

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**GEMİ ANA MAKİNESİ YARDIMCI SİSTEMLERİNE YÖNELİK SİMÜLATÖR
ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ ve UYGULANMASI**

KAAN ÜNLÜGENÇOĞLU

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
GEMİ İNŞAATI ve GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
GEMİ İNŞAATI ve GEMİ MAKİNELERİ MÜHENDİSLİĞİ PROGRAMI**

**DANIŞMAN
PROF. DR. HÜSEYİN YILMAZ**

İSTANBUL, 2012

T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**GEMİ ANA MAKİNESİ YARDIMCI SİSTEMLERİNE YÖNELİK SİMÜLATÖR
ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU tarafından hazırlanan tez çalışması 11.01.2012 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Eş Danışman

Doç. Dr. Fuat ALARÇİN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Jüri Üyeleri

Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Yıldız Teknik Üniversitesi

Prof. Dr. Adnan PARLAK

Yıldız Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Cengiz DENİZ

İstanbul Teknik Üniversitesi

Doç. Dr. Fuat ALARÇİN

Yıldız Teknik Üniversitesi

Yrd. Doç. Dr. Ahmet SAĞIRLI

Yıldız Teknik Üniversitesi

ÖNSÖZ

Bu çalışma, gemi ana makineleri yardımcı sistemlerinde oluşan ve doğrudan ana makine işletimi üzerinde olumsuz sonuçlar doğuracak arızaların tespitinde gemi makine personeline yardımcı olmak ve makine dairesi simülatör sistemlerine entegre edilebilir, masaüstü tabanlı sistemde eğitici ve yol gösterici uzman bir sistem önermektedir.

Bana bu konu üzerinde çalışmayı öneren ve hertürlü desteğini, hoşgörüsünü benden esirgemeyen, bana her zaman yol gösterici olan değerli tez danışmanım Sayın Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ ve eş tez danışmanım Sayın Doç. Dr. Fuat ALARÇİN hocalarıma, lisans ve yüksek lisans eğitimlerim süresince aldığım her derste bana birçok yeni bilgiyi öğreten ve hayata bakış açımı genişleten bütün değerli öğretim üyelerine çok teşekkür ederim.

Bütün hayatım boyunca fedakâr çabaları ile desteklerini esirgemeyen, beni yetiştiren ve bana güvenen çok sevgili ve değerli aileme ve ablam Sayın Mine ÜNLÜ'ye, sabrı, desteği ve yardımları için sevgili eşime, etik kuralları çerçevesinde faydalı bir bilim insanı olabilmem için fikir ve yönlendirmeleri ile bana her zamana yol gösteren Sayın Prof. Dr. Mustafa YAMAN, Sayın Prof. Dr. Adnan PARLAK ve Sayın Dr. Abdullah ÜNLÜ'ye çok teşekkür ederim.

Çalışmamda emeği geçen arkadaşlarım Uzakyol İkinci Mühendisi Araks EKMEKÇİOĞLU'na, Uzakyol Vardiya Mühendisi Ersan TÜRKMEN'e, Bigisayar Mühendisi Mustafa SİVRİ'ye, Araştırma Görevlileri Ömer Kemal KINACI, Ahmet YURTSEVEN, Burak YILDIZ ve Tarık KOÇAL'a, Gemi İnş. ve Gemi Mak. Mühendisi Saim Hakan GÖKSOY'a ve tüm mesai arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Ocak, 2012

Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU

İÇİNDEKİLER

	Sayfa
SİMGE LİSTESİ.....	viii
KISALTMA LİSTESİ.....	ix
ŞEKİL LİSTESİ.....	x
ÇİZELGE LİSTESİ	xii
ÖZET.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
BÖLÜM 1	
GİRİŞ.....	1
1.1 Literatür Özeti	1
1.2 Tezin Amacı	4
1.3 Hipotez	5
BÖLÜM 2	
TEMEL SİMÜLASYON KAVRAMLARI	7
2.1 Simülasyon Tanımı	7
2.2 Simülasyon Süreci	8
2.3 Simülasyonun Faydaları	9
BÖLÜM 3	
MAKİNE DAİRESİ SİMÜLATÖRÜ	11
3.1 Makine Dairesi Simülatörü Fiziksel Sistem Gereksinimleri.....	13
3.2 Makine Dairesi Simülatörünün Uygulamalı Denizcilik Eğitimindeki Yeri..	18
3.3 MDS Sistem ve Makine Modelleri.....	20
3.3.1 Ana Makine.....	20
3.3.2 Sevk Kontrol Sistemi	20
3.3.3 Tatlı Su Soğutma Sistemi	20

3.3.4	Deniz Suyu Soğutma Sistemi	21
3.3.5	Yağlama Yağı Sistemi	22
3.3.6	Fuel Oil Sistemi	23
3.3.7	Basınçlı Hava Sistemi	25
3.3.8	Egzoz Gazı ve Turboşarjer Sistemi	25
3.3.9	Silindirlerde Yanma İşlemi Analizi Sistemi	25
3.3.10	CPP Kontrol Sistemi	26
3.3.11	Buhar Sistemi	26
3.3.12	Turbo Jeneratör	26
3.3.13	Balast Sistemi	27
3.3.14	Dümen Makinesi	27
3.3.15	Sentine Suyu Sistemi	27
3.3.16	Tatlı Su Üreteci (FWG)	28
3.3.17	Atık Su (Sewage) Sistemi	28
3.3.18	Yangın Sistemi	28
3.3.19	Soğutma Sistemi	29
3.3.20	İklimlendirme Sistemi	29
3.3.21	Elektrik Güç Sistemi	29

BÖLÜM 4

ANA MAKİNE YARDIMCI SİSTEMLERİ ve MAN B&W MC MAKİNELERİ İÇİN İŞLETME

KOŞULLARI	31
4.1 Ana Makine Soğutma Sistemi	32
4.1.1 Açık Soğutma Sistemi	32
4.1.2 Kapalı Soğutma Sistemi	33
4.1.2.1 Konvansiyonel Soğutma Sistemi	33
4.1.2.2 Merkezi Soğutma Sistemi	35
Merkezi Soğutma Sisteminin Avantajları	40
Merkezi Soğutma Sisteminin Dezavantajları	40
4.2 Ana Makine Yağlama ve Soğutma Yağı Sistemi	40
4.2.1 Silindir Yağlanması	43
4.2.2 Silindir Lubrikatörleri	44
4.3 Yakıt Sistemi	46

BÖLÜM 5

ANA MAKİNE UZMAN ARIZA TEŞHİS ve DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

5.1 Ana Makine (M/E) Seçimi	52
5.2 Ana Makine Merkezi Soğutma Sistemi Alarmları	55
5.2.1 Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri	57
5.2.1.1 F1: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı Yüksek	57
5.2.1.2 F2: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı Düşük	59
5.2.1.3 F3: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek	60
5.2.1.4 F4: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek Yüksek	60
5.2.1.5 F5: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük	61
5.2.1.6 F6: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük Düşük	62

5.2.1.7	F9: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye.....	62
5.2.1.8	F10: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye	62
5.2.1.9	F11: Deniz Suyu Basıncı Yüksek.....	63
5.2.1.10	F12: Deniz Suyu Basıncı Düşük.....	64
5.2.1.11	F13: Deniz Suyu Basıncı Düşük Düşük.....	65
5.2.1.12	F14: Deniz Suyu Sıcaklığı Yüksek	65
5.2.1.13	F15: M/E Ön Isıtma Sıcaklığı Düşük.....	65
5.2.1.14	F16: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye	66
5.2.1.15	F17: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye	66
5.2.1.16	F18: LT Soğutma Suyu Sıcaklığı Yüksek	66
5.2.1.17	F20: LT Soğutma Suyu Basıncı Düşük.....	67
5.2.1.18	F21: LT Soğutma Suyu M/E Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı Yüksek.....	68
5.2.2	Yapılacak Kontroller	68
5.3	Ana Makine Yağlama ve Soğutma Yağı Sistemi Alarmları	73
5.3.1	Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri	74
5.3.1.1	F1: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Düşük.....	74
5.3.1.2	F2: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek.....	74
5.3.1.3	F3: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek Yüksek	75
5.3.1.4	F4: M/E Yağlama Yağı Makineden Çıkış Sıcaklığı Yüksek	75
5.3.1.5	Piston Soğutma Yağı Sistemi Alarmları	76
5.3.1.6	F9: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük	76
5.3.1.7	F10: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük Düşük	77
5.3.1.8	F11: M/E Yağlama Yağı Basıncı Yüksek	77
5.3.1.9	F12: M/E Yağlama Yağı Yüksek Seviye	78
5.3.1.10	F13: M/E Yağlama Yağı Düşük Seviye	78
5.3.1.11	F15: Silindir Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük	79
5.3.1.12	F17: M/E Ana Yatak Segmentleri Sıcaklığı Yüksek	79
5.3.2	Yapılacak Kontroller	80
5.4	Ana Makine Yakıt Besleme Sistemi Alarmları	84
5.4.1	Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri	84
5.4.1.1	F1: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Düşük	85
5.4.1.2	F2: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Yüksek	85
5.4.1.3	F3: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Sıcaklığı Düşük.....	85
5.4.1.4	F6: FO Viskozitesi Yüksek	86
5.4.1.5	F7: FO Filtresi Giriş-Çıkış Basınç Farkı Yüksek.....	86
5.4.1.6	F8: Yüksek Basınç Borularında Sızıntı.....	86
5.4.2	Yapılacak Kontroller	86

BÖLÜM 6

GELİŞTİRİLEN UZMAN ARIZA TEŞHİS ve DEĞERLENDİRME SİSTEMİ UYGULAMASI..... 88

6.1	Geliştirilen Programın Tanıtılması.....	88
6.2	Geliştirilen Programa Ait Uygulama - 1.....	94
6.3	Geliştirilen Programa Ait Uygulama - 2.....	99

BÖLÜM 7

SONUÇ ve ÖNERİLER..... 104

KAYNAKLAR..... 106

EK-A

UYGULAMA KAYNAK KODLARI..... 108

ÖZGEÇMİŞ..... 113

SİMGE LİSTESİ

P	Basınç
V	Silindir/Piston strok hacmi
ϕ	Krank açısı
P_i	Ortalama indike basınç
P_z	Maksimum yanma basıncı
P_c	Sıkıştırma prosesi sonundaki basınç

KISALTMA LİSTESİ

A	Yapılması Önerilen Kontrol
AH	Yüksek Alarm
AL	Düşük Alarm
C	Arıza Sebebi
CPP	Hatvesi Kontrol Edilebilir Pervane
D/G	Dizel Jeneratör
DNV	Det Norske Veritas
F	Alarm
FO	Ağır Yakıt / Fuel Oil
FPP	Sabit Hatveli Pervane
FWG	Tatlı Su Üretim Cihazı
HT	Yüksek Sıcaklık
HTFW	Yüksek Sıcaklıktaki Tatlı Su / Ceket Soğutma Suyu
HVAC	Gemilerde Havalandırma ve Temel İklimlendirme Sistemi
IMO	International Maritime Organization (Uluslararası Denizcilik Örgütü)
LO	Yağlama Yağı
LT	Düşük Sıcaklık
LTFW	Düşük Sıcaklıktaki Tatlı Su
MDS	Makine Dairesi Simülatörü
M/E	Ana Makine
R/G LO	Dişli Grubu Yağlama Yağı
SHD	Ana Makine Durdur
SLD	Ana Makine Üzerindeki Yüğü Azaltmak Üzere Yol Kes
STCW	International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (Gemiadamları Eğitimi, Belgelendirilmesi ve Vardiya Tutma Standartları Uluslararası Sözleşmesi)
SW	Deniz Suyu
SWCPP	Deniz Suyu Pompası
T/C	Turboşarjer
YTÜ	Yıldız Teknik Üniversitesi

