN PLAN VE YÖNETİMİ

Gemi kaynaklı kirlilik sorunu çerçeve olarak belirlendikten sonra, kirlilik önleme için plan ve yönetim bir gereklilik olarak ortaya çıkmaktadır. Kirlilik indirgemeye ilişkin plan ve yönetimi, bir bütün olarak "kirlilik önleme politikası" oluşturacak şekilde düşünülmelidir. Bu bağlamda, farklı yönlerde bilinçli ve sistematik çalışma gerekmektedir.

Öncelikle, kirlilik oluşturacak atık bırakma miktarının en aza indirgenmesi benimsenmelidir. Daha önce de belirtildiği üzere, denizlerin bırakılan atıkları berteraf etme kapasitesi, kimi durumlarda sınır koşullarda;, kimi durumlarda ise, berteraf dahi edememektedir. Ancak, çoğu kez, olumsuz yönde gelişme gözlenmektedir. Bu nedenle, genellikle sonuç, belirsizlik içerdiğinden ve önceden olabileceklerin tam tahmini yapılamadığından, herhangi bir miktar atığın deniz sularına karışmasının riskini en aza indirmek en akıllıca yol olarak görülmektedir. Bu ise, gemi kaynaklı kirliliğin en az miktara indirgenmesini bir zorunluluk haline getirmektedir.

Gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesi, öncelikle kıyı bölgeleri için önem arz etmektedir[6,12]. Zira, kıyılar, kirlilikte en çok etkilenen bölgeleri oluşturmaktadır. Bu bağlamda, tersanelerin bu noktadaki hassasiyeti açıklık arz etmektedir. Kirlilik sorununun rasyonel takibi ve kontrolü için önemli bir konu, mevzuat geliştirilmesi ve yürürlüğe konularak uygulanmasıdır. Ancak, bu konuda münferit ve özel uygulamalar ile tavsiye olarak nitelenebilecek önerilerden bahsedilebilmektedir. Bunlar da, gemi kaynaklı kirlilik sorunun çözümü için, ülkemiz açısından yeterli olamamaktadır.

Uluslararası mevzuat açısından konu ele alındığında ise, IMO'nun bazı karar ve önerileri ile karşılaşmaktayız. Ayrıca, ABD Sahil Güvenlik Kuralları, Washington Eyaleti Çevre Bilim Komisyonu Kuralları, Göller Bölgesi (Kanada) Balıkçılık Komisyonu, Kanada Çevre Bakanlığı, Avustralya Denizcilik Güvenliği Yetkili Kuruluşu (AMSA) ve Avustralya Karantina ve Denetleme Kurumu gibi çeşitli ülkelere ait yaptırım gücü, IMO kararlarına nazaran daha sıkı olan yerel kural ve yönetmelikler de gemi kaynaklı deniz kirliliğinin en aza indirgenebilmesinde etkin olarak rol almaktadırlar.

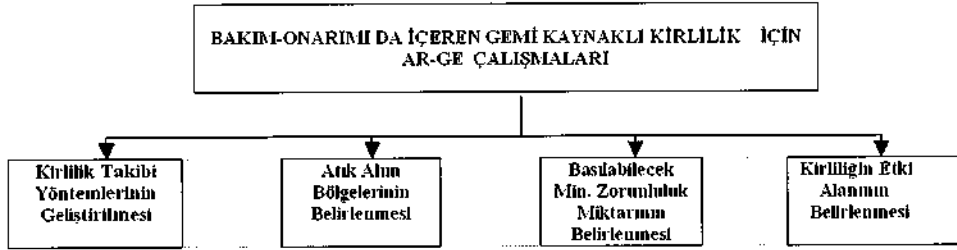
Ülkemizde deniz kirliliği ile mücadele için kabul edilen ve ilk olarak nitelenebilecek kanun, 1983 yılında kabul edilen 2872 sayılı Çevre Kanunu'nudur. Bunun dışında deniz kirliliği ile ilgili diğer yönetmeliklerin başlıcaları: Gemi ve Deniz Araçlarına Verilecek Cezalarda Suçun Tesbiti ve Cezanın Kesilmesi Usulleriyle Kullanılacak Makbuzlara Dair Yönetmelik-1987, Su Kirliliği Kontrol Yönetmeliği-1988, Yabancı Silahlı Kuvvetlere Bağlı Gemilerin Türk İç Sularına ve Limanlarına Gelişlerine ve Bu Sulardaki Hareket ve Faaliyetlerine İlişkin Yönetmelik-1983. Bu konudaki çalışmaların devam ettiği gözlenmektedir. Bu çalışmaların, ulusal mevzuatımızın geliştirilmesi için de yakından takibi gerekmektedir [8].

Gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesine ilişkin yapılan plan ve yönetimi için belki de en önemli hususu, Kirlilik AR-GE çalışmaları oluşturmaktadır. Zira, kirlilik plan ve yönetiminde diğer önemli konuları oluşturan, kirlilik miktarının en aza indirgenmesi ve kirlilik önleme ilgili mevzuat çıkarılması ile denetleme çalışmalarının istenen düzeyde gerçekleştirilebilmesi, ancak verimli ve sağlıklı yapılacak AR-GE çalışmaları ile mümkündür. Bu bakımdan, gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesine ilişkin yapılan plan ve yönetiminde ve bu bağlamda bir

bütün olarak oluşturulacak kirlilik önleme politikasında, öncelikle bakım onarımı da kapsayan dolayısıyla tersanelerle Kirlilik AR-GE çalışmaları üzerinde durulması gerekmektedir.

Gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesine ilişkin yapılacak AR-GE çalışmaları, konunun çeşitli yönlerinin bulunması nedeniyle farklı çalışma alanlarını kapsamaktadır. Bir başka deyişle, sorun; lojik açıdan, fiziksel, kimyasal, biyolojik ve mekanik konularını ilgilendirmektedir. Ancak, bu konular, gemi kaynaklı kirlilik sorunu bağlamında birbiri içine girmiş olup, yalın olarak tek bir disiplin konusu açısından incelemek, burada bu bakımdan tercih edilmemiştir.

Bunun yerine, lojik açıdan farklı bilim dallarını kapsayacak şekilde, AR-GE çalışmalarında yapılması gerekenler, açıklanmaya çalışılacaktır. Gemi kaynaklı kirlilik ile ilgili AR-GE çalışmalarının yoğunlaşacağı konular Şekil 1’de şematik olarak gösterilmektedir.



Şekil 1: Kirlilik AR-GE Çalışmaları

Gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesine ilişkin AR-GE çalışmalarında öncelikle yapılması gereken; doğru lojik yöntemlerin geliştirilmesi, seçilmesi ve uygulanmasıdır. Günümüzde, teknolojinin gelişmesi ile hidrodinamik konuların incelenmesi bağlamında ileri ve gelişkin teknikler ortaya çıkmıştır. Bunlar arasında; nükleer teknikler, radyoaktif izleme teknikleri, infrared teknikleri ve nihayet uydudan infrared değerlendirme teknikleri sayılabilir. Gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenmesi konusunun bilinçli ve detaylı şekilde araştırılabilmesi için böylesine yeni ve ileri tekniklerin, klasik ve konvansiyonel tekniklerle

beraber kullanılması ve rasyonel değerlendirmelerin yapılması gerekmektedir. Belirlenen tekniklerle, öncelikle laboratuvar bazında araştırmaların yapılması ve daha sonra, uygulama alanına geçirilmesi gerekmektedir. İlave olarak, söz konusu bu tekniklerin, amaca uygun olarak, bilgisayar destekli uygun yazılımlarla donatılmaları da gerekmektedir. Böylelikle, uygulamada çabuk, kesin ve hızlı bir şekilde sonuca ulaşmak mümkün olabilecektir.

Atık alım bölgelerinin araştırılarak belirlenmesi, kirlilik AR-GE çalışmalarının bir diğer konusunu oluşturmaktadır. Bu bölgelerin genel olarak kara tesisleri veya atık alım ekipmanları olması gerekliliği netlik belirtmektedir. Bu husus, mevzuat ve denetleme açısından da ayrı bir önem taşımaktadır.

Basılabilecek minimum zorunluluk miktarı, AR-GE çalışmalarının diğer bir konusu durumundadır. Liman, liman dışı fakat kıyıya nispeten yakın bölgelerde ve açık denizlerde "atık kapasite"lerinin belirlenmesi burada bilhassa önemlidir. "Atık kapasitesi" ile, o bölgenin çevre fauna ve florasıyla, ekolojik yapısını etkilemeden basılabilecek, zorunlu kalınmasını gerektirecek olağanüstü durumun mevcut olması ile gemi ve gemi işletme güvenliğinin tehlike halindeki bir durumda, denizin berterafının mümkün olacağı minimum miktar kastedilmektedir. Bu atık bırakımı, denetim içi ve/veya denetim dışı olarak basılıyor olsun, her hal için araştırmanın yapılması gerekmektedir.

Denetim, gemi kaynaklı deniz kirliliğinin aza indirgenebilmesine ilişkin plan ve yönetimi içinde, kirlilik sorularının çözümlerinin etkinliğinin sağlanması bakımından önemli bir aşamayı oluşturmaktadır. Zira, iyi bir denetleme mekanizması olmadan, mevzuata, AR-GE çalışmalarına ve diğer hususlara ilişkin yapılanların etkinliği sağlanamaz. Bu bakımdan denetleme üzerinde önemle durulması gerekmektedir.

Denetlemelerin, ulusal ve uluslararası bazda sürdürülmesinin farklı boyutları bulunmaktadır. Öncelikle, geliştirilecek ulusal ve uluslararası mevzuatla bağlantılı olarak denetim kriterlerinin belirlenmesi ve bir kirlilik önleme politikası bağlamında uygulanması gerekmektedir.

Denetim uygulamalarının yapılış biçimi de ayrı bir konuyu oluşturmaktadır. Uygulama yönünden, denetime ilişkin analitik bir çözüm olarak, liman

bazında denetimler, gemi bazında denetimler ve tersane bazında denetimlerden bahsedilebilir. Liman bazında ve tersane bazında, kirliliğin, genel olarak nitelenebilecek denetlemesi yapılabilirken, gemi bazında denetim ve kirlüten geminin takibi gerekli olacaktır.

SONUÇ

Görüldüğü üzere, bakım ve onarımı da kapsayan gemi kaynaklı kirlilik konuları; denizcilik ve kıyı güvenliği konuları arasında önemli bir yere sahiptir. Gelişmekte olan, bir çok ülkede bu konunun yeterince üzerinde durulmamakta, bu durum da, denizlerde çevre sorunları oluşmakta ve insan sağlığını ve ekolojik dengeyi tehdit eder boyutlara ulaşabilmektedir. Öte yandan, kirlenmemiş denizlerin, gemi işletimi ve güvenliği açısından önemi de bilinmektedir. Bu durumda, ortaya çıkan paradoksal durum, ancak lojik ve optimistik bir yaklaşımla rasyonel olarak çözümlenebilir.

Sonuçta, öz olarak, bakım ve onarımda dahil gemi kaynaklı kirliliğin en aza indirgenebilmesine yönelik geliştirilecek plan yönetimi ve kontrolünün, lojik ve optimistik olarak yapılabilmesinin;

- *Gemi kaynaklı kirliliğe ilişkin AR-GE çalışmalarına önem verilmesi,*
 - *Bu konuda uluslar arası otorite konumunda bulunan ülkelerin çalışmaları ve tavsiyelerinin takibi ve uygulamaya geçirilmesi,*
 - *Uluslararası mevzuatın gelişimine katkıda bulunulması,*
 - *Ulusal boyutta, ilgili mevzuat çalışmalarının, konuya ilişkin AR-GE çalışmaları ve IMO çalışmaları ile örtüşecek şekilde oluşturulması ve geliştirilmesi,*
 - *Denetleme ve kontrol işlemlerinin bilinçli şekilde oluşturulması ve yapılması,*
 - *Konuya ilişkin tüm işlemlerin kalite kriterleri çerçevesinde yürütülmesi,*
 - *Konuya ilişkin çalışmaları koordine edecek bir mercinin oluşturulması,*
 - *Konu ilgililerinin, kirliliği önlemeye ilişkin eğitilmelerinin sağlanması,*
- ile mümkün olabileceği söylenebilir.

KAYNAKLAR

- [1] Er, Z., 2004, Dar su yolları için radyasyon izleme tekniği ile atık debi analizinin yeni bir incelemesi, İTÜ Doktora, İstanbul
- [2] Samsunlu, A., 1995, Deniz Kirliliği ve Kontrolü, İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul
- [3] Yonsel, F., 2002, Gemi Trafiği İle Kıyılara Ve İç Sulara Taşınan Yabancı Mikroorganizmaların Sebep Olduğu Ekolojik Risk, KA-Wasswirtschaft, Abwasser, Abfall 2000 47/ Nr. 9, P: 1241 Çevirisi, <http://www.turkishpilots.org.tr>
- [4] www.batikoleji.com/Aktiviteler/semep/denizvebiz.html
- [5] Artüz, İ., 1992, Deniz Kirlenmesi, İ.T.Ü. Gemi İnşaatı Ve Deniz Bilimleri Yayınları, İstanbul
- [6] Resmi Gazete 11 Mart 2004 Sayı : 25399, Gemilerden Atık Alım Hizmeti Yönetmeliği
- [7] Gemi İnşa Sanayicileri Birliği, Gemi İnşa Sanayii 2001 Yılı Sektör Raporu, 2001
- [8] Er, Z., 2002, Kıyı Ve Deniz Kirliliğinin İzlenebilmesine Yönelik Geliştirilen COSES Sisteminin İrdelenmesi, Türkiye Kıyı ve Deniz Alanları IV. Ulusal Konferansı, İzmir
- [9] Er, Z., 2003, Study On Oil Spills İn Marmara Sea Coastal Areas, The Mediterranean Coastal Environment, Ravenna, Italy, October
- [10] <http://www.greenpeace.org/international/news>
- [11] JMS & JICA, 1999, Marine Pollution Surveillance and Control, Japan Maritime Safety Agency and Japan International Cooperation Agency

DENİZCİLİK EĞİTİMİNDE ELEKTRİK DEVRE LABORATUVARININ ETKİN KULLANIMI

Dr. Zuhal ER

İTÜ, Denizcilik Fakültesi, 81716 Tuzla-İstanbul

Tel: 216-3951064 Faks: 216-3954500

E-posta: erzuh@itu.edu.tr

ÖZET

Özellikle son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile 21.yüzyılın temel ihtiyaçları doğrultusunda şekillenen bütün mühendislik dalları, kontrol sistemlerine ve bunların dizaynlarına büyük önem vermeye başlamıştır. 20. yüzyılın benzer kontrol teknikleri yüzyılın sonlarına doğru yerlerini, özel geliştirilmiş proje tabanlı kontrol uygulamalarına bırakmıştır.

En hızlı gelişim gösteren dallardan biri olan gemi makine kontrol sistemlerindeki teknolojik yenilikler, endüstrideki kontrol sistemlerinin gelişiminin öncülüğü ile hız kazanmaktadır. 20.yüzyılda yeni gelişen kontrol mekanizmalarının sonucu olarak kontrol sistemlerinin ve uygulamalarının önemi de büyük bir hızla artmaktadır

Elektrik Devre Laboratuvarı, bir elektrik motoru tarafından çalıştırılan seri bağlı elektrik devreleri üzerinde pratik yapmaya yönelik olarak tasarlanmıştır. Gerçekte gemi bünyesinde indüksiyon motorları ile çalışan birçok pompa ve makine olması nedeniyle ve de bu motorları kontrol etmek için gemilerde, seri bağlı elektrik devresi şeklindeki yol verme (starting) devreleri yaygın olarak kullanılmaktadır. Ayrıca starter devreleri, seri devre (seri olarak kontrol edilen devre) olarak da adlandırılmaktadır.

Bu amaçla İTÜ Denizcilik Fakültesi'nde bu eğitimin pratik yapılarak oluşturulabilmesi için indüksiyon motorlarına ait bir dizi yol verici (starter) devresine ilişkin gerekli test laboratuvarları kurulmuş olup, ölçüm sistemlerinin donatılma çalışmaları yürütülmektedir.

Bu çalışmada, İTÜ Denizcilik Fakültesi bünyesindeki Gemi Elektrotekniği ve Elektrik Devre Laboratuvarı derslerine ilişkin eğitime kısaca değindikten sonra, Elektrik Devre Laboratuvarı araçları, çalışma alanları ve ileriye yönelik çalışmaların denizcilikteki kullanımı irdelenmiştir.

Anahtar kelimeler: Eğitim, Gemi Elektriği, Gemi Makinaları

1. GİRİŞ

Geleneksel olarak mühendislik eğitiminde, eğitici merkezli klasik eğitim yöntemi uygulanmaktadır. Bu yöntemde bir mühendisin bilmesi gereken konular dersler halinde bölümlenmiştir ve her biri bu ayrı bölümlerde uzmanlaşmış öğretim elemanları genellikle tek yönlü olarak verilen sunumlarla konuları öğrencilere aktarmaya çalışmaktadır. Aktarılan konuların ne derece öğrenildiği genellikle dönem arası yapılan vize sınavları ve dönem sonu final sınavları yoluyla test edilmektedir. Bu sınavlarda başarılı olan öğrenci çoğu zaman bu derslerin konularını tekrarlama ve uygulama fırsatı bulamamakta, öğrenildiği düşünülen veya sınavlar için kısa süreli hafızaya alınan (ezberlenen) bilgiler de kısa süreler sonunda belleklerden silinmektedir.

Bilim ve teknolojinin hızla ilerlediği günümüz koşullarında gelişmelere ayak uydurabilecek şekilde kendini yenileyebilen, öğrendiğini uygulayabilen, olayları sorgulayabilen, yeni tasarımlar geliştirebilen, takım çalışması yapabilen ve iletişim becerilerine sahip mühendislere daha fazla gerek duyulmaktadır [1].

Özellikle son yıllardaki teknolojik gelişmeler ile 21.yüzyılın temel sektörleri olan bütün mühendislik dalları kontrol sistemlerine ve bunların dizaynlarına büyük önem vermeye başlamıştır. 20. yüzyılın benzer kontrol teknikleri yüzyılın sonlarına doğru yerlerini özel geliştirilmiş proje tabanlı kontrol uygulamalarına bırakmıştır.

En hızlı gelişim gösteren dallardan biri olan gemi makine kontrol sistemlerindeki teknolojik yenilikler, endüstrideki kontrol sistemlerinin gelişiminin öncülüğü ile hız kazanmaktadır. Yeni gelişen kontrol mekanizmalarının sonucu olarak kontrol sistemlerinin ve uygulamalarının önemi de büyük bir hızla artmaktadır. Diğer taraftan, IMO/STCW sözleşmeleri çerçevesinde Dünyadaki zabitan eğitimi için asgari şartlar saptanmıştır. Buna göre Dünyada 153 Ülkede 512 Eğitim Kuruluşunda Denizcilik Eğitimi verilmektedir. Bu eğitim STCW sözleşmesi doğrultusunda çeşitli yeterlilikler için kurslar, lise, yüksek okul, üniversite düzeyine kadar değişmektedir. Dünyadaki zabitan arz/talep dengesi, ilgili eğitim kuruluşların eğitimde uyguladıkları değişik kalite anlayışı çerçevesinde mezun verdikleri zabitanların tümü bir şekilde istihdam edilmektedir.

Ancak IMO /STW kararları doğrultusunda; 1 Şubat 2004 tarihinden itibaren Ülkelerden Denizcilik Eğitim Kuruluşlarının Kalite Seviyesi hakkında Devlet Raporları talep edilmiş ve önümüzdeki yıllarda Denizcilik Eğitiminde kaliteye büyük önem verileceği bu şekilde gösterilmiştir. Bu çerçevede, dünyadaki zabitan açığının ancak kaliteli denizcilik eğitimi ile kapatılabileceği açık olarak vurgulanmıştır [7].

Bu amaçla İTÜ Denizcilik Fakülte'sinde Gemi Makinaları İşletme Mühendisleri için elektronik ve elektrik uygulamalarının yapılabilmesi için indüksiyon motorlarına ait bir dizi yol verici (starter) devresine ilişkin gerekli laboratuvar kurulmuş olup, pratik uygulama, ölçüm sistemlerinin donatılma ve geliştirilme çalışmaları yürütülmektedir.

2. UYGULAMALI EĞİTİM ÖZELLİKLERİ

Son zamanlarda yapılan çalışmalar göstermiştir ki, öğrencilerin öğrenme sürecine katılmalarının artırılması, öğrenme konuları üzerindeki konsantrasyonlarını geliştirmekte ve bu sebeple daha etkin bir öğrenme ortamı oluşturulabilmektedir [1]. Bu bağlamda:

1. Eğer yeterli ve uygun uygulamalar üretilirse öğrencilerin motivasyonu en yüksek düzeyde tutularak, hem uygulamanın öğrenme hedeflerindeki mesleki bilgilerin çok hızlı alınması mümkün hale gelir, hem de ilgili yan konular (sosyal etkileşim, etik değerler, kaynak araştırma vb.) yeterince tartışılmış olur.

2. Bir mühendisin mesleki açıdan bilmesi gereken konular klasik eğitimde yıllara göre dağıtılmıştır. İlk yıllarda temel bilimler ağırlıklı, daha sonraki yıllarda meslek tabanlı teoriler ve uygulanan yöntem pratikleri ile, son sınıfta projelere ve sistemlerin bütünsel irdelemesine dönük bir yapılandırma mevcuttur. Ancak bu sistemin sakıncalı taraflarından biri öğrencilerin alt sınıflarda edindikleri bilgileri, üst sınıflara gelinceye kadar kısmen veya çoğu kez unutulabilmesi ve uygulamaya yansıtamaması gerçeğidir.

Böyle durumlarda üst sınıf bilgileri temelsiz kalmakta, alt sınıf bilgileri de uygulama alanı bulamadan, kaybolup gitmektedir. Bu nedenle eğitim sisteminin yatay ve dikey olarak tümleştirilerek, her aşamada öğrenilen bilgilerin pekiştirilmesi ve birbiri ile ilişkilendirilmesi gerekir. Yatay ve dikey olarak bilgilerin tümleştirilmesi ve ilişkilendirilmesi eğitim sisteminin etkin bir şekilde yeniden gözden geçirilmesi ve ilgili tüm birimlerin katkısı ile olabilir. Bu durumda gereksiz bilgilerin yinelenmesi engellenmeli ve hangi bilginin eğitimin hangi sürecinde, nerede ve ne ölçekte yer alacağı planlanmalıdır.

Gerçek bir mühendislik problemi, genellikle bir kuramın veya bir yöntemin uygulanması ile çözülemez. Daha ziyade, o mühendislik dalı içindeki hatta diğer mühendislik disiplinlerinden de bir çok bilginin kullanılması ile çözülebilir. Bu nedenle mühendislik eğitiminin de çeşitli dallara ait bilgilerinin uygun olarak tümleştirilmesi ile aktarılması, mesleğin doğasına daha uygun gözükmektedir.

3. Günümüzde öğrencilerin bilgileri elde etmeleri ve bunların pratik ve teorik uygulamalarını gözlemlemelerinde görsel araçlar ve olanaklar büyük önem kazanmıştır. Araştırma ve bilgi kaynaklarına erişimde başta elektronik kütüphaneler ve internet ortamı etkin olarak kullanılmalıdır. Bunun yanında eğitim sırasında çoklu ortam öğeleri ve animasyonlardan yararlanılması, çalışma mekanizmaları ve yapılarını çabuk kavrama açısından önemli olup, edinilen bilgilerin kalıcılığına yardımcı olacaktır. Öğrencilere teknolojiyi kullanabilme özelliğinin de verilmesi onların kendilerine güvenlerinin geliştirilmesi açısından olumludur.

Bu çalışmada, İTÜ Denizcilik Fakültesi bünyesindeki Gemi Elektrikliği ve Elektrik Devre Laboratuvarı derslerine ilişkin eğitimin yukarıda sıralanan 3

ana bileşeni içerdiğini belirttikten sonra, Elektrik Devre Laboratuvarı araçları, çalışma alanları ve ileriye yönelik çalışmaların denizcilikteki kullanımı da bu noktada irdelenecektir.

3. ELEKTRİK DEVRE LABORATUVAR EĞİTİMİ

Bu derste öğrencilerin bilgi ve becerisinin artırmak, sanayinin ihtiyacına karşılık verebilmesi için dersin laboratuvar ortamında uygulamaları seçilirken, gemiden alınan örnek uygulamalarla yapılması hedeflenmektedir.

Bu eğitimin amacı, öğrencilerin eğitim süresince yoğun olarak sadece verilen uygulama ve öğrenme hedefleri üzerine odaklanmalarıdır. Laboratuvar uygulamaları, genellikle 2 veya 3 hafta sürelidir. Bu süre içinde her biri 2 veya 3 bölümden oluşan 3 veya 4 ders oturumu, destekleyici sunum ve gösteriler, öğretim elemanları ile görüşme ve tartışma saatlerinden oluşur. Bunun dışındaki tüm zaman öğrencilerin araştırma ve kendi çalışmaları için ayrılmıştır. Her laboratuvar uygulama çalışması bir sınav ile sonlandırılır [2]. Tablo 1 laboratuvar uygulamasının örnek bir modülün haftalık programını göstermektedir.

	Pazartesi	Sah	Çar.	Perş.	Cuma	Pazartesi	Sah	Çarş.	Perş.	Cuma
08:30										
09:30	Ders Oturumu I	Lab.		Lab.	Ders Oturumu II	Öğrenci Görüşme	Sunum	Sunum	Lab.	Modül Sınavı
10:30										
11:30										
										Panel
13:00	Öğrenci Görüşme	Sunum	Sunum	Sunum	Tartışma Oturumu	Lab.	Sunum	Ders Oturumu III.	Tartışma Oturumu	
14:00										
15:00										
16:00										

Tablo 1. Örnek Laboratuvar Uygulama Programı

Laboratuvar Uygulamasına dayalı öğrenmede ölçme, sadece sınavla değil, modül içindeki tüm etkinliklerin değerlendirilmesi yoluyla olmaktadır. Bu şekilde, öğrenci hangi kuram, model, yöntem ve yordamın uygun olduğunun belirlenmesi üzerine daha çok düşünmeye ve bu tür beceriler kazanmaya yönlendirilebilmektedir [1,3].

Modül içi etkinliklerde öğrenci takım çalışması yapmayı da öğrenmektedir. Modül içi etkinlik değerlendirmelerinde öğrencinin hem bireysel, hem de takım çalışması yapabilme yetenekleri, modül sonu ve dönem sonu sınavlarında ise bireysel bilgi ve becerileri ölçülebilmektedir. Modül içi etkinlikler; ders oturumları, laboratuvar, bilgisayar uygulamaları ve sunum içindeki küçük sınav, küçük proje gibi değerlendirmeleri kapsayabilmektedir [2,3]. Şekil-1’de ders oturumlarından bir örnek fotoğraf görülmektedir.



Şekil 1. Ders oturumuna ilişkin fotoğraf

Her modül sonunda eğitim yönlendiricileri, önceden hazırlanacak etkinlik değerlendirme formunu doldurarak ders oturumlarında öğrencinin; bilgiyi kullanması, sorgulama ve kendi kendine öğrenme becerileri, iletişim becerileri, kendine, gruba veya sürece yönelik değerlendirme becerileri gibi özelliklerini ölçebilmektedir[4,5]. Her yarıyıl sonunda dönem sonu sınavları yazılı ve/veya uygulamalı şekilde bir veya birden fazla oturumda yapılabilmektedir. Tüm bu ölçümlemeye ek olarak, programın gelişimi ve öz eleştirisine katkısı olması düşüncesi ile öğrencilere modül öncesinde ve sonrasında anketler uygulanmaktadır. Tablo2’de Bireysel Değerlendirme formu, Tablo3’te Grup Değerlendirme formu ve Tablo4’te Yaşantıya Uygulama formu görülmektedir.

Adı,
 Soyadı: Tarih:
 Proje
 Adı:

BİREYSEL DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerdeki düşüncelere katılıp katılmadığınızı ilgili sözcüğü daire içine alarak belirtiniz. Eğer düşüncelerinizden emin değilseniz soru işaretini (?) daire içine alınız.

1. Bu proje çok ilginçti.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
2. Bu projede çok şey öğrendim.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
3. Ekip çalışması yapmaktan hoşlandım.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
4. Yalnız çalışmaktan hoşlandım.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
5. Sınıf çalışmalarında katkım fazlaydı.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
6. Araçları dikkatli ve özenli kullandım.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
7. Arkadaşlarla uyumlu çalıştım.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
8. Projeye ilgili kavramları anladım.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum
9. Bilim adına iyi şeyler yaptığımı düşünüyorum.	Katılıyorum	?	Katılmıyorum

Aşağıdaki sorulara kısa cevaplar yazın.

10. Bu projede en çok neden hoşlandınız ? Niçin?

.....

11. Bu projede en çok neden hoşlanmadınız ? Niçin ?

.....

12. Projeye ilgili daha başka neleri öğrenmek isterdiniz ?

.....

Tablo2'de Bireysel Değerlendirme

Adı,
Soyadı: Tarih:

GRUP DEĞERLENDİRMESİ

Grup Adı:
Proje Adı:

Grubunuz Etkinliği Nasıl Gerçekleştirdi ?

Aşağıdaki soruları okuyunuz ve grubunuzun hak ettiğini düşündüğünüz puanı işaretleyiniz.

	Yüksek	Orta	Düşük
1. Bu etkinlik için plânınız ne kadar yeterliydi ?	3	2	1
2. Grubunuzun üyeleri birbirlerinin düşüncelerini dinledi mi ?	3	2	1
3. Grubunuzda yapılacak işleri âdil paylaşıldı mı ?	3	2	1
4. Grubunuz araçları özenle kullandı mı ?	3	2	1
5. Grubunuz bilgileri doğru olarak kaydetti mi ?	3	2	1
6. Grubunuz öğretmenin yardımı olmaksızın problemleri çözmede ne kadar yeterliydi ?	3	2	1
7. Grubunuzun temizlik ve düzeni nasıldı ?	3	2	1
8. Grubunuz üyeleri ne kadar yardımsever ve saygılıydı ?	3	2	1
9. Etkinlik plânını uygulamada grubunuzun başarısı nasıldı ?	3	2	1
10. Grubunuzun ortaya koyduğu düşünceler ne kadar yaratıcıydı ?	3	2	1

Yukarıdaki sorulara verdiğimiz yanıtları gözden geçirdikten sonra aşağıdaki soruları yanıtlayınız.

11. Grubunuz en iyi neyi başardı?

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

12. Grubunuzun daha başarılı olması için neler yapabilirsiniz?

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

Tablo3'te Grup Değerlendirme

Adı,

Soyadı:.....Tarih:.....

YAŞANTIYA UYGULAMA

Bu projede öğrendiğiniz bilgileri yaşıntınızda başka alanlarda nasıl kullanabilirsiniz ?

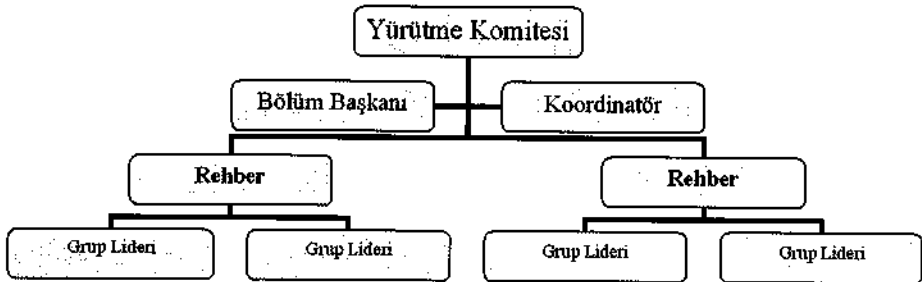
Öğrendiklerinizi yaşıntınıza nasıl uyguladığınıza ilişkin plânınızı yazınız.

Yapmak istediklerim

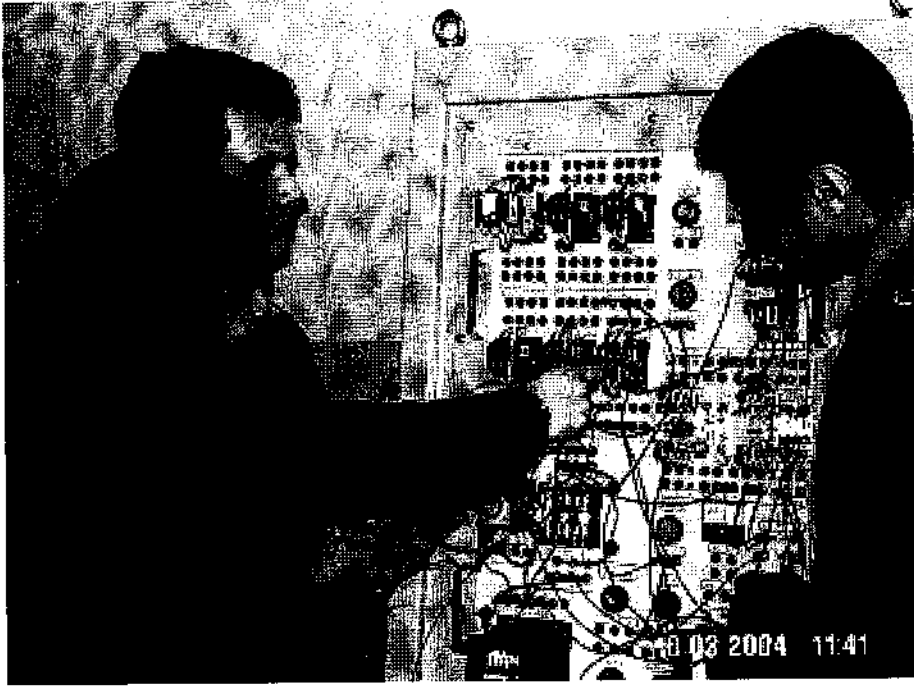
Gereksinim duyacağım yardımlar ve soru soracağım kişiler

Gereksinim duyacağım kaynaklar

Yaşıntıya uygulama plânının değerlendirilmesi

Tablo4'te Yaşıntıya Uygulama*Şekil 2. Laboratuvar Organizasyon Şeması*

Toplam Kalite Yönetimi'ne göre, gelişmeyen ölür. Bu yüzden sürekli gelişmeye dayalı bir mantık benimsenmiştir. Gelişim de iki şekilde olur. Biri iyileştirme (Kaizen) diğeri ise yeni tasarımlar ve buluşlardır [6]. Tüm bu belirtilenlerin yapılabilmesi ve gelişmenin gerçekleştirilebilmesi ancak bütünleşik bir organizasyon ile mümkün olabilecektir. Bu bağlamda laboratuvar eğitiminin denizcilikte amacına ulaşabilmesi ve mühendis denizcilerin gelişimi için laboratuvara ilişkin oluşturulmuş organizasyon yapılması Şekil-2'de görülmektedir.



Modül içi etkinliklerde öğrenci takım çalışması yapmayı öğrenmektedir. Laboratuvar eğitiminden geçen bir öğrenci, devre elemanlarını tanıyabilme, devre diyagramlarını okuma, seri- paralel elektrik devre bağlantısı yapabilme bilgilerini ve bir motor için yol verme devreleri oluşturabilme gibi bilgi ve becerileri kazanacaktır.

4. ÇALIŞMA ALANLARI

Modülün işlerliğinde, gemiye yönelik olarak uygulamada sıkça karşılaşılan ve mevcut sistemin imkanları çerçevesinde elektrik devre eğitimi amaçlanmaktadır. Çalışma alanları aşağıdaki deneylerden ibarettir.

1. Düşük Gerilim Korumalı Doğrudan Yol Verme / Başlatma Deneyi
2. Doğrudan Tersinir Yol Verme / Başlatma Deneyi
3. No 1(No 2) Düşük Gerilim Salıvermeli Doğrudan Yol Verme / Başlatma Deneyi

Şekil-3'te laboratuvar uygulamalarında motora yol verme devresinin kurulumu görülmektedir.