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa

Şekil 3. 1	Masaüstü makine dairesi simülatörü.....	12
Şekil 3. 2	Konsol üzerinde makine dairesi simülatörü.....	13
Şekil 3. 3	Simülatör eğitim sınıfları yerleşim planı	13
Şekil 3. 4	Simülatör eğitim sınıfları üç boyutlu yerleşim planı	14
Şekil 3. 5	Masaüstü tabanlı eğitim sınıfı üç boyutlu yerleşim planı - 1	15
Şekil 3. 6	Masaüstü tabanlı eğitim sınıfı üç boyutlu yerleşim planı – 2	16
Şekil 3. 7	MDS makine kontrol odası üç boyutlu yerleşim planı	16
Şekil 3. 8	MDS eğitimci istasyonu	17
Şekil 3. 9	MDS eğitimi amaçları	19
Şekil 3. 10	Simülatörde tatlı su soğutma sistemi ekran görüntüsü	21
Şekil 3. 11	Simülatörde deniz suyu soğutma sistemi ekran görüntüsü	22
Şekil 3. 12	Simülatörde yağlama ve piston soğutma yağı ekran görüntüsü	23
Şekil 3. 13	Simülatörde FO besleme sistemi ekran görüntüsü	24
Şekil 4. 1	Konvansiyonel deniz suyu sistemi.....	34
Şekil 4. 2	Konvansiyonel tatlı su soğutma sistemi.....	35
Şekil 4. 3	MAN B&W 7S50MC-C yüksek sıcaklık tatlı su devresi	36
Şekil 4. 4	MAN B&W 7S50MC-C HTFW devresi.....	37
Şekil 4. 5	MAN B&W 7S50MC-C LTFW devresi.....	38
Şekil 4. 6	Merkezi deniz suyu soğutma devresi.....	39
Şekil 4. 7	MAN MC makinelerinde yağlama ve soğutma yağı sistemleri	41
Şekil 4. 8	Yağlama ve soğutma yağı sistemine ait genel gösterim	42
Şekil 4. 9	MAN B&W MC makineleri yağlama yağı devresi.....	43
Şekil 4. 10	MAN B&W MC makinelerinde kullanılan FO besleme sistemi	48
Şekil 5. 1	MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi ve sevk sistemi boyutlandırılması.....	52
Şekil 5. 2	MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi tip tanımlaması	53
Şekil 5. 3	Yazılım Genel Akış Diyagramı	55
Şekil 5. 4	HTFW giriş sıcaklık alarm akış diyagramı	58
Şekil 5. 5	Deniz suyu basınç alarm akış diyagramı.....	63
Şekil 6. 1	MAN B&W 7S50MC-C makinesi alarm sistemi ana ekran görüntüsü.....	89
Şekil 6. 2	Merkezi soğutma sistemi işletme değerleri girişi ekran görüntüsü	90
Şekil 6. 3	Merkezi soğutma sistemi ideal çalışma değerleri ekran görüntüsü	90
Şekil 6. 4	Makine işletme değerleri girilmiş ekran görüntüsü.....	92
Şekil 6. 5	Genel alarm durumu ekran görüntüsü	93

Şekil 6. 6	Arızasız duruma ait ekran görüntüsü.....	93
Şekil 6. 7	Deniz suyu basıncı mevcut işletme değeri girilmiş ekran görüntüsü.....	94
Şekil 6. 8	Deniz suyu basıncı alarm durumuna ait ekran görüntüsü.....	94
Şekil 6. 9	Düşük deniz suyu basıncı alarmı ekran görüntüsü	95
Şekil 6. 10	Düşük deniz suyu basıncı sebepleri ekran görüntüsü.....	96
Şekil 6. 11	Düşük deniz suyu basıncı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü – 1.....	96
Şekil 6. 12	Düşük deniz suyu basıncı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü – 2.....	97
Şekil 6. 13	Düşük deniz suyu basıncı alarm durumunda yapılması gerekli tüm kontroller	98
Şekil 6. 14	Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü - 1.....	98
Şekil 6. 15	Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı alarmı ekran görüntüsü.....	99
Şekil 6. 16	Giriş değerini giriniz uyarısı ekran görüntüsü	100
Şekil 6. 17	Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı sebepleri ekran görüntüsü	101
Şekil 6. 18	Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü	101
Şekil 6. 19	Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü - 2.....	102
Şekil 6. 20	Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü – 3.....	103

ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa

Çizelge 5. 1	MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi teknik özellikleri	53
Çizelge 5. 2	MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi alarm sınır ve ölçüm değerleri.....	54
Çizelge 6. 1	Geliştirilen arıza tespit programına ait ana makine soğutma suyu sistemi alarm sınır değerleri tablosu.....	91

**GEMİ ANA MAKİNESİ YARDIMCI SİSTEMLERİNE YÖNELİK SİMÜLATÖR
ALGORİTMASININ GELİŞTİRİLMESİ VE UYGULANMASI**

Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU

Gemi İnşaatı ve Gemi Makineleri Mühendisliği Anabilim Dalı
Yüksek Lisans Tezi

Tez Danışmanı: Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Eş Danışman: Doç. Dr. Fuat ALARÇİN

Gemi makine dairesi işletme koşulları gereği birçok gereksinimi aynı anda karşılaması gereken bir yapıdadır. Denizcilik istatistik analizlerine göre gemi kazalarına neden olan faktörlerin başında insan hatası gelmektedir. Bu sebepten, gerek makine dairesi karmaşık yapısı gerekse insan hataları göz önüne alınırsa karşılaşılan basit bir makine arızası dahi kısa sürede önlem alınmazsa büyür ve tamiri mümkün olmayan kayıplara neden olabilir. Yaşanabilecek her türlü makine arızasını olabildiğince erken fark etmek ve müdahale etmek için iyi eğitilmiş gemi makineleri işletmecilerine ve etkili bir uzman arıza teşhis sistemine ihtiyaç vardır.

Bu çalışmada gemi ana makine yardımcı sistemlerinden soğutma, yağlama ve yakıt sistemleri için geliştirilen bilgi tabanlı uzman sistemin, ana makine operasyonları sırasında arıza tespiti yapması, ayrıca koruyucu bakım işlemlerinde gemi personeline yardımcı olması amaçlanmıştır.

Meydana gelen arızalarda makine donanımından kaynaklanan arızalar incelenmiş ve bu tür arızalara etki eden sebeplerin ve çözüm yöntemlerinin belirlenmesi için C# programlama dili kullanarak bir uzman arıza tespit programı geliştirilmiştir. Bu program, modern ticari uzakyol gemilerinde çoğunlukla tercih edilen MAN B&W 7S50MC-C ana makine yardımcı sistemlerinin basınç, sıcaklık ve viskozite alarm sınır değerleri ve ideal çalışma aralıkları dikkate alınarak bahsi geçen ana makine yardımcı

sistemlerine uygulanmıştır. Geliştirilen program gemi makineleri işletmecilerinin eğitimlerinde, makine dairesi simülatör sistemine entegre edilerek kullanılması hedeflenmektedir.

Geliştirilen uzman sistem, gemi makine işletmecilerine gerekli desteği sağlamanın yanında özellikle kritik operasyonlarda ve manevralarda oluşabilecek arızalarla ilgili çabuk karar vermeyi kolaylaştırmakta ve önemli avantajlar sağlamaktadır.

Anahtar Kelimeler: Gemi makine dairesi simülatörü, uzman sistem, gemi makineleri arıza tespiti, eğitim, gemi ana makineleri, merkezi soğutma sistemi

**DEVELOPMENT AND APPLICATION OF SIMULATOR ALGORITHM IN
ACCORDANCE WITH SHIP MAIN ENGINE AUXILIARY SYSTEMS**

Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU

Department of Naval Architecture and Marine Engineering

MSc. Thesis

Advisor: Prof. Dr. Hüseyin YILMAZ

Co-Advisor: Assoc. Prof. Dr. Fuat ALARÇİN

Ship engine room has a detailed structure so that it should meet all the requirements related to operating conditions simultaneously. According to naval statistical analyses, one of the most important causes of shipwrecks is human error. Because of this reason, if precautions are not applied, both engine room's complicated structure and human errors may cause bigger problems and engine breakdown which may lead to irreparable failure. Well-educated marine engineering operators and an effective expert system are necessary for early intervention to prevent all kinds of engine breakdown immediately.

This study aims to manage troubleshooting in main engine auxiliary systems which cover cooling, lubricating and cooling oil and fuel systems. The study is also thought to be a good reference for maintenance processes for marine engineering operators.

Breakdown of main engine equipment are examined and troubleshooting programme is developed for using C# to determine solution methods and causes of such breakdowns. This programme is applied to MAN B&W 7S50MC-C ship main engine auxiliary systems preferred by modern merchant ships commonly; in addition, MAN B&W 7S50MC-C ship main engine auxiliary pressure, heat and viscosity warning limiting values and ideal operating ranges are noted because this programme is used

with these ranges and values. Developed programme will be integrated to engine room simulator system and will be used to educate marine engineering operators.

The developed expert system will especially be used in critical operations and will provide advantage in manoeuvring positions and voyages in critical waters.

Key words: Ship engine room simulator, expert system, troubleshooting, education, ship main engine, central cooling system

1.1 Literatür Özeti

Gemi makine dairesi; geminin sevki için gerekli gücün temini amacıyla tasarlanmış ana makine ve yardımcıları ile yürütme ihtiyaçlarına hizmet veren kazanlar, yakıt, yağlama, egzoz ve soğutma sistemlerinden meydana gelmektedir. Makine dairesinde, arıza oluşumunu engelleyici bakım-tutum, düzenli kontroller ve acil durum müdahalesi gibi birçok operasyon yapılmaktadır. Bu uygulamalar makine dairesinde meydana gelme ihtimali yüksek, sonucu ölüm veya uzuv kaybına kadar varan yaralanmaları ve ağır makine hasarlarını engelleyici çalışmalardır. Gerçek anlamdaki bakım tutumun ilk ana hareket noktası; makine dairesinde emniyetli çalışmayı temin etmektir.

Shiihara ve Sumi [1], 2000 yılında yapmış oldukları çalışmada, makine dairesinde meydana gelen kazalarda insan faktörünü incelemişlerdir. Bu çalışmada, denetim uzmanlarından alınan veriler doğrultusunda, on yaşından küçük gemiler için kazaların (geminin yanaşma esnasında veya operasyon esnasında hızının azaltılması neticesinde) büyük çoğunluğunun insan kaynaklı olduğu tespit edilmiştir.

Hansen vd. [2] tarafından 2002, O'Neil [3] tarafından 2003, Hetherington vd. [4] tarafından 2006 yıllarında yapılan çalışmalarda, meydana gelen gemi kazalarını incelemişler ve kazalara neden olan, yüksek olarak gösterilen faktörün insan kaynaklı olduğunu tespit etmişleridir.

Kazalarda insan faktörü, dünyada ve ülkemizde hemen hemen her çalışma alanında üzerinde durulması gerekli önemli bir neden olduğu için bu etken denizcilik camiasını da daha emniyetli çözüm yolları aramaya itmiştir.

Gemi makine operasyonunu ve gemi kumanda işlemini yapan personelin bilgisizlik, dikkatsizlik, yetersizlik, eğitim eksikliği, yorgunluk, diyalog ve koordinasyon eksikliği insan kaynaklı deniz kazalarının nedenleri arasında sayılabilir. Bu motivasyon dışında, özellikle liman manevralarında ve kritik sularda meydana gelen gemi kazalarında diğer faktör olarak gösterilen gemi makine arızaları, bahsi geçen durumlardaki makine operasyonları esnasında ayrıca acil stratejiler gerektirmektedir.

Celik ve Er [5] tarafından 2007 yılında yapılan çalışmada, farklı karmaşıklık düzeyine sahip gemi ana makineleri sistemlerini, bu sistemlerin yardımcı alt sistemlerini ve bileşenlerini, hem makine dairesi hemde köprüüstündeki kullanıcı arayüzlerini gemilerin donanım unsurları olarak kabul etmişleridir. Gemi donanımlarında operasyonlar sırasındaki insan hatalarında, tasarım tabanlı yapısal hataların potansiyel rol aldığını belirtmişlerdir. Belirlenen gemi donanım unsurları ile insan hata oranları arasındaki gizli bağlantılar, genel problem için farklı bir bakış açısı olmuştur.

Sanal [6], 2007 yılında yapmış olduğu yüksek lisans çalışmasında, meydana gelen kazalarda makine donanımından kaynaklanan kazaları incelemiş ve bu tür kazalara etki eden faktörlerin saptanmasını amaçlamıştır. Kontrol edilemez değişkenleri içeren doğal faktörler, sosyo-ekonomik ve psikolojik değişkenleri kapsayan ve belirli bir bütünlük içindeki gemi personelinin oluşturduğu insan faktörü araştırma kapsamı dışında bırakılarak, makine arızası kaynaklı deniz kazaları incelendiği için daha çok teknik faktör odaklı kazalar üzerinde çalışma sürdürmüştür.

Çelik ve Deniz [7] tarafından 2005 yılında yapılan çalışmada, karmaşıklık derecesi yüksek tesisler sınıfında yer alan gemi makine dairesinin, aynı anda birçok gereksinimi yerine getirmesi beklenen alt sistemlerden oluştuğu belirtilmiştir. Bu yapının alt sistemleri ile işletmeciler arasındaki etkileşimin optimum düzeyde gerçekleşmesi gerekmektedir. Bu noktada işletmeciler personelin yeterliliği, sistemlerin işletme koşullarında ortaya çıkan beklentilere cevap verme yeteneği ve bu iki kavram arasındaki arayüzlerin sağlanması gerekmektedir. Bu durum, planlama ve tasarım çalışmalarında kullanılacak yöntemler ile sağlanabilir. Tasarım çalışmalarında bu yöntemlerin etkin bir şekilde kullanılabilmesi için makine dairesi insan-sistem etkileşimlerinin tanımlanması gerekmektedir.

Bir yapının veya sistemin kendisinden beklenen fonksiyonları yerine getiremediğinde arıza ortaya çıkar. Bu ise onun hizmetten alınmasını gerektirir. Etkili bir arıza teşhis sistemi kullanarak bir makinenin basit bir arızası kolayca belirlenebilir. Bu da onun faydalı çalışma zamanını uzatır.

Gemilerin sevki için gereken gücü üreten kaynakların yaklaşık %98'i dizel makinelerden oluşmaktadır. Gemi dizel makineleri, hizmette kaldıkları süre içerisinde normal kullanımdan kaynaklanan yıpranmalardan dolayı oluşacak arızaların çok daha ötesinde beklenmedik ani arızalarla karşı karşıya kalabilmektedir. Büyük hasarların oluşmasında, önceden meydana gelen küçük arızaların gözden kaçırılması, ihmal edilmesi veya fark edilmemesi gibi nedenler yatar (Özsoysal [8]).

Karşılaşılan basit bir makine arızası kısa sürede kestirilip önlem alınmazsa bir başka arızaya neden olabilir. Birleşen arızalar, birbirlerini izleyerek kısa zamanda büyür ve tamiri mümkün olmayan maddi kayıplara, bu kayıpların yanında hiç arzu edilmemesine rağmen can kayıpları yaşanmasına neden olabilirler. Önemli olan arızaların büyümeden önlenmesi ve kontrol altına alınmasıdır. Yaşanabilecek her türlü gemi ana makine arızasını olabildiğince erken fark edebilmek için etkili bir ana makine arıza teşhis sistemi kullanmak ve nitelikli, analitik düşünce gücüne sahip, günümüz teknolojisinden haberdar gemi makine işletmecileri ile çalışmak gerekir.

Çebi vd. [9], 2009 yılında yayınlanan makalelerinde, gemi yardımcı makinelerinde sıklıkla karşılaşılan arızaların tespiti ve çözümü için PROLOG programlama dilini kullanarak uzman bir arıza değerlendirme sistemi geliştirmişlerdir. Gemi buzluk sistemi için yapmış oldukları bir uygulamada önceden karşılaşılan arıza tiplerini ve gösterge sınır değerlerinin değişimlerini dikkate alarak acil alarm durumlarında yapılması gereken faaliyet tablolarını oluşturmuşlardır. Çalışmanın sonucunda, manevra esnasında ve kritik sularda seyir yapan ticari gemilerde zamanında arıza tespiti ve müdahale süresinin kısaltılması ile operasyon veriminin artacağı vurgulanmıştır.

Arıza teşhisi yapan uzman sistemler, durum tanımlanmasında veya sistem arızalarının muhtemel sebeplerini çıkarmak için çalışma sınır değerlerini kullanır. Arıza teşhis sistemi sadece arıza tespitinde kullanılmaz, danışman olarak da sıkça kullanılır. Uzman sistem kullanıcı ile etkileşerek arızanın bulunmasına yardım eder. Sonra onu düzeltmek

için doğru işlem yolunu önerir (Isıkan ve Bulgurcu [10]). Gemi makine operasyon alanı, arıza tespiti için başlı başına bir uygulama sahasıdır.

Geminin ve personelin hayatlarını idamesi için birçok sistem ve düzenekten oluşan makine dairesinde çalışma ortamı beraberinde belli standartlar dâhilinde olmalıdır. Bulunan sistemlerin nasıl çalışır duruma getirileceği bir gemi makineleri işletme mühendisinin kontrolünde olmalıdır. Gemi makineleri işletme mühendisinin bu kadar sisteme hâkim olması eğitim, tecrübe ve dikkat gerektirmektedir.

Huayao vd. [11], 2005 yılında yaptıkları çalışmada, acil durumlarda mühendis ve zabitlerin yönetim idare deneyimlerini ve operasyon becerilerini geliştirmek için etkili bir teknolojiyle denizcilik eğitim taleplerini karşılamak üzere makine dairesi simülatörlerinin etkinliğini incelemişlerdir.

Unlugencoglu vd. [12], 2011 yılında yayınlanan makalelerinde, uygulamalı makine dairesi simülatörü eğitiminin önemi, amacı ve gemi adamı adaylarına kazandırdığı ekip çalışması yeteneğinin gerçek makine dairesi operasyonlarında gerekliliğini vurgulamışlardır.

1.2 Tezin Amacı

Bu alışma esas olarak, gemi ana makineleri yardımcı sistemlerinde meydana gelen arızaları tespit edebilmek için uzman sistem ilkelerine dayalı bir iyileştirme üzerine odaklanmıştır. Gemi işletmeciliğinde meydana gelen kazalar incelendiğinde kazaların çoğunlukla insan kaynaklı olduğu gözlemlenmiştir. Bu neden dışında, kritik sularda, liman manevraları ve operasyonlar esnasında gemi kazalarına neden olan diğer faktör makine kaynaklı arızalardır.

Bu doğrultuda insan kaynaklı hataların en aza indirilmesi, alanında iyi eğitim almış ve yetkin mühendislerin görevlendirilmesiyle sağlanabilir. Bu alanda sunulan eğitime büyük katkı sağlayacağı düşünülen makine dairesi simülatör sistemleri incelenmiş ve simülatöre entegre edilebileceği düşünülen bir uzman arıza teşhis sistemi geliştirilmiştir. Ayrıca geliştirilen bu sisteme minimum konfigürasyonlara sahip kişisel bilgisayarlarda çalışabilme kabiliyeti kazandırılarak sistem modellenmiştir.

Birçok bilimsel alanda uzman sistem uygulamalarının kullanılabilirliğine rağmen, denizcilik ve gemi sistemleri ile ilgili olarak sınırlı sayıda çalışmalar gözlemlenmiştir. Bu alanda daha fazla çalışma yapılması gerekliliği göz önüne alınarak geliştirilen uzman program ile gemi makine dairesinde karşılaşılan arıza tiplerine bağlı olarak sınırlı zaman aralığında, daha büyük arızalara neden olmadan, ekonomik kaybı en aza indirerek gemi işletmeciliğinde emniyetli yöntemin sağlanmasına yardımcı olmak amaçlanmıştır.

Geliştirilen programın, gemi adamları eğitiminde eğitici olarak rol alması, gerçek makine dairesi operasyonlarında gemi makine işletmecilerinin hızlı ve etkili karar verebilmeleri için rehberlik etmesi amaçlanmıştır.

1.3 Hipotez

Gemi işletmeciliğinde yaşanabilecek en büyük talihsizlik, beklenmedik bir anda gemi ana makinesinin basit bir nedenden dolayı büyük bir arıza yapması, ciddi maddi hasara uğraması ve geminin hizmetten uzak kalmasıdır. Meydana gelen arızaların, büyük ve tamiri mümkün olmayan hasarlara yol açmadan zamanında tespit edilmesi önemlidir. Bu arızaların oluşumu ve arızalara müdahaleler esnasında emniyetli çalışmayı temin edememekten ötürü can ve uzuv kaybına neden olan yaralanmalar meydana gelmektedir.

Yaptığımız bu çalışmada geliştirilen uzman sistemde, geminin sorunsuz işletilebilmesi için sıklıkla kontrol edilmesi gerekli gemi ana makineleri yardımcı sistemlerinde daha önce meydana gelen arıza deneyimleri ve alanında uzman kişilerin bilgi birikimi ve analitik becerileri gözönünde bulundurulmuştur. Bu sistemin, gemiadamları eğitiminde eğitici olarak rol alması, kritik operasyonlarda ve manevra durumlarında oluşabilecek arızalarla ilgili çabuk ve etkili karar vermelerini kolaylaştırmak için gemi makineleri işletmecilerine rehberlik etmesi hedeflenmiştir.

Denizcilik istatistik analizleri ve literatürde mevcut daha önce yapılmış olan çalışmalar doğrultusunda gemi kazalarına neden, yüksek olarak gösterilen faktörün insan hatası ve bu kazaların nedeninin genellikle makine kaynaklı olması gemi işletmeciliğinde eğitimin önemi ve gemi makinelerinde oluşabilecek arızaların emniyetli çalışma kuralları çerçevesinde en kısa sürede çözümlenmesi gerekliliğini göstermektedir. Bu

durum, gemi işletmeciliğinde ve gemi adamları eğitiminde makine dairesi simülatörü, uzman arıza teşhis ve değerlendirme sistemi kullanımı gerekliliği düşüncesini desteklemektedir.

TEMEL SİMÜLASYON KAVRAMLARI

2.1 Simülasyon Tanımı

Simülasyon, gerçek sistemin modelinin tasarlanması ve bu model ile sistemin işletilmesi amacına yönelik olarak, sistemin davranışını anlayabilmek veya değişik stratejileri değerlendirebilmek için deneyler yürütülmesi sürecidir. Simülasyonda gerçek bir sistemin modelini tasarlama süreci, sistemin işleyişi ve davranışlarını anlamak ve değişik stratejiler değerlemek amacı ile bu model üzerinde denemeler yapmaktır. Bu model temsil ettiği sistem üzerinde yapılması çok pahalı olan veya mümkün gözükmeyen işlemlerin yapılmasına olanak verir. Bu işlemlerin etkisi altındaki model incelenir. Bundan gerçek sistemin veya ona ait alt sistemlerin davranışları ile ilgili özellikler, tepkiler öngörülür.