5. SONUÇ

Durağan olmayan her alanda olduğu gibi mühendislik eğitimi de yeni yöntem, teknik ve araçların geliştirilmesini gerektirmektedir. Endüstride kontrol teknolojisinin yaygınlaşması ve projeye dayalı çalışma biçimi, mühendislik eğitiminde bilgilerin bütünleştirilerek, problemlerin çözümü için beceri kazandırılması ve takım çalışması alışkanlığının verilmesinin daha çok üstünde durulmasını gerektirmiştir. Bu gereksinimi bütünleştirilmiş bir uygulamalı eğitim programı ile karşılamak olasıdır. İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi, bütünleştirilmiş uygulamalı eğitim sisteminde işlevlik kazanmış olan ilk ulusal denizcilik eğitim kurumu olarak görülmektedir. Ancak eğitim alanındaki araştırma ve oluşumlar, gelecek yıllarda benzer uygulamaların yaygın şekilde diğer eğitim kurumlarında da görüleceği izlenimini vermektedir.

Eğitim süreci zaman içinde sürekli yenilenen bir çevrimdir ve başlıca üç sürecin bileşkesidir: I. Program geliştirme süreci, II. Öğretim süreci ve III. Ölçme değerlendirme süreci. Geliştirilen program, bilimsel, uygulanabilir, amaçlara yönelik, işlevsel, esnek, denizcilik değerlerine dayalı, uygulayanlara yardımcı ve ekonomik olmalıdır. Dolayısıyla, İstanbul Teknik Üniversitesi, Denizcilik Fakültesi bünyesinde kurulmuş olan Elektrik Devre

Laboratuvarı Uygulaması ve destekleyen ders Gemi Elektrotekniği bilimsel olup, laboratuvar çalışmaları birebir gerçek gemi modellemesine uygun ve amaçlara yönelik işlevselliktedir.

Ölçme ve değerlendirme, temelde, önceden başlangıçta belirlenen hedefleri öğrencilerin kazanıp kazanamadığının sınanması ve yorumunun yapılmasıdır. Bu bağlamda, İstanbul Teknik Üniversitesi Denizcilik Fakültesi bünyesinde kurulmuş olan Elektrik Devre Laboratuvarı Uygulama programı ve destekleyen ders Gemi Elektrotekniği'ne ilişkin hedef bilgileri proje uygulamaları vasıtasıyla öğrencilerin kazanıp kazanmadığının kontrolü mümkün olabilmektedir. Ölçme, gözlem sonuçlarının sayısal olarak ifade edilmesi, değerlendirme ise program amaç ve hedeflerinin gerçekleşip gerçekleşmediğinin sorgulanmasıdır. Ortaya konulmuş hedefin gerçekleşmesi ve programın gelişmesine katkısı olması düşüncesi ile bütüne ilave olarak, özel olarak anketlemeyede gidilmiştir. Anketleme sonucunda öğrencilerin, böylesi bir eğitimden önceki bilgileri açısından olan güvenlerine göre; bu eğitimden sonraki bilgisel ve kendilerine olan güvenleri önemli ölçüde artmış olduğu, ayrıca ilave olarak daha fazlasını öğrenme isteklerinde artış olduğu tespit edilebilmektedir.

KAYNAKLAR

- [1] Özkurt, A. ve diğerleri, 2005, Elektrik ve Elektronik Mühendisliğinde Modüler Tabanda Aktif Eğitim Programlarının Yapılandırılması, Ölçme ve Değerlendirme notları.
- [2] Er, Z., 2004, Laboratuvar El Kitabı, İstanbul
- [3] Er, Z., 2004, Laboratuvar Teknik Bilgi Kitabı, İstanbul
- [4] Er, Z., 2004, Laboratuvar Teorik Bilgi Kitabı, İstanbul
- [5] Er, Z., 2003, Elektro Teknik Ders Notları, İstanbul
- [6] ER Z., 2003, Elektrik Motor Laboratuvarına Yönelik Toplam Kalite Yönetimi'nde Kontrol İşlevi, İstanbul
- [7] Sağ, O. K., Türkiye Uluslararası Denizcilik Eğitiminde Bu Fırsatı Kaçırmamalıdır

GEMİLER VASITASIYLA TAŞINAN YÜKLERDEKİ RADYASYON GÜVENLİK HUSUSLARININ İRDELENMESİ

Dr. Zuhal ER

İTÜ, Denizcilik Fakültesi, 81716 Tuzla-İstanbul

Tel: 216-3951064 Faks: 216-3954500

E-posta: erzuh@itu.edu.tr

ÖZET

Türkiye’de Mersin, İskenderun ve Edremit körfezlerinin artan bir biçimde kirlenmesiyle çevre kirlenmesi olgusu, 1970’lerin başında gündeme girmiştir. Su kirliliği sorunları ilk kez büyük boyutta Haliç ile ilgili ortaya çıkmış, bu konuda ilk bilimsel ölçümler yapılmıştır.

Önceleri sadece dar kapsamlı kirlenme sorunları ve bunların ortadan kaldırılmasına yönelik kısa vadeli çözümler olarak algılanan çevre olgusu, bugün yerini çevreyi doğal, ekonomik, sosyal ve kültürel değerlerin bir bütünü olarak gören çağdaş bir anlayışa bırakmıştır. Bu yaklaşım içeriği bakımından yapılacak hertürlü faaliyet sonucu çevrede meydana gelebilecek olumsuzlukların, kaynağında durdurulmasını gündeme getirmektedir.

Bu çalışmada, bu bağlamda radyasyondan korunmaya yönelik bilgi aktarımında bulunulması hedeflenmiştir. Rusya’nın, gelecek on yıl içerisinde tonlarca nükleer atığın topraklarına getirilerek, saklanması kabul kararı, Türk Boğazları’nı da yakından ilgilendirmektedir. Bu nükleer atıkların gemilerle taşınması esnasında olası bir kaza durumunda Türkiye, Çernobili kendi kalbinde yaşayabilecektir. Ayrıca, sadece gemi taşıma

sırasında meydana gelebilecek bir sızıntı, gemi personelinide direkt olarak etkileyebilecek durumlarda söz konusu olabilecektir. Bunlara ilave olarak bugün Mersin limanına Irak'tan getirilen yük içerisinde savaşta kullanılmış metaryaller içerisinde radyasyon içeren malzemelerinde bulunabileceği ifade edilebilmektedir. Dolayısıyla, gemi personelinin karşı karşıya gelebilecekleri olası bir durumda radyoaktivite-radyasyon hususunda bilgi aktarımı amaçlanmıştır.

Dünya üzerindeki radyoaktif madde taşımacılığı konusunda, riskin büyüklüğü orantısında çok sıkı bir kurallar rejimi bulunmaktadır. Bu güvenlik kuralları, toplumu, taşımacılıkta çalışanları, muhtemel acil durum müdahale ekiplerini ve çevreyi, radyoaktivitenin etkisinden korumayı amaçlamaktadır. Güvenlik kurallarına ek olarak, fiziksel korunma ve sorumluluk gibi konularda geliştirilmiş kurallar da bulunmaktadır. Bu bağlamda çalışmamızda, radyoaktif malzemelerin gemiler vasıtasıyla taşınmasındaki güvenlik hususlarına yönelik olarak IMO kararları ve IAEA kuralları çerçevesinde gemi personelinin ve olası kaza durumunda kazaya müdahale edecek ekiplerin sahip olmaları gereken bilgi donanımları ve karşı karşıya gelebilecekleri radyasyon riskleri de irdelenmektedir.

Anahtar kelimeler: Radyasyon, Güvenlik, Deniz Taşımacılığı

1. GİRİŞ

Günümüzde İstanbul Boğazı'ndan geçiş yapan gemilerin sayısı yılda 40.000'i aşmıştır. Geçiş yapan bu gemilerin yaklaşık 5000 tanesi tankerdir ki, bu da günde ortalama 15 tankerin Boğazlardan geçtiğini gösterir. İstanbul Boğazı'nda 1960 yılından beri 40'ın üzerinde tehlikeli kaza meydana gelmiştir [3].

Tehlikeli madde kazaları, olduğu yer veya bölgeyi ağır hasarlı olarak etkileyebilen kazalar grubunda incelenebilmektedir. Boğazların, seyir açısından zorluk içeriyor olmaları kaza olasılığını artırmakla beraber kazanın, çevreye etkisinin boyutnu da artırmaktadır. Bu bağlamda, boğazlarda geçişi söz konusu olan ve özellikle tehlike arz eden yükleri taşıyan gemiler önem arzetmekte olup, bir o kadar da bu gibi gemilerde iş yapan personelin sağlık güvenlikleri bakımından disiplinler arası bilgi ile donatılmış olmaları da olası kazayı ve yaşanabilecek olumsuzlukları aza indirmesi bakımından önemlidir.

Bir diğer yaklaşım bağlamında, resmi kaynaklarda radyasyonlu madde yada nükleer malzeme olarak bildirilmeyen bir takım yüklerin, gemiler vasıtası ile taşınıyor olması durumunda ortaya çıkan bir dizi riskler söz konusu olabilmektedir. Rusya'nın, gelecek on yıl içerisinde tonlarca nükleer atığı saklama kararı, Türk Boğazları ile irtibatlı olarak, atıkların gemilerle taşınması esnasında olası bir kaza durumunda Türkiye, Çernobil kendi karasularında yaşayabilecektir. Ayrıca, sadece gemi de taşıma sırasında, meydana gelebilecek bir sızıntı, gemi personelini de direkt olarak etkileyen durumlar oluşturabilecektir. Güncelliği bulunan bir diğer husus ise, Mersin Limanı'na Irak'tan getirilen yük içerisinde savaşta kullanılmış metaryaller içerisinde radyasyon içeren malzemelerinde bulunabileceği ifade edilebilmektedir. Hatırlanacağı üzere, Çernobil sonrasında yağmur yağmıştı, bu gün o yağmur ile radyoaktif iyot'un Türkiye'ye ulaştığı bilinmektedir. Günümüzde guatr hastalığına yakalanan bir kısım hastanın o dönemde iyot tabletleri kullanmış olsalar idi vücutları iyot bakımından doygunluğa ulaşmış olucaktı ve aldıkları radyoaktif iyotu vücut dışarı atıcaktı hasta olmayacaklardı. Bir kısım hasta ise, eğer o gülerde yağmur ile soluma, temasta bulunmamış olsalardı hasta olmayacaklardı. Benzer durumun gemiler yolu ile taşınan malzemelerde olma riski hafızalarda tutulmalı ve bu doğrultuda güvenlik konuları sorgulanmalıdır. Dolayısıyla, gemi personelinin karşı karşıya gelebilecekleri olası bir kaza durumunda radyoaktivite-radyasyon güvenlik hususları açısından bir irdelemenin yapılması hem kurumsal hemde kişisel bazda yapılmalıdır.

Meydana gelen deniz kirliliğinin önlenmesi, giderilmesi ve en aza indirilmesi için gerekli müdahalenin öncelikle kirliten tarafından yapılmasını ve kirlitene yaptırılması esas olup, düzenlenmiş yönergeler ile "yetkili kılınan kurulca", gerek görüldüğünde kirliliğe her zaman müdahale edebilir ve bu hizmeti kamu ve özel kuruluşlar marifetiyle yaptırabilmektedir. Dolayısıyla; gerek gemi personeli olsun gerekse acil müdahale ekipleri olsun; çevreyi kirlletmenin boyutunu azaltmanın yanı sıra, başta kendi sağlıkları ve canlı sağlığını da dikkate alarak, disiplinlerarası bilgiyle donanmış olmaları zorunluluk arz etmektedir. Bu bağlamda çalışmamda, gemi personelinin bilgisel donanımlarının Denizcilik Mmüsteşarlığı (İdare), şirketler ve eğitim kurumlarınca kuvvetlendirilmiş olması gerekliliği, güvenlik önlemi bakımından personelin tulum, eldiven, gözlük, kask gibi kullandıkları metaryellerin radyasyon geçirgenlikleri ve bu konuda gerekli güvenliği sağlayan iyi nitelikli olanlarından tercih edilmesi gerekliliği öneri olarak sunulmaktadır.

2. TEHLİKELİ MADDELER

Bilimsel araştırmalar sonucunda güvenli olarak tanımlanmış konteyner, oda gibi kapalı alandan veya ambalajından, kontrolsüz ve gerekli güvenlik önlemleri alınmadan serbest kalan; ister direkt olsun isterse dolaylı olsun; başta insan sağlığı olmak üzere yaşam alanlarına ve çevreye büyük zarar veren maddeler tehlikeli maddeler olarak tanımlanır [1]. Daha detaylı bir tanımla ise; diğer maddeleri aşındıran, patlayan, parlayan veya kolaylıkla yanan, ısı veya şoka maruz kaldığında ya da suyla reaksiyona girdiğinde, insanları, hayvanları veya çevreyi olumsuz etkileme özelliğine sahip olan maddelerdir şeklinde ifade edilebilir. Tehlikeli maddeler çevre bilimcilerle göre genelde üç tür olarak tanımlanmıştır [2].

- *Tehlikeli nükleer maddeler*
- *Tehlikeli biyolojik maddeler*
- *Tehlikeli kimyasal maddeler*

Dünyada sanayinin ve endüstrinin gelişmesine bağlı olarak ve günümüzde çok karmaşık üretim tekniklerinin uygulanmaya başlamasıyla birlikte, tehlikeli olarak tanımlanmış maddeler ya üretim yapan tesislerde kullanılmaktadır ya da bu tesislerin atık ürünü olarak karşımıza çıkmaktadır. Bir başka önemli husus da bu maddelerin bir tesisten başka bir tesise taşınması sırasında ortaya çıkmaktadır. Konunun uzmanları bilimadamları, devletler, uluslararası antlaşmalar; tehlikeli maddelerin nasıl ele alınacağını çok detaylı olarak ortaya koymaktadır. Fakat bazı durumlarda gerek bilgi eksikliğinden gerekse de dikkat eksikliğinden istenmeyen kazalar oluşmaktadır. İçinde tehlikeli madde unsuru barındıran bu kazalar da uzmanlar tarafından tehlikeli madde kazaları olarak ele alınmaktadır.

3. TEHLİKELİ NÜKLEER MADDELER VE RADYASYON

Yukarıdaki tanımda da vurgulandığı üzere, doğru ve kurallarına uygun bir biçimde işleme tabi tutulan tehlikeli maddeler aslında, hayatımızın birçok alanında bizlere çok büyük kolaylıklar sağlamaktadır. Nükleer maddeler için de aynı hususlar geçerli olup, örneğin, elektrik ihtiyacı olan ülkelerde nükleer santraller düşük maliyetlerde elektrik üretebilmektedirler. Aynı şekilde hem tıpta hem de endüstride kullanılan röntgen cihazları, büyük

ölçüde iş kolaylığı sağlamaktadır. Fakat, çok iyi hatırlanacağı gibi 26 Nisan 1986'da Rusya'daki Çernobil Nükleer Santrali reaktör operatörünün kifayetsizliği sebebiyle, patlamasının etkileri günümüzde halentartışılmaktadır. Aynı şekilde, yok etme amaçlı kullanılmasını asla istemeyen Einstein'ın bulduğu atom bombası, II. Dünya Savaşı'nın sonlarında Japonya'ya atılmış, etkisi yıllarca sürmüş ve çok fazla sağlık problemlerine yol açmıştır. 1987'de gemiler yolu ile taşınan Sinop sahillerine vurduktan sonra, İtalyan malı oldukları saptanan kimyasal varillerin ise, daha sonraki deniz kirlilik çalışmalarında, radyasyon içeriyor oldukları belirtilmiştir. Ayrıca, gemilerin balast suları ile Karadeniz'e gelen ve radyasyonlu ortamda iyi gelişim sağlayan Zebra Mussel deniz canlısının popülasyonunun hızla artmasına ve balık türlerinin yok olmasına deniz suyunun kalitesinin düşmesine yol açmış olduğu tespit edilmiştir [6].

Türkiye'yi beklenmedik ve olmaması gereken nükleer tehlikeyle yüz yüze getiren İkitelli'deki radyasyon sızıntısında 'korkunç bir ihmal bulunmaktadır. Büyük titizlikle korunması gereken malzeme hurdacılarda radyasyon tehlikesiyle karşı karşıya bırakabilmektedir. Benzer durumun gemiler yolu ile taşınan malzemelerde olma riski hafızalarda tutulmalı ve bu doğrultuda güvenlik konuları sorgulanmalıdır. Bu bağlamda burada, gemi personelinin bilgisel donanımlarının kuvvetlendirilmesine katkı olması açısından, radyasyon ve güvenlik konusunda özet bilgi sunulması yerinde olacaktır.

Maruz kalınan radyasyon doza bağlı olarak hiçbir biyolojik etki göstermeyebileceği gibi, ölüme kadar varabilen etkilerde neden olabilir. Ancak unutulmaması gereken ise, hangi radyasyon dozunun hücrede iyonlaşma sonucu hücresel hasara ve kansere neden olabileceğinin belirlenmesidir.

Nükleer maddelerde öne çıkan en önemli unsur "radyasyon" kavramı olarak karşımıza çıkmaktadır. Radyasyon, dalga tabiatı göstererek veya partikül akımı ile enerji emisyonu (yayımı) ya da aktarımıdır[1]. Bir başka deyişle, atom tarafından enerjinin yayılması ve bu enerjinin iletilmesi işlemidir. Bilindiği gibi maddenin temel yapısını atomlar meydana getirir. Atom ise, proton ve nötronlardan oluşan bir çekirdek ile bunun çevresinde dönmekte olan elektronlardan oluşmaktadır. Herhangi bir maddenin atom çekirdeğindeki nötronların sayısı, proton sayısına göre oldukça fazla ise; bu tür maddeler kararsız bir yapı göstermekte ve çekirdeğindeki nötronlar alfa,

beta, gama gibi çeşitli ışınlar yaymak suretiyle parçalanmaktadırlar. Çevresine bu şekilde ışın saçarak parçalanan maddelere "radyoaktif madde", çevreye yayılan alfa, beta ve gama gibi ışınlara ise "radyasyon" adı verilmektedir.

Bir atom ya da molekülden bir elektronun kopması olayı "iyonlaşma" olarak tanımlanabilmektedir. Bu olayı oluşturan radyasyon tiplerine, iyonlaştırıcı radyasyon adı verilir. Eğer ortama giren radyasyonun enerjisi, ortamı oluşturan atomlardan elektron koparacak kadar yüksek değilse, o zaman elektronların yörünge değiştirmesine sebep olabilir. Bu olaya uyarılma adı verilir ve elektronu yörünge değiştirmiş atoma da uyarılmış atom denir.

Radyasyon, daima doğada var olan, uygun dedeksiyon cihazlarıyla tespit edilebilen ve birlikte yaşadığımız bir olgudur. Radyo ve televizyon iletişimini olanaklı kılan radyodalgaları; tıpta, endüstride kullanılan x ışınları; güneş ışınları; günlük hayatımızda alışkın olduğumuz radyasyon çeşitleridir. Önemli olan, hangi radyasyon dozunun hücrede iyonlaşma sonucu hücresel hasara ve kansere neden olabileceğinin belirlenmesidir. Aşağıda bahsi edilen tüm olaylardaki benzer durumun gemiler yolu ile taşınan malzemeler ile yaşanma riskinin var oluşu sebebiyle bu riskin önemi anlatılmak amaçlı örneklem yapılma yoluna gidilmiştir.

İnsan ömrünün her saniyesinde 15,000 radyasyon parçacığı, insan vücuduna çarpar. Böylelikle insana, yılda 500 milyar radyasyonik parçacık çarpmaktadır. Ancak, şu sonuç açıkça belirtilmiştir ki, 50 katrilyonda bir parçacık (1/50.000.000.000.000.000) insan hücresine zarar vermektedir. Tabii ki her radyasyon ışını bu rakamlar eşliğinde güvenlidir anlamına gelmez. Ancak biraz önceki oranlar denetiminde radyasyon şiddeti (sayısı) değil de, radyasyon cinsi önemlidir[5].

Yapılan araştırmalarda, oluşan kanserin %0,5'i, insanlara, ömürleri boyunca çarpan radyasyonik parçacıklardan oluşmuştur. Şüphesiz ki radyasyon kanser riskini artırır. Ancak her insan, mutlaka radyasyona maruz kalmaktadır. Eğer insan radyasyondan korunmak istiyorsa; topraktan kendini izole etmelidir, çünkü toprak uranyum kaynağıdır. Beton ve tuğla evler yerine ahşap evlerde oturmalıdır çünkü beton ve tuğla uranyum ve potasyum barındırır [7].

Radyasyonun en kullanışlı birimlerinden biri olan mrem, 7 000 000 parçacığa verilen isimdir. Öyle ki, 1 mrem radyasyon, televizyon izleyerek, fosforlu saatlerden vb. önemsiz kaynaklardan kolaylıkla alınabilir. 10000 mrem'in altındaki radyasyonlar düşük seviyeli radyasyonlardır. Şu ana kadar olan bütün reaktör kazalarının çoğunda da 10 000 mrem sınırı aşılmamıştır [8].

1935-1954 yıllarında İngiltere'de bir tür omurga hastalığı tedavisinde 300000 mrem civarında ağır dozlarda radyasyon uygulandığı belirtilmektedir. 1970'e kadar, tedavi gören 14000 hastada, beklenenden 80 kişi fazlası kansere yakalanmış olduğu ifade edilmektedir [8].

Birinci Dünya Savaşından sonra kuvvet şuruplarına konan radyumun yorgunluğu bertaraf ettiği reklam edilmiştir. Radyum ayrıca ışıklı boya imalinde de kullanılmıştır. Bu boyayı saat kadranına süren işçilerden bir kısmı radyum zehirlenmesinden ölmüşlerdir. Geriye kalan bir kısım kişiler kemik kanserine yakalandılar ve 30 yıl içinde öldüler. Radyum'u keşfeden Madam Curie de aynı maddenin radyoaktif etkisi sebebiyle ölmüştür.

Radyasyon aslında, günlük hayatımızda da karşımıza doğal olarak çıkmaktadır. Doğal radyasyon bütün çevremizi kaplamış bir durumdadır. Uzaydan yeryüzüne gelen kozmik ışınlar, yeryüzünün kendisinden kaynaklanan doğal radyoaktif maddeler, gıdalarımızda ve soluduğumuz havada bulunan doğal radyoaktif maddelerin hepsi maruz kaldığımız doğal radyasyon kaynaklarını oluşturmaktadır. Dünyanın neresinde yaşanırsa yaşansın, kaçınılmaz olarak bütün insanlar az veya çok bilerek veya farkında dahi olmadan, bilinçli veya bilinçsiz olarak bu doğal radyasyona maruz kalmaktadırlar.

Radyasyondan tamamen arındırılmış bir ortamda yaşamamız ve ondan tümüyle korunmamız şimdilik mümkün görünmemektedir. Ancak bazı önlemler alarak maruz kalabileceğimiz radyasyon miktarını en aza indirmeye çalışabiliriz. Türkiye Atom Enerjisi Kurumu (TAEK), Uluslararası Radyolojik Korunma Comitesi ICRP (International Commission on Radiological Protection Agency) önerilerini de göz önüne alarak hazırladığı radyasyon güvenliğine ilişkin ilke, önlem ve hukuki sorumluluk sınırlarını belirleyen tüzük ve yönetmelikleri devlete sunmakta, bunların yasallaştırılmasını sağlayarak uygulanmalarını da denetlemektedir [4].

Bu ulusal tüzük ve yönetmeliklere göre radyasyon üreten ve radyoaktif madde içeren tesis ve cihazlar, TAEK'den izin alınmadan herhangi bir amaç için kurulamaz, bulundurulamaz ve kullanılamaz. Ülkemizde

uygulanan Radyasyon Güvenliği Tüzük ve Yönetmelikleri, ICRP'nin radyasyon korunması bakımından ortaya koyduğu üç temel ilkeye dayanmaktadır. Radyasyon Güvenliği Tüzük ve Yönetmeliklerindeki bu ilkeler:

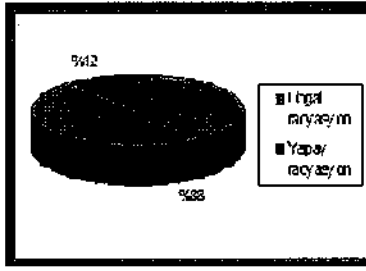
- 1.Net bir fayda sağlamayan hiçbir radyasyon uygulamasına izin verilemez.
- 2.Ekonomik ve sosyal faktörler göz önüne alınarak, bütün radyasyon uygulamalarında maruz kalınacak dozun mümkün olduğu kadar düşük tutulması için gerekli önlemler alınmalıdır.
- 3.Mesleği gereği radyasyonla çalışanlar ve halk için yılda alınmasına müsaade edilen doz sınırları aşılmamalıdır. şeklindedir.

4. RADYASYON KAYNAKLARI VE OLASI KAZALAR

İnsanoğlu varoluşundan bu yana sürekli olarak radyasyonla iç içe yaşamak zorunda kalmıştır. Dünyanın oluşumuyla birlikte tabiatta yerini alan çok uzun ömürlü (milyarlarca yıl) radyoaktif elementler yaşadığımız çevrede normal ve kaçınılmaz olarak kabul edilen doğal bir radyasyon düzeyi oluşturmuşlardır. Geçtiğimiz yüzyılda bu doğal düzey,nükleer bomba denemeleri ve bazı teknolojik ürünlerin kullanımı ile bir hayli artış göstermiştir.

Maruz kalınan doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirleyen bir çok neden vardır. Yaşanılan yer, bu yerin toprak yapısı, barınılan binalarda kullanılan malzemeler, mevsimler, kutuplara olan uzaklık ve hava şartları bu nedenlerden bazılarıdır. Yağmur, kar, alçak basınç, yüksek basınç ve rüzgar yönü gibi etkenler de doğal radyasyon seviyesinin büyüklüğünü belirler. Radyasyon kaynaklarını, doğal ve yapay olmak üzere, iki sınıfa ayırabiliriz.

Yaşadığımız çağda radyasyonun tamamen arındırılmış, tümüyle yok edilmişliği mümkün görünmemektedir. Ancak bazı önlemler alarak maruz kalabileceğimiz radyasyon miktarını en aza indirmeye çalışabiliriz. Şekil 1'de doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan küresel radyasyon dozuna oransal katkıları gösterilmektedir.

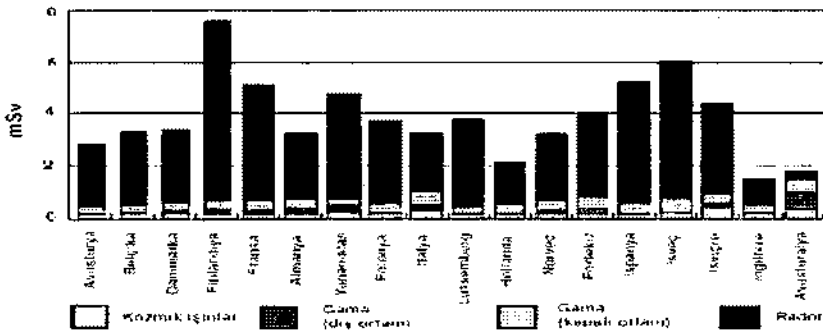


Şekil 1 Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarının küresel radyasyon dozuna oransal katkıları

Doğal ve yapay radyasyon kaynaklarından maruz kalınan radyasyon dozunun dünya ortalaması 2.7 mSv/yıl'dır. Bu dozun, radyasyon kaynaklarına göre dağılımı ve çeşitli ülkelere ait doğal radyasyon kaynaklarından alınan yıllık doz seviyeleri aşağıdaki verilmektedir:

Kaynak	Doz (mSv)
Doğal	
Kozmik	0,4
Gama Işınları	0,5
Vücut İçi ışınlanma	0,3
Radon	1,2
Yapay	
Tıbbi	0,4
Nükleer Denemeler	0,005
Çernobil	0,002
Nükleer Güç	0,0002
Toplam (ortalama)	2,8

Tablo 1. Dünya Genelinde Alınan Yıllık Ortalama Kişisel Dozlar



Şekil 2. Çeşitli Ülkelerde Doğal Radyasyon Kaynaklarından Alınan Yıllık Dozlar

Çevre sorunları sınır tanımaksızın artmakta ve çeşitli kirleticiler kilometrelerce uzaklara taşınarak etki gösterebilmektedir. Türkiye'nin Trakya Bölgesi 26 Nisan 1986 tarihinde meydana gelen Çernobil Nükleer Santral kazasından, kazadan bir hafta sonra, 3 Mayıs 1986 tarihindeki sağanak yağmur nedeni ile etkilenmiştir. Doğu Karadeniz Bölgesinin etkilenmesi ise 7-9 Mayıs tarihlerinde olmuştur. Kazanın ilk etkileri 30 Nisan 1986 günü ülkemizin kuzey-batı (Trakya) bölgesi ve Karadeniz kıyılarında çevresel doğal radyasyon düzeylerindeki yükselmeler ile gözlenmiştir. Bölgenin normal koşullarda 8-10 mikro röntgen / saat olan doğal radyasyon düzeyi 4-5 Mayıs günleri 30-50 mikro röntgen/saat düzeyine ulaşmıştır. En yüksek radyasyon düzeyi 150 mikro röntgen/saat olarak Batı Karadeniz kıyısındaki Karasu'da ölçülmüştür [4].

Sorun, tehlikeli maddelerin kaza veya ihmal gibi sebeplerden dolayı kontrolümüz dışına çıktığı zaman oluşmaktadır. Boya yapan kişilerin yanlarında bulunabilecek malzemeler arasında, ağzı kapalı teneke kutu içinde boya, yine ağzı kapalı teneke veya plastik kutu içerisinde tiner gibi boya inceltici malzemeler bulunabilmektedir. Olası bir ateşten uçuşan kor ve küller tiner tenekesine ulaştığı anda, parlayıcı özelliğe sahip tiner birden patlayarak yanmaya başlayacaktır. Birden kontrol edilmesi çok zor bir yangın çıkabilecektir. Oysa ki, yangın öncesi aynı maddeler, kontrollü bir şekilde tutuldukları için bir sorun oluşturmazlarken ve hayatımızı kolaylaştıran maddeler sınıfında nitelenmektedir. Fakat birden ortamın şartları değişip de kontrolümüz dışına çıktıklarında yaşam için çok tehlikeli durumlar oluşabilmektedir. Benzer husus radyoaktif malzemeler içeren tehlikeli maddelerin gemilerle taşınması durumu içinde geçerlilik göstermektedir.

Irak Savaşı'ndan sonra, eski sisteme ait bütün teknik ve askeri malzemeleri imha edileceklerinin resmen beyan edilmesi üzerine harekete geçen Irak'a komşu ülkelerin işverenlerinin, hurdaya çevrilmiş teknik ve askeri malzemeleri almak için girişimlerde bulundukları belirtilmektedir. Zehirli ve kimyasal maddelerin bulaştığı, orta ve uzun vadede insan sağlığında ciddi tehdit oluşturan, ölümlere neden olan hurda silahlar ve askeri techizatlar, Türkiye'ye getirildiği belirtilmektedir. Bağdat, Musul, Kerkük, Basra ve diğer şehirlerden toplanan savaş artığı tüm silahlar, tanklar, toplar, mermiler, füze kovanları, zehirli gaz yapımında kullanılan çelik variller, demir-çelik, nikel ve diğer metal malzemeler bu sahalarda işçiler tarafından

vinçler, çekiciler, kaynak makinaları ile parçalanıp yüklemeye hazır hale getirilip, hurda ticareti altında işlem yapılmaktadır. İskenderun'a taşınan hurdalara kimsiyal madde bulaştığı 5 Eylül 2003 tarihinde radyasyonlu parçaların bulunması ile ispatlanmış olduğu ve İsdemir'in satın aldığı hurdalarda radyasyon bulunması üzerine hurdaların etrafına güvenlik bandı çekilmiş olduğu ileri sürülmektedir [9,10]. Atom enerji kurumuna resmi bir ileti olduğunda konunun takip ve tetkikini yapabilmektedir. Ancak, burada bir takım maddi kazançlar zaafiyeti sebebiyle, Türkiye için ikinci bir iki telli vakaasına açık kapı bırakılmış olması, başta bu sektörde çalışanlar ve gemilerle bunların taşınmasının söz konusu olması ile gemi personeli olmak üzere bölgenin, halkın sağlık ve güvenliği konusunda ciddi tehditler oluşturması söz konusu olmaktadır.

Gemiler yolu ile taşınması söz konusu olabilen bir diğer konu olan, tehlikeli atık olarak ta nitelendirilen petrokok ham petrolün rafinerilerde işlenmesi sonucunda petrol içeriğindeki her türlü uçucu madde türleri ve yağların kazanılmasından sonra zorunlu olarak çıkan katı artık bir maddedir. Türkiye ve Avrupa ülkelerinin hemen hemen tamamındaki rafinerilerde petrokok üretilmez ancak, alüminyum tesislerinin hidroliz devrelerinde kullanılan anod pastasının yapımında petrol kokuna ihtiyaç bulunmaktadır. Türkiye'de petrokokun ısınma amaçlı kullanımı yasaklanmış olup, çimento sektöründe kullanılmaktadır. Bu amaçla ithal edilen Petrokok resmi rakamlara göre yaklaşık 2.000.000 tondur [11].

Kanserojen özelliği tartışmasız olan ve tehlikeli atıklar sınıfında yer alan, çimento sektörü kullanımı amacıyla ülkemize ithal edilen ancak, hangi limanda, ne miktarda ve hangi kalitede bulunduğu etkin kontrol edilmeyen petrokok etkin denetim altına alınmalıdır. Yeterli koruyucu elbise olmadan veya otomatik koruyucu cihazların bulunmaması halinde incelenecek petrokok ile direk temasa geçmekten kesinlikle kaçınılmalıdır ve çalışan personelin bu konularda tam ehliyetli eğitim almış olmaları gerekmektedir [11].

BM Çevre Programı, Kalıcı Organik Kirleticiler hakkında 2001 yılında bir antlaşma hazırladı ve ilk sıradaki 12 kimyasalın kullanımı, üretimi ve depolanmasını engellemek üzere çalışmalar başlatılmıştır. Kanserojen olan bu kimyasalların başlıca kaynakları, tarım ilaçları, atık yakma tesisleri, klor ve PVC plastiği üretimi, demir çelik tesisleri şeklinde belirtilmektedir [11].

Türkiye de, bu antlaşmaya imza atarak bu kimyasalların elimine edilmesi konusunda taahhütte bulundu; ancak Rusya'nın bir yasa ile kabul ettiği, gelecek on yıl içerisinde 20 Bin Ton nükleer atığın topraklarına getirilerek, saklanması kararını, yukarıda sıraladığımız bütün tespitler neticesinde Türk Boğazları'nı ve de bu boğazları kullanacak, gerek gemi personeli, gerek denetleme personeli ve gerekse de acil durum ekibini yakından ilgilendirmektedir.

Literatürde meslek gereği radyasyona maruz kalmaya bağlı gelişen çok çeşitli kanser türlerine ait bilgiler olmasına rağmen, denizcilik sektöründe çalışma sırasında maruz kalınan radyasyona bağlı gelişen kanserlere yönelik indirekt veriler bulunmaktadır [12]. Çeşitli dozlarda radyasyona maruz kalan kişilerde iyonizan radyasyona olan kişisel yanıtın farklı olduğu, özellikle genetik yatkınlığı olanlarda riskin arttığı bildirilmektedir. Ayrıca, radyasyona maruz kalma yaşıyla ilişkili olduğu belirtilmektedir. 40-59 yaşlarında oldukça yüksek; 20-34 yaşlarında düşük olduğu bildirilmektedir. Bu farklılığın yaşlanmayla total radyasyon dozunun fazla olmasına bağlanabileceği şeklinde yorumlanabilmektedir.

Literatürde düşük ve orta düzeyde radyasyona kronik olarak maruz kalmaya bağlı gelişen kanser açısından bilgiler sınırlı olmakla beraber, bazı çalışmalarda düşük dozda, ancak kronik olarak radyasyona maruz kalmanın kansere neden olduğu belirtilmektedir. Çocukluğundan beri radyografik inceleme ve izleme yapılan bir kişide toplam 12.8 rad (her defada 0.35 rad) radyasyon aldığı ve 26 yıl sonra kanser geliştiği bildirilmektedir [12].

5. SONUÇ

Sonuç olarak, literatürdeki bu bilgileri kısaca özetlemek gerekirse, çalışma ve yaşam sırasında maruz kalınan radyasyonun kişinin yaşıyla ve alınan dozla ilişkili olarak, gerek kişiye gerekse çevresine yapabileceği hasarın farkında olunması, özellikle çocuk yaş grubu ve 35 yaşın altındaki kişilerde riskin fazla olduğunun unutulmaması, bu nedenle gemi bünyesinde bulundurulması, taşınması istenirken güvenlik algoritmalarına uyulması ve risklerinin net olarak belirlenmesinin gerekliliğini vurgulamak istiyorum.

Radyasyonun Etkisinden Korunmak İçin

- Kaynak Yakınında Harcanan Zaman: Radyoaktif kaynağın yakınında ne

kadar az zaman geçirilirse o kadar az doza maruz kalınır. Belli bir zaman içerisinde bir radyoaktif kaynaktan maruz kalınacak doz; maruz kalınan doz = (doz şiddeti) X (zaman) ilişkisi ile hesaplanır. Bunun anlamı, maruz kalınacak doz miktarının, kaynağın yakınında geçirilecek süreye paralel olarak artacağı ya da azalacağıdır. Dolayısıyla, gemide radyasyonlu bir ortamda kısa süreli çalışmalıdır.

- **Kaynağa Olan Mesafe:** Radyasyon kaynağından uzaklaşarak, maruz kalılabilecek doz miktarı azaltılabilir. Radyasyon, kaynağından uzaklaştıkça çevreye yayılır ve şiddetini kaybeder. Radyasyonlu adde gemiden uzaklaştırılmalıdır ancak bu denize atmak şeklinde olmamalıdır.

- **Zırhlama (siper):** Radyasyon dozunu azaltan diğer bir yöntem, radyasyon kaynağı ile kişi arasına bir engel konulmasıdır. Bir engeli oluşturan malzeme zırh olarak adlandırılır. Genel olarak, yüksek yoğunluklu maddelerden yapılmış malzemeler özellikle X ve Gama ışınlarına karşı etkili bir koruma sağlarlar.

Beton, tungsten ve kurşun gibi malzemeler kadar iyi olmasa da maliyetinin ucuzluğu ve yapımının kolay olmasından dolayı yaygın bir şekilde kullanılmaktadır. Beton bir duvar yeterince kalın yapılmış ise, ince bir kurşun veya tungsten duvar kadar etkili olabilir. Güvenlik önlemi bakımından personelin tulum, eldiven, gözlük, kask gibi kullandıkları metaryellerin radyasyona karşı etkili bir koruma sağlamalıdır.

Bu bağlamda çalışmamda, gemi personelinin bilgisel donanımlarının Denizcilik Mmüsteşarlığı (İdare), şirketler ve eğitim kurumlarınca kuvvetlendirilmiş olması gerekliliği, güvenlik önemi bakımından personelin tulum, eldiven, gözlük, kask gibi kullandıkları metaryellerin radyasyon geçirgenlikleri ve bu konuda gerekli güvenliği sağlayan nitelikli olanlarından tercih edilmesi gerekliliği öneri olarak sunulmaktadır.

KAYNAKLAR

[1] Er, Z., 2004, Dar su yolları için radyasyon izleme tekniği ile atık debi analizinin yeni bir incelemesi, İTÜ Doktora, İstanbul

[2] Samsunlu, A., 1995, Deniz Kirliliği ve Kontrolü, İ.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Deniz Bilimleri Fakültesi Ofset Baskı Atölyesi, İstanbul

- [3] Yonsel, F., 2002, Gemi Trafiği İle Kıyılara Ve İç Sulara Taşınan Yabancı Mikroorganizmaların Sebep Olduğu Ekolojik Risk, KA-Wasswirtschaft, Abwasser, Abfall 2000 47/ Nr. 9, P: 1241 Çevirisi, <http://www.turkishpilots.org.tr>
- [4] <http://www.taek.gov.tr/>
- [5] <http://tr.wikipedia.org/wiki/Radyoaktivite>
- [6] http://www.taek.gov.tr/bilgi/bilgi_maddeler/radyasyon.html
- [7] <http://www.akut.org.tr/modules.php?name=News&file=article&sid=3013>
- [8] Bozbıyık, A., Özdemir, Ç., Hancı, Y.H., 2002, Radyasyon Yaralanmaları ve Korunma Yöntemleri, sted 2002 o cilt 11 o sayı 7 o 274
- [9] Tayman, E., Tehlikeli atık cenneti Türkiye, http://www.tempodergisi.com.tr/toplum_politika/06483/
- [10] Ökten, C., <http://www.ozgurpolitika.org/2004/04/25/hab07.html>
- [11] http://www.maden.org.tr/e-kutuphane/raporlar/petrokok_gemad.pdf
- [13] Koca, A., Radyasyonun Madde İle Etkileşimi Notları, Cerrahpaşa Tıp Fakültesi Radyasyon Onkolojisi Anabilim Dalı

ENERJİ TASARRUF VE GERİ KAZANIM SÜREÇLERİNİN GÖZDEN GEÇİRİLMESİ

Doç. Dr. İ.Deha ER⁽¹⁾

Halil ASLAN⁽²⁾

(1) Gemi Makineleri İşletme Müh. Bölümü, İTÜ Denizcilik Fakültesi

(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi

ÖZET

Enerji geçmişten, günümüze gelen süreçte insanoğlu için her zaman en önemli ihtiyaç olmuştur. Gerçektende bu böyledir, çünkü enerjisiz yürüyemeyiz, koşamayız, birtakım teçhizat ve vasıtaları kullanamayız. Enerji kaynaklarına bakılacak olursa, birincil enerji kaynaklarından olan Kömür, petrol, doğal gaz vs.. ömürlerinin kısıtlı olduğunu göreceğiz. Elbet onlarda insan ömrünün bittiği gibi bir gün elbet tükenektirler. Bilim adamlarınca bu kaynakların kullanımına 40-80 yıl biçilmiştir. İşte bu noktada enerjinin üretilmesi kadar verimli bir şekilde israfa mahal vermeden tüketilmesinin de önemi ortaya çıkıyor. Burada Enerjiyi verimli ve tasarruflu kullanma yöntemlerine değineceğim.

Anahtar Kelimeler: Enerji tasarrufu, verimli kullanım, enerji ve çevre

1. GİRİŞ

Türkiye'nin içinde bulunduğu ekonomik ve teknik koşullara bağlı olarak sorunlarından birisi de elektrik enerjisinin miktarıdır. Kömür, linyit, odun, petrol, doğal gaz ve su enerjisi gibi enerji kaynaklarının önemi elbette ki tartışılmaz ama su kaynaklarından enerji yönünden faydalanma hususunun ayrı bir özelliği vardır. Bu konuda enerjinin verimliliğini artırmak üzere

çeşitli tasarruf yöntemleri uygulamamız gerekmektedir. Çünkü boşa ve gereksiz harcanmış 1 Kw enerji bile ülke ekonomisine getirdiği ağırlık çok büyüktür. Kurulu olan gücümüzün talep edilen enerjiyi karşılayacak ölçüde olmaması ve enerji ithali sorunlarını gündeme getirmektedir. Bir örnek 70 milyon nüfusumuz olduğunu varsayıp bu nüfusu ortalama 20 milyon aile olarak ele alalım! Her aile günde 1 Kw 'lık israf yapsın. Bunu hesaplırsak günde toplum olarak yaptığımız füzuli sarfiyat 20 milyon Kw ya da 2000 Mw 'lık enerjiyi boşa harcamış oluruz. Buda, Gap projesiyle ülkemize kazandırılan Atatürk barajının kurulu gücünden sadece 400 Mw daha aşağıdadır. Kısaca biz 1 Kw 'lık enerjiyi israf ederek Bu santralin boşa çalışmış olmasına sebep oluyoruz. İşte bu sebeple Enerjide tasarruf ciddiyetle ele alınması gereken bir husustur.

Enerji tasarrufu demek, sobaları yakmayıp, ısıtıcıları çalıştırmayıp soğuktan donmak, ampulleri kapatıp önünü görememek veya sanayide makineleri çalıştırmayıp üretimi durdurmak demek değildir. Öncelikle ülke çapında etkin, hedefleri, araçları ve amaçları belirlenmiş enerji tasarrufu programı belirlenip çalışılma yapılmalıdır. Ülke içinde yerel ve bölgesel olarak merkezler oluşturup eğitilmiş elemanlarla, gerekiyorsa tek tek fabrikalara gidip ölçüm yapmak ve kayıp noktalarını belirleyip bunları gidermek gerekmektedir.

Başka bir örnek vermek gerekirse; Isıtma sistemlerinin çalıştırılması yerine otomatik kontrol elemanları ile sistemlerin çalıştırılıp durdurulması durumunda iç ortamlarda daha konforlu ısınma ve % 35 oranında yakıt tasarrufu sağlandığı belirlenmiştir.

Ülkemizin geldiği gelişim çizgisinin çarpıklığı ve ülke kaynaklarını olabildiğince dikkatli kullanmanın her şeyden önce vatandaş olarak hepimizin görevi olduğu. Dolayısıyla, enerji tasarrufu kavramı, öncelikle yurttaşlık bilinci içinde, hayatımızın her alanına taşımamız gerekiyor.

Enerjinin her türlü kullanımı, kazanılmasından çevrimine ve gerçek anlamda tüketimine kadar çevreyi etkileyen sonuçlar doğurmaktadır. Özellikle üretim teknolojilerinden kaynaklı egzoz gazlarından dolayı, atmosferimiz oldukça kötü etkilenmektedir. Genelde kullanılan kömür, petrol ve doğalgaz gibi fosil enerji kaynakları sınırlı ölçülerdedir ve bilim adamlarınca bu kaynaklara 40 ila 80 yıl arası ömür biçilmiştir. Bu nedenle sahip olunan enerji

kaynaklarının her alanda bilinçli bir şekilde kullanılması gerekmektedir. Çoğu zaman basit tedbirler ve davranış değişiklikleri ile enerji tasarrufu konusunda hatırı sayılır başarılar elde edilebilir ve bu önlemler işletme ekonomisine mali açıdan da olumlu katkı sağlarlar.

Enerji kullanımı ile ilgili halen gündemde olan ve gelecekte de gündem teşkil edecek olan, en önemli sorun sera etkisidir. Sera etkisi gösteren gazların en önemlileri yüzde 50 payla karbondioksit (CO₂) ve yüzde 19 payla metan gazıdır (CH₄). Halen tüm dünyada her yıl 22 milyar ton karbondioksit gazı atmosfere salınmaktadır. Bütün bu karbondioksit gazını taşımak için her biri 50 ton kapasiteli 440 milyon römorklu kamyon gerekirdi. Tüm dünyada şimdi karbondioksit gazı emisyonlarının 2005 yılına kadar yüzde 20 oranında, 2050 yılına kadar da yüzde 50% oranında düşürülmesi için gayret gösterilmektedir. Bu gayretlere işletmelerinde katılmaları gerekmektedir.[1]

2. ÇEŞİTLİ ENERJİ KAYNAKLARI

Enerji konusu birincil ve ikincil olmak üzere ikiye ayrılır. Birincil enerji kaynakları olarak tabiatta bulunan kömür, petrol ve doğal gaz gibi maddeler kastedilmektedirler. İkincil enerji kaynakları da kullanıcı tarafından birincil enerjiden elde edilen enerji çeşitleridir. Bu enerji kaynaklarına örnek olarak kömürden elde edilen elektrik enerjisi ile petrolden elde edilen benzin ve fuel oil gibi enerji taşıyıcılar sayılabilir. İkincil enerji yada birincil enerji sınıfına giren doğal gaz ile işletmeler gerek duydukları ışık, güç ve ısı gibi enerji kullanım türlerini elde ederler.

Birincil enerji kaynakları sadece taşıdıkları enerji değerleri açısından değil yaydıkları zararlı maddeler açısından da birbirlerinden ayrılmaktadır. Örneğin aynı enerji miktarını taşıyan bir ton taş kömürü birimi baz alınarak CO₂-emisyonu değerleri karşılaştırılırsa aşağıdaki değerler ortaya çıkmaktadır:

Enerji taşıyıcı Birim başına CO₂ - emisyonu
 Linyit kömürü 3,3 t CO₂
 Taş kömürü 2,7 t CO₂
 Fuel oil 2,2 t CO₂
 Doğal gaz 1,6 t CO₂

Atmosfere yayılan kükürt dioksit (SO₂), azot bileşikleri (NO_x) ve toz baca çıkışıındaki önlemlerle azaltılabilirken temizlenebilirken halen CO₂ emisyonlarını azaltılması için uygun teknolojiler mevcut değildir. Burada enerji tüketicilerinin yapabilecekleri şey daha ekolojik enerji kullanmanın yanı sıra enerji tasarrufudur [1].

3. YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

Yenilenebilir enerji kaynakları fosil enerji olamadan kullanılabilen enerji kaynaklarıdır. Bunlar güneş, rüzgâr, su Biyomass ve biyogazdır.

Güneş

Güneş ışınları kollektörler vasıtası ile ısı enerjisine ve fotovoltaiik sistemlerle elektrik enerjisine dönüştürülebilir. kullanılarak. Orta Avrupa'da 900 ile 1400 KWh/a m² şiddetindeki güneş ışınlarından aşağıdaki kullanım imkânları doğmaktadır. 1 m² kollektör alanı ile 30 ile 50 litre arasında fuel oil tasarruf elde edilebilmektedir. Güneş enerjisini elektrik enerjisine çeviren 1 Kw-Modül ile de maksimum 800 – 1.100 Kw elektrik enerjisi elde edilebilmektedir. Türkiye'de güneş ışınlarının daha güçlü olması nedeniyle daha fazla tasarruf imkânı mevcuttur. Fotovoltaiik konusunda randımanı artırıcı araştırma ve geliştirme faaliyetlerine halen devam edilmektedir.

Rüzgâr ve su

Yenilenebilir enerji kaynakları olarak Avrupa'da çoğunlukla rüzgâr gücünden yararlanılarak elektrik enerjisi elde edilir. Bu enerji türünün ekonomik olarak kullanılması senelik ortalama 4 – 5 m/s'lik rüzgâr hızından itibaren mümkün olabilmektedir. Özellikle kıyı şeritleri ve dağlara yakın bölgeler bu konuda avantajlıdır. Rüzgârın gücünün kullanılmasında olduğu gibi akan suyun gücü ile bir türbin çevrilerek bu suda bulunan enerji elektrik enerjisine dönüştürülebilir. Bu türden hidroelektrik santrallerinin verimleri yaklaşık %85 ile %90 arasındadır.

Biomass / Biogaz

Biomass (ağaç, bitkiler, hayvansal maddeler) biogaza dönüştürülebilir ve böylece kullanılabilir enerji elde edilmesi imkânı doğar. Dönüştürme işi mekanik (mısır tanesi Büyüklüğünde taneleme), biyolojik (mayalandırma) veya termik (kabartma) olarak yapılır. Örneğin hayvan dışkısından elde

edilen biyogaz yüzde 65 oranında metan ihtiva eder. Bir metreküp biyogazın ısı değeri 6 Kwh ve 0,6 litre fuel oil yerine kullanılabilir [1,17].

4. İŞLETMELERDE İKİNCİL ENERJİ KULLANIMI

İşletmelerdeki üretim süreçlerinde ikincil enerji aşağıdaki şekillerde kullanılır [1].

Elektrik akımı

Elektrik santrallerinde fosil yakıt maddelerinin (kömür, petrol ürünleri, doğal gaz) yakılmasıyla elde edilen enerji, jeneratörler vasıtasıyla elektrik enerjisine çevrilir. Ancak bu esnada önemli ölçüde enerji kaybı olur. Bu tür enerji santrallerinin verimi sadece yüzde 38 dolaylarındadır. Bu demektir ki 1 kilo taş kömürü ile 3,2 kWh elektrik enerjisi elde edilebilir. Ama bunun yerine hidrojen teknolojisi % 70 olmakta ve baca gazı olarak su buharı çıkmaktadır.

Sıcak su

Sıcak su elde edilmesi genellikle soğuk suyun bir kazanda ısıtılması yoluyla gerçekleşir. Genel olarak bu ısıtma kazanları işletmelerde sıcak su ihtiyacı olan yerlere yakın bulunurlar. Diğer bir olasılık da uzakta santrallerde elde edilen sıcak suyun borularla lazım olan yerlere iletilmesidir.

Bir metreküp suyun 20°C 'den 60°C 'ye ısıtılması için 5,3 l fuel oil gereklidir. Bu işlem esnasında 14 kg CO₂ gazı atmosfere salınır. Bununla beraber baca çıkışına bir yardımcı kazan koyarsak hem suyun ısıtılması çabuk olacak hemde tüketmemiz gerekenden daha az fuel oil tüketmiş olacağız.

Sıcak buhar

Buhar, buhar kazanlarında elde edilir. Burada da fosil yakıtlarla su ısıtılır, buharlaştırılır ve proses için gerekli yüksek basınçta ısıtılır. Suyun 20°C den 1000 °C 'ye çıkarılması için litre başına 335 KJ gereklidir. Buharlaştırmak için gerekli enerji miktarı ise daha fazladır: 2.400 KJ. Bir ton buhar elde edilmesi için 75 lt fuel oil gereklidir ve bu işlem sonunda atmosfere yaklaşık 200 kg CO₂ atılır.

Soğutma

Soğutma işlemi Carnot periyodu denilen işlem vasıtasıyla (buzdolapları da bu sistemle çalışır) gerçekleştirilir. Genelde kompresörlerde doğrudan

elektrik enerjisi kullanılır. Daha önce bahsettiğimiz gibi elektrik akımı elde etmek için kullanılan enerjinin verimi göz önünde bulundurulursa ve bu arada açığa çıkan ısısın genelde kullanılmadığı da düşünülürse 200 kW'lık bir soğutma için 60 kW'lık bir elektrik enerjisi gereklidir. Çevreden alınan ısı ve gerekli hareket gücü için kullanılan enerjinin tekrar çevreye verilmesi gerekmektedir.

Basınçlı hava

Kompresörlerle elde edilen basınçlı hava ayarlama tertibatları ve makinelerin hareketi için kullanılabilir. Birçok işletmede geniş kapsamlı bir basınçlı hava tesisatı bulunur ve bu tesisattan gerekli yerlerde basınçlı hava alınıp kullanılır. Basınçlı hava çoğu zaman patlama tehlikesi bulunan yerlerde hareket için gerekli elektrik motorları yerine kullanılır. Böylece elektrikli devrelerde patlamaya yol açılmasını önlemek için alınması gereken birçok tedbirin alınmasına gerek kalmaz.

5. ENERJİNİN DOĞRU KULLANIMI

Doğru enerji kullanımı bilgilenme ile başlar! İşletmelerinizde tüketilen enerji hakkındaki detaylı sayısal bilgi sahibi olmanız, tüketimde tasarrufu sağlayabilmeniz ve bu tasarruftan doğan kazancınızı şirket karına ekleyebilmeniz için izlemeniz gereken yolu oluşturur. Bunun için güncel enerji tüketiminin ölçülmesi gerekir. Bu konuda yardımcı olmak üzere Checklistler hazırlanmıştır. Bu listeleri BÇM 'nden temin edebilirsiniz

Enerji tüketiminin sınıflandırması ve değerlendirmesi için spesifik enerji tüketimini gösteren tanıtma sayıları kullanımı yarar sağlar. Bu sayılar yapılacak karşılaştırmaların temelini oluşturur. Bundan başka yıllık olarak saptanan bu rakamlarla işletme içinde alınan enerji tasarrufu tedbirlerinin gösterdikleri etkilerde tespit edilmiş olur. Saptanan değerlerin daha iyi karşılaştırılabilmesi için tüm enerji birimleri aynı cinsten (MJ veya KWh gibi) olmalıdır. Bu tanıtma sayıları ile yapacağımız yatırımlara yol gösterecek karşılaştırma hesapları da yapabilirsiniz. Kurulacak bir tesiste yapılacak yatırımın yanında işletme giderleri ve bunun önemli bir kısmını oluşturan enerji masrafları önemli bir rol oynarlar. Bu tanıtma sayıları ile yapılacak hesaplamalar yapılacak yeni yatırımın mali açıdan olumlu olup olmadığı konusunda yol gösterirler. İşletmede yapılacak enerji tasarrufu doğrudan işletmeden çıkan emisyonların düşmesini de beraberinde getirir [1].

Zayıf noktaların tespit etmeli

İşletmede enerji tüketimi konusunda bir durum tespiti ve her enerji tüketim yerinin saptanması yapıldıktan sonra mevcut zayıf noktaların tespit edilmesine sıra gelir. Enerji tüketimi konusunda zayıf noktaların tespiti sırasında önemle üzerinde durulması gereken noktalar şunlardır:

- Gereksiz elektrik tüketimi
- Kullanılmayan ısı (atık ısı)
- Ekolojik olarak özellikle önem taşıyan enerji taşıyıcılar

Bu noktaların tespiti bize nerelerde aksaklık olduğunu gösterecektir. Bu aksaklıklar doğrultusunda gerekli düzenlemelerin yapılması sonucunda enerji olarak kazanç sağlayacaksınız

6. Toplanan Verileri Analiz Etme

Aşağıdaki soruların yanıtlarını bularak toplanan verileri analiz edebilirsiniz[1]:

Elektrik

- *Işıklandırmaya gereğinden fazla kuvvet ve kapasitede harcanmakta mıdır?*
- *Makineler ve tesisler gereksiz yere boşta çalışıyorlar mı?*
- *Elektrikle ısıtılan fırınların kapıları gereksiz yere açık tutuluyor mu?*
- *Basınçlı hava tesisatınızda sızıntı var mı?*

Sayaç takılması suretiyle çok elektrik enerjisi tüketen yerlerdeki tüketimi doğrudan ölçebilirsiniz. Bu şekilde ucuz bir şekilde her bir enerji tüketicisi spesifik değerleri bulunup, enerji tasarrufu potansiyelinin nerelerde olduğu görülebilir.

Isıtma

- *Mekânlar gereğinden fazla mı ısıtılıyor?*
- *Binaların yalıtımı gerektiği gibi yapılmış mı?*
- *Kullanılabilecek ısı değeri olan hava akımları (örneğin soğutma sistemleri ve fabrika binalarının hava çıkışları gibi) var mı?*
- *Buhar tesisatı bulunan yerlerin tavanında buharlaşma var mı?*
- *Kullanılmayan sıcak atık su (örneğin kazanların temizlenmesinde kullanılan) var mı?*
- *Isının kaybolduğu soğutma kuleleri var mı?*

7. ENERJİ KAYNAKLARININ İKAME EDİLMESİ

Halen kullanılan enerji kaynaklarının yerine kullanılacak başka enerji taşıyıcılar (örneğin fuel oil gibi ağır yakıtların yerine kullanılacak yenilenebilir enerji kaynakları, doğal gaz) var mı?

İlk durum tespiti ile hemen müdahalede bulunulabilecek alanlar hakkında bilgi sahibi olunur. Özellikle enerjinin esas olarak kullanıldığı alanlarda karmaşık ve entegre konseptler hazırlanması gerekmektedir. Bu tür konularda Bursa çevre Merkezi gibi konu üzerinde çalışan organizasyonlar yardımcı olabilir.

Zayıf noktaların ortadan kaldırılması

Enerji konusundaki zayıf noktaların ortadan kaldırılması için üç imkân vardır: Enerji tasarrufu, enerjinin rasyonel kullanımı ve kullanılan enerji kaynaklarının ve teknolojilerinin yerine başkalarının kullanılması. Bir takım basit tedbirler ile çok zaman enerji tüketiminde önemli kısıtlamalara gidilebilir. Aşağıdaki tedbirler enerji tüketiminin düşmesine neden olabilirler:

Gereksiz tüketimin önüne geçilmesi

Özellikle mekânların gereğinden fazla ısıtılması, makine ve tesislerin boşa çalışması, ışıklandırma ve basınçlı hava tesisatındaki sızıntılar ile değerli enerji zayi olmaktadır.

Verimin artırılması

Sadece elektrik enerjisi veya ısıveren alışlagelmiş santrallerin aksine Kojenerasyon ünitelerinde hem ısı hem de elektrik enerjisi üretilir ve kullanıma sunulur. Kojenerasyon üniteleri merkezi bir sistem değildir ve ihtiyaç duyulan işletme ya da sanayi bölgelerinde kurulurlar. Bu tesislerin ihtiyacı olan ısı ve elektrik enerjisinin sağlanması için kullanılırlar. İhtiyacın geri kalanı yani en fazla enerjiye ihtiyaç duyulan anlar için başka bir kazan kullanılır. Bu sistemle daha önce tüketilen birincil enerjinin yüzde 35 ile 45 arasındaki bir kısmın tasarruf edilmesi mümkün olur. Buna bağlı olarak CO₂ emisyonlarında azalma olur. Termik santrallerinde % 30-38 arasında verim sağlanırken Kojenerasyon santrallerinden % 85 -90 arasında verim sağlamaktayız. Bu kıyaslama bize Kojenerasyon santralleri kullanmamız halinde bize % 50- 60 daha fazla enerji üreteceğimizi ve

kullanılan yakıttan da bu oranda tasarruf sağlayacağımızı göstermektedir. Bunlara ek olarak, bu tesisler de akışkan yataklı kazan teknolojisi kullanarak verimi % 20 – 30 dolayında artırabiliriz.

Spesifik kullanım enerjisi ihtiyacının azaltılması

Enerjinin rasyonel kullanımın ilk adımı spesifik kullanım enerjisi ihtiyacının örneğin aşağıdaki önlemlerle azaltılmasıdır:

- Binaların, tesislerin ve makinelerin ısı yalıtımının gözden geçirilmesi,
- Isıtma sistemlerinin ve kontrol sistemlerinin iyileştirilmesi
- Isı ve soğutma depolamasına gidilmesi
- Güneş ısısından faydalanılması
- Yeni teknoloji olan Fuelcell 'lerin kullanılması

Üretim süreçlerinde enerji kullanımında verimi modern ayarlama ve kontrol enstrümanları kullanarak sağlayabilirsiniz.

Enerjinin geri kazanımı veya atık ısıdan faydalanma

Isının geri kazanımı açığa çıkan ısıdan faydalanma ve soğuk / sıcak ayarlamalarının optimize edilmesi olarak ikiye ayrılabilir. Açığa çıkan ısıdan faydalanılmasında madde ve enerji akımı konusunda toplanmış olan verilerden ısıl iletim değerleri ve hesaplamalarından faydalanılabilir. Açığa çıkan ısı eğer aynı işletmede kullanılamıyorsa, yakında işletmelerde uzaktan ısıtma olarak, örneğin konut ya da çalışma mekânlarının, yüzme havuzlarında, sıcak su üretiminde veya mevcut olan uzaktan ısıtma sistemlerine verilerek kullanım yoluna gidilebilir. Bu tür metotlar Avrupa ülkelerinde uzun zamandan beri kullanılmaktadır[18].

Enerji taşıyıcıların ikame edilmesi

Yanma süreçlerinde alışlagelmiş enerji türlerinin kullanımında aşağıdaki önceliklere göre davranılması tavsiye edilmektedir: Doğal gaz çevreye en uygun yakıtlardan biridir. Fuel oil ve kömür daha sonra gelir. Ağır yakıt mümkün olduğunca kullanılmamalıdır.

8. EV VE KONUTLARDA ENERJİ TASARRUFU

Evlerde Isıtma Ve Soğutma

Isı elde etmek için elektrikli sobalar yerine doğalgaz sobaları tercih

edilmelidir. Kötü takılmış kapı ve pencerelerdeki boşluklar ve hava girişleri kontrol edilerek gerekirse izolasyonları sağlanmalıdır.

Yerleri halı kaplamak zeminde ısı kaybını ve çatılara izocam döşetmek tavandan ısı kaybını azaltacaktır. Kalın astarlı perdeler kullanılarak pencerelerden ısı kaybı azaltılmalıdır. Perdeler radyatör önlerini örtmeyecek şekilde kapatılmalıdır. Radyatör ile duvar arasına bir yüzü alüminyum olan yalıtım levhaları kullanınız. Radyatörlerin üst tarafına mermer levha veya kafesler konmamalıdır. Çamaşırlar radyatör üzerinde kurutulmamalıdır. Kullanılmayan odalar ısıtılmamalı ve kapıları kapalı tutulmalıdır. Ancak bu odaların sıcaklığının 10 °C altına düşmemesine dikkat edilmelidir. Kullanılan odaların sıcaklığı 18–21°C arasında tutulmalıdır. Bacalar kış aylarına girmeden önce kontrol ettirilerek temizletilmelidir. Levhanın radyatöre değmemesine dikkat ediniz. Böylece ısı odaya geri yansır ve duvardan ısı sızması önlenir.

Odaları havalandırmak için pencereler uzun süre açılmamalıdır. 3–4 dakikalık süre yeterlidir. Isıtma ve soğutma amaçlı harcamaları kısmanın en etkin ve kolay yolu, termostatinizi ayarlamaktır. Yaz aylarında termostat, ortam sıcaklığı 25 °C altına düşmeyecek şekilde ayarlanmalıdır. Unutulmamalıdır ki, termostat ayarının 1 °C artırılması harcanan enerjinin %5-7 artması demektir. Yaz aylarında termostatin direkt olarak ısıya veya güneş ışığına maruz kalmamasına dikkat ediniz. Böylelikle sistemin aşırı çalışmasını önlemiş olursunuz. Aspiratör veya fan kullanarak kendinizi daha rahat hissedersiniz. Artan hava sirkülasyonu, insanların serinlemesine büyük katkıda bulunur. Ayrıca fazla nemin oluşturduğu olumsuz etkileri de azaltır. Oda boşken fanları kapatmayı unutmayınız. Çünkü fanlar odaları değil, insanları serinletirler. Kış aylarında ise termostat, 21 °C 'yi aşmayacak şekilde ayarlanmalıdır. Nem de hissedilen ortam ısını etkileyen önemli faktörlerden biridir. Yaz aylarında yüksek nem, sıcaklığın normalden fazla hissedilmesine sebep olur. Kış aylarında ise, kullanılan ısıtma cihazları ortamdaki nemi düşürürler. Havadaki nem, havanın daha çok ısı tutmasını sağlar.

Evinizdeki ısıtma ve soğutma amaçlı cihazları, ılık havalarda veya 2-3 günden fazla evinizden uzak kalacağınız periyotlarda kapalı tutunuz. Aile bireylerinin evde bulunma zamanlarına göre ayarlanan zamanlayıcılar kullanarak, sistemin devreye giriş-çıkış zamanlarını programlayınız. Doğal sirkülasyon için yaz aylarında pencerelerinizi açınız [3,4,5].

Mutfakta Enerji Tasarrufu

Yiyecek hazırlama ve pişirme faaliyetlerinde doğru tipte pişirme araçlarının kullanımı ile de enerjiden tasarruf sağlanır. Her şeyden önce yemekler mümkün olan en az suyla pişirilmeli ve tencerenin kapağı sıkı bir şekilde kapalı tutulmalı, yemek kaynamaya başladıktan sonra ocak iyice kısılmalıdır. Çünkü kaynama başladıktan sonra verilen yüksek ısı daha çok suyun buharlaşmasından, dolayısıyla da enerjinin boşa harcanmasından başka hiç bir işe yaramaz. Ayrıca kapların sadece tabanına ısı verecek şekilde alev ayarlaması yapılmalıdır. Kabin kenarlarından alev taşmamalıdır.

Düdüklü tencere olarak adlandırılan basınçlı tencereler, özellikle uzun süre pişmesi gereken yiyeceklerin pişirilmesinde yakıt tasarrufu sağladığı için tercih edilmelidir. Basınçlı tencerelerin kullanılmadığı pişirme işlemlerinde ise pişirmenin daha kolay ve kısa sürede olması için kenarları kıvrımsız, tabanı düz, yan yüzleri dik ve tabanla birleştiği yerde hafif yuvarlak olan kaplar kullanılmalıdır. Hiçbir zaman açık ve yayvan bir kapta su ısıtmayınız. Demlik veya kapalı kaplar kullanınız. Ocakların verimli yanmalarını sağlamak için daima temiz tutulmalıdır. Yiyecekler pişerken fırın kapağını sık sık açmak her seferinde soğuk havanın fırın içine girmesine, dolayısıyla da enerji kaybına neden olmaktadır. Bu nedenle kapak gereğinden fazla açılmamalıdır. Birçok yiyecek için pişirilirken fırının önceden ısıtılmasına gerek yoktur. Mümkünse mikrodalga fırın kullanınız [7].

Konutların Aydınlatılmasında Enerji Tasarrufu

Kullanılmayan alanlar aydınlatılmamalıdır. Çok sayıda ufak ampul yerine büyük bir ampul kullanılmalıdır. Çalışırken masa lambası kullanılmalıdır. Ampullerin üzerine ışığı az geçiren abajurlar kullanılmamalıdır. Genel ışıklandırma yerine kısmi ışıklandırma tercih edilmelidir. Duvarlar açık renklere boyanarak daha çok ışık yansımaları sağlanmalıdır. Merdiven aydınlatılmasında küçük ampullerin kullanılmasına özen gösterilmelidir. Evimizde enerji kaybına engel olmak için halojen ve normal ampuller yerine floresan lambalar kullanılmalıdır. Böylece %40 oranında enerji tasarrufu sağlayabiliriz [3,6,7,8].

Konutlarda Su Tasarrufu

Damlayan musluklar tamir ettirilmelidir. 1 saniye arayla damlayan bir musluk ayda 900 lt. (1 m³) su kaybına sebep olur. Suyu daha az akıtan duş

başlıkları ve muslukları kullanılmalıdır. Diş fırçalarken veya tıraş olurken musluklar kapatılmalıdır. Mümkün olduğunca küveti doldurmak yerine duş alarak yıkanılmalıdır. Kısa sürede duş alınmalıdır. Sifon asgari çekilmelidir (Her sifon çekildiğinde, beş günlük içme suyu kaybedilmektedir). Bulaşık ve çamaşır makinelerini tamamen doldurmadan çalıştırmamalıdır.

Randımanlı su kullanan aletler tercih edilmelidir. Özellikle çamaşır ve bulaşık makinelerinin böyle olmasına dikkat edilmelidir. Sıcak su musluğu açıldığında suyun ısınmasını beklerken akıtılan suyun ziyan olmaması için kova doldurularak bu su gereken farklı yerlerde kullanılmalıdır (Örneğin, çiçek sulama, tualete dökme, balkon yıkama). Ne kadar az su kullanırsak o kadar az depolanmış su gerekir ve o kadar az atık su oluşur. Biz de boş harcadığımız suyu kesmekle su faturalarından kolaylıkla %25 oranında tasarruf sağlamış oluruz. Bulaşıklarınızı elle yıkarken, mümkün olduğunca az su kullanınız. Bulaşıklarınızı büyük ve deterjanlı su dolu bir kaba doldurunuz ve burada yıkayınız. Mümkün oldukça sıcak su yerine, soğuk su kullanınız(Çamaşır, bulaşık yıkarken) [10,11,16].