Bir başka tanıma göre simülasyon, gerçek bir prosesin veya sistemin zamana bağlı olarak modelini tanımlayan matematiksel bir modeldir. Simülasyon ister el ile, isterse bilgisayar ile yapılsın, bir sistemin yapay kayıtlarının oluşturulması ve gerçek sistemin işletim karakteristikleriyle ilgili sonuçlarının elde edilmesinde bu yapay kayıdın incelenmesini kapsamaktadır [13].

Matematiksel modeller, aritmetik olarak bir sistemi tasvir edebilirler. Sistemin kullanılmaya hazır özellikleri, sayısal denklemlerle tanıtılmıştır. Modellerin çoğunda kullanılan değişken değerleri ortalamalara dayalı sabitlerdir.

Simülasyon modelleri de doğada matematikseldir ve sistemin kullanılmaya hazır özelliklerini tanıtmak için sayısal denklemlerin kullanımını sağlarlar. Simülasyon, statik

modellerden farklıdır çünkü olaylara bağlıdır. Olay, kesin bir zaman noktasında oluşan bir durumdur. Olayın oluşması, hesaplamalarda kullanılan değişken değerleri değiştirebilir. Sistem davranışı ve performansı, fazla sayıdaki olayların oluşumlarının gözlenmesinden doğan tepkilerin ortalamasından çıkarılmıştır.

Bir simülasyon modelinin elemanları; sistemin bileşenleri, kontrol edilebilen değişkenler ve parametreler, kontrol edilemeyen değişken ve parametreler, fonksiyonel ilişkiler, amaç fonksiyonu ve kısıtlardır.

Simülasyon pek çok bilim dalına uygulanabilen bir tekniktir. Örneğin işletmecilik, ekonomi, pazarlama, eğitim, ulaşım, mühendislik, global sistemler v.b. uygulama alanları olarak gösterilebilir.

Simülasyon, bir teori değildir, ama problem çözmek için bir metodolojidir. Burada akla gelebilecek sorulardan biri, 'simülasyon ne zaman faydalıdır?' sorusudur. Aşağıdaki koşullardan bir veya birkaçı bulunduğu zaman simülasyona başvurulmalıdır [14].

- Analitik yöntemlerin kullanılabilir olduğu, ancak matematik çözümleme yollarının çok karmaşık olması nedeniyle benzetimin basit çözüm sağlayacağı durumlar.
- Belirli parametrelerin tahmin edilmesi için simülasyona başvurulduğu gözlenmiştir.
- Deneme yapma açısından simülasyon tek yol olabilir.
- Sistemlerin veya süreçlerin davranış karakteristiklerini ortaya koymak zaman gerektirebilir.

2.2 Simülasyon Süreci

Simülasyon süreci, hem modelin kurulmasını, hem de, problemin incelenebilmesi için modelin analitik olarak kullanılmasını içermektedir. Yapılan çalışmaların bir bölümü simülasyonu “bilgisayar ile yürütülen denemeler” olarak görmektedir. Daha geniş bir perspektifle simülasyon “gerçek bir sistemin matematiksel-mantıksal bir modelini tasarlama ve tasarlanan bu modelin bilgisayar ortamında denenmesi süreci” olarak tanımlanmaktadır.

Gerçek sistemlerin davranışlarını araştırmak için kullanılan simülasyon çalışmalarının aşamaları aşağıda verilmektedir [14]:

1. Sistem Tanımı - Sistemin sınırlarını, kısıtlarını ve etkinlik ölçüsünü belirleme aşamasıdır.
2. Modeli Formüle Etme – Sistemi soyutlamak veya indirgemek için mantıksal bir akış diyagramına aktarma işlemidir.
3. Veri Derleme – Modelin gerektirdiği verileri tanımlama ve onları kullanabilecek ölçülere indirgeme aşamasıdır.
4. Modelin Dönüştürülmesi – Simülasyonun yapılacağı bilgisayarın diline modelin tercüme edilmesidir.
5. Modelin Geçerliliğini Araştırma – Modelin güven seviyesini kabul edebilir hale getirme ve gerçek sistem hakkında modelden yorum yapma aşamasıdır.
6. Stratejik Planlama – İstenilen bilgiyi sağlayacak olan bir denemenin tasarımıdır.
7. Taktik Planlama – Tasarım yapılan denemede tanımlanan koşullara ait testlerin nasıl yapılacağının belirlenmesidir.
8. Deneme – İstenilen veriler ile simülasyonu gerçekleştirme ve duyarlılık analizlerini yapma aşamasıdır.
9. Yorum – Simülasyon sonuçlarından çıkarımda bulunma aşamasıdır.
10. Uygulama – Modeli ve sonuçlarını kullanıma koymaktır.
11. Belgeleme – Model kullanımını dökümanete etme aşamasıdır.

2.3 Simülasyonun Faydaları

Simülasyonun hangi koşullarda yararlı olabileceğinin incelenmesi, bir anlamda simülasyonun yararlarını da araştırmaktır. Yukarıda belirtilen uygun koşullarda kullanılması durumunda simülasyon yaklaşımı çok sayıda yarar sağlayacaktır [15].

Simülasyonun faydaları;

- Simülasyon, sistem kullanıcılarını daha genel ve daha geniş düşünmeye zorlar.

- Simülasyon yaklaşımı ile dinamik sistemlerin gerçek zamanı, daraltılmış veya genişletilmiş süre içinde incelenebilir.
- Matematik modeller ile analitik çözümler bulunduktan sonra simülasyon analitik çözümlerin doğruluğunu gerçeklemek üzere kullanılabilir.
- Simülasyon, herhangi bir sistemin içsel etkileşimlerini inceleme ve bunlar üzerinde deneyler yapma olanağını verebilir.
- Bildiğimiz bir sistemin, değişen koşullar ve yeni durumlar altında nasıl bir davranış göstereceğini araştırmak üzere denemeler yapmak için simülasyondan yararlanılabilir.
- Simülasyon modeli üzerinde yapılacak incelemeler için gerekli veriler, çoğu kez gerçek yaşamda olduğundan daha ucuz elde edilir.
- Simülasyon modeli, kurulduktan sonra sistemin farklı durumlarının incelenmesi için istenildiği kadar süre kullanılabilir.

Simülasyonun önemli bir avantajı da güçlü bir eğitim aracı oluşudur. Simülasyon modelinin geliştirilip kullanılması, sistem üzerinde oynanmasına olanak sağlayacaktır. Bu ise, sistemin ve sistem sorunlarının kavranılmasında ve yaratıcı çözümler önerilmesinde son derece önemlidir. Model üzerinde oynamaya başlayan kullanıcı sürekli olarak yeni görüşler kazanacaktır [15].

MAKİNE DAİRESİ SİMÜLATÖRÜ

Makine Dairesi Simülatörü (MDS), gemi makine dairesinde bulunan ana makine ve yardımcıları ile diğer sistemlerin bilgisayar desteği ile simülasyonunu içerir. Simüle edilen makine ve sistemler; ana makine, dizel jeneratörler, kazanlar, tatlı su üretim cihazları, ısı değiştiriciler, seperatörler, dümen motorları, pompalar, kompresörler, valfler ve bunların bağlantı elemanlarıdır [16].

Simülasyondaki makine ve sistemlerin işletme şartları gerçek işletme şartlarının aynıdır. Dolayısıyla gemiadamı adayı öğrenciler için teorik bilgilerin simülasyon tekniği kullanılarak yönetim seviyesinde bilgi ve beceri kazanması sağlanmaktadır.

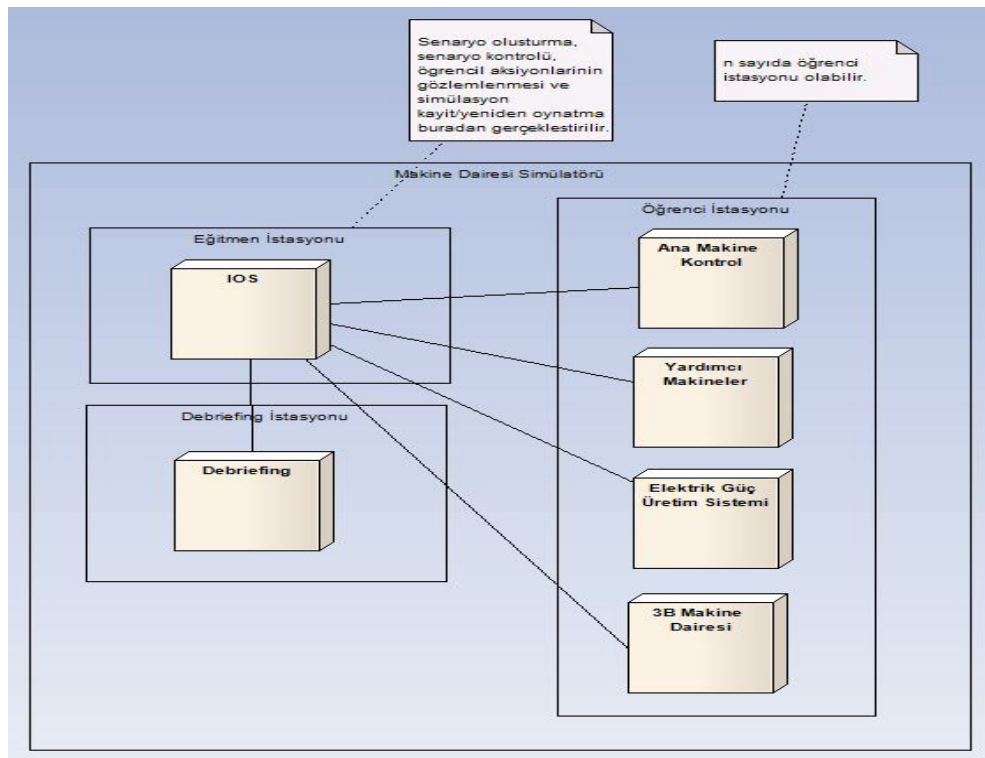
MDS ile gemi makine ve sistemlerinde pratikte karşılaşılabilecek farklı arıza senaryoları eşliğinde öğrencilerin operasyon ve işletmeye yönelik kabiliyetlerini arttırmak, dünyanın ihtiyacı olan nitelikli, teknolojiyi kullanan ve takım ruhuna sahip gemiadamlarının yetişmesi amaçlanmaktadır. MDS kullanım amaçları; Manevra Pratikleri, Risk Yönetimi, İşletme Gereklileri ve Standardı, Makine Dairesi İletişim Kalıpları, Acil Durum Analizi, Sistem İşleyiş Takibi, Makine Dairesinde İnsan Faktörü Analizi ve Acil Durumlarda İşletmeciler Tepkilerinin Ölçülmesi durumlarının gerçekleştirilmesini sağlamaktır.