Buzdolabı Ve Dondurucularda Enerji Tasarrufu

Evlerimizde, günün yirmi dört saatinde ve yılda 365 gün çalışan buzdolabı ve dondurucularımızın görevi yaşamımız için gerekli besin kaynaklarının sağlıklı bir şekilde saklanması sağlamaktır. Elbette ki, onların sağlıklı bir şekilde çalışmasını sağlamak da bizim görevimiz. Bakalım neler yapabiliyoruz:

Buzdolabı Serpantinlerinin Temizliği: Buzdolabınızın serpantinlerini ve açıkta toz alabilecek bölümlerini, el süpürgesi ile veya elektrik süpürgesine uygun bir başlık takarak en az senede bir defa temizleyiniz. Bu serpantinler buzdolabının arkasına veya alt kısmına konmuştur.

Sıcaklık Ayarı: Buzdolabında tavsiye edilen normal sıcaklık 4-5 C, dondurma sıcaklığı da -20 C'dir. Bu konuda üretici firmanın kataloğuna uyunuz ama yukarıda verilen sıcaklıkları da bir termometre ile ara sıra kontrol ediniz.

Düzenleme Esasları: Yiyecekler soğuk havadan fazla tutarlar, dolabınızın içini mümkün olduğu kadar çok doldurunuz. Fakat hava dolaşımını kesmemesine de dikkat ediniz. Dondurucu kısma yerleştirilen maddeleri düzgünce sıralayınız. Şayet tam doldurmaya yeterli miktarda yiyecek maddeniz yoksa, buz kalıpları yerleştiriniz.

Kapaklı Kapların Kullanılması: Buzdolabına konan sıvıların üstü daima kapatılmalıdır. Aksi halde dolabın içindeki nem oranını arttırır. Bu da kompresörün daha fazla çalışmasına sebep olur. Yiyeceklerin ve içeceklerin üstlerinin kapatılması ile ayrıca tat ve lezzetlerinin de korunması sağlanmış olur.

Kapı Alışkanlığı: Buzdolabının dondurucu ve gövde kapısının açılıp kapanması esnasında önemli ölçüde soğuk hava kayıpları olur. Bu yüzden kapıları mümkün olduğu kadar az açık tutmaya özen göstermelidir. Buzdolabınızdaki malzemeleri öyle ayarlayınız ki en fazla kullandığınız şeyler çabuk bulunabilsin. Dondurucuya koyduğunuz malzemeleri çabuk tanımak için etiketleyiniz.

Yiyeceklerin Dondurucudan Çıkarılması: Buzdolabınızdaki derin dondurucudan çıkaracağınız donmuş bir malzemeyi, bir gün önceden alarak buzdolabınıza koyunuz ve orada çözölmeye bırakınız, dolaba soğukluk vereceği için buzdolabının daha az enerji harcamasını sağlamış olursunuz. Yani buzluktaki malzemeyi doğrudan açığa koyarak enerji kaybına sebep olmayınız. Önce Soğumaya Bırakınız: Buzdolabınıza ve dondurucunuza sıcak bir malzemeyi koymadan önce oda sıcaklığında bekleterek ortam sıcaklığına inmesini sağlayınız.

Dolabın Buzunun Giderilmesi: Buzlanmanın aşırı olması buzdolabının soğutma için ihtiyacı olan enerjinin artmasına neden olacaktır. Bu nedenle düzenli olarak buzunu eritmek suretiyle aşırı buzlanmanın önüne geçilmelidir. 5-6 mm kalınlıktan daha fazla buzlanmaya müsaade edilmemelidir [13,14,15].

Çamaşır Makinelerinde Enerji Tasarrufu

Tam Doldurma: Makinenizi tam kapasitede çalıştırınız. Fakat kapasitenin üstüne de çıkmayınız. Eğer makinenize az çamaşır koyuyorsanız ona göre de az miktarda su koyunuz.

Deterjan: Tavsiye edilenden fazla miktarda deterjan koymayınız. Fazla deterjan, çok köpük yaparak yıkamayı güçleştirir, ayrıca durulama sayısını da artırmak zorunda kalırsınız. Son zamanlarda deterjanların üzerinde yıkama sıcaklıkları belirtilmektedir. Ilık sularda aktif olan deterjanları kullanırken, daha iyi temizleme için belirtilenden yüksek sıcaklıkta su kullanmayınız.

Su Sıcaklığı: Çamaşır makinesinde yıkanan çamaşırın maliyeti büyük ölçüde kullanılan sıcak suyun miktarına bağlıdır. Çoğu çamaşırlar sıcak suyla yıkanıp ılık suyla durulama yerine ılık suyla yıkayıp soğuk suyla durulamakla temizlenebilir.

Ön Isıtma: Çok kirli ve fazla lekeli çamaşırları önceden ısıtınız veya otomatik çamaşır makinesinde ısıtma fonksiyonunu kullanarak ikinci yıkamayı kaldırınız.

Fazla Kurutmayınız: Çamaşırlarınızı kurutma makinesinde kurutuyorsanız, fazla kurutmayınız. Çünkü hem daha fazla enerji harcar, hem de çamaşırlarınızın daha çabuk yıpranmasına yol açarsınız. Şayet makineniz otomatik olarak kurutuyorsa kurutma mekanizmasını ayarlayarak aşırı kurutmasına engel olunuz.

Süzgeci Temiz Tutunuz: Her kurutma işleminden sonra süzgeci temizleyiniz. Aksi halde hava kanallarını çamaşır lifleri ve iplikçikleri doldurur ve üflenene kuru havanın geçmesine engel olur. Bu da kurutma işleminin uzamasına ve daha fazla enerji tüketimine yol açar. Bulaşık makinelerinizi tam kapasite ile çalıştırınız. Fakat kapasitesinden fazla da yüklememeye dikkat ediniz.

Havada Kurutma: Bulaşık makinelerinin bazı modellerinde sıcak havayla otomatik kurutma veya kendi kendine kurutma için bir anahtar vardır. Şayet sizin makineniz böyle değilse, son durulamayı yaptıktan sonra kontrol düğmesini kapatınız, makinenin kapağını açarak bulaşıkların hava ile kendi kendine kurumasını sağlayınız. Böylece bulaşık makinesinin enerji maliyetinden %10 civarında tasarruf sağlamış olursunuz.

Bulaşıkların Ön Temizliği: Bulaşıklarınızı, makineye koymadan önce sıcak su ile durulamak yerine sünger ve benzeri bir malzemeyle üzerlerindeki yemek artıklarını temizlemeniz yeterlidir [13].

Su Isıtıcılarında Enerji Tasarrufu

Su ısıtıcınızın altında tortu ve kireç birikmesine engel olunuz. Tortu ve kireçler, ısıtma elemanlarının su ile direkt temasına engel teşkil ederler ve ısıtıcının daha yoğun çalışmasına sebep olurlar. Belli periyotlarla su tankının içini tamamıyla boşaltınız. Birçok su ısıtıcısı 60 °C 'ye ayarlı

olarak çalıştırılır. Bu genel anlamda yüksek bir değerdir. Isıtıcınızı 45-50 °C 'ye ayarlayınız. Bu sıcaklık yeterli olacaktır. Su ısıtıcınızı buzdolabı ve dondurucu gibi cihazlardan uzak bir yerde konumlandırınız. Aksi taktirde bu cihazların çalışma frekansı artacaktır. Su ısıtıcınızı yalıtım malzemeleri ile giydiriniz. Böylelikle cihazınızın ürettiği ısıyı ortama yaymazsınız. Su ısıtıcınızı, kullanım noktalarından en çok 6 metre uzak olacak şekilde konumlandırınız. 6 metreden uzun tesisatlarda ısı transfer verimi azalacaktır. Ayrıca boruları izole ediniz. Su ısıtıcılarınızın sıcak ve soğuk su bağlantılarına tek yönlü vanalar takınız. Böylelikle ısıtıcı içerisindeki sıcak suyun yükselerek ısıtıcıyı terk etmesini veya borulara kaçmasını önlemiş olursunuz.

Su ısıtıcılarınıza zamanlayıcı bağlayınız ve cihazın 24 saat sürekli devreye girmesini önleyiniz. Evinizden 2 günden uzun süre ayrılacağınız zamanlarda su ısıtıcınızın termostat ayarını minimuma getiriniz.

Çevremizi Koruyalım

Bina civarında yeşillik veya ağaçlar var mı? Bunlar yazın bina civarındaki güneş ısısının büyük kısmını absorbe ederler Kışın da yapraklarını döken bu ağaçlar, güneş ısısının binaya ulaşmasına engel olmazlar. Enerji tasarrufu yaparak çevremizi de korumuş olacağız. Enerjinin temin edilmesi için çevremizdeki doğal kaynakları ve fosil yakıtları kullandığımızı unutmamalıyım. Yapılacak tasarrufun boyutları ne kadar fazla olursa, o oranda daha az kaynak israfı olacaktır.

Dünyamızdaki sınırlı enerji kaynakları tükendiğinde, onların yerini alacak olan alternatif enerji türlerinin gelecek nesillerimize daha pahalıya mal olacağını unutmamalıyız.

Enerjiyi üretmek pahalı bir süreçtir. Kullandığınız suyun musluğa gelinceye kadar hangi aşamalardan geçtiğini düşününüz. Harcadığınız elektriğin üretilmesi ve size ulaşması için oluşturulan tesislerin ve iletim hatlarının yatırım ve işletme maliyetleri çok yüksektir.

İşyerinizde ve evinizde ENERGY STAR amblemlı ofis ekipmanları kullanmayı tercih ediniz. ENERGY STAR amblemlı bir PC, bir yıl boyunca sürekli çalıştığı düşünüldüğünde, bir otomobilin çevreye yaydığı CO₂'nin oluşturduğu çevre kirliliğini nötralize etmektedir.

ENERGY STAR amblemlı ofis ekipmanları, cihaz kullanılmadığı zamanlarda ‘uyku modu’ olarak ifade edilen bir konuma geçerek %85'lere ulaşan oranlarda enerji sarfiyatlarını düşürürler [17].

9. FABRİKADA ENERJİ TASARRUFU

Çalıştığınız makinelerin ve büroların lokal aydınlatmalarını, paydos zamanlarında veya gereksiz zamanlarda söndürünüz. Toplu iğne başı büyüklüğünde ($\varnothing=1\text{mm}$) bir delikten kaçan basınçlı havanın maliyeti, yılda 300 milyon TL.'dir (Mayıs-2001 itibarı ile). Hava kaçaklarını önleyiniz veya önlenmesi için gerekli yerlere bildiriniz.

Isıtma amaçlı kullandığımız apareylerin her biri, 100 m² büyüklüğünde 4 daireyi ısıtacak kapasitededir. Atölyelerde apareyleri, bürolarda ise kalorifer ve klimaları gereksiz yere çalıştırmayınız.

'Damlaya damlaya göl olur' atasözünü unutmayınız. Boş yere muslukların ve duşların akmasını önleyiniz. Damlayan muslukları, duşları ve arızalı rezervuarları tamir ediniz veya tamir edilmesini sağlayınız.

Fabrikada harcadığımız enerji, direkt olarak ürüne yansımaktadır. Hassas davranarak yapacağımız her türlü tasarruf, ürün maliyetimizi düşürecek ve rekabet gücümüzü arttıracaktır. Bu sebeple, küçük büyük demeden her durumda tasarruf yapmayı düşünmeliyiz [4,6,9,16].

10. SONUÇ VE ÖNERİLER

İki Kere Düşünün: Basınçlı hava genelde çalışanlar tarafından üstlerini temizlemekte kullanılmaktadır. Bu yapılmamalıdır. Çünkü maliyeti yüksektir, üretiminde pahalı bir enerji türü olan elektrik kullanılmaktadır. Ayrıca basınçlı hava ile elbise ve eller temizlendiğinde ortamdaki toz ve tanecikler, tendeki gözeneklerden içeri girmektedir. Bu da insan sağlığı açısından ileride sorunlara yol açmaktadır. Sadece duyarlı davranarak ve çok az yatırım gerektiren iyileştirmelerle %10 oranında tasarruf sağlayabileceğiz.

Önemli olan, bireylerin enerji tasarrufu konusunda bilinçlenmeleri ve hassas davranmalarıdır. Yaptıklarınızla etrafınızdaki insanlara örnek olunuz. Enerji tasarrufu konusunda çarpıcı poster veya sloganlar bulunuz ve

bunları herkesin rahatlıkla görüp okuyabileceği yerlere asınız. Enerji tasarrufuna yönelik toplantılar ve eğitimler düzenleyiniz. Herkesin dikkatini ve ilgisini bu konuya çekiniz.

UNUTMAYINIZ! Tüm Türkiye olarak sadece alışkanlıklarımızı değiştirerek ve enerji tasarrufu konusunda duyarlı davranarak %10 oranında bir tasarruf sağlamamız mümkündür.

BU KAZANÇ, TÜRKİYE’NİN İTHAL ETTİĞİ ENERJİ BEDELİNE DENKTİR (YAKLAŞIK 20 MİLYON \$).

11. KAYNAKLAR

- [1] Bursa Çevre Merkezi
- [2] Erdal A. "Adım Adım Enerji Tasarrufu", 2003 Türkiye 4. Ulusal Enerji Sempozyumu Bildirileri, 2003, ANKARA
- [3] [Adjust Your Thermostat.htm](#)
- [4] [Air Conditioners What Do I Need.htm](#)
- [5] [Appliances Your Choice Can Affect Energy Consumption.htm](#)
- [6] [Be a FAN of Good Ventilation.htm](#)
- [7] [BEKO Haber.htm](#)
- [8] [Bizofol - Balonlu İzolasyon Folyosu.htm](#)
- [9] [Bizofol Bolum 13.htm](#)
- [10] [But I'm Not Paying! Energy Conservation in the Workplace.htm](#)
- [11] [EIE Yayın.htm](#)
- [12] [Hey! That's Hot!.htm](#)
- [13] [Industrial Heat Exchangers.htm](#) KADINLAR_COM - EV.htm
- [14] [Kalfrisa Energy and Environment Heat Recovery Technology.htm](#)
- [15] [No Cost Energy Saving Ideas.htm](#)
- [16] [Saving Money with Energy Conservation in School Buildings.htm](#)
- [17] [To Light or Not to Light.htm](#) Which Way Does It Go.htm
- [18] D.Kaya,H.Olgun,M. Tırıs,T.Şeker- TUBİTAK-MAM.Enerji Sistemleri Çevre Araştırma Enstitüsü
- [19] www.kojenerasyon.com

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİNİN İSTİSHDAM EDİLDİĞİ ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ SORUNLAR VE ÇÖZÜM ÖNERİLERİ

*Doç. Dr. İ.Deha ER⁽¹⁾
Halil ASLAN⁽²⁾*

*(1) Gemi Makineleri İşletme Müh. Bölümü, İTÜ Denizcilik Fakültesi
(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi*

ÖZET

Gelişmekte olan her ülke gibi ülkemizde de, enerji gereksinimleri her geçen gün artma eğiliminde olup, petrol ve doğalgaz başta olmak üzere enerji kaynakları ile teknoloji ve finansman yönünden maalesef dışa bağımlı bir ülke olmaktadır.

Üzülerek belirtiyorum ki! Ülkemizde geçmişten günümüze kadarki geçen süreçte, uzun vadeli ve tutarlı bir enerji politikası ne geliştirilebilmiş nede yürütebilmiştir. Öncelikle petrol ardından da doğal gazın öne çıktığı ithal kaynak kullanma zorunluluğu buna bir bakıma da bağımlılık diyebilirim, diğer yandan yapılmış olan plan ve programların çoğunun gereksinimleri karşılamakta yetersiz kalması ve/veya yapılmış plan ve programların gerektiği ölçüde uygulanamaması nedeniyle arz ya da talep fazlası sorunu ortaya çıkması, belirttiğim her iki durumun da ekonomide yaratmış olduğu sorunlar, olumsuzluklar, enerjinin verimsiz, zaruret dışı kullanılması başka bir deyişle israf edilmesi, enerji üretim yöntemlerinden kaynaklanan çevre sorunları Türkiye'deki enerji alanının belirgin sorunlarını teşkil etmektedir. Gelişmekte olan ülkelere özgü tipik olan bu özellikleri taşımasının yanı sıra,

ülkemiz de, uygulanan yeni liberal politikaların ışığında 1980’li yıllardan günümüze gelen uygulamaların sonucu olarak, enerji alanında azımsanmayacak ölçüde bir tahribat ile karşı karşıya kalmış bulunmaktayız. Bu makale, ülkemizde kurulu bulunan enerji sektörünün bugünkü durumu ile sektördeki ihtiyaçlara ve potansiyele ilişkin önerileri ele almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Enerji, Enerji Kaynakları, Enerji ve Çevre, Teknoloji

1. GİRİŞ

Enerji hizmetleri, durumu itibaren temel gereksinimlerin karşılanması ile ekonomik ve sosyal refahın sağlanması açısından vazgeçilemez unsurlardan biridir. Günümüzde tüketilen enerjinin çok büyük bölümü kömür, petrol, doğal gaz gibi fosil kaynaklarla sağlanmaktadır. Bir taraftan enerjinin vazgeçilmez özelliği diğer taraftan dünya ve ülkemizdeki, fosil kaynak rezervlerinin sınırlı olması ve bu kaynakların ülkeler arasında dengesiz dağılımı, enerjide sağlanması istenen, arz güvenliği ve bu arz güvenliğinin sürdürülebilirliği açısından enerjinin stratejik öneme sahip bir sektör olarak nitelendirilmesini sağlamıştır. Özellikle gelişmiş ülkeler, enerji açısından doygunluğa ulaşmış olmakla birlikte enerji temininin güvenliğini ülkelerindeki refah düzeylerinin sürdürülebilirliği açısından yaşamsal önemde görüyor ve plan ve programlarını bu doğrultuda yapıyorlar.

Diğer yandan da enerjinin üretimi, dönüşümü ve kullanımı yerel ve küresel düzeyde çevre sorunlarına neden olmaktadır. Bu çevresel etkiler dünyamızdaki sera etkisinin tesirini her geçen gün artırmakta ve her geçen gün dünyamızın içinde yaşanmaz bir hal almasının sebebi olmaktadır. Bunun için uluslar arası anlaşmalarla enerjinin üretimi, tüketimi ve kullanımından kaynaklanan emisyonlara sınırlar getirilmektedir. Bunun için dünya ülkeleri yapılan ve yapılmakta olan anlaşmalara imzalar atmaktadır. Kyoto Protokolü buna belirgin bir örnektir.

Enerji dünyasındaki diğer bir önemli unsur ise, önümüzdeki yakın gelecekte bir teknolojik paradigma değişikliğinin söz konusu olup olmadığıdır. Önümüzdeki yıllarda geçen yüzyılın temel enerji kaynağı olan hidrokarbonların hükmünün devam edip edemeyeceği, bunların yerini yeni teknolojilerin alıp almayacağı ve bu teknolojilerin yaygınlaşmasıyla hidrokarbonlu üretimin egemenliğinin giderek azalıp azalamayacağı bir

tartışma konusudur. Ancak sonuç ne olursa olsun, enerjinin üretilmesi, üretilen enerjinin dönüşümü, kullanılır hale getirilmesi teknoloji ile yakından alakalıdır. Yeni enerji kaynakları, yeni proseslerin geliştirilmesi, ekipmanların dizaynı vb. konular enerji sektöründeki Ar-Ge çalışması yapan kuruluşların faaliyetlerinin alanlarıyla alakalıdır. Gerekli çalışmalar sürekli yapılmaktadır.

2. TÜRKİYE'DE ENERJİ SEKTÖRÜNÜN DURUMU

Yukarıda da belirttiğim gibi, Türkiyemiz, enerji gereksinimleri yani enerji kaynakları (petrol ve doğal gaz) ile teknoloji ve finansman yönünden dışa bağımlı bir ülke durumuna gelmiştir. Bunların yanında, şuana kadar yapılmış olan planlamalar ve projelerin yetersizliği sebebiyle, ülkemizde enerjiden kaynaklanan ekonomik açıdan olumsuz sonuçlar yaratması enerji sektörümüzün en belirgin özelliğidir.

Ülkemizin enerji sektöründe, hızla artmakta olan enerji ihtiyacına karşılık, yetersiz enerji altyapısı, kaynak ve teknoloji açısından dışa bağımlılık göstermesi gibi, diğer gelişmekte olan ülkeler gibi tipik özelliklerini taşımasının yanı sıra, enerji sektöründe uygulanmış ve uygulanmakta olan liberal politikalarından kaynaklanan yaklaşık yirmi yıllık bir tahribatin etkisini yaşıyoruz.

Özellikle yeni liberal politikaların etkisini göstermeye başladığı 1980'li yıllardan başlayarak, Türkiye'de siyasal iktidarlar ve dolayısıyla da bürokrasi ile sermaye çevreleri ülkemizin enerji politikalarını uluslararası sermaye kuruluşlarının yönlendirmeleri ve şablonları doğrultusunda oluşturmakta ve uygulamaya çalışmaktadır. Buna karşılık enerji üretim ve tüketim politikalarında uluslararası gelişmelerin önemini göz ardı etmeyen, ancak ulusal gereksinimleri öne çıkaran seçeneklerin oluşturulması gerekmektedir.

" Birincil enerji kaynakları arzı, ülke temelinde ve dünya genelinde GSMH'ların yaklaşık %6-7'sini oluşturmaktadır. Kurulu dünya enerji arz sisteminin yatırım değeri 10 trilyon doların üzerinde, yenilenme süresi yaklaşık otuz yıldır. Sonuç olarak enerji ticareti ve yatırımlarının yıllık değeri 1 trilyon doları aşmaktadır." Diğer bir yandan da, enerji sektörü, ekonomiyle orantılı olarak büyüyor ve giderek pahalılaşıyor. Dolayısı ile enerji; her ülke için, ekonomik büyüme vb açılardan stratejik öneme sahip bir sektördür.

Türkiye'nin enerji sektöründe de, tüm diğer gelişmekte olan ülkelerinkine benzer, kısır döngüyü andıran bir durumu var. Az enerji tüketiyor, fakat tükettiği enerjiyi, verimli ve temiz bir şekilde kullanamıyor. Dışa bağımlı ve bu bağımlılık giderek artıyor [1]. Yani "Türkiye enerji potansiyelini iyi kullanamıyor. Şuan bilinen, Toplam 1,1 milyar ton taşkömürü, 8,4 milyar ton linyit, 380 bin ton toryum rezervi, 200'ü rüzgâr, 125'i hidrolik, 31,2'si güneş, 23,8'i jeotermal olmak üzere toplam 380 milyar kilovat saat (kwh) temiz elektrik enerjisi potansiyeli olan Türkiye'nin enerji potansiyelinin sadece % 35' ini kullanıyor olmasıdır [5]. Bu maalesef ülkemiz açısından iyi sayılabilecek bir sonuç değildir.

3. ENERJİ KAYNAKLARI

Ülkemizde birincil enerji üretimi içinde en fazla paya sahip olduğu kaynaklar, 2004 yılı itibariyle sırasıyla linyit, odun, hidrolik, petrol, hayvan ve bitki artıkları ile taşkömürü yer almaktadır. Tüketim içindeki payları yönünden bu sıralamada petrol, doğal gaz, linyit, taşkömürü, odun ve hidrolik enerjiyi görmekteyiz.

Talebin yerli üretimle karşılanma oranı 2004 yılında % 31,4 olmuştur. Enerji kaynakları ithalatı içindeki en büyük payı petrol almaktadır [5]. Tüketilen petrolün, yaklaşık % 9'luk bir bölümü yurt içinde yapılan üretimle karşılanmıştır. Öte yandan, son yıllarda tüketim içindeki payı en hızla artan kaynaklardan biri doğal gaz olmuştur. Doğal gaz dünyada da tüketimi en hızlı artan kaynaktır. Bu eğilimin arkasında önemli bir etken olarak elektrik sektöründeki liberalizasyon uygulamaları bulunmaktadır. Türkiye' deki YİD, Yİ ve otoprodüktör uygulamaları ağırlıklı olarak doğal gaza dayalıdır. Ayrıca enerji sektöründe özelleştirme, şebeke "grid" halinde işlediği için daha önce kamu tekeli olarak yönetilen elektrik ve doğal gaz sektörlerinin parçalanmasıyla uygulamaya sokulmuştur. Gerek doğal gaz alım anlaşmalarında gerekse çoğunlukla doğal gaza dayalı özel sektör santral anlaşmalarında "al ya da öde" koşulu bulunduğundan doğal gazın uzun yıllar enerji politikalarına damgasını vuracağı ve bağımlılık ile pahalılığı getireceği görülmektedir.

Yurt içinde üretilen kaynaklar arasında ise linyit, odun ve hidrolik öne çıkmaktadır. Son yıllarda, ağırlıklı olarak doğal gaza dayalı özel sektör santrallerinin alım garantili olması ve ekonomik kriz sonucunda enerji

talebinin azalmasıyla birlikte, kamu santrallerinin üretimleri düşürülmüş, bu nedenle linyit üretimi 1999 yılından sonra düşmeye başlamıştır.

Görünür potansiyeli ortalama 129 milyar kilowatt saatin üstünde olan hidrolik kaynaklarımız, yağış ve kuraklık durumuna bağlı olarak yaklaşık % 35 mertebesinde kullanılmaktadır [5].

Türkiye'de Jeotermal, güneş, rüzgâr gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarına ilişkin potansiyelin henüz net olarak saptanabildiği ve bu kaynaklardan yeterli düzeyde yararlanabildiği söylenememektedir.

Dünyada enerji üretiminin geleceği ile ilgili senaryolar giderek artan ölçüde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle de rüzgâr ve güneş enerjisi üzerine kurulmaktadır. Avrupa, karbondioksit emisyonlarını azaltmak için yapılan alternatif senaryoda 2030 yılında elektrik enerjisi üretiminde, hidrolik dışındaki yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının payını %22' lere çıkarmayı programlamaktadır [8].

Ülkemizde Enerji Piyasası Düzenleme Kurulu, 4628 sayılı Elektrik Piyasası Kanunu ile elektrik enerjisi üretiminde çevresel etkiler nedeniyle yenilenebilir enerji kaynaklarının ve yerli enerji kaynaklarının kullanımını özendirmek amacıyla gerekli tedbirleri almak ve bu konuda teşvik uygulamaları için ilgili kurum ve kuruluşlar nezdinde girişimde bulunmakla görevlendirilmiştir.

Bu görev çerçevesinde EPDK; " Rüzgar, güneş, Jeotermal, dalga, gel-git, biyokütle, biyogaz ve hidrojen enerjisine dayalı üretim tesisleri ve kurulu gücü 50 megavat (MW) ve altında olan kanal veya nehir tipi hidroelektrik üretim tesisleri ile rezervuar hacmi yüz milyon metre küpün veya rezervuar alanı onbeş kilometrekarenin altında olan hidroelektrik üretim tesisleri yenilenebilir enerji kaynaklarına dayalı üretim tesisleri" olarak tanımlamış ve bu üretim tesislerinin kurulmasının Elektrik Piyasası Kanununda öngörülen piyasa kuralları dahilinde desteklenebilmesini sağlamaya dönük bazı düzenlemeler için adım atmıştır.

Bu amaçla Temmuz 2003 içinde bir duyuru yayınlanmıştır. Bu duyurunun ardından Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, bağlı kuruluşu Elektrik İşleri Etüd İdaresine YENİ VE YENİLENEBİLİR ENERJİ KAYNAKLARI

KANUN TASARISI TASLAĞI hazırlanmış ve Temmuz ayı sonunda tartışmaya açılmıştır.

Yasa taslağının 3.maddesi bazı tanımlar yapmakta ve bu tanımlardan hareketle önerilerde bulunmaktadır. "Madde 3.- Bu kanun kapsamında;

1. Yenilenebilir Enerji: Yenilenebilir enerji; sürekli olarak doğal süreçlerle yenilenen enerjidir. Güneş, rüzgar, biyokütle, Hidrolik, Jeotermal, okyanus (dalga ve gel-git) kaynaklarından elde edilen enerji ve yenilenebilir kaynaklardan elde edilen biyoyakıtlar ve hidrojen tanım kapsamında yer alır."

Enerji alanındaki çok başlılığın yeni ifadesi olması açısından duyuru ve yasa taslağı önemli bir örnek olması yanında tartışmalar ve geleceğe yönelik çerçeve program açısından önemsenerek bir adımdır. İlgili tüm kişi, kurum ve kuruluşların katılacağı sonuca yönelik tartışmaların önemi açıktır.

Devlet kurumlarının bu acelesinin ardında AB'den geleceği düşünülen parasal kaynakların olduğunu düşünmek istemiyoruz. Birleşmiş Milletler İklim Değişikliği Çerçeve sözleşmesini henüz imzalayan ülkemizin, süreç sonunda bazı AB mali kaynaklarını kullanma olanağı söz konusu olabilecektir.

Türkiye'de enerji talebinin karşılanmasında önemli bir yer tutan odunun yakacak olarak tüketilmesi hem dünyada hem de Türkiye'de yaygın bir eğilimdir. Enerji kaynağı olarak yaygın odun tüketimi bir azgelişmişlik ölçütü olarak görülmekle birlikte, kısa dönemde önlenmesi mümkün olmayan bu durumun "enerji ormancılığı" uygulamalarının yaygınlaştırılması yoluyla aşılmasına yönelik çalışmalar henüz yeterince yaygınlaştırılmamıştır.

Bu nedenlerle; o İthal kaynaklara olan bağımlılığın azaltılması amacıyla yerli kaynaklarla ilgili arama, rezerv tespiti ve sondaj faaliyetlerine önem verilmeli; MTA, TKİ, TPAO gibi kuruluşların bu yöndeki faaliyetleri artmalı, verili koşullarda ekonomik olarak görünmeyen rezervlerin kullanımı için teknik ve teknolojik gelişmelerin yakından izlenmesi sağlanmalıdır.

- Yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları gündeme alınmalı ve teşvik edilmelidir.
- Enerji ormancılığı çalışmaları yaygınlaştırılmalıdır.
- Enerji üretimi arttıkça puant (pik) saatlerde devreye girecek, yedek hidroelektrik kapasiteyi artıracak, ulusal iletim ve dağıtım şebekesi geliştirilmeli; yatırım planlarında pompalı, depolamalı hidroelektrik santrallerin de enerji üretim sistemimize eklenmesi sağlanmalıdır.

Diğer yandan ülkemizde her nedense, nükleer santrali projelerini yeniden gündeme getirme çabaları vardır. Nükleer güç santralleri sanayii pazarı 1980'li yılların başından bu yana, giderek daralmaktadır. Ancak nükleer güç santrali edinme eğilimi, bu santrallerin sakıncalarının kamuoyunca yeterince bilinmediği için Türkiye gibi gelişmekte olan ve geri kalmış ülkelerde, belirli çevrelerce sürdürülmekte maddi çıkar doğrultusunda sürekli suni gündemler oluşturulmaktadır. Hâlbuki nükleer güç santralleri teknolojik yapılarının kaçınılmayacak bir sonucu olarak her an gündeme gelebilen felaket düzeyinde kaza olasılığı nedeniyle güvenilir olmaktan olduğu söylenmektedir. [1, 2, 3]

Yukarıdakilere ek olarak; nükleer güç santrallerinin atık sorunları gelişmiş ülkelerde bile henüz çözümlenememiştir. Bu atıkların radyoaktif etkilerinin yok olması binlerce yıl almaktadır. Bu süre boyunca atıkların güvenilir biçimde saklanması ise, teknolojik gelişme ve büyük parasal harcamalar isteyen önemli bir sorun olarak insanlığın önünde durmaktadır.

Diğer bir olumsuz yanı ise nükleer güç santrallerinin ilk yatırım maliyetleri diğer seçeneklere göre yüksektir ve güvenilirliği artırmak için durmaksızın geliştirilen önlemler de bu maliyetleri sürekli olarak artırmaktadır. Öyle ki, başlanan hiçbir nükleer güç santrali planlandığı sürede ve ilk hesaplanan maliyetle bitirilememiştir. Ayrıca, öne sürüldüğünün aksine nükleer güç santrallerinin elektrik üretim maliyetleri de yüksektir. Sonuç olarak, Türkiye'de birkaç nükleer güç santralinin kurulması nükleer teknoloji aktarılmasını sağlamak bir yana denetim, lisanslama, işletme, bakım ve onarım, yakıt ve yedek malzeme açısından tek bir ülke ve hatta belki de tek bir firmaya bağımlılık sonucunu doğuracaktır.

Nükleer santraller ekonomik, teknik ve güvenlik açısından riski yüksek projelerdir. Enerji sektöründe yıllardır kamu mali kaynaklarının kısıtlığını

ileri sürerek özelleştirmeye gerekçe sağlamaya çalışan (her ne kadar bu süreçte tam tersine kamu mali kaynakları özel sektörün yüksek elektrik fiyatlarını karşılamak üzere baskı altına girdiyse de) Türkiye'nin sınırlı mali kaynaklarını riski yüksek projelere kaydırmasının makul hiçbir gerekçesi bulunmamaktadır [1,4].

3.1. Yönetim Sistemi

Günümüzde maalesef enerji politikasında, sektörler ve birimler arası uyumu başarabilen bir yönetim yapısı oluşturulamamıştır. Planlı döneme geçildiği sırada 1963 yılında kurulan Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı bünyesinde tam bir uyum sağlanamadan merkezileşmenin tam anlamıyla ya da kısmen oluşturulduğu alanlarda da 1980'den sonra uluslararası egemen ekonomik-politika tercihlerinin dayatılmasıyla parçalı yapılara doğru yönelme olmuştur. Buda ülkemizde yürütülen enerji politikalarında birtakım aksaklıklara neden olmuş ve bu nedenlerin ışığında, ulusal enerji sektör ve birimlerinde atılması gereken adımları atamamıza, belirlenmiş olan projeler ve bunlara yapılan yatırımlara rağmen sonuç alınmasına yada projelerin bitirilmeden yarıda bırakılmasına neden olmuştur.

Dünya Bankası'nın altyapı sektörünü özelleştirmeye açmak için ilk aşama olarak öngördüğü "dikey ve /veya yatay parçalanma" süreci, ağırlıklı olarak kamu tekeli durumundaki elektrik sektöründe uygulanmıştır. Önce dağıtım (TEDAŞ) üretim ve iletimden (TEAŞ) ayrılmış, daha sonra TEAŞ üçe bölünerek kamuda kalacak olan iletim (TEİAŞ), özelleştirilen üretim alanındaki kamu şirketi (EÜAŞ) ve elektrik alım satımından sorumlu (TETAŞ) oluşturulmuştur [6,10] .

Bilindiği üzere AB'deki direktiflere ve düzenlemelere sağlanan uyum için çeşitli kesimlerden övgüler alınmaktadır. Gerek AB tarafından Türkiye için yapılmış olan değerlendirmede, gerekse OECD'nin Türkiye için hazırladığı "Düzenleyici Reformlar" ile ilgili ülke raporunda enerji de dahil olmak üzere Türkiye'nin tüm alanlarda yeni liberal politikalar doğrultusundaki yeniden yapılandırma faaliyetinde önemli aşamalar ve "köklü reformlar" gerçekleştirdiği belirtilmektedir. Ancak yıllardır da söylendiği gibi yeniden yapılandırma faaliyetleri ulusal gereksinimlerden kaynaklanmamakta, uluslararası yeni sermaye birikim modellerinin enerji sektöründe uygulamaya geçirilmesi anlamına gelmektedir.