MDS, “Gemiadamlarının Eğitim, Belgelendirilme ve Vardiya Standartları Hakkında Uluslar arası Sözleşme (STCW)” , “Uluslararası Emniyetli Yönetim Kodu (ISM)” ve “Uluslararası Denizcilik Örgütü (IMO) Model Kurs 2.07”nin gerekliliklerini sağlayarak gemiadamı adaylarının temelden ileri düzeye kadar eğitim ihtiyaçlarını karşılamak için tasarlanmalıdır [17]. MDS, STCW 95 konvansiyonu ve kodlarının gereklileri ile uyumludur. Bu simülatörün eğitim maddelerinin kapsamı makine dairesi personelinin

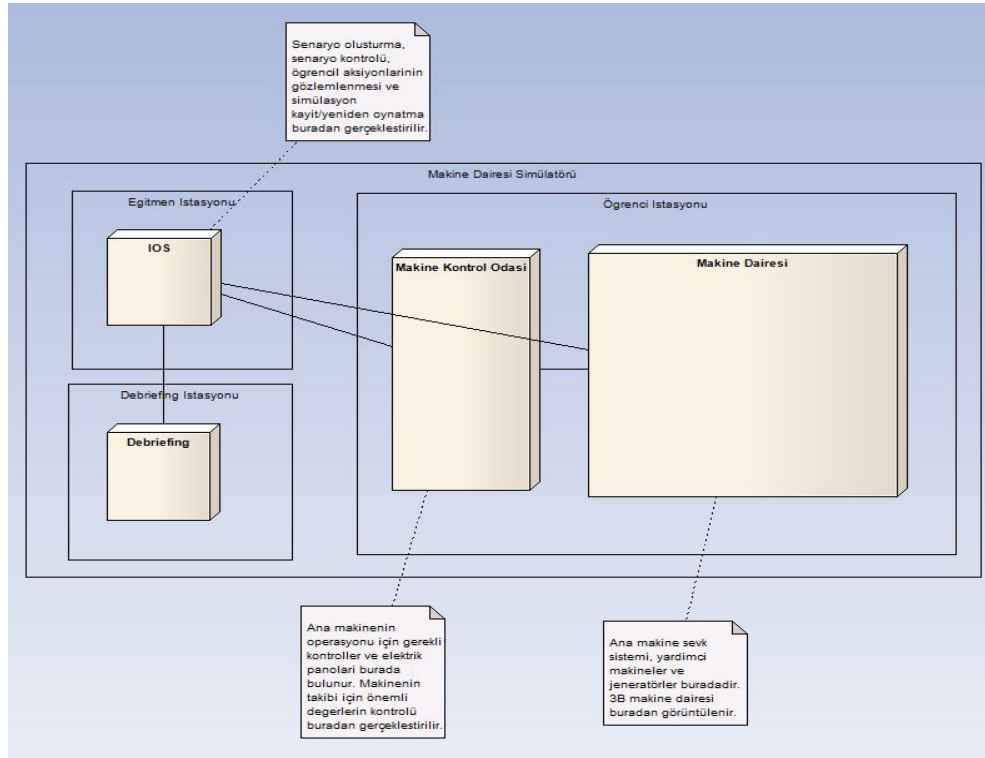
STCW'95 'in bölüm 3 deki, IMO Model 2.07, 2.08; 7.02, 7.04 'ünde tanımlandığı şekilde olmasına yardımcı olmak ve ayrıca gemi makineleri işletmecilerinin operasyon eğitimlerini kolaylaştırmak için gerekli eğitimlerin verilmesine olanak sağlar şekildedir [18].

MDS ile gemiadamı adaylarına gemi makinelerinin işletimi, seyre hazırlanması, seyir esnasında kontrol edilen parametrelerin anlaşılması, arıza durumlarındaki müdahaleler gibi eğitimlerin verilebilmesi amaçlanmaktadır.

Simülatör Şekil 3.1'de gösterildiği gibi masaüstü üzerinde ya da Şekil 3.2'de ki gibi konsollu olabilir. Ancak, tüm istasyonlar aynı ağa bağlı olmalıdır. Eğitimci istasyonundan simülatörün çalıştırılması, senaryo hazırlama, senaryo kontrolü, eğitimin değerlendirilmesi, veri kayıt ve tekrar oynatma işlemleri gerçekleştirilmektedir. Öğrenci istasyonları eğitimci tarafından hazırlanan senaryo içerisinde eğitim görmektedir. Öğrenci istasyonları farklı makineler üzerinde veya aynı anda aynı makine üzerinde çalışabilmektedir. Simülatör; yazılım, donanım ve üç boyutlu model tasarımlarından oluşmaktadır.



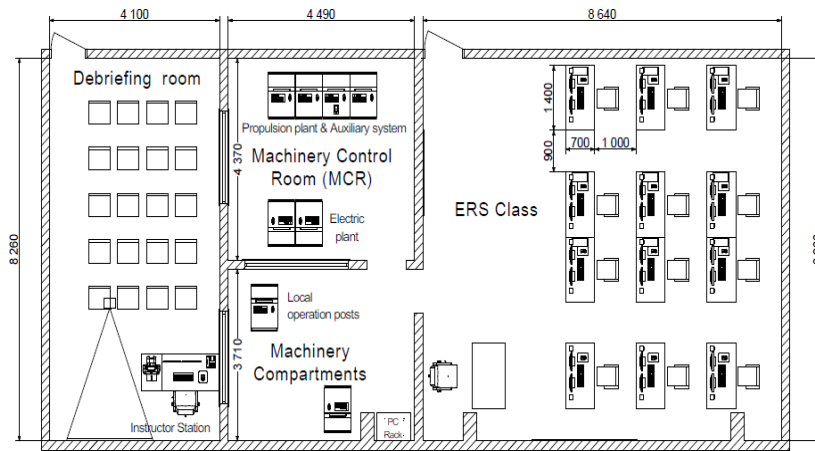
Şekil 3. 1 Masaüstü makine dairesi simülatörü



Şekil 3. 2 Konsol üzerinde makine dairesi simülatörü

3.1 Makine Dairesi Simülatörü Fiziksel Sistem Gereksinimleri

Mevcut simülatörler ve simülatör eğitim alanları üzerinde yapılan incelemeler sonucu simülatör modelinin optimum gereksinimleri aşağıdaki gibi tanımlanmış ve Yıldız Teknik Üniversitesi (YTÜ) Gemi Makineleri İşletme Mühendisliği Bölümü için bir simülatör eğitim sınıfı modeli tasarlanmıştır. Bu modele ait yerleşim planı Şekil 3.3'de, aynı modelin üç boyutlu görünümü Şekil 3.4'te gösterilmiştir.



Şekil 3. 3 Simülatör eğitim sınıfları yerleşim planı

YTÜ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi'nde bulunan MDS, 65.000 dwt, 242 m boyunda bir tanker gemisine ait makine dairesini içermektedir. Simülatörde bulunan ana makinenin özellikleri aşağıdadır;

- Ana makine tipi: MAN B&W 6S60MC
- Silindir çapı: 600 mm
- Piston stroku: 2292 mm
- Silindir adedi: 6
- MCR: 12.240 Kw
- Ana makine devri: 105 rpm
- İndike basıncı: 18 bar
- Pervane: FPP

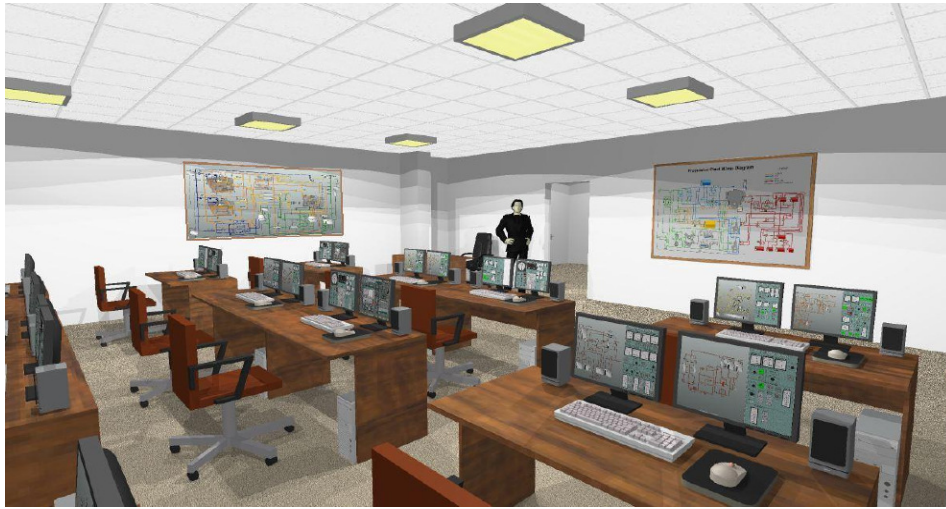


Şekil 3. 4 Simülatör eğitim sınıfları üç boyutlu yerleşim planı

MDS, çalışma ünitesi (masaüstü MDS) ve tam kapsamlı simülatör olmak üzere iki ana bölüme ayrılır. Gemi makine dairesinin tüm eleman ve sistemlerin mimik diyagramları oluşturularak ana makine sevk, elektrik ve yardımcı sistem konsolları ile gerçek makine kontrol odası izlenimi verilerek simüle edildiği kısım tam kapsamlı simülatördür. Çalışma ünitesi bölümü ise tam kapsamlı simülatörden bağımsız olarak çalışabilen, makine dairesinde yapılabilecek tüm uygulamaların gerçekleştirilebildiği, öğrencilerin birbirlerinden bağımsız olarak çalışabilecekleri eğitim bölümüdür.

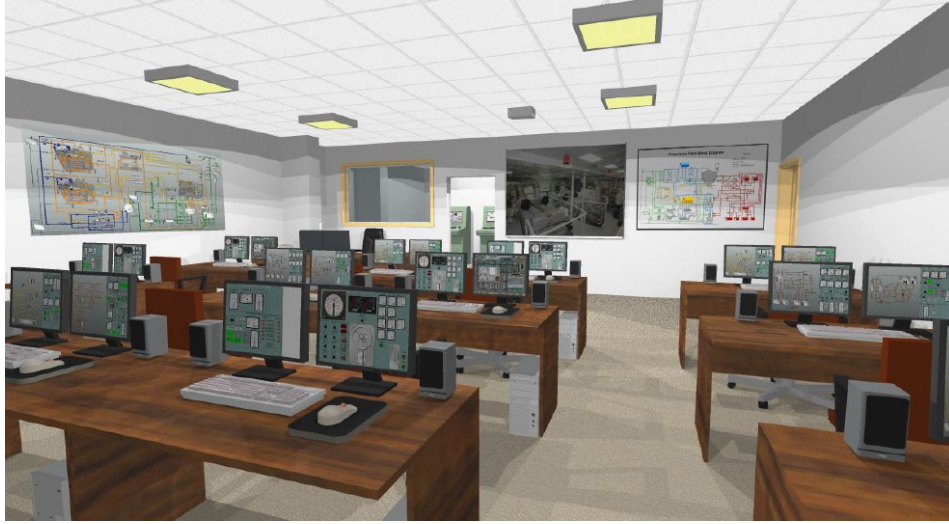
MDS, gerçek gemi makine dairesinde bulunan tüm makine ve yardımcı sistemlerinin simülasyonunu içerir. Bu sistemler gerçek işletme şartlarına göre simüle edildikleri için komple modern gemi kontrol dairesi ve makine dairesi hakkında bilgi vermektedir. YTÜ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi'nde bulunan on iki adet çalışma ünitesinin bulunduğu sınıfa ait üç boyutlu yerleşim planı Şekil 3.5 ve Şekil 3.6'da gösterilmektedir.

Gemi makinesinin en baştan çalıştırılması için gerekli işlemler, limandaki bir geminin seyir hazırlık işlemleri, seyirde makine çalışır durumda iken kontrolü hem masaüstü hem de konsollu MDS üzerinden gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3. 5 Masaüstü tabanlı eğitim sınıfı üç boyutlu yerleşim planı - 1

Makine kontrol odası, köprüüstünden gelen komutların karşılandığı, ana ve yardımcı tüm makinelerin kontrol ve işletmelerinin yapıldığı bölümdür. YTÜ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi'nde bulunan MDS' ne ait makine kontrol odası üç boyutlu yerleşim planı Şekil 3.7'de gösterilmektedir. Mevcut simülatörün, köprüüstü simülatörü ile uzaktan kontrol bağlantısı olduğu için güverte-makine eğitim konfigürasyonu tıpkı gemide olduğu gibi MDS'de mevcut tanker gemisi için gerçekleştirilebilmektedir.



Şekil 3. 6 Masaüstü tabanlı eğitim sınıfı üç boyutlu yerleşim planı – 2



Şekil 3. 7 MDS makine kontrol odası üç boyutlu yerleşim planı

Eğitmen istasyonunda, tam kapsamlı simülatörün çalışmasını sağlayan ana bilgisayar, öğrencilerin takibinin yapılmasını sağlayan kamera izleme sistemi ve muhaberenin yapılmasını sağlayan haberleşme araçları bulunmaktadır. Eğitmen buradan gemi makine dairesinde gerçekleşmesi muhtemel işletme veya acil durum senaryoları oluşturabilmekte ve bu senaryoları istenilen konumda başlatıp kaydedebilmektedir. Uygulama esnasında eğitmen istasyonundan, uygulamanın durdurulup istenilen bir zamana geri alınıp tekrar başlatılması, tamamlanan uygulamada senaryonun tekrar oynatılması mümkündür. Dolayısıyla gerçekleştirilen çalışma sırasında meydana gelebilecek aksaklıklar ve öğrencilerin yapacağı yanlış müdahaleler debriefing (tekrar oynatma) sınıfında sonradan gözlemlenebilmekte ve doğru işletme teknikleri hakkında

bilgi verilebilmektedir. Eğitmen, senaryo oluştururken değişik hava koşulları, geminin y¼kl¼ ya da y¼ks¼z olma durumunu seğebilir, deniz suyu sıcaklığı ve makine dairesi ortam sıcaklığını belirleyebilir.

Eğitmen istasyonu, eğitmenin sim¼lasyon sonunda rapor oluşturmasına olanak sağlamaktadır. Oluşturulan rapor ¼l¼me ve değerlendirme amağlıdır. Rapor, ¼l¼me ve değerlendirme için oluşturulan koşulları, sim¼lasyondaki hava koşullarını, senaryonun gerçekleştiği makine modelini, senaryo koşulunda geminin boş/dolu olma bilgisini içermektedir. ¼l¼me ve değerlendirme koşulları, arıza durumunda ¼ęrencinin m¼dahaleleri ile ilişkilidir. ¼ęrencinin belirlenen zamanda doğru m¼dahaleyi yapıp yapmadığı kontrol edilmektedir. YT¼ Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fak¼ltesi'nde bulunan MDS'ye ait eğitmen istasyonunu g¼sterir ¼ boyutlu resim şekil 3.8'de g¼sterilmektedir.



şekil 3. 8 MDS eğitmen istasyonu

Belirtilmiş olan eğitim gereksinimlerini karşılamak ¼zere; sim¼lat¼rdeki b¼t¼n sistem modelleri, gerçekçi ve ekipmanların fiziki durumlarına uygun olmalıdır. Sim¼lasyon modelleri, kendi işlemlerini içeren makine dairesi komponentleri ile modern kontrol sistemlerini (sens¼rler, kontroller, aktivat¼rler, vanalar) sim¼le etmektedirler.

Sim¼lasyon modelleri, gerçek zamanlı programlama esasına uygun olarak ve b¼t¼n makine dairesindeki makine ve sistemlerin dinamik davranışını ve birbirine etkisini yansıtmaktadır.

3.2 Makine Dairesi Simülatörünün Uygulamalı Denizcilik Eğitimindeki Yeri

Birçok ileri teknolojiyi içeren gemi makine dairesi donanımları yıldan yıla gelişmektedir. Bununla birlikte deniz taşımacılığı için ulusal ve uluslararası gereklilikler günden güne daha detaylı hale gelmiştir. Bu doğrultuda karmaşıklık derecesi yüksek gemi makine dairesi sistemlerinin doğru anlaşılabilmesi için makine dairesi simülatörleri uygulamalı denizcilik eğitiminde önem arz etmektedir.

Belirli problemlerde tecrübe edinme ve “Ne olurdu eğer....?” sorusuna cevap verme fırsatları pratik deneyimlerdir. Pratik deneyimi kazanmanın en iyi yolu da gerçek hayatta gerçek bir makine dairesinde uygulama yapabilmekten geçer. Simülasyon eğitimi gemi ana makine ve sistemleri üzerinde tecrübe edinmeye karşı etkili bir alternatif olabilir. Simülasyon eğitimi, gemi makineleri işletme mühendislerine, kontrollü bir ortamda, gerçek hayatta tekrar oluşturması, tehlikeli veya pahalı olabilecek çeşitli gerçekçi durumlardan etkileşim ve tecrübe edinme fırsatı verir.

Makine dairesi simülatörleri, acil durumlarda gemi makineleri işletme mühendislerinin, gemi makineleri ve makine personeli üzerinde yönetim, idare deneyimlerini ve operasyon becerilerini geliştirmek için etkili bir teknolojiyle denizcilik eğitimi taleplerini karşılamak üzere geliştirilmiştir [11].

Makine dairesi simülatör eğitiminin sunduğu potansiyel yararlar:

- Denizde güvenliğin artmasını,
- Genel gemi makine sistemleri operasyonlarında tecrübenin artmasını,
- Uzmanlaşmış gemiadamı eğitimi,
- STCW gerekliliklerinin anlaşılmasını,
- Daha düşük işletme masraflarını,
- İşe alım ve seviye tespit amaçlı yeterlilik değerlendirmesini sağlar.

MDS, yüksek otomasyon seviyesine sahip gemi makine kontrol dairesinde gerçekleşen vardiya ve makine operasyonlarının laboratuvar şartlarında gerçekleşebilmesi için

tasarlanmıştır. Simülör eğitimi ile gemi adamı adaylarına, makine dairesi iletişim standartlarının, manevra uygulamalarının, sistem süreç takibinin, operasyon gereklilik ve standartlarının, acil durum müdahale şekillerinin öğretilmesi amaçlanmıştır. Simülör uygulamalı eğitim amaçları Şekil 3.6’da detaylı olarak gösterilmektedir[12].



Şekil 3.9 MDS eğitimi amaçları

Gemide ekonomik ve güvenli bir operasyon, güvenilir teçhizata ve becerikli gemi makineleri işletmecilerinin doğru zamanda doğru kararı almasına dayanır. Simülör eğitim deneyimi, gemiadamı adaylarına makine dairesi işletme anlayışı ve hatayı hem etkili biçimde hem de doğru zamanda bulma becerisi sağlar. Simülör bize gerçek zamanlı olarak çalışma imkanı sağlar ya da hızımız ne olursa olsun bizim uygulama ihtiyaçlarımızı karşılayacak zamanı verir. Ayrıca denizde karşılaşılabileceğimiz her türlü mühendislik problemini çözmemize de olanak sağlar. Gemi makine operasyonları esnasında gerçekte karşılaştığımız sorunlarla, simülasyon ortamında karşılaşma şansı vererek yüksek maliyetli kayıplara neden olabilecek hataların oluşmasına engel olur.

3.3 MDS Sistem ve Makine Modelleri

Simülatör modeli yazılımında mevcut sistemler aşağıdaki bölümlerde kısaca belirtilmiştir. Yazılım modellerinin tasarımı gerçek hayat gereksinimlerine uygunluk ve doğruluk hususlarına bağlı olarak gerçekleşmiştir. Ana makine soğutma, yağlama ve soğutma yağı, FO besleme sistemleri için geliştirilen bilgi tabanlı uzman arıza teşhis ve değerlendirme sisteminin MDS yazılımlarına entegre edilerek, masaüstü tabanlı sistemde eğitici ve yol gösterici sistem olarak kullanılabilmesi hedeflendiği için bahsi geçen bu sistemler mevcut simülatör ortamında detaylı olarak incelenmiştir.

3.3.1 Ana Makine

Gemi sevk sistemi aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- MAN B&W MC tipi alçak-hızlı, geniş silindirli, turboşarjerli (T/C), değişebilir devir yönlü dizel makineler
- MAN B&W 6S60MC şaft jeneratörleri

3.3.2 Sevk Kontrol Sistemi

Gemi sevk sistemi aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Makine telgraf sistemi
- Otomatik uzaktan (remote) kontrol sistemi
- Acil durum (emergency) kontrol
- Emniyet sistemi

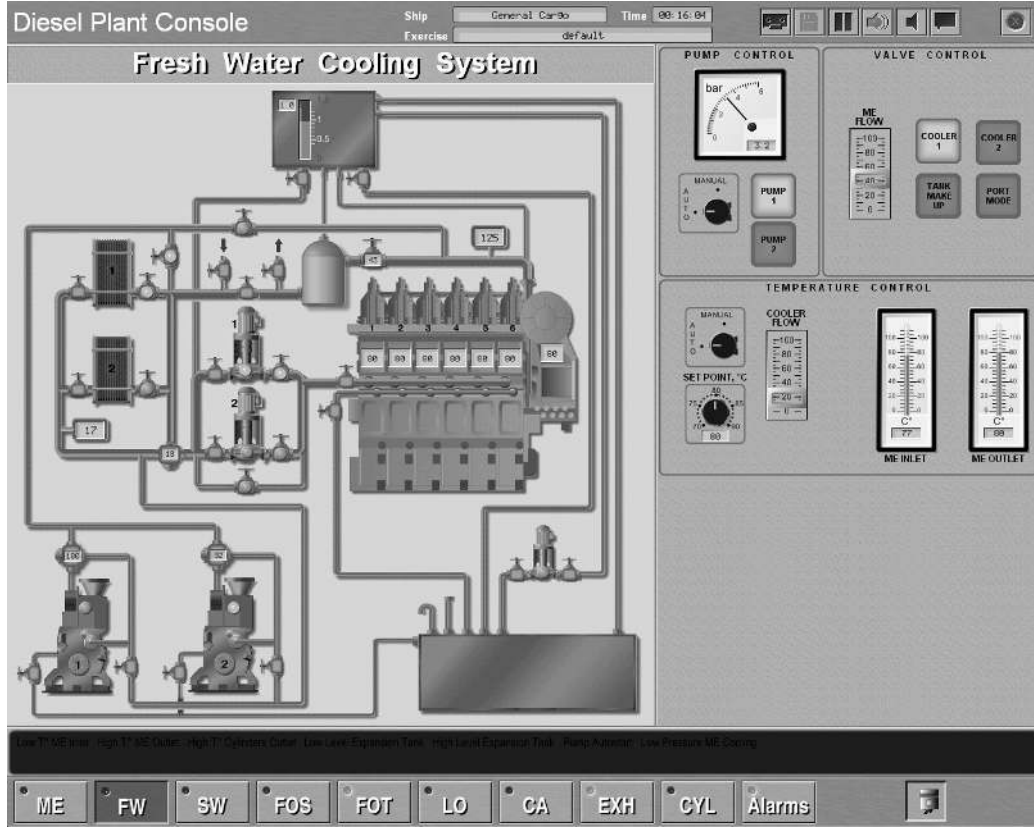
3.3.3 Tatlı Su Soğutma Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Sirkülasyon elektrik pompaları
- Su basıncı orifis vana kontrolleri
- Deaeratör (hava kaçıran)
- Genişleme tankı ve boru sistemi

- Dreyin tankı ve boru sistemi
- Su soğutucuları
- Hararet kontrolörü

MDS' de tatlı su soğutma sistemine ait ekran görüntüsü Şekil 3.10' da verilmiştir.