Özelleştirme süreçlerine paralel olarak enerji sektöründeki kamu kurum ve kuruluşlarında izlenen kadro politikaları sektördeki kamu yönetimini büyük ölçüde zayıflatmıştır. İlgili kurumların üst düzey yönetim kadroları siyasi gerekçelerle neredeyse yılda bir değiştirilerek yönetimde ve uygulanan politikalarda süreklilik sağlanması olanağı bırakılmamıştır. Her düzeyde, bilgi ve deneyim birikimi, beceri düzeyi göz önünde bulundurulmadan yapılan atamalar, izlenen ücret politikaları ve toplumsal politikalar nitelikli ve deneyimli elemanların kaybedilmesine yol açmaktadır. Mevcut nitelikli elemanların kıdemleri gereği saha çalışmalarından masa başı, idari görevlere geçişi ya da emekli olmaları sonucu kurumlar içinde deneyim aktarılmasını olanaksız kılan kuşaklar arası bir kopma oluşmuştur. Nitelikli eleman yetersizliği nedeniyle gerekli bakım faaliyetlerinin yapılamaması ve yapılan işletme hataları nedeniyle oluşan arıza ve kesintilerin verdiği zarar çok büyük boyutlardadır [9,11].

Yatırımların kamu kuruluşları tarafından yapıldığı dönemlerde de sektördeki yönetim birimleri arasındaki uyumsuzluk pek çok yatırımda gecikmelere ve sorunlara neden olmuştur. EÜAŞ ile TKİ ve DSİ arasındaki yatırım planlamaları ve eşgüdüm sağlanamaması bu bağlamda çarpıcı örneklerdir. Buda bürokrasinin bir ayıbı olarak ortaya çıkmıştır.

"Çağdaş yaşama olanaklarının bölgesel ve toplumsal olarak dengeli biçimde sağlanabilmesi ve sürdürülebilmesinin öncelikli koşullarından birisi de enerjinin bütün yurttaşlara güvenli, kaliteli ve kesintisiz olarak sunulmasıdır. Bu, öncelikle, devletin vazgeçilmez görevlerinden biridir. Bu anlamda enerji kullanımı bir hak olarak algılanmalı ve tüketiciye ulaştırılması için gereken her türlü yatırım ve hizmet kamusal gereklilik olarak değerlendirilmelidir. Ne var ki, Türkiye'de, toplumun önemli bir kesimi bu hizmetlerden yeterli düzeyde yararlanamamakta; enerji savurganlığı ve verimsizlik büyük boyutlara ulaşmaktadır. Enerji kaynakları milyonlarca yıllık dünya tarihinin insanlığa bıraktığı doğal miraslardır. Teknolojik gelişmeler ve insanlığın geçirdiği binlerce yıllık evrim ile ulaştığı kültürel yaşam tarzı onu enerjiye bağımlı kılmıştır. İnsanın bu denli enerjiye bağımlı olması, enerjinin ticari bir meta olarak değerlendirilmesine etik engeldir. Enerji ve kaynaklarının tüketiminin bu denli vazgeçilmezliği enerji yönetimini kamu hizmeti olarak sağlanmasını gerektirir. Kuşkusuz tekel olma hakkının kamuda olmaması enerjinin, gereksinimi olan fakat ekonomik olarak yetersiz durumda olanlarca kullanımını engelleyecektir. Bu da, tek başına, insan haklarının ihlali anlamına gelmektedir.

Sermaye, yapısı gereği piyasa koşulları içerisinde karını uygun değer noktada tutmak zorundadır. Bu da finanssal nitelikte çok sayıda etmene bağlıdır. Oysa dünya genelinde borsa ve bankacılık faaliyetlerinin bu denli karlı olduğu bir ortamda sermaye sahibinin yüksek bedelli enerji yatırımı yapması ancak, enerji fiyatının yüksekliği durumunda olanaklıdır. Bu durum, doğal olarak, diğer sanayi üretimlerini doğrudan etkilemekte; enerji kullanımı kendisi için yaşamsal bir zorunluluk olan geniş halk yığınlarının haklarının ihlali anlamını taşımaktadır." [2].

3.2. Sektörde Mali Kaynak Kullanımı Ve Fiyat Analizleri

Enerjinin sanayi üretiminin ve toplumsal yaşamın yaşam kaynağı olması nedeniyle, bu konudaki her türlü girişim Ülkemizin sanayileşmesi ve kalkınmasında en önemli belirleyici etken olacaktır. Bu sebeple alınacak her bir yanlış kararın neticesi, direk olarak ekonomimizi ve kalkınmamızı etkileyecektir. Enerji sektöründe yatırımlar genellikle yüksek finansman ve uzun yatırım süreleri gerektirmektedir. Bu nedenle enerjinin, özellikle de elektrik enerjisinin kamusal özelliği dolayısıyla kaynak kullanımında kamu yararının öne çıkarılması; sağlıklı bir yatırım ve finansman planlaması yapılması öncelikli tutulmalıdır.

Kuşkusuz ki yıllardır kamu yönetimi tarafından zamanında bitirilemeyen projeler, tasarım koşullarında işletilemeyen tesisler, yanlış teknoloji seçimi vb. konular enerji sektöründe mali kaynakların doğru kullanılmamasının sonuçları olarak yaşanmıştır. Bunların sonucu olarak bütçe açıkları ve krizler ortaya çıkmıştır.

Ancak özelleştirme uygulamalarıyla kaynak savurganlığı, daha doğrusu kamu kaynaklarının özel kesime aktarılması üst boyutlara varmıştır. Yıllardır gerek ülkemizde gerekse dünyada enerji sektöründeki özelleştirme uygulamalarına getirilen gerekçelerden biri, gelişmekte olan ülkelerde hızla artan enerji talebini karşılamak için gerekli olan yatırımların kamu kaynaklarıyla karşılanamayacağı, bu nedenle özel sermayenin enerji alanına çekilmesi gerekliliği, yani "kaynak yetersizliği" olmuştur. Türkiye'de geline nokta YİD, Yİ, otoprodüktör ve İHD anlaşmalarının kamu kaynaklarını nasıl baskı altına aldığı kamuoyu tarafından da artık görülmeye başlanmıştır. Özel şirketlerin elektrik satış fiyatları fahiş rakamlara ulaşmaktadır.

Daha önceki yıllarda da özel sektörün enerji alanındaki uygulamalarına ilişkin önemli örnekler yaşanmıştır. Örneğin son dönemde kamunun eline geçen imtiyazlı bir şirket olan ÇEAŞ'ın sorumluluğu altında bulunan Berke barajı ve santrali inşaatının 1992 yılında bitirilmesi gerekiyordu. Ancak, özel sektörün büyük ölçekli enerji üretim yatırımlarına girmesinin ne kadar yanlış olduğunu çok iyi gösteren bir örnek olarak, ilgili şirketin karlılıkla ilgili tercihleri nedeniyle, inşaat çok yavaş seyretmiş, tesis 2003 yılı başında üretime geçmiştir. Santral maliyetinin de iki misline çıktığını belirtmek gerekir. Çalışır durumda olan 100 MW gücündeki Mersin santrali de, aynı şirket tarafından, aynı gerekçelerle çalıştırılmamıştır. TEAŞ'tan/TEİAŞ'tan, enerji alarak satmak yeğlenmiştir.

Sektörde sürekli olarak kamu kaynaklarının yetersizliğinden söz edilirken, bugün açığa çıktığı gibi Devlet Denetleme Kurulu Raporları, TBMM Yolsuzlukları Araştırma Komisyonu raporları ve Mobil Santral Araştırma Komisyonu Raporlarında çeşitli yöntemlerle yürütülen özelleştirme uygulamalarının kamu kaynakları üzerinde yarattığı olumsuz etkiler açıklıkla belirtilmektedir. Tarih olsa da, ÇEAŞ kayyum raporları da yürütülen özelleştirme uygulamalarının bir başka yüzünü belgelemektedir. Bir örnek olarak OECD'nin Türkiye için hazırladığı raporun enerji ile ilgili bölümünde "Daha önceki özelleştirme teşebbüsleri geniş ölçüde başarısız olmuştur" denilmekte, risklerin uzun vadeli alım sözleşmeleri ve Hazine garantileriyle devlet bütçesine yüklendiği belirtilmektedir.

Diğer yandan Uluslararası Enerji Ajansı'nın Eylül 2002 tarihli raporuna göre "Türkiye sanayi kuruluşlarına elektriği en pahalı kullandıran ülkelerden biridir" şeklinde bir açıklama yapmışlardır.

Enerjinin tüketim fiyatındaki oynamalar doğrudan son ürün fiyatlarına yansımaktadır. Özel sektör anlaşmalarından kaynaklanan yüksek fiyatlar yanında, yönetimler enerjiyi fiyata yansıttıkları fonlar ve vergiler aracılığı ile doğrudan vergi toplama aracına dönüştürmüşlerdir. Bu türden uygulamaların sonucu olarak, satın alma gücü dikkate alındığında tüketiciler Türkiye'de enerjiyi fahiş fiyatlarla kullanmaktadırlar [9,11]. Bu uygulama tamamen oluşan aksaklıklar, ortaya çıkan bütçe açıklarının faturası yine tüketici toplumuna kesilmiştir. Eğer sorumlular tespit edilip ve yasal yaptırımlar gerektiği ölçüde yapılırsa bu tür aksaklıklar bir daha kolay kolay ortaya çıkmayacaktır.

- Türkiye bölgeler arası gelişme farklılıkları olan, toplumsal kesimler arasında gelir dağılımı farklılığı giderek artan bir ülkedir. Enerji sektöründe fiyatlandırmanın piyasa mekanizmalarına uygun olarak yapılması türünde yaklaşımlar örneğin "bölgesel tarife" benzeri uygulamaları ortaya çıkarabilmektedir. Amacı, sektörün uluslararası piyasa normlarına göre ticarileştirilmesini sağlamak olan EPDK benzeri kurumların bölgelerarası ve kesimler arası eşitsizliğin giderilmesine yönelik herhangi bir siyasi sorumlulukları olması beklenemez. Ancak bir ülkedeki gelişme farklılıkları ve eşitsizlikler, ticaret ve ticari yaklaşımın değil, sosyal politikaları dikkate alan siyasi anlayışla çözüm getirilebilecek konulardır.

- Sanayideki enerji tüketiminde verimliliği artırmak, teknolojiyi geliştirmek, dışa bağımlılığı azaltmak, sosyal ve bölgelerarası eşitsizliği gidermek amacıyla gerektiğinde özendirici tedbirler alınmalı, fiyatlar sübvansede edilmelidir [1,6].

3.3. Verimlilik Ve Tasarruf

Bilindiği gibi, gayri safi milli hasıla başına tüketilen birincil enerji miktarını gösteren "enerji yoğunluğu", bir ülkedeki enerji verimliliğinin de temel ölçütlerindedir. Son dönemde başta gelişmiş ülkeler olmak üzere birçok ülkede enerji tüketiminde verimliliği artırmayı ve dolayısıyla enerji yoğunluğunu düşürmeyi amaçlayan programlar uygulamaya konulmaktadır. Bu amaçla imar yönetmeliklerinden sanayi standartlarına kadar birçok alanda, çeşitli düzenlemeler yapılmaktadır

Türkiye, yapmış olduğu sanayii ve teknoloji tercihleri nedeniyle OECD'nin enerji yoğunluğu en yüksek ülkesidir. OECD ülkeleri uyguladıkları programlarla ülkelerindeki enerji yoğunluğunu düşürürken Türkiye'de, bir yandan yerli enerji kaynaklarının yetersizliğinden söz edilip ithalat bağımlılığı üst seviyelere çıkarken diğer yandan enerji yoğunluğu giderek artmaktadır. Örneğin, iletim ve dağıtım hat kayıpları resmi verilerle % 25'ler civarındadır. Bu oran gelişmiş ülkelerde %10'un altındadır. Kömüre dayalı termik santrallarda, tasarıma temel olan kömür etütlerinin yeterince yapılamaması, tasarım ve işletme sorunları nedeniyle santrallar yeterince verimli çalıştırılamamaktadır [7].

Bunların yanında,

- Türkiye'de birim yolcu ve yük başına enerjinin en verimsiz harcandığı bilinen kara yollarına dayalı; demiryolları, denizyolları ve toplu taşımacılık yatırımlarını savaştıran ulaşım politikaları tercih edilmiştir.
- Türkiye'de konut ve işyerlerinin ısıtılması, aydınlatılması; yol ve çevre aydınlatması da enerji israfının yüksek olduğu alanlardır. Isıtma alanında en önemli sorunlar; ısıtmada kullanılan gereçlerin ya da seçeneklerin verimsizliği, iklim yapısına uygun, güneşten azami yararı sağlamayı hedefleyen yapı tiplerinin geliştirilememesi, ısı yalıtım yönetmeliğinin etkin biçimde uygulanamamasıdır. Türkiye'de yakacak olarak yaygın bir şekilde tüketilen odun. Yasa ve teknik dışı yollarla ve ormanların yok olması pahasına karşılanmaktadır.

EİE İdaresi tarafından yapılan saptamalara göre; Türkiye enerji tüketim sektöründe yıllık %30 tasarruf olanağı bulunduğu tesbit edilmiş olup, yine aynı çalışmalarda bunun parasal karşılığı 3 milyar dolar olarak verilmektedir [5].

Diğer yandan AB tarafından Türkiye için yapılmış olan değerlendirmede, Türkiye'de yaklaşık % 40'lık bir enerji tasarruf potansiyeli olduğu vurgulanmakta, ancak bu konuda hiçbir önlem alınmadığı yönünde yorumlar bulunmaktadır.

Bu koşullarda:

- Enerji tüketiminin büyük bir bölümünü gerçekleştiren sanayi sektöründe, verimliliği düşük, yüksek enerji tüketen ve çevreyi kirleten teknolojilerden kaçınılmalı, tesislerde enerji verimliliğini yükseltecek rehabilitasyon yatırımları yapılmalı; verimliliği yüksek yeni teknolojilere geçilmesi teşvik edilmelidir.
- Enerji verimliliği ve tasarrufu konusundaki çabalar arz ve tüketim tarafındaki tüm alanları kapsayacak şekilde düşünülmelidir. Enerjinin üretiminden son kullanımına kadar verimliliğin yükseltilmesi ve enerji yoğunluğunun azaltılması; enerji kaynakları açısından ithalat bağımlılığını, enerji üretim maliyetlerini, dolayısı ile sanayi üretim maliyetlerini ve enerji kaynakları çevre sorunlarını azaltmak konusunda da önemli katkılar sağlayacaktır.

- Enerji verimliliğini arz ve tüketim alanlarında geliştirmeye yönelik her türlü önlem alınmalı, bu konuda gerekli makro düzenlemeler yapılmalı, teknoloji değerlendirme teknikleri uygulamaya sokulmalı ve kamunun satın alma politikaları gözden geçirilmelidir.
- Ayrıca, enerji verimliliğine yönelik donanım standartları ile bina-yapı standartları denetim altına alınmalı; yüksek miktarda enerji tüketen sanayi tesislerinde tüketimin periyodik olarak beyanı, izlenmesi ve birim üretim başına kullanılan enerji miktarının düşürülmesi sağlanmalıdır [1].

3.4. Çevre Etkisi

Bilindiği gibi enerjinin üretim, dönüşüm ve tüketim süreçlerinin toplumsal yaşam ve çevremiz üzerinde azımsanmayacak düzeyde kötü etkileri bulunmaktadır. Kullanılan yöntemlerle enerji üretimi ve tüketiminin toplumsal ve çevresel maliyeti gözardı edilmemelidir. Enerji ekonomisinin bir ögesi olan bu maliyet toplumsal yaşam yönünden de önem taşımaktadır.

Özellikle değinmek istediğim, fosil yakıtların elde edilmesi, dönüşümü ve tüketimi süreçlerinden doğan gaz atıklarının sonucu olarak, dünyamızda ısınmalara neticesinde iklim değişikliğine yol açan, çevre sorunlarına neden olmaktadır. Öte yandan Türkiye'de yaygın biçimde kullanılan odunun teknik gerekler yerine getirilmeden elde edilmesi ormansızlaşma, erozyon, toprak-su dengesinin bozulması ve sonuç olarak da hızlı çölleşme sonucunu vermektedir. Eğer dünyada huzurlu ve refah içinde yaşamak istiyorsak, toplum olarak daha bilinçli ve sağlıklı davranmalı ve dünyamızı kirletenleri uyarmanız gerekmektedir.

Atmosferde tehlikeli boyutlara varan insan kaynaklı sera gazı emisyonlarının iklim sistemi üzerindeki olumsuz etkisini önlemek ve belirli bir seviyede durdurmak amacı ile 20 Haziran 1992 tarihinde Rio'da yapılan Çevre ve Kalkınma Zirvesinde imzaya açılan İklim Değişikliği Çerçeve Sözleşmesi, 21 Mart 1994 tarihinde yürürlüğe girmiştir. Sözleşmeye uzun yıllardır taraf olmayan Türkiye 21 Ekim 2003 tarih ve 25266 sayılı Resmi Gazetede yayınlanan yasa ile taraf olmuştur. Sözleşmenin yükümlülüğü, gelişmiş ülkelerin 2000 yılına kadar sera gazı emisyonlarını 1990 yılı seviyesine indirmek ve gelişme yolundaki ülkelere teknolojik ve mali kaynak sağlamaktır.

- Başta ÇED olmak üzere çevreye ilişkin tüm mevzuatın uygulanması ve denetimine işlerlik kazandırılmalıdır.
- Durdurulan Nükleer güç santrali proje ve yatırımlarının yeniden gündeme getirilmesine son verilmelidir.
- Termik santral yatırımlarında olumsuz çevre etkilerinin en aza indirilmesi için gerekli teknik ve yönetsel önlemler alınmalıdır.
- Hidroelektrik santral yatırımlarında da çevresel etkiler ayrıntılı olarak değerlendirilmeli ve olumsuz etkilerin en aza indirilmesi için gerekli önlemler alınmalıdır.
- Enerjiden kaynaklı çevre sorunlarını azaltmanın en etkin yollarından birinin enerjinin verimli kullanımı olduğu unutulmamalı, enerji savurganlığının önlenmesi için ne için, nasıl ve ne kadar enerji sorusu boyutlarıyla sorgulanmalıdır.

3.5. Teknoloji Tercihi, Aktarılması Ve Teknolojik Uzmanlık

Enerji sektörü ile teknoloji arasında kritik bir ilişki vardır. Enerji alanlarında kullanılacak teknolojilerin seçimi, uygulanması ve aktarımı politikaları, sadece enerji sektörünün kendisi ile sınırlı değildir. Aynı zamanda sanayileşme ve ulaşım politikaları da tüketici kategorisinde enerji ihtiyacını belirlemektedir. Enerji üretiminde ve sanayinin teknoloji tercihleri ve bu teknolojiyi kullanmaları, enerji üretim ve tüketiminde verimliliği doğrudan etkilemektedir.

Türkiye sanayileşme tercihlerini öteden beri "enerji yoğun" sektörler için kullanmıştır. Öte yandan, Türkiye'de üretilen motorlu taşıtların yakıt tüketimleri diğer ülkelere göre oldukça yüksektir. Dolayısıyla bunların egzoz emisyonları da yüksektir. Bu konuda da her hangi bir zorlayıcı bir yaptırım bulunmamakta olup henüz bunlara bir standart getirilememiştir.

Türkiyede elektrik enerjisi üretimi, iletimi ve tüketiminde tercih edilen yanlış teknoloji kullanımının faturasını ağır ödenmektedir. Elektrik santrallerinin verimli ve tam kapasite çalıştırılamamasının nedenleri arasında teknoloji seçimi ağırlıklı yer tutmaktadır. Buralarda gerekli teknolojik uygulamaların bir an önce hayata geçirilmesi gerekmektedir. Çünkü kaybedilen 1 kw enerji bile bizler için kayıp olup zaten zayıf olan ekonomimize ek bir yük getirmektedir.

Elektrik üretiminde linyit önemli bir yer tutmakla birlikte temiz kömür teknolojilerinin kullanımı konusunda zamanında ve yeterli gelişme sağlanamamıştır. Hâlbuki buralarda akışkan yataklı kullanıma tamamen geçilse enerji üretimindeki verimliliğimiz hem artacak hemde aynı yakıtı kullanarak daha çok enerji üretebileceğiz. Bu bize iki açıdan, yani üretim ve bu üretim için gerekli yakıt açısından kazanç sağlayacak ve sokağa attığımız paralar hazineye kalacak.

Elektrik üretim, iletim ve dağıtım sisteminde çok değişik teknolojiler kullanılmaktadır. Teknolojik gelişmelere paralel olarak iletim ve dağıtım şebekelerinin yenilenmemesi, iletim hatları, dağıtım hatları ve trafo merkezlerinin uzaktan kumandaya olanak verecek şekilde bilgisayar ortamına geçirilmemiş olması, şebekenin büyümesiyle birlikte, verimli işletme olanaklarını kısıtlamakta, iletim ve dağıtımdan kaynaklanan kayıpları arttırmakta ve gereksiz enerji kesilmelerine neden olmaktadır.

Dünya ortalamalarının üzerinde olan teknik kayıpların ve ticari kaçakların azaltılması için gerekli teknolojik yatırımlar ihmal edilmektedir. Teknik kayıplar ve ticari kaçaklar tüketim tahminleri yada enerji arzı projeksiyonlarında yer almamaktadır. Teknik kayıplar ve ticari kaçaklar ciddi bir şekilde ele alınmalı, gerekli teknolojik yatırım sağlanmalıdır.

Türkiye'de yıllardan beri onlarca santral kurulmasına karşın elektromekanik sanayide gerekli gelişmelerin sağlandığını söyleyebilmek mümkün değildir. Hala gerekli büyüklükte türbin ve jeneratör yapılamamaktadır. Gerekli destekler sağlanmadan yapılacak girişimler sonuç alınması için yeterli olmamaktadır. Buna en güzel örnek TEMSAN'ın (Türkiye Elektro-Mekanik Sanayi) durumudur [1,2,3].

Bu gerçeklerden hareketle:

- Yap işlet devret, yani anahtar teslimi tesisler yaptırmak suretiyle gelişmiş teknolojiye sahip olunamayacağı gerçeği kabul edilmelidir.
- Enerji sektörüyle alakalı tüm kuruluşlarda Araştırma - Geliştirme (AR-GE) birimleri kurulmalıdır ve bu kuruluşların sanayi, üniversite ve ilgili meslek kuruluşları ile işbirliği sağlanmalıdır. Kurulacak olan bu birimlere, bağlı oldukları kuruluşların bütçelerinden yeterli oranda kaynak aktarılması sağlanmalıdır.

- Teknik kayıplar ile ticari kaçaklar azaltılmalı ki bu iyimser tahminlerle en azından ilave %10 enerji arzı demektir
- Rüzgâr, güneş, jeotermal ve biyokütle, özellikle hidrojen gibi yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları konusunda AR-GE çalışmaları yoğunlaştırılmalı, desteklenmeli ve yaygınlaştırılmalıdır. Bu konuda şimdiden dünyadaki gelişmelerin çok uzağında kalmış durumdayız. Çeşitli ülkelerde yapılan planlamalara göre gelecek 20 yıl içerisinde yeni ve yenilenebilir enerji kaynaklarının toplam enerji üretimindeki payları % 22'lerin üzerine çıkacaktır. Hepsi bu enerjilere geçilmesi için alt yapı çalışmalarına başlamış ve bu yöndeki politikalarını çoktan belirlemişlerdir. Ama hala Türkiye'de böyle bir uygulama tam anlamıyla yapılmamaktadır. Hep yüzeysel olarak kalmıştır. Hala neyi beklediğimizi düşünmek inanın çok güç.
- Türkiye'deki elektromekanik sanayi, diğer ülkelerde kullanılan ve kanıtlanmış teknolojileri izleyebilecek ve geliştirebilecek konuma getirilmeli, verimli olarak kullanıma olanaklarını yitirmiş teknolojiler Türkiye'ye aktarılmamalıdır. Daha önceleri olduğu gibi bu 2.el teknolojileri ülkemize getirip büyük bir adım atılmış gibi bunları topluma lanse ettiğimiz sürece, kimse kusura bakmasın ama bir adım bile yol alamayız ve bu gidişle alamayacağızda! Benim bu yöndeki düşüncem, artık beyin göçüne müsaade etmemek ve gerekli AR-GE yapısını gerektiği gibi kurmak ve kendi teknolojimizi kendimiz yapmalıyız [1,3].

4. YENİ LİBERAL POLİTİKALARIN SONUÇLARI VE RİSKLER / BELİRSİZLİKLER

Yaklaşık yirmi yıldır sürdürülmekte olan "enerji sektöründeki özelleştirme" sürecinin, enerji sektöründe ve ülke ekonomisinde doğrudan ya da dolaylı olarak yarattığı tahribatın boyutları, önce "Beyaz Enerji" adı altında süren adli süreç ile kısmen gündeme gelmiş, bilahare 3 Kasım seçimlerinden sonra oluşan hükümet değişikliği sonucu kamuoyu önünde göreceli olarak açıklığa kavuşmuştur.

TMMOB ve bağlı odaları tarafından yıllardır dile getirildiği gibi, geçmiş dönemin uygulamaları irdelendiğinde şu sonuçları bu makalede belirtmek istiyorum.

1- Türkiye yeni liberal politikalar doğrultusundaki uygulamalarla enerji sektöründe ulusal ihtiyaçlarının tam tersine gelişen bir sürecin içine sokulmuştur. Ülke ihtiyaçlarına uygun programlar geliştirilmesi yerine, her türden uygulama "özeleştirme" amacına tabi kılınmıştır.

2- Özel sektörün enerji alanına girmesi için önü açılan YİD, Yİ, otoprodüktör anlaşmalarıyla Türkiye'nin doğal gazla olan bağımlılığı hızla arttırılmıştır. Bunun yanına, özellikle ulaşım politikaları nedeniyle varolan petrol bağımlılığı da eklendiğinde Türkiye'nin enerji kaynaklarındaki dışa bağımlılığı kontrolsüz şekilde artmıştır.

3- Türkiye enerji sektöründe planlama kavramından uzaklaştırılmış ve planlamanın etkinliği azaltılmaya çalışılmıştır. Bu aynı zamanda enerji sektöründe olması gereken uzun vadeli hedeflerden de uzaklaşma anlamına gelmiştir.

4- Özeleştirme uygulamalarının öne çıktığı elektrik sektöründe kamu mali kaynakları yüksek fiyatlı özel sektör anlaşmaları ile sıkıntıya sokulmuştur. YİD anlaşmaları ihalesiz yapılan anlaşmalardır. Ölçüsüz biçimde önü açılan doğal gaz anlaşmaları ve özel sektör elektrik santralleri al ya da öde koşulludur. Son ekonomik daralma ile birlikte zorunlu alımlar nedeniyle kamu santralleri kapasitesinin çok altında çalışmaya zorlanmıştır. Bu durumun, yeni devreye alınan Yİ santralleri gözönünde tutulduğunda önümüzdeki dönemde de devam edeceği görülmektedir.

5- Doğal gaz alım anlaşmaları ve özel sektör elektrik anlaşmaları her yönüyle kamu kaynaklarının yağmalanması anlamına gelmiştir. Dünya Bankası ile başlayan, AB direktifleri, IMF ile devam eden "de-regulasyon" süreci, kamu kuruluşlarının içinin boşaltılması (likidasyonu)/dağıtılması ortamı içinde sürdürülmüştür. "Usülsüzlükler" söz konusu likidasyon sürecinin bir uzantısıdır. Bugün sıra yeniden düzenleme(re-regulasyon) sürecine geldiğinde "yolsuzluklarla mücadele" öne çıkmış görünmektedir. Ancak unutulmaması gereken bu aşamaların tek bir programın parçaları olduğudur.

Yüksek maliyetli, planlama dışı özel sektör santral yatırımları ve doğal gaz alım anlaşmalarının arkasında "özeleştirme" politikaları yokmuşçasına . "özeleştirmeye" devam etme kararlılığı dikkat çekmektedir. Bu kararlılığın

temelinde, sistemin yeni sermaye birikim modeline uygun olarak ortaya koyduğu egemen ekonomik paradigmalardan olduğu ve uygulamalarda IMF, Dünya Bankası gibi uluslararası kuruluşlar, AB gibi gelişmiş ülkelerin birlikleri, OECD gibi gelişmiş ülkelerin örgütleri ile karşımıza çıktığı açıktır [1,11].

Bilindiği üzere yeni liberal politikaların en önemli yüceltmelerinden biri "piyasanın görünmeyen elinin" herşeyi düzenleyeceği yönündedir. Bu durumda planlama da, neredeyse sözcük olarak dahi unutulması / unutturulması gereken bir kavram haline dönüştürülmek istenmiştir ve aynı yaklaşım devam etmektedir. Ancak enerji gibi, uzun vadeli programlar ve planlamalara ihtiyaç gösteren bir alan "piyasanın görünmeyen eli" ile düzenlenemeyeceğinden bugün EPDK örneğinde görüldüğü gibi çok sayıda yeni kural koyulmakta ve düzenlemeler yapılmaktadır [1].

Diğer yandan özel girişim/piyasa temelli mantıkla yeniden yapılandırılan enerji sektörünü bekleyen riskler konusuna da bakmakta yarar vardır.

- Özel yatırımcı riski düşük projeler ve makroekonomik istikrar istemektedir. Bilindiği üzere makroekonomik istikrarsızlık gelişmekte olan ülkelerin tipik sorunlarından biridir. Ayrıca ekonomiler, mali sermayenin kontrolsüz bir şekilde dolaşımı ile nerede vuracağı belli olmayan krizlere çok açık hale gelmiştir. Bu durum özel sermayenin nereye gideceği (ya da gitmeyeceği) konusundaki belirsizlikleri arttırmaktadır
- Enerji alanındaki ticarileştirme operasyonlarından sonra, yatırımcının hangi sektöre veya hangi ülkeye yatırım yapacağını çeşitli koşullara bağlı olduğu, bu durumda enerji yatırımların daha belirsiz hale geldiği kabul edilmektedir.
- 2001–2030 yılları arasında enerji sektöründe 16 trilyon dolarlık yatırım ihtiyacı olduğu tahmin edilmekte, bunun 10 trilyon dolarının elektrik sektöründe gerçekleşeceği beklenmektedir. Bugüne kadar elektrik sektöründeki yatırımların finansmanı açısından bir sorunu olmayan OECD ülkelerinde bile rekabete dayalı piyasaya geçildikten sonra yeni kuşku oluştugu belirtilmektedir [7].
- Artan elektrik ticareti iletim hatlarındaki yatırım ihtiyacını arttırdığı belirtilerek son dönemde Kuzey Amerika ve Avrupa'da görüldüğü üzere bu konuda yeterli yatırım olmadığına dikkat çekilmektedir.

- Diğer yandan pik kapasitenin ticarileştirilen elektrik sektöründe nasıl ele alınacağı bir sorun olarak durmaktadır.
- "Piyasa" temelli anlayışta piyasanın işleyişinde rekabet en önemli unsur olarak kabul edilmektedir. Buna karşılık şirketlerin zor duruma düşmesi, iflas, şirket birleşmeleri gibi nedenlerle sektörde faaliyet gösteren büyük şirket sayısının azaldığını görülmektedir. Yeni liberal politikalar sonucunda rekabet yerine, tekelleşmeye doğru gidildiği kabul edilmektedir.
- Doğal gaz alanında kaynakta yapılan yatırımların ancak büyük petrol ve gaz şirketlerinin altından kalkabileceği büyüklükte olduğu kabul edilmektedir. Bu durumda uzun vadeli al ya da öde anlaşmaları devam edecektir. Bazı bölgelerde yatırım riskleri yüksek olacak, bu durumda doğal gaz tedarik zinciri yeterli sürede ve zamanında sağlanamayabilecektir.
- Kömür tedarik zincirinin maliyeti doğal gazinkinin altıda biri olarak kabul edilmektedir. Bu durumda santral yapımında doğal gaza dayalı santrallerin kömüre dayalı olan santrallara karşı olan maliyet avantajı azalmakta, hatta doğal gaz fiyatlarının artmasıyla ortadan kalkmaktadır.

Yukarıda sıralanan belirsizlik ve riskler gözönüne alındığında, enerji altyapısı gelişkin olmayan ve yatırım ihtiyacı olan ülkelerin, önemli ölçüde kendisinin belirleyici olamayacağı dış unsurlara bağımlı hale geldiği görülmektedir. Sürdürülen politikaların değiştirilmemesi durumunda, Türkiye'nin sanayileşme ve kalkınma politikalarının ulusal çıkarlara uygun biçimde çizilebilmesini güçleştiren bu durumun aşılabilmesi olanağı da bulunmamaktadır [1,4,8].

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Sonuç olarak Türkiye'de enerji alanında,

- Yeterli ve sürdürülebilir ve ekonomik olan enerjinin temin edilmesi,
- Yurttaşlara yeterli ve modern koşullarda enerjiye erişim olanağının sağlanması, bu konuda bölgeler ve gelir grupları arasındaki eşitsizliğin önüne geçilmesi,
- Enerji maliyetleri ve fiyatların yeniden gözden geçirilmesi

- Çevre sorunlarının üzerinde durulması ve gerekli tedbirlerin derhal alınması,
 - Enerjinin verimli kullanımı için gerekli alt yapı çalışmalarının ardından, verimlilik açısından sektörlerle birlikte toplumunda bilinçlendirilmesi ve verimliliğe yönelik teşviklerin desteklenmesi,
 - Bilimsel teknolojik gelişmelere daha çok önem verilerek, AR-GE yapısının tamamen oturtulması ve tüm çevrelerce desteklenmesi,
- Gibi kritik konular olarak öne çıkmaktadır [1].

Bu konular ekonomik olduğu kadar sosyal politikalarla da yakından ilişkilidir. Bu nedenle Türkiye’de "enerji sorunu/sorun alanları"nın piyasa mekanizmalarıyla çözüleceğine ilişkin bir politika bildirimi sorunları çözmeye yönelik bir politikaya karşılık gelmemekte, ancak toplumda belirli kesimlerden diğerine ya da uluslar arası şirketlere kaynak aktarılması doğrultusundaki bir gerçekliğe tekabül etmektedir.

Türkiye gelinen durumda "piyasa" uygulamalarıyla ortaya çıkan belirsizlikleri/riskleri ortadan kaldırmayı veya azaltmayı hedefleyen bir program izlemelidir. Bu nedenle başta enerji kaynakları, teknoloji ve finansman açısından dışa bağımlılığını azaltmayı ve ithalatını yönetebilir düzeylere indirmeyi hedefleyen bir geçiş programı hazırlamalı ve kararlılıkla uygulamalıdır.

Öte yandan, dünyada enerji üretiminin geleceği ile ilgili senaryolar giderek artan ölçüde yeni ve yenilenebilir enerji kaynakları, özellikle de rüzgâr, biyokütle ve güneş enerjisi üzerine kurulmakta; nükleer güç santralleri mevcut haliyle gelişmiş ülkelerin enerji envanterinden çıkarılmaktadır. Önerilen geçiş programının yaşama geçirilebilmesinin öncelikli koşulu sektördeki kamu yönetiminin güçlendirilmesi ve kamu kuruluşlarında etkinlik düzeyinin yükseltilmesidir.

Türkiye, artık kendi doğal kaynaklarını, kendi sanayisinin geliştirebilmesi için iç tüketimde kullanmak üzere kullanması gerekmektedir ve bunun için, dışarıya ve hammadde olarak dışarıya akıtılmasına izin vermeden işletmelidir [1,2,3,11].

Türkiye’nin enerji konusunda acil öncelikleri şunlardır: (Bu önceliklerin birbirinden bağımsız olarak değil, bir programın alt başlıkları olarak ele alınması gereklidir.)

1. Artık ithal enerji kaynaklarına olan bağımlılık minimum düzeye indirilmeli ve kendi yağımızda kavrulmayı bilmeliyiz. Yerli ve yenilenebilir enerji kaynaklara ağırlık verilip en uygun, verimli ve gelişmiş teknolojiler kullanılarak üretime sokulmalıdır.

2. Enerji sektörüne yönelik politikaların uzun vadeli ve planlamaya dayalı olması gereklidir. Bu politika ve projeler sürdürülebilir olmalı, yani düzenli ve verimli işleyen projelerin hükümetlerin değişiminden dolayı rafa kaldırılmasına kanun yoluyla engel olunmalıdır.