Şekil 3. 10 Simülâtörde tatlı su soğutma sistemi ekran görüntüsü [19]

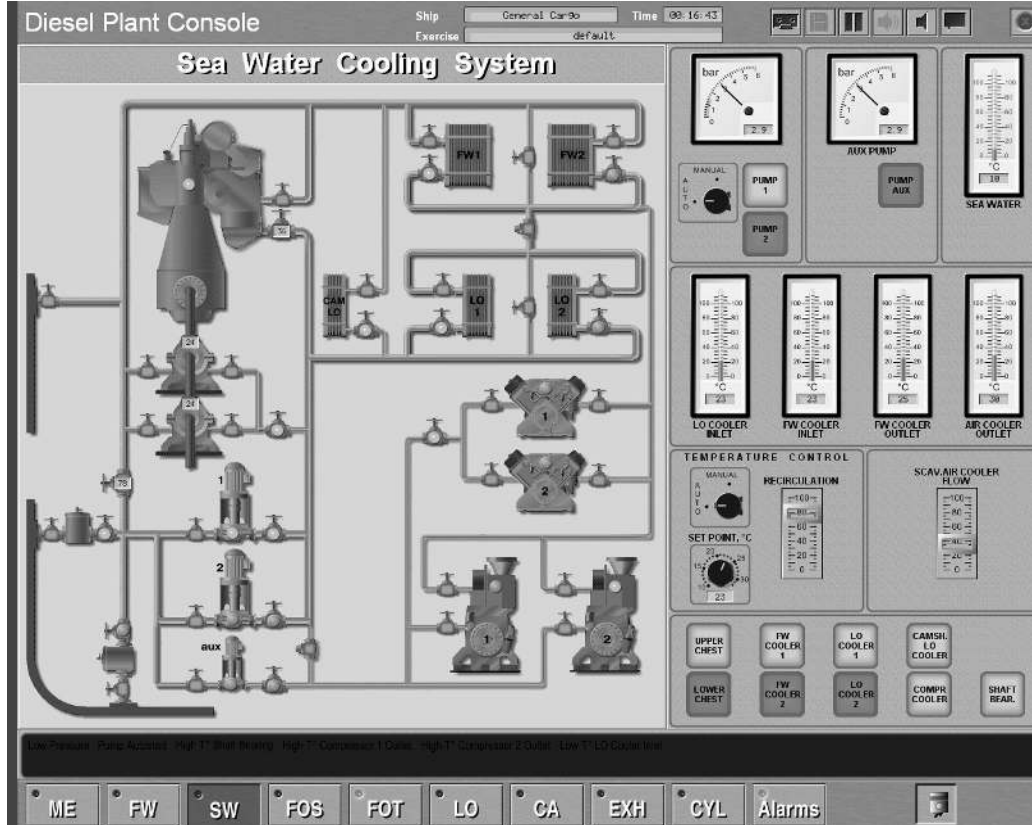
3.3.4 Deniz Suyu Soğutma Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Filtreleri ve boru sistemi ile birlikte Sea Chest (Deniz Sandığı)
- Sirkülasyon elektrik pompaları
- Yağlama yağı (LO) soğutucuları
- Tatlı su soğutucuları
- Ana makine skavenç havası soğutucusu
- Yardımcı makine yağ ve hava soğutucuları

- Hava kompresörü soğutucuları
- Şaft yatakları soğutucu sistemi
- Sıcaklık kontrolörü
- Sintine sistemi bağlantısı

MDS' de deniz suyu soğutma sistemine ait ekran görüntüsü Şekil 3.11' de verilmiştir.



Şekil 3. 11 Simülâtörde deniz suyu soğutma sistemi ekran görüntüsü [19]

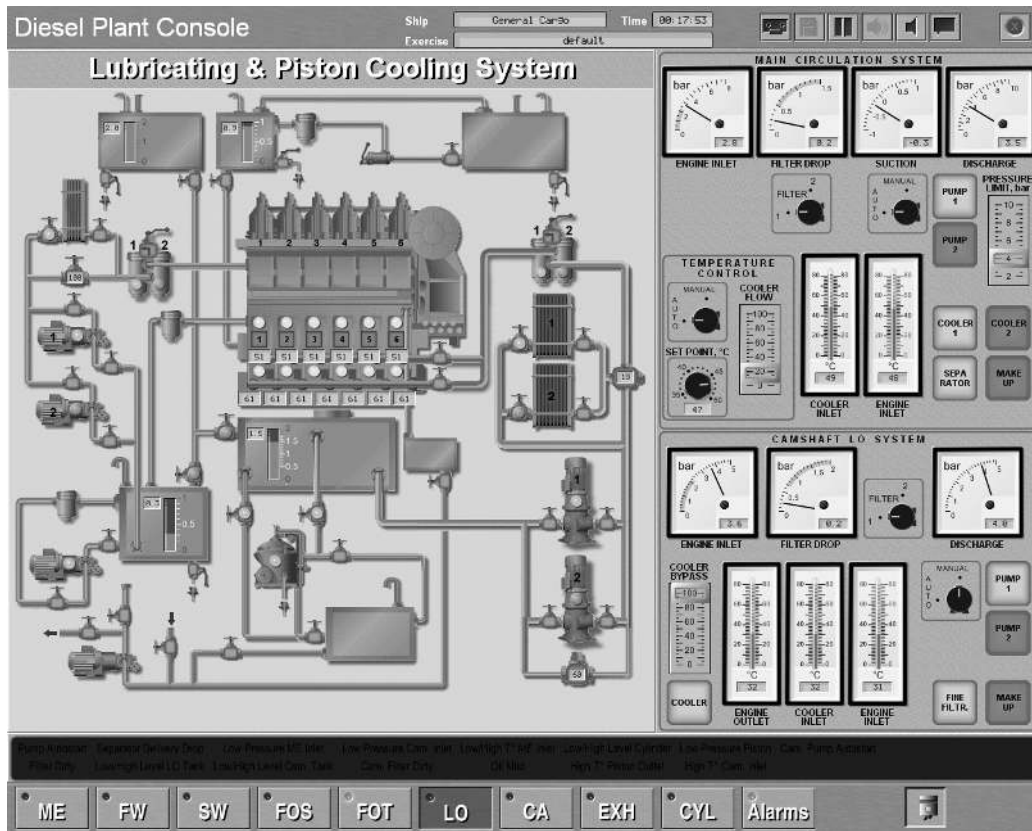
3.3.5 Yağlama Yağı Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Sirkülasyon tankı, yağ seperatörü ve boru sistemi
- Depolama tankı ve boru sistemi
- Kamşaft yağlama yağı tankı ve boru sistemi
- Silindir yağı tankı ve boru sistemi
- Kullanılan yağlama yağı tankı

- Yağ transfer elektrik pompası
- Sirkülasyon elektrik pompası
- Yağ soğutucuları
- Dupleks yağ filtreleri
- Ana makine yağlayıcıları (lubrikatörler)
- Hararet kontrolörü

MDS' de yağlama yağı sistemine ait ekran görüntüsü Şekil 3.12' de verilmiştir.



Şekil 3. 12 Simülâtörde yağlama ve piston soğutma yağı ekran görüntüsü [19]

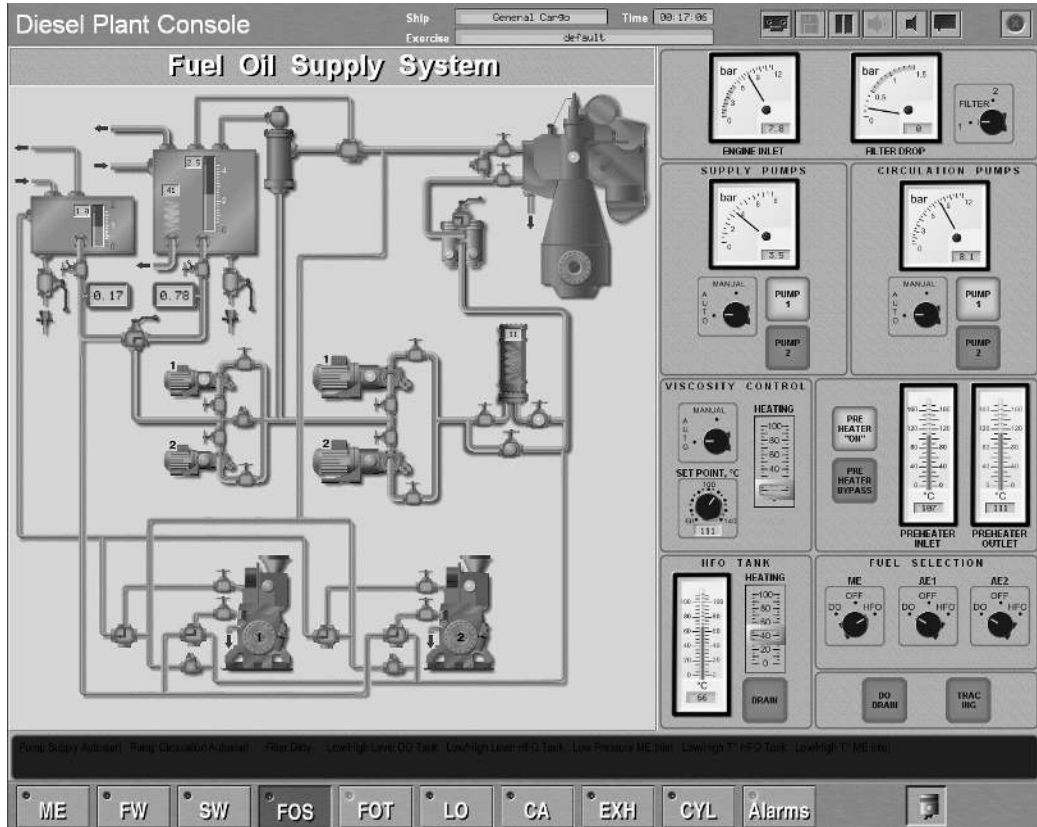
3.3.6 Fuel Oil Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- FO(ağır yakıt) bunker
- DO (dizel yakıt) bunker
- FO dinlendirme tankı

- FO transfer elektrik pompaları
- DO transfer elektrik pompaları
- Yakıt seperatörü
- Sludge tankı
- DO ve FO servis tankları
- Boru sistemi
- Besleme elektrik pompaları
- Sirkülasyon elektrik pompaları
- Viskozite kontrolörü
- Dupleks yakıt filtresi

MDS' de FO besleme sistemine ait ekran görüntüsü Şekil 3.13' de verilmiştir.