3. Türkiye’de enerji verimliliğinin yükseltilmesi gereklidir. Verimliliğin ve tasarrufun artırılması için düzenlemeler gerektiği gibi esas itibarıyla konu teknolojik gelişme ve kullanılan teknoloji ile ilişkilidir. Bu konu, hem enerji kaynaklarının elde edilmesi, dönüşüm ve tüketim aşamasında kullanılan teknolojiler hem de sanayi ve ulaşımda kullanılan teknolojilerle bir bütün olarak ele alınmalıdır.

4. Enerji alanında bilim-teknoloji politikalarının oluşturulması, teknolojik yenilenme ve gelişmenin programlanması gerekli ve bu teknolojik yapının sürekli güncellemelere açık olarak sürdürülebilirliğini koruması gerekmektedir. Bilim ve teknoloji politikalarının oluşturulması ve uygulanmasında her düzeyde toplumsal yarar dikkate alınmalı ve gözetilmelidir.

5. Enerji sektöründeki adımların Türkiye’deki sosyal dengesizliği ve bölgelerarası eşitsizliği artırıcı yönde olması kabul edilemez. Enerjinin tüm yurttaşlar için temel bir ihtiyaç olduğundan hareketle bu yönde gerekli önlemler alınmalı, sosyal politikalar enerji sektörüne içselleştirilmelidir.

6. Şeffaf bir enerji piyasası oluşturulacağı iddia edilmektedir. Enerji alanı ile ilgili tüm veriler, projeksiyonlar, fiyatlar dahil bir veri bankası oluşturulmalı ve kamuoyuna açık olmalıdır.

6. KAYNAKLAR

[1] (TÜBİTAK, Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi, Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli RAPORU. 24 Temmuz 2003)

[2] TMMOB, Türkiye’de Enerji Sorunu ve Çözüm Önerileri, 1997

- [3] TÜBİTAK Vizyon 2023 çalışmaları
- [4] Elektrik Mühendisleri Odası 2002,2003 yayınları
- [5] DİE, EÜAŞ, TEİAŞ istatistikleri
- [6] Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi 2002 raporu
- [7] World Energy Investment Outlook 2003
- [8] OECD, Türkiye’de Düzenleyici Reformlar: Ekonomik İyileşme İçin Önemli Destek- Yönetişim, Başbakanlık Basımevi, 2002
- [9] Anonymous, 1998. Ankara Üniversitesi Enerji Raporu, Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu'na Sunulan Rapor, Ankara.
- [10] Oğuz, G., 1998. Elektrik Enerjisiyle İlgili Hizmetlerin İmtiyaz Usulüyle Özelleştirilmesi ve Hukuki Zemini, The 3rd Turkish Power Industry Forum, PennWell, İstanbul
- [11] Anonymous, 1998. Türkiye'nin Kısa, Orta, Uzun Vadeli İhtiyacı, Bu İhtiyacın Karşıllanması Açısından Çeşitli Seçenekler ve Yatırımların Değerlendirilmesi Üzerinde Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi'nin Görüşü, Cumhurbaşkanlığı Devlet Denetleme Kurulu'

GEMİ MAKİNELERİ İŞLETME MÜHENDİSLERİNİN İSTİHDAM EDİLDİĞİ GÜÇ SANTRALLERİNDE UYGULANAN YENİ TEKNOLOJİLER VE AR-GE FAALİYETLERİNİN İRDELENMESİ

Doç. Dr. İ.Deha ER⁽¹⁾

Halil ASLAN⁽²⁾

(1) Gemi Makineleri İşletme Müh. Bölümü, İTÜ Denizcilik Fakültesi

(2) İTÜ Denizcilik Fakültesi

ÖZET

Teknolojinin hızla gelişimiyle birlikte, enerji teknolojileri ve üretim sistemlerinde de ilerlemeler gözlemlenmiştir. Bu gelişim sürecinde, Türkiye' nin konumunda pek fazla bir gelişim ilerleme maalesef gözlenememiştir. Bunda kullanılan teknolojilerin olduğu kadar yürütülen enerji politikalarının da payı elbette ki büyüktür. Gerekli teknoloji istihdamı sağlanırken gerekli araştırmalar yapılmamış ve genellikle gelişmiş ülkelerin tamamen bıraktıkları yada kullanımını azalttıkları teknolojileri almış ve bunu büyük bir teknolojik gelişme olarak lanse etmiştir. Bu makalede, bu teknolojilere ve bu teknolojiler açısından ülkemizin durumuna kısaca değinmeye çalışacağız.

Anahtar Kelimeler: Akışkan Yataklar, Kombine Sistemler, Kojenerasyon, Enerji Depolama Yöntemleri,

1. GİRİŞ

Bu araştırmada, özellikle elektrik üretimi açısından her geçen gün geliştirilen yeni üretim teknolojileri, yeraltında genel enerji depolama teknikleri ve Türkiye'de enerji araştırma-geliştirme (Ar-Ge) çalışmaları hakkında bilgiler verilecektir. Elektrik üretimine yönelik olan ve ülkemizde de yaygınlaşarak kullanılması istenilen yeni teknolojiler akışkan yatak teknolojisi, ısı ve elektriği birlikte üretecek kombine çevrim santralleri ve kojenerasyon teknolojisidir. Yeraltında enerji depolaması mekanik (basınçlı gaz) ve ısı enerjisi biçimlerinde olabildiği gibi, doğal gaz depolaması biçiminde de olmaktadır. Türkiye'de Ar-Ge çalışmaları ise yeterli sayılamaz ve yerli teknoloji oluşturmak için artırılması gerekmektedir.

2. AKIŞKAN YATAK TEKNOLOJİSİ

Türkiye'de düşük kaliteli linyitlerin elektrik üretiminde kullanılması istendiği gibi, bir bölümü ithal olmakla birlikte kömüre dayalı önemli santral planlamaları vardır. Kömürden ve diğer katı yakıtlar ile atıklardan, temiz enerji üretimi amacıyla yapılan Ar-Ge çalışmaları sonucu ortaya konulan ve uygulamaya konulan, ancak Türkiye'de yaygınlaştırılamayan bir teknoloji, akışkan yatak teknolojisidir. Akışkan yatak teknolojisi hem çevre kirliliğini azaltmakta ve hem de yanma verimini yükselterek, birim miktar yakıttan enerji üretimini artırmaktadır. Bu teknolojiye ek olarak birde bacalardan karbon emülsiyonunu gerçekleştirebilirsek hem çevreye verilen zararın önüne maksimum derecede geçebileceğiz hemde elde edilen karbonu değişik alanlarda kullanabileceğiz [3,6].

Akışkanlaştırma, katı parçacıklardan oluşan yatağa alttan belirli bir hızla gönderilen akışkan (burada hava) yardımıyla parçacıkların (ya da taneciklerin) hareketlendirilmesi ve ortamda asılı kalmaları olayıdır. Bütün parçacıkların havada asılı kaldığı yatak, akışkan özellikleri göstermekte olup, bir akışkan yataktır. Yanmada akışkanlaştırmadan amaç, oksijenin yeterli ölçüde sağlanmasıyla, tam yanmanın gerçekleştirilmesidir. Akışkan yatak içerisindeki yakıt miktarı çok düşük olup, yakıt ve yatak malzemesi (genellikle yakıtın kendi külü) arasındaki oran çoğunlukla % 5'dir. Bu özellikten ötürü, çok düşük kaliteli yakıtlar bile, akışkan yatakta yüksek yanma verimi ile yakılabilmektedir. Burada turba, linyit, taşkömürü, kömür madenciliği atıkları, kent çöpleri, ağır yağlar, biomas katı yakıtlar kullanılabilir.

Akışkan yataklı yakıcılar atmosferik ve basınçlı olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Atmosferik tipler 1 bar civarında çalışırken, basınçlı olanlar 4,5–20 bar basınçlarda çalışırlar. Basınçlı sistemlerin kombine çevrim santrallerinde türbinlere basınçlı gaz sağlamaları bir avantajdır. Buda dolayısıyla sistemin verimini artıracak bir özelliktir. Akışkanlaştırma koşullarına bağlı olarak yataklar, kabarcıklı ve dolaşımli olmak üzere de ayrılırlar.

Katı yakıtların yakılmasında en son teknoloji olan akışkan yatakta yakma teknolojisinde, 800–900 °C gibi düşük sıcaklıklarda çalışarak, çok daha yüksek sıcaklıklarda çalışan pulvarize yakıt yakma sistemlerine göre tam yanma ile daha yüksek yanma verimi (% 90-99) sağlanmaktadır. Yatağa kireç, kireçtaşı veya dolomit gibi pahalı olmayan bir absorplayici ilave olunarak, yanma ürünü SOx 'ler büyük ölçüde tutulabilmektedir. Yanma sıcaklığının düşük olması NOx oluşumunu engellemektedir. Akışkan yatakta kül erime ve topaklaşma problemi yoktur. Aynı akışkan yatakta çok geniş bir kalite açıklığında, katı yakıtları ve sıvı-gaz yakıtları karışım halinde yakmak da olanaklıdır.

Akışkan yatak teknolojisi pulvarize kömür yakma sistemleri ile kıyaslandığında, yakıtın hazırlanması çok daha basit ve ekonomiktir. Akışkan yataklı yakma sistemlerinin düşük kaliteli ve toz kömürleri yakması nedeniyle, parça kömür ve fuel-oil yakan sistemlere göre işletme giderleri düşüktür. Akışkan yataklı sistemlerde, Fuel-Oil 'li sistemlere göre ilk yatırım maliyetinin yüksek olmasına karşın, işletme giderlerinin düşüklüğünden bu fark ilk bir-iki yılda kapatılmakta ve enerji üretim maliyeti düşmektedir. Konvansiyonel sistemler için gereken baca gazı desülfürizasyon tesislerine gerek kalmaması, maliyeti konvansiyonel sistemlere yaklaştırmaktadır.

Ülkemizde düşük kaliteli linyit rezervlerinin yüksek verimlilikle değerlendirilmesi açısından akışkan yatak teknolojisi önem kazanmaktadır. Ancak, kurulacak tesislerin akışkan yataklarının tasarımı, kullanılacak yakıtın özelliklerine göre yapılmak zorundadır. Çevre dostu olan bu teknolojinin ülkemiz linyitlerine adaptasyonu, öz kaynak linyitlerin çevre sorunu yaratmaksızın değerlendirilmesini sağlayacaktır. Yerli teknoloji oluşturmaya yönelik olarak yapılmış sınırlı araştırma çalışmaları bulunmaktadır.

3. ENTEGRE KÖMÜR GAZLAŞTIRMA KOMBİNE ÇEVİRİM TEKNOLOJİSİ

Bu teknoloji kömürün gazlaştırılması ve üretilen gazın gaz türbinlerinde yakıt olarak kullanılması prensibine dayanmaktadır. Entegre kömür gazlaştırma kombine çevrim santralinde; basınçlı kömür gazlaştırma ünitesi, gaz türbinleri ve buhar türbinleri bulunur. Kömür gazlaştırma teknolojileri çeşitlidir. Elde olunan gaz karbon monoksit ağırlıklı ve hidrojen karışımı sentetik gaz yakıttır. Pulverize kömür yakma sistemlerinde verim % 40'ın üzerine çıkmazken, bu teknoloji ile % 45 verim, % 99 SOx arıtma verimi elde olunmakta, NOx emisyonu da 50 ppm'in altına çekilebilmektedir [2,7].

4. KOMBİNE ÇEVİRİM VE KOJENERASYON TEKNOLOJİSİ

Kombine çevrim ve kojenerasyon teknolojisi, bileşik ısı ve güç sistemini ortaya koymuştur. Bileşik ısı-güç sisteminin temel özelliği, birincil yakıttan elektrik ve ısının bütünleşik (entegre) biçimde elde olunması, hem güç ve hem de ısı talebinin birlikte karşılanmasıdır. Bu sisteme toplam enerji sistemi de denir.

Bileşik ısı güç çevrimi; kömür, petrol türevi yakıtlar, doğal gaz ve biyomasa yakıtlar gibi çeşitli yakıtlarla yapılabilir. Klasik buhar türbinli termik santralde kondenser ünitesinden atılan ısı, atılmak yerine teknolojik ısı olarak ısıtma veya sanayi amaçlı kullanımı, klasik santral bileşik (ya da entegre) santrale dönüştürmektedir. Bileşik çevrimde tüketiciye ısı ve elektrik ayrı ayrı aynı tesisten verilmektedir. Tek bir tesiste elektrik üretilirken ortaya çıkan atık ısı, ek bir donanım ile yeniden elektrik üretiminde kullanılması, kombine çevrim olmaktadır.

Günümüz teknolojisinde kombine çevrim ve kojenerasyon daha çok gaz türbinli santrallerle uygulanmakta, yakıt olarak petrol türevleri, doğal gaz, kömürden veya biyomastan elde olunan sentetik gaz kullanılmaktadır. Doğal gaz santralleri tümü ile kombine çevrim santrali olarak kurulmaktadır. Son 15-20 yıllık süreçte süper alaşımlarla imal olunan gaz türbinlerinin çıkış güçlerinin artırılması ve verimlerinin yükseltilmesi burada etkili olmuştur. Elektrik jeneratörünü çalıştıran gaz türbininin egzost ısı ile atık ısı kazanından buhar elde olunmakta, bu buharla buhar türbini ve yine elektrik jeneratörü çalıştırılmakta ve verimi % 45'lerden % 90'lara çıkartmaktadır. Söz konusu buhar elektrik üretiminin yanısıra veya elektrik üretimi yerine sanayi ve ısıtma amaçlı kullanıma verilebilmektedir. Gaz türbinlerinden başka dizel motorlu kojenerasyon tesisleri de geliştirilmiştir [1,2,6,14]

5. KOMBİNE ÇEVİRİM VE TÜRKİYE

Türkiye'nin işletmede olan kombine çevrim santralleri; Hamitabat Doğal Gaz (1120 MW), Santral her biri 92 MW gücünde 8 Adet Gaz Türbini ile her biri 96 MW gücünde 4 Adet Buhar Türbini olmak üzere 12 Üniteden oluşan ve kurulu gücü 1120 MW olan bir Kombine Çevrim Santralıdır. Santral da 4 Adet Kombine Çevrim Grubu bulunmakta olup her Kombine Çevrim Grubu 2 Adet Gaz Türbini ve 1 Adet Buhar Türbininden oluşmaktadır.

Gaz Türbinlerinin bacalarından çıkan yaklaşık 500 Derecedeki atık ısı atmosfere atılmayıp atık ısı kazanına iletilmekte ve buradan elde edilen yüksek basınç ve sıcaklıktaki buhar ile 4 Buhar Türbini çalıştırılmaktadır. Bu şekilde hiçbir ilave yakıt kullanmadan 384 MW 'lık ek bir elektrik Üretimi yapılmaktadır. Santralin verimi bu şekilde % 32'den % 48'e çıkmaktadır. 450 MW 'lık üç üniteli Ambarlı Doğal Gaz Santrali'nin üniteleri de iki gaz türbini, iki atık ısı kazanı ve bir buhar türbini içermektedir Ambarlı santrali için bu randımanlar sırasıyla % 52 ve % 32,3 olup kurulu gücü. 1351 MW 'tır. Aliğa Çevrim-motorin (180 MW), Bugün tap işlet devret kapsamında tutululan Gebze Dilovası Doğal Gaz (1540 MW) dır. TEAŞ' a ait-kombine çevrim santralı olacak Bursa Doğal Gaz Santralı 1432 MW olup, santralde iki adet kombine çevrim grubu olup, her grupta iki adet gaz türbini, iki adet atık ısı kazanı ve bir adet buhar türbini yer almaktadır. Kullanılacak gaz türbinleri 239 MW güçtedir [4,5,6]

Yap-İşlet-Devret modeli kapsamında olan, santraller Tablo 1'de gösterilmiştir.

YAP İŞLET (Yİ) SANTRALLARI	SANTRAL ADI		Kurulu Güç MW	Sözleşme Gücü MW
	D.GAZ	GEBZE D.GAZ	1540	1540
		ADAPAZARI	770	770
		İZMİR	1520	1520
		ANKARA	770	770
		TOPLAM	4600	4600
	İTHAL KÖM.	İSKENDERUN	1210	1210
YAP İŞLET DEVRET (YİD) SANTRALLARI	TERMİK	TRAKYA ELEKTRİK	498,7	478
		ESENYURT	188,5	180
		OVA ELEK.	258,4	253,4
		UNİMAR	504	478
		TOPLAM	1449,6	1389,4
	HİDROLİK	BİRECİK	672	672
		AHIKÖY I-II	4,2	4,626
		AKSU	16	15
		BERDAN (ALARKO)	10	10

(YİD) SANTRALLARI	SANTRAL ADI		Kurulu Güç	Sözleşme Gücü MW
	D.GAZ			
(YİD) SANTRALLARI	D.GAZ	GEBZE D.GAZ	1540	1540
		ADAPAZARI	770	770
		İZMİR	1520	1520
		ANKARA	770	770
		TOPLAM	4600	4600
	İTHAL KÖM	İSKENDERUN	1210	1210
	TERMİK	TRAKYA	498,7	478
		ELEKTRİK ENERJİ		
		ESENYURT	188,5	180
		OVA ELEK.	258,4	253,4
		UNİMAR	504	478
		TOPLAM	1449,6	1389,4
	HİDROLİK	BİRECİK	672	672
		AHIKÖY I-II	4,2	4,626
		AKSU (ÇAYKÖY)	16	15
		BERDAN (ALARKO)	10	10

Tablo 1. Yap işlet devret Santralleri

Daha önceden 2003 yılından itibaren işletmeye girmesi beklenen bu dört santral, şuan işletmede olup, İntergen-Enka ortaklığı tarafından gerçekleştirilecek olan 1 540 MW kurulu güçlü Gebze Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali, 1 520 MW kurulu güçlü İzmir Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali ve 770 MW kurulu güçlü Adapazarı Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali ile Bayındır-Mimag-National Power ortaklığı'nca gerçekleştirilecek olan 770 MW kurulu güçlü Ankara Doğal Gaz Kombine Çevrim Santrali'dir. Bu dört Yap-İşlet doğal gaz santralının toplam kurulu gücü 4 600 MW' dır. Bu 4 santral yılda ortalama 6 milyar m3 doğal gaz tüketmektedir. Gerekli doğal gaz sunumunun güvenceye tamamen aksaklık olmaksızın devreye alınmalıdır.

Ortalama 200 MW' lık gaz türbinlerinin kullanılan bu santrallerde kombine çevrim verimi % 55'in üzerindedir, gelişmiş kombine çevrim teknolojisinden yararlanılmaktadır. Başlangıçtaki Yap-İşlet paketinde, anlaşması imzalanmış yukarıdaki dört santralin dışında, toplam gücü 3 500 MW olacak beş doğal gaz santrali daha vardır. Ancak, Şu an 1210 MW' lık kurulu gücüyle devrede olan İskenderun İthal Taşkömürü Santrali dışında, paketdeki diğer santrallerin şimdilik beklemede olduğu belirtilmektedir [5,7]

Bugün için Yap-İşlet sonuçlarını bekleyen ve değerlendirmesi devam eden, Yap-İşlet-Devret doğal gaz santrallerine ilişkin projeler de bulunmaktadır.

Tablo 2 'de inşaa halinde olup lisans almış santraller verilmektedir.

OTOPRODÜKTÖR	SANTRAL ADI		Kurulu Güç MW
	DOĞAL GAZ (1)	ATATEKS DG	5,6
		ALTINMARKA DG	2,1
		KORUMA KLOR ALKALI DG	9,6
		TANRIVERDİ FOÇA DG	4,66
		HABAŞ DG	180
	ATIKISI	ETİ BOR ATIK ISI	11,5
	HİDROLİK (2)	AKÇAY	27,8
		HACILAR (GÖKPINAR)	13,3
		KUMKÖY	10
		TOPLAM	51,1
	RÜZGAR (1)	SUNJÜT	1,2
	TOPLAM		265,8

Tablo 2. İnşaa Halinde Olup Lisans Almış Santraller

Türkiye'de doğal gaz termik santrallerinin kojenerasyon karakterli olarak kurulmalarının yanı sıra, yine de ortaya çıkacak atık ısılarının değerlendirilmesi önem taşımaktadır. Doğal gaz santralleri dışında kurulacak taşkömürü, linyit, ithal kömür, Fuel oil, orimulsion ve diğer tür termik elektrik santrallerin de, kondenser atık ısılarının değerlendirilmesine ve bu amaçla santrallerin bileşik ısı-güç santrali biçiminde kurulmasına özen gösterilmelidir. Söz konusu merkezi ısıların, yakın kentlerde kullanılması, santral çevresinde sanayi oluşumuna yer verilmesi enerji ekonomisi açısından bir zorunluluktur.

6. KOJENERASYON VE TÜRKİYE

Elektrik üretimine yönelik olan ve ülkemizde de yaygınlaştırılarak kullanılmak istenilen bu yeni teknoloji, ısı ve elektriği birlikte üretecek bileşik ısı - güç sistemleri (CHP) yani kojenerasyon teknolojisidir.

Türkiye'de bugün otoprodüktör olarak kurulmuş kombine çevrim santralleri, kojenerasyon üniteleri olarak tanınmaktadır. Yap-İşlet-Devret ve Yap-İşlet

modelleri; anayasal ve yasal engeller, özellikle uluslararası tahkime gidilemeyişi nedeni ile arzulanan gelişmeyi sağlayamamışlardır. Enerji verimliliği, enerji ekonomisi ve çevre dostu sistem bilincinin yerleşmesi sonucu; otoprodüktör termik santraller kojenerasyon santralleri biçiminde kurulmaktadır.

Özel sektöre ait olmak üzere, bugün itibariyle işletmede olan 154 otoprodüktör santrallerin kurulu güçleri toplamı 4050 MW ve üretim kapasiteleri de 22693 MKW/h 'a ulaşmıştır.

Söz konusu otoprodüktör tesislerin ve projelerin içerisinde ağırlıklı kaynak doğal gazdır. Doğal gaz dışında LPG, Fuel oil, nafta ve bunların kombinasyonu, motorin, kok, kömür, atık ısı, Jeotermal enerji, rüzgar enerjisi ve hidrolik enerji yer almaktadır. 2005 itibari ile işletmede olan termik otoprodüktörler 39 ünite ile toplam 1257 MW kurulu güçtedir. Kojenerasyon karakterli otoprodüktör tesis ve projeler, Tablo 3'de gösterilmiştir.

Yakıt	Ünite /Proje (Adet)	Kurulu Güç (MW)
Fuel oil	35	896,7
Motor	1	7,2
Taş köm.	3	255,4
İthal köm.	1	145
Linyit	4	186,1
Lpg	11	67,9
Doğal gaz	68	1940
Bio	4	13,8
Rüzgar	1	1,5
Diğer	4	13,8
Akarsu	11	129,4

Tablo 3. Kojenerasyon karakterli otoprodüktör tesis ve projeler

İşletmede olanlara ek olarak, sözleşmesi imzalanmış bulunan santrallerin bir yıl içinde işletmeye girmiş olması koşulunda otoprodüktör kojenerasyon kurulu gücü 4252 MW 'a yükselecektir. Bundan ayrıca, elektrik üretiminin yanı sıra yaklaşık 4,5 Mtep/yıl teknolojik ısı üretimi de sağlanabilecektir [6,14].

Daha öncede belirttiğim gibi, kojenerasyon, elektrik ve ısı enerjisinin birlikte üretim teknoloji-sidir. Otoprodüktörlük ise; bunun Türkiye'deki ve

dünyadaki yasal adıdır. Otoprodüktör kurulur, kojenerasyon dile-diği santralı işletir. O da otoprodüktördür. Türkiye'nin mevcut yasal altyapısı buna imkan veriyor. Az öncede anlattığım gibi koje-nerasyon; elektrik ve ısının birlikte üretim teknolojisidir. Basit cycle yani basit çevrimde çalışmak kojenerasyon değildir. O bir gaz türbini termik santralıdır. Bunun yanma bir de buhar türbinini ilave ederseniz, bu kombine elektrik santralı olur.

Türkiye'de az öncede bahsettiğim gibi 150'e yakın tesis çalışma durumunda ve bu tesislerin toplam kurulu gücü 4050 MW olmuştur. Buda yaklaşık olarak neredeyse Türkiye'nin kurulu gücünün %12-13 mertebesinde bir kurulu güce sahip olduğunu görüyoruz.

Türkiye'de mevcut tesisler aşağı yukarı %62-63 randımanla çalışmaktadır. Yani basit çevrimli santralde %90-92'lere varan seviye ama ortalama %62-63'tür. Avrupa Enerji Komisyonu'nun yapmış olduğu araştırmada, %63 verimin gayet normal değerler içinde olduğunu görüyoruz. İspanya'da mesela %63 verim yönünden bir zorlama vardır. Randımanı bunun altında olan tesisler kapatılmak-ta veya lisansları iptal edilmektedir. Türkiye bu konuda iyi yoldadır. Enerji tasarrufu yönünden 2000 yılında çalışan kojenerasyon tesislerinin Türkiye'ye sağladığı enerji tasarrufu 1,5 milyon ton eşdeğer petrol olmuştur.

Eğer bizlerin niyeti, en yüksek randımanla elektrik üretecek sistemi yaratmaksa, kojenerasyon sistemi %90'lara varan randımanıyla bugün Türkiye'de üretilen elektrik üretim sistemlerinin en yüksek randımanlısıdır. Bu randıman; kömür santrallerinde %35-40 arasındadır. Fuel-oil santralında maksimum %40'dır. Kombine çevrimli kojeneras-yon sistemi eğer (F) tipi kullanıyorsa %57'dir. (C) tipi kullanıyorsa %60'dır. Bundan daha yüksek bir randıman yok. Kojenerasyon %90'a kadar randı-manla üretiyor. Bugün enerjimizin %64'ünün dışar-dan temin edildiğini Sayın Bakan söyledi. O zaman hem dışardan enerji kaynaklarımızı alıyoruz hem para veriyoruz, hem de karşımıza bu yatırımları getirerek bize enerji tasarrufu sağlayacak imkanları kullanmıyoruz.

Standart and Proos 1999 yılında yaptığı bir araştırmada daha doğrusu kapsamlı bir enerji raporu yazmışlardı. O raporun içinde de yatırım projelerinin muhtemel riskleri beş kategoride tanımlıyorlar [3].

- Üretilen ürünün satıldığı piyasa riski: pazar riski.
- İşletme yönetim performans riski.
- Hammadde temin riski veya hammadde pazarı riski.
- Hukuki ve düzenleyici risk.
- Proje finansmanının yanlış yapılanmasından doğan muhtemel riskler.

Şimdi pazar riski aslında bir ticari risktir. Biliyorsunuz, Türkiye'de bugüne kadar yapılmış olan projelerin tamamı Yap-İşlet, Yap-İşlet-Devret modeli ile gerçekleştirilmiştir. Bu projelerin tamamı alım garantisini içeriyor. Dolayısıyla, aslında Dünya Bankası'nın bu son yapısal reform çalışmaları sırasında sürekli üzerinde durduğu husus buydu. Dünya Bankası'nın "Ticari riski şirketler üstlenmiyor, ticari riski devlete yüklüyor-lar." varsayım, aslında doğrudur. Dolayısıyla "ticari riski piyasada serbest rekabet ortamında dağıtılmasını temin edecek bir sistemi Türkiye'de uygulamalısınız dediler". Ve bu öneriler ve de aslında çağın bir gereği olarak Elektrik Piyasası Kanunu ve akabinde ki Doğal Gaz Kanunu bu çerçevede düzenlenecek yeni piyasa koşullarında ticari riskinde tarifini yapıyordu. Bu yaklaşımdan dolayı, T.C. Hazine garantilerinde bir takım kısıtlama-lar ve problemler çıktı[3].

Şimdi İşletme Yönetim Performans Riskinin bertaraf edilebilmesi projenin gelir yaratabilme kabiliyeti açısından hem kreditorleri, hem de yatırımcılara bir teminattır/Neden teminattır? Çünkü Türkiye'de 1984'den beri enerji piyasası Özelleştiriliyor. Ancak dünyada finans piyasasına gittiğiniz zaman çok daha büyük repütasyona sahip şirketlerimiz henüz yok.

Hammadde pazar riski ise özellikle enerji sektöründeki projeler için risk tanımı olarak önemini korumaktır. Türkiye'deki proje finansmanı tamamlanmış hemen sayabildiğim 4-5 projenin tamamı doğal gaz çevrim santrali. Bu bir doğal kaynak değil yurtdışından ithal ediliyor. Dolayısıyla muhtemel bir "force majeure" ortaya çıkmasında mesela savaş ortamında her şey olabilir. Bu hammaddenin Türkiye'ye aktarılmasında nedeniyle oluşacak riski, şirketlerin bir şekilde bertaraf etmeleri lazım [3].

Hukuki düzenleyici riske gelince, burada gerekli adımların atılabilmesi için, kanunların yenilenmesi kalkınmamıza ön ayak olacak şekilde yeniden düzenlenmesi ve gereksiz bürokrasiden doğan engellerin giderilmesi gerekmektedir. Bu ülkemizin kalkınması ve gelişmesi açısından oldukça önemlidir [9].

Ülkemizde maalesef projelere finansman ayrılması, gerekli araştırmaların yapılmadan finanse edilmesi uygun projeler için gerekli finansmanın sağlanamaması, gerekli yatırımların yapılamaması ve sonuç olarak ta gerekli ekonomik büyümenin sağlanamadığı görülmektedir. Genelde ülke olarak yaptığımız iş teknolojiyi alıp uygulamak yada geliştirmek yerine onu ithal edip dışa tamamen bağımlı hale getiriyoruz. Eğer biz teknolojiyi ithal edersek bu teknolojiyi satan ülkeler bunu finanse ederler. Çünkü adeta bir ceplerinden alırlar, öteki ceplerine koyarlar. Öte yandan, bu teknolojiyi üretmediğimiz veya üretilse de yerel teknoloji finanse edecek mali kaynaklara sahip olmadığımız için teknolojiyi dışarıdan ithal etmeye mecburuz. Ama en azından enerji kaynağının, doğal kaynakla ithal kaynak arasında bir dengeye oturmasını temin edebiliriz

Dolayısıyla, finansmanı kolay, finansmanı uygun, teknoloji ithalatına çok iyi izin veriyor diye, bu dışa bağımlılığı yüksek projelere ağırlık vermemiz yerine bu projelerle birlikte, Türkiye'deki hidroelektrik santralleri gibi, Jeotermal çevrim santralleri gibi, projelere de ilginç, yaratıcı, finansal çözümler oluşturmamız gereklidir. Bunun için Bir enerji şurasına gerek vardır [9].

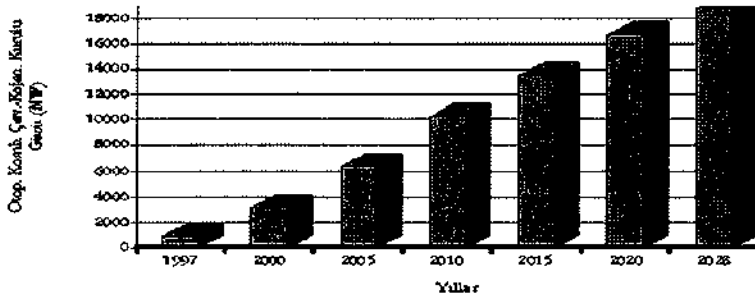
Otoprodüktör kojenerasyon ünitelerine yakıt seçiminde başta gelen faktör, yakıt fiyatlarıdır.. Söz konusu yakıt fiyatları vergiler ve fon kesintileri nedeni ile aşırı farklılıklar göstermekte ve genelde yüksek bulunmaktadır [11].

Sanayimize uluslararası piyasada rekabet gücü kazandırmak için izlenmesi gereken politikalardan biri, enerji fiyatlarının serbest piyasa koşullarına uygun düzenlemelerle düşürülmesidir. Bu nedenle, özel sektör otoprodüktörlerine sunulan yakıtlardan her türlü vergi ve fon kesintisinin kaldırılması, ya da olabildiğince azaltılması gerekir. Yeterli doğal gazın bulunmadığı bu dönemde, kullanılabilecek petrol ürünü alternatif yakıtlar üzerindeki vergi yükü azaltılmalı, özellikle Akaryakıt Tüketim Vergisi sıfırlanmalıdır. Zamanında yapılmayan yatırımlardan kaynaklanan elektrik sorununa ilişkin olumsuzluklar, üretimi otoprodüktör kesiminin engellenmesine ve cezalandırılmasına neden olmamalıdır[1,3,14].

Otoprodüktör kojenerasyon santrallerinin gelişim trendi ESM ve EOM model çalışmaları kapsamında ele alınmıştır. Elde olunan çıktılarına göre; kurulu gücün 2000 yılında 2 500 MW'dan başlayarak, 2010 yılında 10 000

MW'ı aşacağı, 2020 yılında 16 750 MW ve 2023 yılında da 19 200 MW düzeylerine ulaşacağı görülmüştür. Söz konusu gelişim trendi Şekil 1'de yer almaktadır.[1,2].

Bugün için Türkiye'de toplam kurulu güce oranla özel ve kamu sektörü otoprodüktör kurulu güç % 8.1 ve kojenerasyon kurulu gücü de % 3.7 pay kapsamaktadır. Avrupa Birliği genelinde kojenerasyonun toplam kurulu güç içindeki payı % 10'dur. Belçika, Fransa ve Yunanistan'da % 5'den küçüktür. Bu payın % 35-40'a çıktığı ülkeler de vardır. Kojenerasyon kurulu gücü projeksiyonuna göre Türkiye'de bu oran 2020 yılında % 14,9'a ulaşacaktır.



Sekil Tablo 1. özel ve kamu sektörü otoprodüktör kurulu güçlerin yıllara göre beklentileri

Ülkemizdeki kojenerasyon santrallerinin büyük çoğunluğu gaz türbinli olduğundan, yakıt olarak doğal gaz, LPG, nafta ve motorin kullanımı önem kazanmaktadır. Diesel tipi kojenerasyon santrallerinde temizleme ünitesi ve koşullandırma ünitesinden geçirilerek fuel-oil no.6 yakıt olarak kullanılabilir.

7. YENİ ENERJİ ÇEVİRİM YÖNTEMLERİ

Uygulamaya başlanılan ve yaygınlaşması planlanan yeni enerji çevrim yöntemlerinin başında, yakıt pilleri (fuel cells) gelmektedir. Yakıt piller, Carnot çevriminin sınırlamasına bağlı olmaksızın, yakıtlardan direkt olarak elektrik elde etmeye yarar.

Yakıt pili, kimyasal enerjiyi belli bir verimlilikle elektrik enerjisine dönüştüren elektrokimyasal ünite diye tanımlanabilir. Yakıtta kimyasal biçimde depolanmış enerji elektrokimyasal bir işlem sonucu, direkt olarak elektrik enerjisine dönüştürülmektedir.

Türkiye'de yakıt pilleri üzerinde uygulamaya aktarılacak düzeyde bir çalışma yoktur. Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumu raporlarında, yakıt pilleri konusunun araştırma kapsamına alınması istenmektedir. Ancak, dünya genelinde belli bir düzeyde olgunlaşmış bu teknolojinin önce teknoloji transferi ile kazanımı ve sonra yerli araştırmalarla geliştirilmesi üzerinde durulmalıdır. Geleceğin taşıtlarında ve elektrik santrallerinde yakıt pillerinin önemli bir yer alması beklendiğinden, ülkemizde de prototip uygulamalar ve yerli araştırmalar başlatılmalıdır [7,8,12].

Yeraltında Enerji Depolama

Enerji teknolojisindeki yeniliklerden bir diğeri yeraltında enerji depolanmasıdır. Yeraltında enerji depolanması için geliştirilmiş üç teknik olup; yeraltında sıkıştırılmış gaz depolama, yeraltında ısı enerjisi depolama, yeraltında doğal gaz depolama biçiminde sıralanmaktadır. Bu tekniklerden birincisi, elektrikte pik yüklerin karşılanması için düşünülmüştür. Yeraltında ısı enerjisi depolanması ise bazı büyük uygulamalarla merkezi iklimlendirmede umut bağlanan bir gelişmedir. Yeraltında doğal gaz depolanması, doğal gaz sunumunda güvenlik, ekonomik ve stratejik nedenlerle giderek büyük çapta önem kazanan bir uygulamadır.

Yeraltında Sıkıştırılmış Gaz Depolama

Yeraltında sıkıştırılmış gaz depolama, daha çok basınçlı hava sistemine dayanmaktadır. Bu depolama pik yüklerin karşılanması için olduğu kadar, kesintili alternatif enerji (rüzgâr, güneş gibi yenilenebilir kaynaklardan sağlanacak enerji) uygulamalarına süreklilik kazandırmak için de kullanıma uygundur.

Burada konvansiyonel gaz türbini, türbin ve kompresör olarak çalışmakta, hava akımı kontrol vanalarıyla yönlendirilmekte, basınçlı havanın geri kazanımı yeraltındaki boşlukla bağlantılı bir su kolonunun potansiyel enerjisi ile sağlanmaktadır. Basınçlı hava depolama ortamının jeolojik yapısının uygun sızdırmazlıkta olması gerekir.

Tüketici enerji talebi az olduğu zamanda kompresör çalıştırılarak yeraltına basınçlı hava gönderilmekte, havanın boşluğu doldurması ile rezervuardaki su yükselmekte ve basınçlı hava sıkışmış biçimde kalmaktadır. Tüketici enerji talebinin arttığı pik yük anında ise vana açılarak, basınçlı hava

türbine yollanmakta, basınçlı hava türbinde genişleşip iş üretirken, havanın boşalttığı ortamı rezervuardaki su doldurmaktadır. Bu depolama için doğal boşluklardan yararlanılabileceği gibi, patlama ile boşluk da açılmaktadır [13].

Yeraltında Isıl Enerji Depolama

Isı enerjisi yeraltında bir haftadan küçük kısa süreli depolanabildiği gibi, üç aydan büyük süreli mevsimlik olarak da depolanabilmektedir. Almanya, Hollanda, İsveç ve Kanada'da yalnız ısıtma, yalnız soğutma, ısıtma ve soğutma (iklimlendirme) amaçlı 60 kadar proje ile denenerek, başarılı sonuçlar elde olunmuştur.

Son 15 yıl içerisinde yeraltında ısı enerjisi depolama ile ilgili çeşitli uygulamalar yapılmıştır. Bu uygulamalar; ısı pompasız soğuk-ısıl depolama, ısı pompalı soğuk-ısıl depolama, güneş kolektörleri ile ısı depolama, termik-güç üniteleri ile ısı depolama, Değişken talep-arz sistemlerinde ısı depolama gibi beş değişik biçimde yapılabilmektedir.

Yeraltında ısı depolama için geliştirilmiş değişik teknikler vardır. Bu tekniklere göre; mağara ve çukur depolarda, depolama ortamı su olmaktadır. Kanal depolarda, depolama ortamı olarak topraktan yararlanılmaktadır. Akiflerde ısı depolamada ise depolama ortamı yerdir. Yeraltında ısı enerjisi depolama tekniklerinden kanallarda ve akiferde depolama Avrupa, Kuzey Amerika, Japonya ve Çin'deki birçok uygulama ile ekonomik ve ticari olarak kendini kanıtlamıştır. Yeraltında ısı enerjisi depolama konusuna Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı'nın destekleyici olarak el atmasında yarar vardır [5,10,12,14].

Yeraltında Doğal Gaz Depolama

Doğal gazın yerüstünde çelik tanklarda depolanması yerine yeraltı oluşumlarında depolanması daha güvenli ve ekonomik olmaktadır. Yeraltında doğal gaz depolamak için boşalan doğal gaz ve petrol rezervuarları, terk olunmuş maden galerileri, yeraltı suyu akiferleri, karstik boşluklar ve mağaralar gibi oluşumların yanısıra, yapay biçimde özel oluşturulan yeraltı boşlukları kullanılmaktadır. Türkiye'nin genel jeolojik yapısı bu tür depolama olanakları için elverişlidir. Jeolojik koşullar depolama sisteminin maliyetini önemli ölçüde etkilemektedir.

Doğal yeraltı depolarının, geçirgenlik (permeabilite) ve basınca dayanıklılık testlerine göre, yapay olarak güçlendirilmeleri gerekebilir. Yeraltında yapay boşluklar oluşturulması, özellikle tuz domlarında yapılmaktadır. Bugün dünyada doğal gaz depolanmasında yaygın olarak kullanılan yeraltı boşlukları, tuz domları içerisinde çözelti madenciliği yöntemi ile oluşturulan boşluklardır. Bu tür depolamada gazı, gözenekli ve geçirimli bir kayaç ortamından transfer etme zorunluluğunun olmayışı, daha çabuk ve daha kolay bir biçimde depolama ve dağıtma olanağının bulunması, depoda kullanılan gazın yerine ek gazın kolayca depolanabilmesi, tek bir boşlukta yüksek basınç altında (yaklaşık 300 bar) ve çok büyük hacimde (yaklaşık 60 milyon m³) gazın depolanabilmesi, yöntemin avantajlarıdır.

Türkiye için yeraltında doğal gaz depolanması çok önemlidir. Çünkü Türkiye ithal doğal gaza bağımlı bir ülkedir ve sunum güvencesi açısından tüketeciği gazı mutlaka depolamak zorundadır [10,12].

8. TÜRKİYE AÇISINDAN ENERJİDE AR-GE VE TEKNOLOJİ OLUŞTURMA ÇALIŞMALARININ GENEL DURUMU

Türkiye’de araştırma ve geliştirme neredeyse üniversitelerle sınırlandırılmış durumdadır. Ülkemizde AR-GE için harcanan para dünyanın genelinin harcadığının % 5 ‘i bile olmamaktadır. Bu gerçekte acı durumdur.

Üniversitelerin sınırlı olanakları ile eşgüdümsüz, belli bazı konuların tekrarı niteliğinde yapılan çalışmalar ise ihtiyacı karşılamaktan uzaktır. Gelişmiş üniversitelere verilen ödeneklerin, gelişmeye çalışan yeni üniversitelere göre küçük tutulması, buna karşın gelişmiş üniversitelerde yeterli araştırmacı varken, yeni üniversitelerde yeterli araştırmacı olmayışı, üniversitelerde yapılan bilimsel çalışmaların kalitesini çok düşürmektedir. Gelişmiş üniversitelerin Ar-Ge konusunda yapacakları çok çalışma olmasına karşın, araştırma fonlarının ve ödeneklerin yetersizliği engellemektedir. Kaynak bulmak açısından önemli olan üniversite-sanayi işbirliği gereken boyutlara ulaştırılamamış, enerji konusunda bu çalışmalar hemen hemen hiç gerçekleştirilememiştir.

Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı’na bağlı ve ilgili kuruluşlarda enerji Ar-Ge çalışmaları ile enerji kaynakları arama ve geliştirme çalışmaları birlikte ele alındığından, gerçek Ar-Ge çalışmalarına yapılan harcama çok

yetersiz düzeydedir. Ülke genelinde Ar-Ge çalışmalarının yetersizliği nedeni ile ulusal teknoloji oluşturma çalışmaları hemen hemen yoktur. Oysa günümüzde gelişmişliğin bir ölçütü teknoloji üretimidir. Türkiye bu konuda var olan potansiyelini kullanamayan bir ülkedir.

Türkiye'de enerjide Ar-Ge çalışmalarının kamu sektöründe yapılması ve yaptırılması, araştırmalar arasında uyum sağlanması, enerji plan ve programlarının bilimsel temelde hazırlanması, enerji ile ilgili bazı fizibilite ve proje çalışmalarının gerçekleştirilmesi, seçici olarak teknoloji transferi sağlanması, enerji bilgi bankası oluşturulması, enerji-çevre ve toplum ilişkilerinin rasyonel biçimde düzenlenmesi gibi görevlerde bulunmak üzere, özerkliği ve kamu tüzel kişiliği bulunacak, Türkiye Enerji Enstitüsü kurulmalıdır [4,5,14].

9. SONUÇ

Türkiye'nin enerji potansiyelini en iyi şekilde kullanabilmesi için, Yukarıda bahsedilen teknolojilere biran evvel geçmesi ve bu işlemleri gerçekleştirirken hiçbir dış gücün etkisi altında kalmaksızın tamamen kendi hür iradesiyle hazırladığı bir politika belirlemesi gerekmektedir. Bu teknolojik ve bilimsel gelişmeleri sağlayabilmesi için hiç kuşkusuz AR-GE çalışmalarının da payı unutulmamalıdır. Bu vesileyle AR-GE Çalışmalarına verilmesi gereken önemin biran evvel verilmesi ve bu çalışmalara gerekli finansman ve istihdamın sağlanması gerekmektedir.

10. KAYNAKÇA

- [1] Vizyon 2023 Teknoloji Öngörü Projesi kapsamında oluşturulmuş olan "Enerji ve Çevre Teknolojileri Strateji Grubu", "Enerji ve Doğal Kaynaklar Paneli" ve "Çevre ve Sürdürülebilir Kalkınma Paneli" raporları
- [2] <http://www.tusiad.org.tr/turkish/rapor/enerji/html/sec5.html>
- [3] Ulusal Enerji Sempozyumu III, 2001
- [4] Enerji ve Tabii Kaynakları Bakanlığı Yayınları
- [5] Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı ile Bağlı ve İlgili Kuruluşlarının Amaç ve Faaliyetleri, 1998, Ankara.
- [6] Enerji İşleri Genel Müdürlüğü, Ekim-1998. Termik Santraller, Hidroelektrik Santraller, Otoproduktör Enerji Tesisleri, Rüzgâr Santralleri, Çöp Santralleri Envanteri.

- [7] Ültanır, M.Ö., 1997. Rüzgar ve Güneş Elektrik Santrallerindeki Gelişmeler ve Türkiye'de Bu Santrallerin Kurulma Olanakları, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Cilt III, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara.
- [8] Ültanır, M.Ö., 1997. Temiz Enerji Olarak Hidrojen Yakıtı ve Teknolojisi, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Cilt III, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara.
- [9] Ültanır, M.Ö., 1997. Türkiye'de Enerji Politikalarının Oluşturulmasında Enerji Enstitüsü'ne ve Enerji Şurası'na Gerek Vardır, Türkiye 7. Enerji Kongresi, Cilt I, Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi, Ankara.
- [10] Ültanır, M.Ö., 1998. Yeraltında Enerji Depolanması, Enerji, Yıl 3, Sayı 6, İstanbul.
- [11] Ültanır, M.Ö., G. Ünalın, T. Alptürk, 1998. Elektrik Üretiminde Özel Sektörün Yakıt Sorunları ve Çözüm Önerileri, Elektrik Sanayicileri ve İş Adamları Derneği (ELSIAD) Raporu, İstanbul.
- [12] Ültanır, M. Ö., 1996. 21. Yüzyılın Yakıtı Hidrojen, Bilim ve Teknik 344, TÜBİTAK, Ankara.
- [13] Ültanır, M.Ö., 1997. Türkiye'de Güneş ve Rüzgar Elektrik Santralleri Kurulması, Enerji, Yıl 2, Sayı 5, Uzman Yayıncılık A.Ş., İstanbul.
- [14] Ültanır, M.Ö., 1980. Enerji Ekonomisi ve Politikası, Ankara İktisadi ve Ticari İlimler Akademisi Maliye Fakültesi, Ankara.

GEMİLERDEN DOLAYI OLUŞAN DENİZ KİRLİLİĞİNİN İNCELENMESİ

Doç.Dr.Metin TAYLAN

(1)Doç. Dr., Gemi Makineleri İşletme Müh. Bölümü, İTÜ Denizcilik Fakültesi

(2)Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Son Sınıf Öğrencisi, İTÜ Denizcilik Fakültesi

ÖZET

Bilindiği gibi, özellikle son yirmi yıla kadar gemi kaynaklı deniz kirliliğinde büyük bir artış gözlenmekteydi. Bu tip kirliliğin nedenleri farklılıklar göstermekle birlikte, genelde en dikkat çeken ve en büyük hasara neden olan kirlenme tanker operasyon ve kazaları neticesinde oluşmaktadır. Diğer nedenler arasında, denize sintine boşaltılması, çöp dökülmesi, zehirli boyalar ve balast sularının taşınması sayılabilir. Deniz kirliliğinin neden olduğu sonuçlar bazen çok büyük boyutlara ulaşmakta ve hatta bir çevre faciasına dönüşerek bölgedeki doğal ve ekolojik dengeyi uzun yıllar eski haline dönemeyecek biçimde bozmaktadır. Özellikle son onbeş - yirmi yılda çevre bilincinin daha da gelişmesi ile birlikte, gemilerden dolayı oluşan çevre kirliliğini engelleyecek veya en aza indirecek ciddi önlemler alınmaktadır. Buna paralel olarak, Uluslararası anlamda gemilere bağlamaya kadar varan çok sert yaptırımlar da getirilmiştir.

Bu çalışmada, gemilerden kaynaklanan deniz kirliliğinin oluşum nedenleri araştırılmış ve bu kirliliğin engellenmesine yönelik alınan önlemler ve yaptırımlar detaylarıyla incelenmiştir. Deniz kirliliğinin önlenmesi için alınacak tedbirleri birkaç kategori altında değerlendirmek mümkündür. Asıl

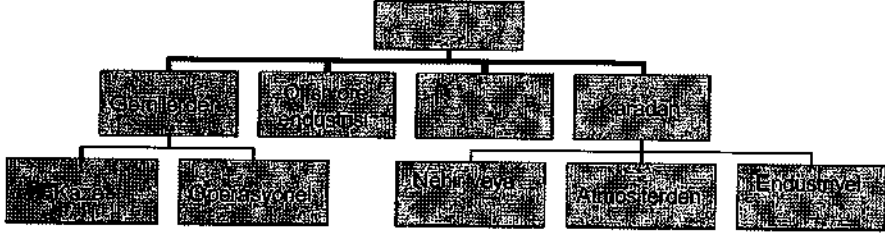
amaç, kaza olmadan birtakım tedbirler almak veya kaza oluşumunu azaltacak önlemleri almaktır. Özellikle son on yılda petrol ve kimyasal madde taşıyan tankerlerde yapısal ve stabiliteyi artırıcı birtakım değişiklikler yürürlüğe girmiştir. Ekolojik dengeyi bozan zehirli boyaların kullanılmasını yasaklayan kurallar ve balast sularının çeşitli denizler arasında taşınması problemi de ele alınmıştır. Deniz kirliliğinin çeşitli aşamalarında yapılan çalışmalar sonucunda ortaya çıkan rakamlar konunun öneminin daha iyi anlaşılması bakımından sunularak değerlendirilmesi yapılmıştır. Ayrıca IMO gibi Uluslararası kuruluşların konunun çeşitli evrelerinde almış olduğu ve bundan sonra alınması düşünülen önlemler de irdelenmiştir. Doğal olarak, kirlilikten sonra uygulanacak ceza ve yaptırımlar yerine, kirlilik meydana gelmeden bir takım önlemler almak temel hedef olmalıdır.

1. GİRİŞ

Denizlerin kirlenmesi çeşitli kaynaklardan gerçekleşmektedir. Günümüzde tankerlerden kaynaklanan petrol kirlenmesinin yılda yaklaşık 400.000 ton civarında olduğu belirtilmektedir. Gemilerden kaynaklanan petrol veya yağ tipi kirlenme, sanılanın aksine kaza nedeniyle kirlenmeden daha çok operasyon sırasında oluşur ve bu oran yaklaşık %75'tir. Ancak sayısal oran olarak bu olayların %92'si 7 ton veya daha küçük çaplı olup, miktar olarak yaklaşık 20.000 tonluk bir miktar tutmaktadır. Operasyon esnasında meydana gelen kirlenme, kargo yükleme boşaltma, yakıt alma, balastlama, tank yıkama gibi rutin işlemler sırasında ve hasarlı boru ve hortumlar, hatalı valfler, fazla yükleme, bağlantılardan sızdırma ve insan hataları gibi nedenlerle oluşur. Bu olaylardan çoğu, karaya yakın yerlerde veya liman bölgelerinde meydana gelir ve genellikle küçük boyutta olduklarından nadiren bildirilirler. Buna karşın kazalar sonucu oluşan kirliliğin oluş sıklığı daha az ama miktarı fazladır.

Deniz kirliliği, 1940'ların sonlarında II. Dünya savaşı sonunda tankerlerin yardımcı savaş gemisi olarak kullanılmaya ve düşman denizaltıları tarafından batırılmaya başlandıktan sonra problem olarak algılanmaya başladı. 1950'li yılların başlarında, tankerlerin boş kargo tanklarını yıkamaya ve bilinçli olarak petrol artıklarını denize boşaltmaya başladıkları zaman operasyonel kirlenme ilk defa Uluslararası platformda dikkat çekti. Deniz yüzeyindeki kirlenme, hava şartlarının da etkisiyle yakın kıyı

bölgelerini ve tatil beldelerini tehdit etmeye başladı. 1970'lerin sonlarından başlamak üzere, Akdeniz'de artan gemi trafiği, tankerlerin boyutlarının büyümesi, petrol ve gaz üretiminin artması gibi etkenlere bağlı olarak deniz kirliliğinin artma riski endişe yaratmıştır ve bölge deniz kirliliğine maruz yüksek riskli bölgeler arasında gösterilmektedir.



Şekil 1. Deniz kirliliğine neden olan faktörler.

Kirlenmeye Neden Olan Kazaların Nedenleri

Ciddi kazalar, aşağıdaki sonuçları doğuran kazalardır :

1. Geminin denizciliğini ortadan kaldıran yapısal hasarlar
2. Kontrol kaybı (makina iflası, dümen kilitlemesi ve hasarı vs.)
3. Tümünden kayıp (geminin tamamen kaybı ve tamir edilemez hali)
4. Hasarla veya maddi kayıpla sonuçlanan herhangi bir durum

Meydana gelebilecek olası gemi kazalarının nedenleri ise aşağıdaki gibi sıralanabilir:

1. Geminin demirlemiş veya hareket halindeki bir başka gemiyle veya deniz taşıtıyla çatışması
2. Yangın ve Patlama kazaları; burada beyan edilen ilk olayın yangın ve/veya patlama olması gerekir. Çatışma veya karaya oturmadan sonra ortaya çıkan yangın ve patlamalar diğer gruplarda değerlendirilir.
3. Gövde hasarı, kötü hava hasarı, kırılma gibi nedenlerle batma veya yapısal hasar

4. Seyir halinde karaya oturma; kayalara, dibe veya suyun altındaki herhangi bir cisme çarparak.
5. Sürüklenerek karaya oturma; makina arızası; dümen arızası veya kötü hava nedeniyle demirlemiş geminin demir taraması sonucu.

	< 7 ton	7-700 ton	> 700 ton	Toplam
OPERASYONLAR				
Yükleme/boşaltma	2756	291	17	3064
Yakıt alma	541	24	0	565
Diğer operasyonlar	1162	47	0	1209
KAZALAR				
Çarpışma	150	229	85	464
Karaya oturma	219	191	103	513
Yapısal hasar	552	73	40	665
Yangın ve patlama	149	16	19	184
DİĞER	2213	159	34	2406
Toplam	7742	1030	298	9070

Tablo 1. Kirlenmeye neden olan kazaların nedenleri ve sayısı.

Gemilerden petrol veya yağ tipi kirlenme, sanılanın aksine kaza nedeni kirlenmeden daha çok işletme sırasında oluşur. İşletme esnasında meydana gelen kirlenme, kargo yükleme boşaltma, yakıt alma, balastlama, tank yıkama gibi rutin işlemler sırasında ve hasarlı boru ve hortumlar, hatalı valfler, fazla yükleme, bağlantılardan sızdırma ve insan hataları gibi nedenlerle oluşur. Bu olaylardan çoğu, karaya yakın yerlerde veya liman bölgelerinde meydana gelir ve genellikle küçük boyutta olduklarından nadiren bildirilirler. Buna karşın kazalar sonucu oluşan kirliliğin oluş sıklığı daha az ama miktarı fazladır.

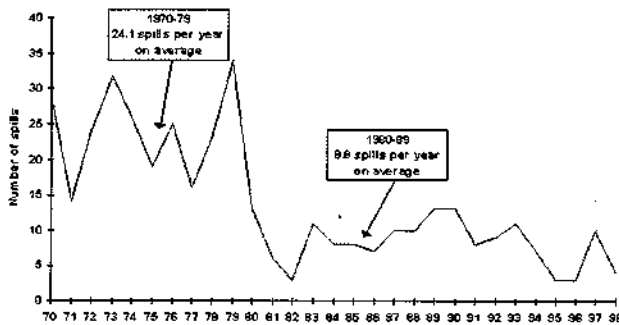
Tablo 1’de kirlenmeye neden olan kazaların nedenleri ve sayıları gösterilmiştir. Tablo 2’de ise dünyada 1970-1998 yılları arasındaki kirlenme sayıları ve miktarları verilmiştir. Tablo 3, 1977-2000 yılları arasında Akdeniz’de meydana gelen kazalar ve bunların kirliliğe

istatistiksel yansımasını göstermektedir. Son olarak Tablo 4’de ise, Akdeniz’de meydana gelen kazaların gemi tipi ve nedenlerine göre dağılımı görülmektedir (REMPEC database, 2001). Ayrıca Şekil 1’de yıllık kirlenme dağılımları ve Şekil 2’de ise yıllara göre kirlilik miktarları grafik olarak verilmiştir.

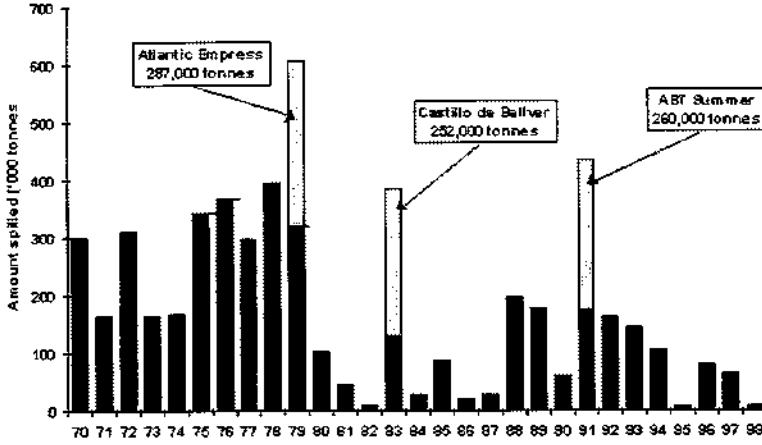
İstatistiksel olarak, 700 tondan daha fazla sızıntıya neden olan kazalar "büyük" olarak kabul edilmektedir. 1980 yılından itibaren kirlenmeye neden olan miktarlarda her yıl önemli ölçüde azalma meydana gelmiştir.

Yıl	7-700 ton	700 tondan fazla	miktar (ton)	Yıl	7-700 ton	700 tondan fazla	miktar (ton)
1970	6	29	301000	1984	25	8	28000
1971	18	14	167000	1985	29	8	88000
1972	49	24	311000	1986	25	7	19000
1973	25	32	166000	1987	27	10	30000
1974	91	26	222000	1988	11	10	198000
1975	97	19	342000	1989	32	13	178000
1976	67	25	369000	1990	50	13	61000
1977	65	16	298000	1991	27	8	435000
1978	54	23	395000	1992	31	9	162000
1979	59	34	608000	1993	30	11	144000
1980	51	13	206000	1994	27	7	105000
1981	49	6	44000	1995	21	2	9000
1982	44	3	11000	1996	20	3	79000
1983	52	11	384000	1997	27	10	67000
				1998	22	4	10000

Tablo 2. Dünya’da 7 ton ve üzerindeki kirlenme sayıları ve miktarları.



Şekil 1. 7000 tonun üzerindeki yıllık kirlenme dağılımları [2].



Şekil 2. Yıllara göre kirlilik miktarları.

Tablo 3. Akdeniz'de meydana gelen kaza ve kirlenme istatistikleri (REMPEC)

Yıl	Rapor edilen kaza sayısı	Kirliliğe neden olan kaza sayısı	Kirliliğe neden olmayan kaza sayısı
2000	29	8	21
1999	24	8	16
1998	16	8	8
1997	16	6	10
1996	24	8	16
1995	11	5	6
1994	20	8	12
1993	20	11	9
1992	15	12	3
1991	15	11	4
1990	9	7	2
1989	17	10	7
1988	8	4	4
1987	7	4	3
1986	8	3	5
1985	11	4	7
1984	7	5	2
1983	11	6	5
1982	7	2	5
1981	14	8	6
1980	7	6	1
1979	5	5	-
1978	6	4	2
1977	4	4	-
Toplam	311	156	155

Tablo 4. Akdenizde gemi tiplerine göre meydana gelen kazalar ve nedenleri.

Gemi Tipi	sayı	%	Kaza nedeni	sayı	%
Tanker	64	52	Terminal operasyonu	32	26
Dökme yük	30	24.3	Karaya oturma	22	17.8
Kimyasal Tanker	7	5.6	Batma	15	12.1
Konteyner	6	4.8	Çatışma	13	10.5
Ro-Ro	5	4	Temas	12	9.7
Yolcu gemisi	2	1.6	Yangın/patlama	9	7.3
Diğerleri	5	4	Yapısal hasar	6	4.8
Bilinmeyen	2	1.6	Yakıt alma	6	4.8
			Sızıntı	4	3.2
			Diğerleri	3	2.4
			Bilinmeyen	1	0.8

Dünyada meydana gelen en büyük kirliliğe neden olan başlıca kazalar büyüklük sırasına göre aşağıda verilmiştir:

1978 Amoco Cadiz	220.000 ton
1979 Atlantic Empress	160.000 ton
1967 Torrey Canyon	119.000 ton
1993 Braer	85.000 ton
1996 Sea Empress	72.000 ton
1989 Exxon Valdez	38.800 ton

2. KİRLİLİKTEN ARINDIRMA

Denizin üzerindeki yağ veya petrol tabakasını temizlemek amacıyla kullanılan iki yöntem bilinmektedir :

a. Kuşatma ve Toplama

Bu yöntemde öncelikle kaza bölgesi yüzer bariyerlerle çevrilip petrolün veya yakıtın daha fazla yayılması kontrol altına alınmış olur. Daha sonra bu yağ tabakası, yağ toplayıcı gemiler (skimmers) vasıtasıyla yüzeyden toplanır. Kısıtlayıcı faktörler nedeniyle, açık denize sızan petrolün yaklaşık % 10-15'lik küçük bir bölümü toplanabilmektedir. Mesela, Exxon Valdez kazasında büyük bir kurtarma operasyonuna rağmen sızan petrolün yaklaşık %9'u toplanabilmiştir.

b. Bulunduğu Yerde Yakma

Bu yöntemde, petrol yanmaya dayanıklı bariyerler içinde toplanıp yakılmaktadır. Ancak petrolün yanma için belli bir kalınlıkta toplanıp yakılması oldukça güçtür. Ayrıca petrolün yanıcı kısmı ilk aşamada buharlaşıp uçmaktadır.

c. Kimyasal Çözücüler

Bu yöntemde ise kimyasal çözücü maddeler kullanılarak kirliliğin dağıtılması sağlanmaktadır. Bu maddelerin atılmasının uçakla atılması gemiden atılmasından daha hızlı olduğu için tercih edilmektedir. 1996 yılındaki Sea Empress kazasında, denize sızan 18.000 ton ham petrolün büyük bir kısmı 450 ton kimyasal kullanılarak zararsız hale getirilmiştir. Ancak bazı ülkelerde bunun doğal hayata zarar verdiği düşünülerek tercih edilmemektedir.

Denizin ve çevrenin temizlenmesi oldukça masraflı ve zaman alan bir işlemdir. Mesela, 1997 yılında Amerika'da Kaliforniya eyaletinde meydana gelen küçük bir kazada denize sızan 17 ton yakıtın temizlenmesi için harcanan para yaklaşık 10 Milyon Dolardır.

3. DENİZ KİRLİLİĞİNE KARŞI ALINAN VEYA ALINMASI GEREKEN ÖNLEMLER

Deniz kirliliğini önlemek veya en aza indirmek amacıyla IMO gibi uluslararası kuruluşlar bir takım önlemler almışlardır. Bu önlemler, tanker ve diğer gemilerde çeşitli yapısal değişiklikler, kazaları azaltıcı önlemler, operasyonların daha güvenli yapılmasını sağlayan önlemlerdir. Mesela tankerlerin çift cidarlı yapılması bu önlemlere örnek olarak gösterilebilir. Bu önlemler, MARPOL 73/78 Protokolü ve SOLAS 74 bünyesinde uluslararası kurallar olarak karşımıza çıkmaktadır. Aşağıdaki konvansiyon ve protokoller kirliliğin önlenmesi konusunda genel anlamda oldukça yararlı olmuştur:

- SOLAS 74, 1981 yılında yürürlüğe girdi
- Marpol 73/78, 1982 yılında yürürlüğe girdi
- The Paris Memorandum on Port State Control 1982 yılında imzalandı

- STCW, 1984 yılında yürürlüğe girdi
- OPA 1990 yılında yürürlüğe girdi

SOPEP (Shipboard Oil Pollution Emergency Plan) acil cevap servisi, "Regulation 26 of Annex I and Reg. 16 of Annex II of MARPOL 73/ 78" çerçevesinde :

- *Deniz kirliliği olayı rapor etme prosedürü*
- *Herhangi bir kirlilik kazasında, kıyı ülkeler ve liman devletindeki temas edileceklerin listesi*
- *Kazayı takiben sızıntıyı azaltacak veya kontrol altına alacak tedbirler*
- *Kirlilikle mücadelede ulusal ve lokal mercilerle koordinasyon*

konularında kaptana ve mürettebata yol gösterir.

4. SONUÇ VE ÖNERİLER

Gemilerden dolayı oluşan deniz kirliliği, kontrol edilmediği ve önlem alınmadığı takdirde büyük çevre felaketlerine yol açan bir olaydır. Meydana geldiği bölgede doğal hayatı ve ekolojik dengeleri uzun yıllar boyunca geri dönülemez şekilde etkileyebilir. Bu çalışmada deniz kirliliğinin oluşum nedenleri ve çeşitleri incelenmiş, dünyadaki ve ülkemizi ilgilendiren Akdeniz deki kaza istatistiklerine yer verilmiş ve bunlardan korunma yöntemlerinden bahsedilmiştir.

Deniz kirliliğinin daha çok gemi operasyonları sırasında meydana geldiği düşünülürse, bu operasyonların daha dikkatli ve güvenli yapılması konularında mürettebatın eğitilmesi büyük önem taşır. Yine, meydana gelen deniz kazalarının %70-80 gibi bir oranda insan hatasından kaynaklandığı istatistikler sonucunda ortaya çıkmıştır. Eğitimin bu tür kazaları da oldukça aza indireceği açıktır. Son yıllarda özellikle tanker dizaynında çevre kirliliğini azaltıcı bir takım önlemlerin alındığı görülmektedir. Çift cidar uygulaması buna verilecek en güzel örnektir.

Uluslararası kuruluşlar (IMO, klas kuruluşları, çevre örgütleri vs.) kirliliğini engelleyici veya azaltıcı kural ve yönetmelikler çıkarmaktadır. MARPOL, OPA 90 gibi konvansiyonlar içerdiği yaptırımlar ve yol gösterici kılavuzlar

sayesinde bu amaç doğrultusunda hizmet vermektedir. Ayrıca kazanın meydana gelmesi ve kirliliğin oluşması halinde hukuksal olarak kimin ne oranda sorumlu olduğu ve bu sorumluluklar oranında kimlerin ne şekilde ve ne miktarda cezalandırılacaklarıyla ilgili kurallar da mevcuttur.

Genelde kirliliğin önlenmesi bir eğitim problemi olarak algılanmalıdır. İnsanlar bu bilince ulaşmadan bir takım şeylerin yapılması kolay olmayacaktır. Cezai önlemlerin caydırıcılığı bir yere kadar etkili olmaktadır. Kirlilik ve bunu düzenleyici kurallara uygunsuzlukla ilgili olaylara karışmış ve alıkonulmuş Türk bandıralı gemilerin sayısı oran olarak fazladır. Ülkemizde bu bilincin yerleştirilmesine yönelik çalışmaların yapılmasına acilen ihtiyaç vardır.

5. KAYNAKLAR

- [1] A. B. Alexopoulos and G. Dounias, *An Assessment Of Vessel-Source Oil Pollution Incidents In The Mediterranean Sea Using Inductive Machine Learning Methodologies*, Aegean Working Papers, Issue 1, 2003.
- [2] I.C. White, *New Directions in Marine Pollution Control, Shipping in the New Millenium*, Brisbane Australia, 1999.
- [3] R. Gutiérrez, *Safety and the Environment*, Maritime Industries Forum Valencia, Spain, 2001.
- [4] REMPEC statistics, 2001.
- [5] L.K. Kobylinski and S. Kastner, *Stability and Safety of Ships*, Elsevier Ocean Engineering Book Series, UK, 2005.
- [6] E. Kudo, *From The Nakhodka To The Erika: Exchange Of Experience In At-Sea Response To Offshore Oil Spills By Passing Ships*, Brest, France, 2000.
- [7] *Factors Influencing Vessel Risks in UK Waters*, MEHRA, 1999.
- [8] *Shipping Incident Frequency Results*, MEHRA, 1999.

SUALTI KAYNAĞININ METALURJİK DAVRANIŞI

Öğr. Gör. Abdülsamet EMİR

İ.T.Ü. Denizcilik Fakültesi

ÖZET

Günümüzde gemilerin havuza girmeden, su altında kalan kısımların onarılmasında, batık gemilerin yüzeye çıkarılmasında sualtı kaynak yöntemleri önem kazanmıştır. Bu kaynak türünün değişik derinliklerde mekanik ve kimyasal özelliklerinin çeşitli farklılıklar gösterdiği çalışmalarla kanıtlanmıştır.

Su altı kaynağında H_2O 'nun hangi derinliklerde kimyasal elemanlara etki ettiğini, elektrod örtüsündeki elemanların bu etkileri kontrol ettiğini, derinliğe inildikçe H iyonlaşması neticesinde ark kararlılığının ve kaynak kabiliyetine etkisini, yüksek mukavemetli yapı çeliklerinde , feritik bazı metaller ile feritik bazı elektrodların kök posalarında H oluşturdıklarını ve bunlara önlem olarak östenitik tip elektrodların çeşitli derinliklerdeki etkileri faydaları H'nin kısmen nasıl kök posasından dışarıya atıldıkları, ITAB'daki iç yapı değişimini sağlayan soğutma hızı değişkeninden bahsedilecektir.

SU ALTINDA KAYNAK

Su altında kaynak yaş ve koruyucu (Kuru) ortamlarda gerçekleştirilebilir. Yaş kaynak ortamın etkisi ve basıncın artması neticesinde kaynak sırasında soğuma hızını önemli ölçüde değiştirir ve değişim neticesinde kaynak metalinin dönüşüm aşamasına önemli derecede etki eder.

Yapı çeliklerinin su üstünde yapılan kaynağında, kaynak için 600 C den 500 C'ye soğutmak için gereken zaman 8 – 16 sn olduğu bilinmektedir. Ençok uygulanan yaş kaynakta ise bu değerin saç kalınlığına ve sıcaklığın gücüne göre (98'den 3,6 kJ/mm) t 8 / 5 değerinde 1 -6 sn arasında olduğu bulunmuştur. [1,2]

Düşük karbonlu çelikler, hızlı soğumalarda çabuk martenzit oluşturacağından kaynak dikişindeki ITAB'ın sertliği 400 Hv değerini aşar.

Su altında yapılan ark kaynağı tamamıyla suyun içinde gerçekleştirildiği zaman örtülü elektrodla yapılan (SMAW) yapılan ark kaynağının yanı sıra, son zamanlarda özlü elektrodlarla elektrik ark kaynağı kullanılmaktadır. (FCAW)2 Yaş su altı kaynağı 100 m'de geçerli onarma tekniği olarak tavsiye edilirse, buna karşın yaş kaynak 200 m derinliğe kadar yapılmaktadır.

Kuru fakat yüksek basınçlı ortamda yapılan kaynakta kaynak yapılan bölgenin çevresine kuru zemini sağlayacak bir koruyucu oda inşa etmek gerekir. Hiperbarik kaynak maliyeti nedeniyle kaynaktan daha maliyetlidir. Aletlerin kurulumu ve işleme konması denizin derin olduğu ortamlarda çok pahalıya mal olur, ve düşük hareket kabiliyetine sahiptir. Her çalışma durumu ısırmama kurulum gerektirir. Gaz metal ark kaynağı (GMAW) 3 ve gaz – tungten (Voltram) ark kaynağı (GTAW) 4 kullanımı yaş kaynakta değil, hiperbarik kaynakta kullanılabilir. Kullanım işlemlerinin yapılarındaki farklılıklara rağmen su basıncının arkın davranışındaki etkisi her iki metoddta aynıdır. [1]

[1]- SMAW : Shielded metal arc welding

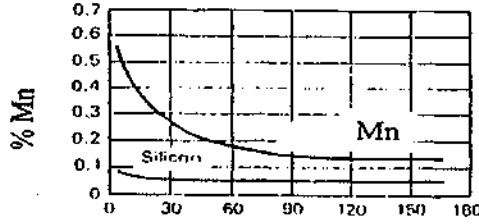
[2] FCAW : Flux – cored arc welding

[3]GMAW : The gas-metal arc welding (MIG – MAG gibi)

[4]GTAW : gaz – tungten arc welding (TIG gibi)

SU ALTI KAYNAĞININ METALURJİK DAVRANIŞI

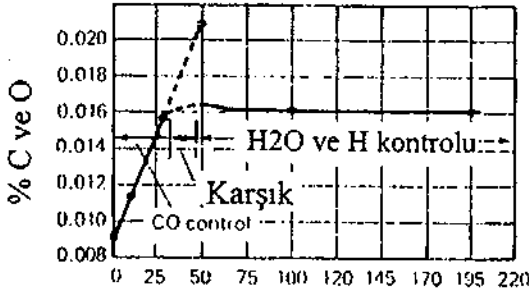
Su altı kaynağının metalurjik davranışı 300 m derinliğe kadar elverişlidir. Yüzey kaynağında % 0,6 Mn ihtiva eden bir yapı çeliği 30 m su altında yapılan bir kaynakta bu değer % 25' e kadar düşer. Şekil 1 50 m'den sonra Mn ve silikonun kontrol edildiği görülmektedir. Bunu sağlayan H₂='dur. [3,4]



Şekil 1 : Yaş sualtı kaynağında manganez ve silikon oranının derinliğe bağlı değişimi [4]

Bu düşüş aynı derinlikte oksijen oranındaki hızlı ve ani yükselişine bağlıdır.

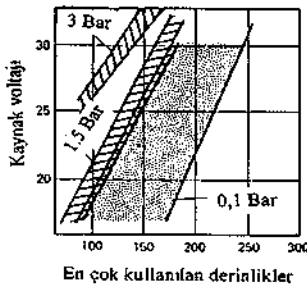
Şekil 2



Şekil 2 : E 6013 örtülü elektrodla yapılan kaynakta C ve O oranının derinliğe bağlı değişimi (4)

Silikondaki düşüşte aynı olayla açıklanabilir. 50 m'deki C oranı yüzeyde yapılan kaynaktan yüksektir. % C 0,008'den 0,020 çıktığı şekil 2'de görülmektedir.

Su altı kaynağında C ve O oranının artması CO reaksiyonu oluşturur. CO ortamdaki oksijen oranını kontrol eder ve oksijende C yüksekse ferrosilikon (5) eklenir. Bu sebeplerden dolayı derinlik arttıkça elektrodun çapı küçülür çünkü C ve O elementlerinin 50 m'den sonra pek bir önemi kalmaz ve derine inildikçe su daki H iyonlaşması fazlalaşması neticesinde kaynak arkı eldesi ve arkın kararlılığı zorlaşır dolayısıyla kaynak kabiliyeti azalır. Şekil 3



Şekil 3 : Başarılı kaynak için basınç ve derinliğin fonksiyonu olarak kaynak parametre boşluğundaki bölgeler. Kabul edilebilir kaynak parametre boşluğu basınç ve derinlikte azalır [4]

HİDROJEN AZALTIMI

Nemin güçlü bir şekilde hidrojen elde edilebilirliğini arttırması nedeniyle yüksek mukavemetli çeliklerin yaş su altı kaynağı, hidrojen çatlamlarından çok kolay etkilenir. [5] Hatta , hiperbarik kaynak sırasında suyun bölgeden çekilmesinin ardından kısmi nem basıncı hala yüksek ve yaş kaynağındaki gibi aynı etkilere neden olur.

Yüksek mukavemetli çeliklerin yaş kaynaklarının yol açtığı ITAB çatlamları üç faktöre bağlıdır.

- 1- Kaynak banyosundaki hidrojen
- 2- İTAB içersinde gelişen iç yapılar,
- 3- Kaynak bağlantı noktalarındaki gerilme durumları

Hidrojen çatlamları aşağıdaki durumların uygulanmasıyla azaltılabilir.

- 1- Tavlama elektrodu kullanarak (Erimiş kaynak banyosundaki yüksek hidrojen konsantrasyonunu katılaştırılmış kordon (kök) kaynağında olduğu kadar iyi tutunmasını sağlayabilir)
- 2- Elektrod örtüsü ve kaynak tozunun kaynak sırasında oluşan gazların kaynak plazmasına girişim sağlayacak özellikte olması.
- 3- Kaynak banyosu hidrojen çekimini en düşük seviyede tutacak kaynak parametrelerinin seçilmesi
- 4- Kaynak uygulaması, minimum gerilmeyi oluşturacak biçimde tasarlanmalı

Ferritik bazlı kaynak çökeltilerinin kullanımı, kaynak banyosunda kaynak bölgesinden iterek ITAB gidecek ve kök altı çatlamların büyümesine neden olacaktır. Hidrojene karşı hassaslığı kısmen hafifletici bir metod olarak hidrojen için daha büyük çözünürlüğe sahip östenitik kaynak çözeltisi kullanarak bölgece hidrojenin ITAB'a ulaşma eğilimi azalmış olacaktır. [6]

- 5- Silikon . metil klorit + H₂O " Silikonda C ortamı yerine Si atomu vardır." Yüksek sıcaklığa dayanıklılık su giderici özelliğe sahiptir.

Buna rağmen östenitik paslanmaz çelik tavlama elektrodu kullanımı yüksek termal genleşme katsayısındaki (CTE) 6 bir çökelti ile sonuçlanır ve yüksek

artık gerginlikler ve çatlamların artması eğilimi kadar ferritik bazlı metallede ilgilidir.

H2 için yüksek çözünürlük ile Y.T.G.K. yanlış eşlemesini kapsayan bu probleme çözüm olarak, yüksek nikel içerikli kaynak çökeltileri kullanılmaktadır. Çünkü nikel bazlı alaşımlar neredeyse ferritik çelik ile aynı Y.T.G.K'ya sahiptir ve büyük orandaki hidrojen içeriğiyle başa çıkabilecek yetenektir.

Nikel kaynak metali çökeltisi, ösenitik paslanmaz çelik kaynaklarında görülen engellenebilen çatlama karşı neredeyse korunmasına rağmen nikel bazlı elektrodların kullanımına derinlik hassasiyetlerinden dolayı kısıtlama getirilmiştir.

ITAB'daki hidrojen çatlamlarını önlemede bu elektrodların başarılı olmalarına karşın ortaya çıkan kaynaklar gözeneklidir ve bazı durumlarda ise gevreklemelerden çabuk etkilenirler. 30 m derinlikteki nikel bazlı kaynaklar aşırı derecede gözeneklilik gösterirler ki birde bu derinlikteki yeterli olmayan ısı girişine bağlıdır.

Yaş kaynak Nikel bazlı örtülü elektrodla kaynak yapıldığında kaynak çökeltileri sadece 10 m derinlik altında başarılı olmaktadır. Çok büyük derinliklerde kaynak, nikel bazlı elektrod kullanıldığında yüksek derecede bir ısı girişine gereksinim gösterir. Mevcut olan hidrojen içeriğinin etkisini azaltmak için arkın içinde diğer gazların bulunmaları gerekir. Kaynak tozunun karbonat içeriğinin artırılması ile arktaki CO içeriğinin yükseldiği görülmüştür ve böylece hidrojen azalmıştır. [7,8]

Karbonatlar [8] ayrıca metal çökeltisinin oksidasyon derecesini arttırırlar ve buda kaynak metali hidrojen içeriğini azaltır. Karbonatların ayrışması yüksek oksijen ve düşük hidrojenle sonuçlanır. Karbonatların mevcut hidrojen içeriğini azaltmaya yönelik kullanımı tüm etkenler düşünüldüğünde pek dikkat çekici olmayabilir. Çünkü karbonatlar ayrıca artan basınçla beraber kaynak metaline karbon ve oksijen çekimini yükseltirler. Karbonun ferritteki hidrojen çözünürlüğünü düşürdüğü, östenitteki hidrojen çözünürlüğünü ise arttırdığı gözlemlenmiştir. Böylelikle, artan karbon içeriği, östenit ayrışmasıyla beraber çok büyük potansiyelli hidrojen aşırı doyuma sebep olacaktır. Buna bağlı olarak ise

arkta uygun şekilde hidrojen azalma etkileri olacaktır. Bu problem sığ derinliklerde yüksek karbonat içeriği kullanımına sınır getirebilir.

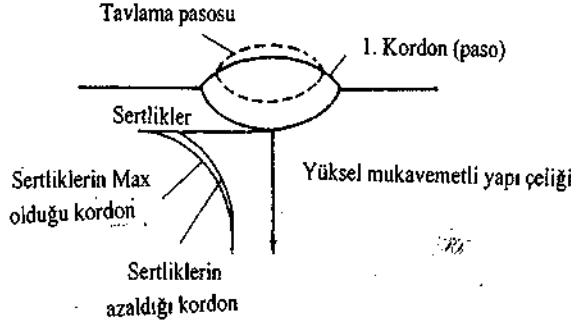
Difüzyon yapabilen hidrojen içeriği yükselen gerilimle beraber artar, fakat yükselen kaynak akımı ile beraber azalır. Bu sonuçlar gösteriyor ki düşük potansiyeldeki ve yüksek akımdaki kaynak, kaynak metaline difüzyon yapan hidrojen içeriğinde önemli bir azalma sağlar.[9] Yaş sualtı kaynaklarında difüze olan hidrojen örtülü elektrodla ve özlü elektrodların her ikisi içinde artan ısı girişi ile beraber azalır. [10 -11]

Hidrojen çatlamasına diğer faktör ise uygulanan gerilmelerle artık gerginlik durumlarıdır. Uygulanan gerilim, onarımda kullanılan kaynaklı bağlantının hazırlığın iyileştirilmesiyle azaltılabilir. Platformlarda yaş su altı kaynak onarımlarında hasarlı bölge üzerine yan yana ve üst üste sıklıkla kaynakla taranarak işleme gerçekleştirilecek kaynak yapılabilir. Bu kaynak şekli (kaynakla tarayarak işleme) gelişmiş donanımlarla sonuç verirler ve gerilmeler azaltılır ve kaynak yapılan malzemeye uygulanan gerilme geniş kaynak metali çözültisi kullanılarak iyileştirilebilir. Bu işlem ufak gerilmelerle ITAB'ta iyi bir sonuç verecektir.

[6]- CTE : Coefficient of thermal expansion

TAVLAMA KORDON İŞLEMİ (PASOSU)

Gerilimleri ve aynı zamanda hidrojen çatlamalarını azaltmak için yaş kaynak işlemini ısıl işlemlere tabi tutulmalıdır. [3-12] Yaş metalle üzerinde kayda değer ön ısıl işlemi uygulanarak ne kadar zor olsada, kalın kesitli kaynaklarda birleşme (füzyon) hattında çatlama meylini azaltan tavlama kordonu uygulaması geliştirilmiştir. Tavlama kordonu pasosu daha önce atılmış olan kaynak çökteltisi üzerine yapılır, böylece esas metal çatlama eğiliminden daha az etkilenir. [13] Şekil 3



Şekil 3 : ITAB sertliği ve kordon altı çalışmaları etkisini azaltmak için yapılan tavlama pasosu işlemi [4]

görüldüğü gibi ikinci kaynak pasosu (çökeltisi) veya tavlama kordonu, önceki kaynak pasosunun üzerine uygun bir şekilde ve dikkatlice kaynatılmalıdır. Kaynak tavlama kordonlarının yaş sualtı kaynak özelliklerini etkiliyebildiği kanıtlanmıştır. Kaynak metalinde kaynak bölgesindeki geçişlerin değişiminden dolayı Charpy V 7 çentik darbe dayanıklılığı artar. [10-11] Bu uygulama şekli sertlik kadar gerginlikleri de azaltacaktır ve yük Çeş'li çeliklerin yaş kaynağında en iyi işlemi gösterecektir. Tavlama kordonu işlemindeki diğer bir avantaj ise ; tavlama kordonu yüksek sıcaklıktaki östenitik durumdayken hidrojen için uygun bir kaynak oluşur ve böylelikle hidrojenin birazı çatlamaya daha hassas ITAB'dan çıkar.

[7] Charpy V: TS 269'da kabul edilmiş olan V çentik darbe (vurma) testi deneyi

KAYNAKLAR

- [1] TSAİ, C.L ve MASUBUCHİ, K. *Interpretive Report on Underwater Welding.* Weld. Res. Counc.Bull., Vol 224, 1977, P1-37
- [2] TSAİ, C.L ve MASUBUCHİ, K. *Marchanisms of Rapid Cooling in Underwater Welding,* Appl.Ocean Res, Vol 1, No.2, 1979 P 99-110
- [3] GRONG O. OLSON, D.L ve CHIRSTENSEN, N. *On the Cobbon Oxidation in Hyperbaric, MMA Welding.* Met. Conotr, Vol 17, No:12 1985, P81UR – 814 R

- [4] IBARRA, S ve OLSON, D.L *Wet Underwater Steel Welding. Ferrous Alloy Weldments*, Vol 69-70 key. Eng. Materials, Trans Tech Publications, Zurich, 1992 P 329 – 378
- [5] OZAKI, O, Naiman, J ve MASUBUCHI, K. *Study of Hydrogen Cracking in Underwater, Steel Welds*, Vol 56, NO:8, 1977, P2315- 2375
- [6] Stalker, A.W, HART, P.H.M ve SALTER, G.R, " An Assesments of Shielded Metal Arc Electrodes for the Underwater Welding of Carbon Manganese Structural Steels" *Offshore technology Conference, OTC Report 2301- HUSTON*,1975
- [7] CHEW, B. *Prediction of Weld Metal Hydrogen Levels Obtained Under Test Conditions* Vol 52, 1973, P3865-3915
- [8] SROKIN, L.L ve SIDLIN, A.Z, *The Effect of Alloying Elements and of Marble in an Elevtrode Coating on the Succceptibility of a Deposited Nickel Chrome Metal to Pore Formation*, Suar, Proizvod, No.11, 1974 , P 7-9
- [9] KONNONENKO, Y.V, *Effect of Water Salinity and mechanized Underwater Welding parameters on Hydrogen and Oxygen Content of Weld Metal*, *Welding Under Extreme Conditions*, Pergamon Pres, 1989, P113- 118
- [10] HOFMEISTER, H ve KUSTER, K. *Process Variables and Properties of Underwater Wet Shielded metal Arc Laboratory Welds*, 1983, P115-125
- [11] HOFFMEISTER, H ve KUSTER, K. *Process Variables and properties of Under water Gas Metal Arc laboratory and Sea Welds of medium Strength Steels*, *Under Water Welding* Pergamon Pres, 1983, P239-246
- [12] MATSUNAWA, A. TAKEMATA, H VE OKAMOTO, I. *Analysis of Temperaduve Field with Eguridial Cooling Boundary around Moving heat Sources – Heat Conduction Analysis for Estimation of Thermal Hysteresis during Underwater, Welding*, Trans. JWRI Vol 9, No.1, 1980, P 11-18
- [13] OLSEN, K. OLSON, L.D ve CHRISTENSEN, N *Werd Bead Tempering of Heat Affected Zone*, *Scand. J. Metal*, Vol11, 1982 P 163-168

ANILAR

ALUMİNA BULK YÜKÜNÜN YAKIT TANKINA KARIŞMASI SONUCU ORTAYA ÇIKAN SORUNLAR

Yasin KASA

*Uzak Yol Başmühendisi (MK99)
Antares Denizcilik Ltd. Genel Müdürü*

9600 BHP gücünde ana makinesi olan 46.500 DWT'lik bir dökme yük gemisi Alumina Bulk taşımaktadır. Yükünü Avustralya'nın Fremantle limanından almış ve Amerikanın Houston limanına götürmektedir.

Makine Lostromosu güvertede dolaşırken No.2 HFO tankı hava firarından gemi yalpaya düştüğünde beyaz bir tozun geldiğini farkeder.

Yükün yakıt tankına karıştığından şüphelenip HFO filitreleri açılır ve filitrelerde Alumina görülür. No.2 HFO tankında iki adet hava firar borusu vardır. Gemi yalpaya düşünce sadece bir tanesinden toz gelmektedir. Bu durumda iskele taraftaki hava firar borusunun ambar içinden geçen kısmından delindiğine karar verilmiştir. Derhal bu deliği kapatmak için çareler aranmaya başlanmıştır.

Gemide bulunan bir futbol topunun iç kısmı alınıp ucuna uzunca bir hava hortumu bağlanmıştır. Sounding table'dan hava firar borusunun ambar içinden geçen kısmının boyu hesaplanıp hava firar kafası sökülür ve boru içine topun iç kısmı yerleştirilip hava musluğu açılır. Top boru ağzından şişirilerek sonraki operasyon için ne kadar hava kullanılması gerektiği hesaplandı.

Daha sonra topun içindeki hava tahliye edilerek hortum boru içinde aşağıya gönderilmeye başlandı. Sounding table daki boru boyuna göre hortum ambar boyunu geçecek şekilde aşağıya sarkıtıldı.

Bu işlem tamamlandıktan sonra hava musluğu açılarak gözle görülmediği halde topun boru içinde şişip sızdırmaz hale gelmesi sağlandı. Hava hortumu körlenip borudan topun üzerine çimento döküldü.

Daha sonra yapılan araştırmalarda (gemi tersaneye girdiğinde) bu operasyonun son derece başarılı olduğu ve delikten yakıt tankına Alumina akışının tamamen kesildiği tespit edilmiştir.

O anda yapılması gereken ise yakıt transfer pompasından ana makine enjektörlerine kadar tüm elemanların Alumina karışmış yakıt ile ne kadar çalışmış olduğunu tespit etmektir. Fakat bu tanka ne kadar Alumina karıştığının bilinmemesi ve geminin tanklarında bulunan yakıt miktarının No.2 HFO tanktaki yakıtın kullanılmasını zorunlu kılması işleri iyice zora sokmuştur.

General Council of British Shipping, The Storage and Handling of Marine Fuel Oils on Board Ships yayını da Aluminanın etkileri konusunda aşağıdaki metni yayınlamıştır.

"The source Aluminium is usually the catalysts used in secondary refining techniques. The presence of aluminium generally fingerprints catalyst fines from a catalytic cracking process. Alumina and Silica from this process and sand and grit present in crude oil can cause abrasive damage if their content is excessive and they are not removed by efficient fuel treatment."

Gemide sınırlı yakıt bulunması yüzünden konu karışık yakıt yakılmaya devam edilmiştir. HFO seperatöründe gerekli değişiklikler yapılarak yakıttaki yabancı madde miktarı en aza indirilmeye çalışılmıştır.

Gemi limana yanaşmadan önce ana makine diesel oil'e geçilmiş ve makine devrinde seyirdim başladığı dikkat çekmiştir. Sonradan yapılan kontroller de bu seyirdimin M/E yakıt pompa elemanlarının aşınmasından kaynaklandığı anlaşılmıştır. HFO ve D/O arasındaki viskozite farkı bu pompa kayıplarını ortaya çıkarmıştır.

Ana makine stop edildikten sonra bir süre makinenin soğuması beklenilmiş skavenç mahalli kapakları açılıp segman kontrolü yapılmıştır. Durum ciddidir. 6 silindirde bulunan toplam 24 segmanın hepsinin kırık olduğu görülmüştür.

Sırayla 6 silindirde piston overölü yapılmış, Alınan ölçülerde tüm layner'lerin en az 1mm oversize olduğu tüm segman yuvalarının da oversize segman kullanılacak şekilde aşındığı görülmüştür.

6 silindir overölü tamamlandıktan sonra tüm enjektörler değiştirilmiştir. Sonraki limanlarda da Egzoz Valfleri değiştirilmiştir.

Manevralar sırasında ise makinenin ilk startında ve yarım yoldan tam yola geçişlerde sorun yaşanmaya başlanmıştır. İlk startta dikkat çeken ise sistemin makineye yakıt vermemesi olmuştur. Makine hava basıncı ile dönmekte fakat yakıt verilmediği için tekrar stop etmektedir. Aynı sorun makine yarım yoldan tam yola geçerkende yaşanmış, rak kolu hangi pozisyona getirilirse getirilsin governor daha fazla yol vermemiştir. Bu durumda ilk akla gelen Woodward PG serisi mekanik governorlardaki Scavenç havası ile iştirakli çalışan Fuel Limiter olmuştur. Scavenc havası yeterli basınca ulaşmadığında devreye giren "fuel limiter" governorun daha fazla yol vermesini engelleyerek makineyi korumaktadır. Fakat acil durumlar için sistem bir "scav.air cut out limiter" sistemi ile donatılmıştır.

Bu switch "cut out" durumuna alınınca governor üzerindeki limitere gelen scavenç havası kesilir ve 6-7 bar basıncındaki kontrol havası limitere verilir. Bu yalancı basınç ile aldanan limiter makineye yol verilmesine izin verir. Manevralar sırasında da bu switch makine personeli tarafından kullanılmak zorunda kalmıştır. Ek bir bilgi olarak yazmak gerekirse scavenç havası basıncı normal olan gemilerde de aynı sorun yaşanabilir. Özellikle manevralar sırasında makine devir yükselmesi çok yavaşlar hatta yarım yoldan tam yola geçmesi 30 dakika alabilir. Bu durumda bakılması gereken ilk yer mekanik governor üzerindeki limiterde bulunan filitredir. Bu filitre kirlendiği zaman skavenç basıncı tam olarak okunamamakta ve limiter devreye girip makineye yol verilmesini engellemektedir. Bu filitre temizlenir temizlenmez sistem normale dönmektedir. Elektronik governorlu yeni gemilerde ise aynı sorun yaşanabilir. Safety Unit yazılımında Scavenging Air Fuel Limiter sistemi

bulunmaktadır. Bir örnek vermek gerekirse Yardımcı blower'lerin kartlarının yanıp çalışmadığı bir gemide ilk start anında blower'lerden yeterince hava sağlanamayınca makine pek ağır yol devrinde çalışıp daha fazla yol vermemiştir. Bu durumda Safety Unit yazılımına girilip Limiter "ON" konumundan "CANCEL" durumuna alınmalıdır.

Takip eden aylarda ana makine çalışırken silindirlerden segman kırma sesleri duyulmaya başlanmıştır. Öyleki pasific okyanusunda bir silindirde egzoz sıcaklığı anormal derecede artınca yol kesilmiş bu arada soğutma suyu expansion tank'ın kaynadığı farkedilmiştir. Makine stop edilip Skavenç kapağı açılmıştır. Torna çark devreye alınıp makine çevrilmiştir. Soğutma suyunun skavenç mahalline aktığı görülünce laynerin çatladığına kesin olarak karar verilmiştir.

Hemen silindir kaveri alınıp kontrol edilmiş, laynerin yanma odası kısmında yaklaşık 40mm'lik çatlak fark edilmiştir.

Denizin durumu layner değişimine müsaade etmeyecek şekilde kötü olduğundan iyi bir sonuç beklenmesede çatlağı kaynakla doldurmak denenmiştir. Sonuç alınamayınca ana makinenin bu silindirini askıya alıp 5 silindir ile layneri çekebilecek bir yere kadar gitmeye karar verilmiştir.

M/E operasyon kitabında belirtilen prosedür izlenerek M/E No.3 cyl askıya alınmıştır. Askıya alınırken soğutma suyu silindirden dreyn edilmektedir. Bu durumda silindir gövde sıcaklığı 200 _ nin üzerine çıkmakta ve bir çok sakınca doğurmaktadır. Bu durumda egzoz valfi açık olarak bloke edilmelidir. Bu halde skavenç havası sirkülasyonu silindir bloğunu soğutmaktadır.

Aksi halde silindirdeki kompresyon başta duran egzoz valfini kapatabilmekte bu durumda gövde sıcaklığı giderek artmaktadır. M/E işletme kitabında belirtilen devir sayısında seyir yapıldıktan sonra bir demir yeri bulunmuştur.

Demir yerinde yedek layner ile çatlak layner değiştirildi. Operasyon tamamlandıktan sonra sefere devam edilmiştir.

36 günlük seyir sonunda yapılan kontrollerde geriye kalan 5 silindir

laynerinde küçük çatlamalara maruz kaldığı görüldü. Bu limana yetiştirilen 5 adet yeni layner hemen değiştirildi. Tüm piston kafaları recondation'a gönderildi. Tüm enjektör ve yakıt pompası elemanları yenilendi.

Yukarıda görüldüğü üzere yakıta karışan Alümina ana makine ve yardımcı aksamalar üzerinde ciddi hasarlar vermiş gemi personelinin, yükünü ve çevreyi riske atan sonuçlar doğurmuştur.

Saygılarımla

ANILAR

ENTERESAN BİR KOMPRESÖR ARIZASI

Süleyman Savaş

Olca Çelik

Anlatacağımız olayda, bir sistemde oluşan sorunun (örnekte olduğu gibi hava kompresöründe) o sistemle ilgisi olmayan diğer kritik sistemleri (dizel alternatörlerini, hatta pervane gücü) hemen nasıl etkileyebileceğini göreceğiz.

Gemi seyir halinde saat 00:35'de makine vardiyacısı dört dizel alternatörünün ikisinin yağ sıcaklığında artış olduğunu fark ediyor. Saat 00:40 da ise ana hava kompresörünü besleyen deniz suyu soğutma borularının sıcak olduğu kayıt ediyor.

Saat 00:45'de, dizel alternatörlerden birinin ceket soğutma suyu sıcaklığının alarm vermesinden hemen sonra diğer çalışan dizel alternatörlerin yağlama yağı yüksek sıcaklık alarmı da veriyor.

Saat 00:50 de, çalışan ana hava kompresöründen duman çıkmaya başlıyor ve alternatör katı için yangın alarmı devreye giriyor.

Vardiyacı personel hemen makine kontrol odasına dönerek kompresörü durduruyor. Kısa bir süre sonra diğer iki alternatörün ceket soğutma suyu sıcaklığı da yüksek sıcaklık alarmı veriyor. Vardiyacı 2. mühendisi arıyor. 2. mühendis hemen köprüüstünü arayarak makinenin çöktüğünü ve acil olarak yol kesilmesi gerektiğini bildiriyor.

5 dakika sonra, ana deniz suyu devresi basıncı 1.5 bar 'ın altına düşüyor. Bir deniz suyu kaçağı olması ihtimali düşünülerek makine dairesi sintine

katı ile makine çevresi, borular kontrol edildikten sonra yedek deniz suyu pompası lokal olarak çalıştırılıyor. Pompa çalıştırıldıktan sonra, iki dizel alternatörünün tribi atıyor ve ana kontrol panosu anormal elektrik yükü alarmı veriyor. Ana deniz suyu basıncı ise, olay çözülmüş olmamasına rağmen 2.6 bar'lık normal basıncına dönüyor.

Vardiyacı diğer iki alternatör trip attığında, yedek alternatörü devreye alıyordu. Gemi karardığı ve deniz suyu sağlanamadığı için yedek (standby) alternatör de duruyor. Acil durum alternatörü otomatik olarak devreye giriyor ve acil durum aydınlatması ile mahal aydınlatılıyor.

Kontroller yapılıyor, ama 5 alternatörün hiçbirinin yeterli soğutma suyu olmadığı tespit ediliyor. Tribleri resetlenemediği için devreye alınmıyor.

Ana güç kaynağı kontrol paneline yönlendirilmesine karşın alternatörlerin tekrar çalıştırılabilmesi için yeteri kadar soğutulması biraz zaman alıyor. Saat 02:10 civarında, ana deniz suyu pompası ile stand-by'daki ana hava kompresörü ve tüm diğer gemi sistemleri kontrol edilerek eski duruma döndürülüyor.

Tüm olayların temel sebebi çalışan hava kompresörünün soğutma tüpünün ikinci aşamasında yaşanan bir yırtılma olduğu anlaşılıyor. Başlangıçta sıkıştırılan havanın soğutma sistemine içine kaçmasına izin veren ince bir yırtık olmasına rağmen kompresör soğutma suyu rilif valfinin çalışmasına yol açacak yeterlilikte olmadığı görülüyor. Ana deniz suyu çevrimine giren bu hava, soğutma suyu akışını etkileyerek, deniz suyu sistemi basıncında ani düşüş ve çıkışlar yaratıyor. Dizel alternatörlerin aşırı ısınmasına yol açıyor. Yangın alarmının devreye girmesinin sebebi duman değil, ceket rilif valfinden çıkan hava ve su buharı olduğu tespit ediliyor.

Bu olaydan iki hafta önce hava kompresörlerini açan mühendis, kompresör ceket soğutma suyu rilif valfini overhol etmiş ve rilif valfinin düzgün çalışabilirliğini sağlamıştı. Bu yüzden olay kazasız atlatılabildi.

Kardeş (sister) bir gemide iki yıl önce benzer bir kompresör borusu aynı şekilde kaçırması ve o olayda deniz suyu ceket rilif valfi tutmuştu. Fotoğraflar bize o olayın sonucundaki hasarı göstermektedir.



Çalışan "kompresör rilif valfi" hasarı ve olası kazayı önler.



Kompresör ceket soğutma suyu rilif valfi düzgün çalışmayan gemide, soğutma suyu borusu yırtıldıktan sonra meydana gelen hasar.

SONUÇ

Rilif valflerin çalışırılığının düzenli olarak kontrol edilmesi sadece kompresörü değil hayatımızı da koruyabilecektir.

QUEEN ELIZABETH 2'NİN MAKİNE DAİRESİNDEKİ CİDDİ SU BASKININDAN SONRA MAİB, SÖRVEY STANDARTLARI BELİRLENİRKEN, DENİZ SUYU BORULARININ DİKKATE ALINMASINI TAVSİYE ETTİ

Queen Elizabeth 2, 18 Mayıs 2002 tarihinde, Newyork için Sauthaupthan'dan ayrılarak, 1457 yolcu ve 973 mürettebat ile Atlantik yolculuğuna başladı.

Seferin üçüncü gününde, görevli vardiya mühendisi makine dairesi sintinesinde büyük bir deniz suyu kaçağı gördü, bunun sebebini araştırdı ve tatlı su üretiminde kullanılan bir evaporatörün 250 mm çapındaki deniz suyu giriş borusundaki bir delik olduğunu tespit etti.

İsoloting valf ile gemi sacı arasındaki kısımdaki kaçak yüzünden meydana gelen su kaçağı, bu valfin kapatılmasıyla bile durdurulamadı. Dolayısı ile sintinedeki su yükselmesi önlenemedi. Acil tamir olarak, esnek baloncunun (flexible bladder) arızalı borunun içine ustaca yerleştirilmesi ve basınçlı havanın bu balona basılması ile kaçağın önlenmesi için etkili olmuş ve geminin emniyetli şekilde Newyork'a ulaşmasını, burada kalıcı tamirlerinin yapılmasını sağlayabilmiştir.

Fakat kaçağın önlenebilmesi için acil tamirler yapılırken çok miktarda deniz suyu makine dairesini doldurmuştu. Bu süreçte bir miktar suyun geminin yağlı su toplama tankına pompalanmasına rağmen sintineye suyun dolmasının önüne geçmekte başarılı olunamadı ve birkaç yüz ton su da doğrudan denize basıldı. (Su dolması geminin emniyeti bakımından risk oluşturduğundan, dışarı basma olayına anti-pollution düzenlemelerin onayına uygun olarak yapılmasına izin verilir.)

Borunun delinmesinin çok basit bir deniz suyu korozyonu sonucu olduğu anlaşıldı. Fakat, korozyon derecesini anlamak borda sacına kaynatılmış bir flenç yüzünden güç oldu. Ayrıca borunun iç temizliği ve incelemeleri de borunun uzun ve nispeten küçük çapta olduğundan güçlüklerle yapılabildi.

Bu tür potansiyel kazanın sonucu olarak; Marine Accident Investigation Board (MAIB) Deniz Kazası Araştırma Kurulu, bazı önerilerde bulundu:

- Su kaçaklarının geminin emniyetini ciddi bir biçimde zayıflatığı için deniz işbirliklerinin detaylı bir şekilde incelemesini,
- Bu tür doğrudan denizle işbirlikli borularının, detaylı olarak incelemelerinin rutin olarak kontrol edilmesi gerektiği, yapılan gemi emniyet yönetimi sistemdeki kural değişiklikleriyle sağlanması ,
- Lloyd Register of Shipping'e bu kuralı getirirken IACS tarafından dikkate alınmasını önerdi.

LAYNER ÇEKME APARATININ YETERSİZ KALDIĞI YERDE BİR CO2 YANGIN SÖNDÜRME TÜPÜNÜN KULLANILMASI

1970'lerin ortasında, çift pervaneli ve ana makinesi Sulzer TAD36 olan MIV Gaelic feribotu seyir halinde iken, rutin bir krank keys kontrolü esnasında, laynerlerden bir tanesinin kaçırıldığını tespit edildi. Emniyetli bir yere gelindiğinde, konu laynerin seal ringlerinin değiştirilebilmesi için o silindire ait kaver söküldü, piston dışarı alındı. Üretici firmanın orijinal layner çekme aleti yerine monte edildi. Fakat layneri yerinden oynatmak mümkün olmadı. İki adet "I" şeklinde giriş, krank keys kapağı açıklığına enine olarak yerleştirildi ve iki hidrolik jak layner eteği altına layneri kaldıracak şekilde girişlerin üzerine konuldu. Çekme donanımına ve jaklara basınç verildi. ama etek zarar gördüğü halde layner yerinden oynatılamadı.

Her şeyin umutsuz görüldüğü bir anda, üçüncü mühendis bir öneride bulundu, Bir kaç tane stim borusu teçhiz edip laynerin oturduğu yerin etrafını ısıtmak için kullanacağını söyledi.

Bu başka bir şeyi aklımıza getirdi. Ve bir CO2 yangın söndürme tüpünü laynerin içine yaklaşık 12 tane dairesel hareketle aşağıdan yukarıya doğru boşalttık, Hemen ardından bir "beng" sesi geldi ve layner birkaç cm oynadı.

Bu yöntem, kaldırma donanımının yetersiz olduğu durumlarda kullanılabilecek bir yöntem olarak düşünülebilir.

TMMOB
Gemi Makineleri
İşletme Mühendisleri Odası
Kadıköy / İstanbul
Tel: 0 216 348 81 44 Faks. 0216 348 81 06
www.gemimo.org / bilgi@gemimo.org



Sponsor



SNR HOLDİNG