Şekil 3. 13 Simülâtörde FO besleme sistemi ekran görüntüsü [19]

3.3.7 Basınçlı Hava Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- İki kademeli hava kompresörleri
- Hava alıcıları
- Acil durum hava kompresörü
- Acil durum hava alıcısı
- Valfleri ile birlikte boru sistemi

3.3.8 Egzoz Gazı ve Turboşarjer Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Egzoz gaz alıcısı
- Turboşarjer
- Yardımcı blover
- Temizleme ve yıkama sistemi
- Sıcaklık monitör sistemi

3.3.9 Silindirlerde Yanma İşlemi Analizi Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Dizel silindir basınç eğrisi (indikatör diyagramı) “P – ϕ ”
- Silindir basınç sensörleri
- Dizel silindir “P – V” basınç eğrisi
- Enjektörler iğne valfleri kaldırma eğrileri
- Yanma oranı eğrileri
- Silindir proseslerinin ayarı (yakıt miktarı ve zamanlama düzeltmeleri)
- Silindir gücü deviasyon monitörü

- P_i , P_z , P_c parametreleri tablosu

3.3.10 CPP Kontrol Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- CPP kanatları hidrolik sürücü sistemi
- Otomatik ve elle CPP kontrol sistemi
- Redüksiyon dişli takımı
- Stern tüp sistemi

3.3.11 Buhar Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Yardımcı kazan
- Isı – Kazanım kazanı
- Buhar basıncı otomatik kontrolörü ve emniyet sistemi
- Ana kondenser
- Buharın kondenserdan geçerek suya dönüşümünü biriktiren tank
- Besleme pompaları
- Sirkülasyon pompaları
- Valfleri ile birlikte boru sistemi

3.3.12 Turbo Jeneratör

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Otomatik kontrolörü ve emniyet sistemi ile birlikte buhar türbini
- Türbin yağlama yağı sistemi
- Buhar besleme sistemi
- Deniz suyu ile soğutma sistemi

- Kondenser
- Kondensat pompaları
- Valfleri ile birlikte boru sistemi

3.3.13 Balast Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Balast pompaları
- Valfleri ile birlikte boru sistemi
- Balast tankları
- Deniz sandıkları
- Draft ve trim hesaplayıcıları

3.3.14 Dümen Makinesi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Dümen makinesi
- Sabit kapasiteli elektrik pompası
- Boru sistemi

3.3.15 Sintine Suyu Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Makine dairesi sintine kuyusu
- Sintine pompaları
- Tasfiye sistemi (purifier)
- Yağlı su tankı
- Boru sistemi

3.3.16 Tatlı Su Üreteci (FWG)

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Isı değıştiriciler (evaporatör ve kondenser)
- Deniz suyu besleme devresi
- Distile suyu (arı su) pompası
- Ejektör (hava ve brine (çok tuzlu su))
- Distile suyu tuzluluk kontrolü
- Distile suyu tankı
- Boru sistemi

3.3.17 Atık Su (Sewage) Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Atık su boruları
- Atık su arıtma sistemi
- Dışatım pompaları
- Hava kompresörleri
- Atık su tankı
- Atık su transfer pompası

3.3.18 Yangın Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Yangın alarm istasyonu
- Ana yangın ve köpük sistemi
- Makine dairesi karbondioksit istasyonu

3.3.19 Soğutma Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Kumanyalıklar
- Soğuk hava depoları
- Gaz devresi
- Sıvı devresi
- İzleme ve kontrol sistemi
- Sistem alarmları

3.3.20 İklimlendirme Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- Kompresör
- Soğutucular
- Isıtıcılar
- Fan
- Gaz devresi
- Sıvı devresi
- İzleme ve kontrol sistemi
- Sistem alarmları

3.3.21 Elektrik Güç Sistemi

Aşağıdaki modellemeleri içermektedir;

- İki dizel jeneratör
- Şaft jeneratörü
- Turbo jeneratör

- Acil durum jeneratörü
- Ana tevzi tablosu kısımları
- Acil durum tevzi tablosu
- Ana kablolar, transformatörler, devre kesiciler vs.

BÖLÜM 4

ANA MAKİNE YARDIMCI SİSTEMLERİ ve MAN B&W MC MAKİNELERİ İÇİN İŞLETME KOŞULLARI

Makine dairesi, makine sınıfı gemi adamlarının operasyonel olarak görevlerini yerine getirdikleri, geminin ve personelin hayatlarını idamesi için birçok sistem ve düzenden oluşan mekandır. Makine dairesi donanımları belirli standartlar dahilinde olması gereken karmaşık sistemler topluluğudur. Ana makine ve yardımcı sistemlerinin işletimi ilk bakışta çok karmaşık görünse de belirli bir periyodik işletim sistemi modeli ve uzman arıza değerlendirme programları yardımıyla çözüme gitmek oldukça rahat olmaktadır. Mevcut sistemlerin çalışır duruma getirilmesi, işletme esnasında gerekli periyodik kontrollerin yapılması ve mevcut arıza durumlarına karşın müdahalelerde bulunup işletimin güvenli ve sorunsuz bir şekilde sağlanması gemi makineleri işletmecilerinin kontrolünde olmalıdır. Gemi makineleri işletmecilerinin bu kadar sisteme hakim olması, mevcut alarm durumlarında doğru arıza sebebini tespit edip sistemi çalışır durumda tutabilmesi eğitim, tecrübe ve dikkat gerektirmektedir.

Deniz taşımacılığında hizmet veren gemilerde sevk ve tahriki sağlayan ana makinelerin yaklaşık %98' i dizel motorlardır. Mevcut modern ticari gemilerin tamamının dizel motorlarla sevk edilmesi, gemilerde ana makine tanımı ile dizel motor kavramının örtüşmesine yol açmıştır [8].

Makine dairesinde bulunan ve gemilerin sevk için gereken gücü üreten ana makineler ve yardımcıları geminin en önemli sistemleridir. Gemide yaşanabilecek en büyük

talihsizliklerden biri, beklenmedik bir anda ana makinenin büyük bir arıza yapıp, maddi hasara uğraması ve bu nedenle geminin hizmetten uzak kalmasıdır. Bu nedenle çalışır durumda işletme değerlerinin periyodik olarak kontrol edilmesi, bakım-tutum işlemlerinin düzenli olarak yapılması ve yaşanabilecek basit bir arızanın dahi önceden kestirilip önlem alınması geminin seyri için çok önemlidir.

Gemi ana makinesinin sorunsuz işletilmesi için sıklıkla kontrol edilmesi gereken en önemli yardımcı sistemleri; soğutma, yağlama yağı ve yakıt devreleridir. Bahsi geçen sistemlerin çalışma prensipleri ve devre elemanları aşağıda anlatılacaktır. Ancak bu sistemler anlatılırken, günümüz modern uzakyol ticari gemilerinde sıklıkla karşılaşılan, MAN B&W MC makinelerinde mevcut sistemler ve bu sistemlerin işletme koşulları üzerinde durulacaktır.

4.1 Ana Makine Soğutma Sistemi

Gemi operasyon durumu değişimlerinde, ana makine yükünün ciddi düzensiz değişimine bağlı olarak, gemi ana makine soğutma suyu sıcaklığı düzenleme sistemi için yoğun müdahale gerekmektedir. Ana makine soğutma suyu sıcaklık kontrol sistemi, dağılım parametreleriyle birlikte doğrusal olmayan ve su, elektrik ve mekanik teçhizatların karışık etkisiyle beraber karmaşıklık derecesi yüksek bir sistemdir. Yani ana makine soğutma suyu sıcaklığı kontrolü oldukça zordur. Diğer yandan, daha efektif enerji elde etmek ve ana makine operasyon güvenilirliğini sağlamak için soğutma suyu sıcaklığı düzenleme doğruluğu, kontrolü ve kontrolünü gerçekleştirme hızı oldukça önemlidir.

MAN B&W MC makinelerinde ceket soğutmasında soğutucu olarak tatlı su kullanılmaktadır. Bu nedenle su soğutmalı ana makine sistemleri incelenmiş ve su soğutmalı sistemler sınıflandırılmıştır. Günümüz gemi ana makinelerinde açık ve kapalı soğutma sistemleri olmak üzere başlıca iki tip soğutma sistemi kullanılır.

4.1.1 Açık Soğutma Sistemi

Ana makine sisteminin tamamının soğutulmasında deniz suyunun kullanıldığı sistemlerdir. Deniz suyu, sisteme girip makine elemanlarını soğutarak sistemi terk eder.

Sistemde sadece deniz suyunun kullanılması ise deniz suyu sıcaklığının mevsimlere ve bölgelere göre değişimi ile deniz suyunun korozyon etkileri nedeniyle sakıncaları yüksek olan ve ayrıca işletme ve bakım masraflarının yüksek oluşu nedeniyle pek fazla tercih edilmemektedir. Karmaşık yapıda olmaması ve kurulum maliyetinin düşük olması bu sistemin en büyük avantajıdır. Ancak gemi bünyesinde en önemli ve en pahalı teçhizatın ana makine olduğu düşünülürse günümüz uzakyol gemilerinde bu sistemin tercih edilmemesi muhtemeldir.

4.1.2 Kapalı Soğutma Sistemi

Orta ve yüksek güçlerdeki gemi ana makinelerine uygulanan ve günümüz teknolojisinde uzakyol gemilerinin hemen hemen hepsinde karşılaşılan soğutma sistemi tipidir. Bu sistem kapalı ve açık devreler olmak üzere iki ayrı devreden oluşur. Kapalı devrede soğutma amaçlı kullanılan tatlı ya da saf su dolaşırken açık devrelerde soğutmada kullanılan tatlı suyu soğutan deniz suyu dolaştırılmaktadır. Sistem, devredeki su kaçakları ve buharlaşma ihtimali nedenleriyle genişleme tankı gerektirir.

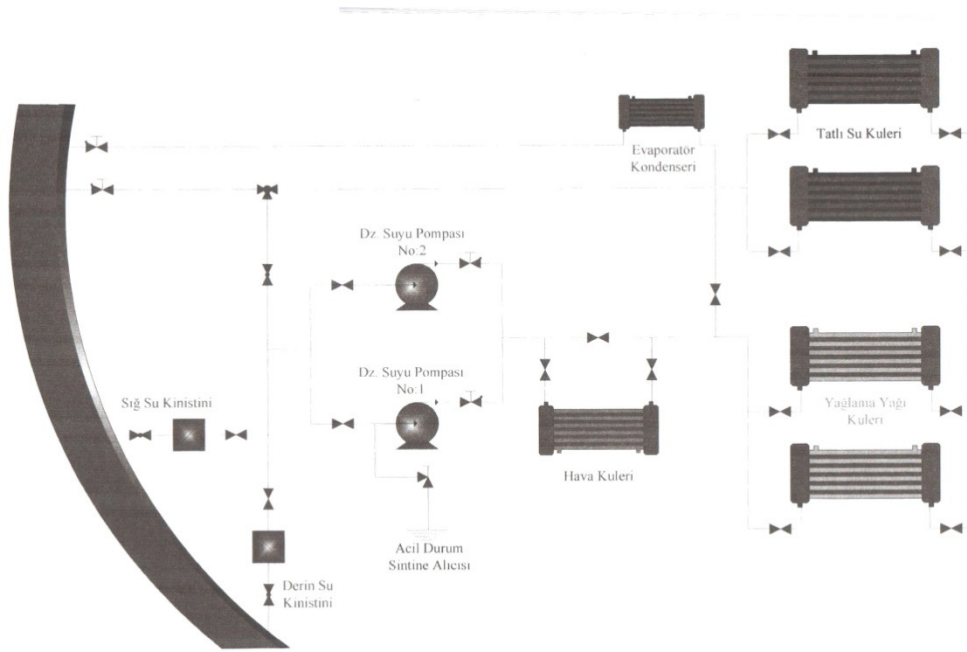
Gemi ana makinelerinde ısı gerilmeleri minimum düzeyde tutmak amacı ile soğutma suyu giriş ve çıkış sıcaklıkları sıklıkla kontrol edilmeli ve aralarındaki fark yaklaşık olarak 8-15°C olmalıdır. Bu sıcaklık farkı, soğutma sisteminde bulunan termostatik valfler yardımıyla otomatik olarak ayarlanır. İstenen değerler doğrultusunda soğutma suyunun izleyeceği yol tayin edilir. Bu sistem konvansiyonel ve merkezi soğutma sistemleri olmak üzere ikiye ayrılır.

4.1.2.1 Konvansiyonel Soğutma Sistemi

Sisteme giren deniz suyu ana makine ve diğer yardımcı soğutucuların tamamını dolaşır ve sistemi terk eder. Bu işlemi gerçekleştirebilmek için iki adet dikey ve santrifüj tipte sirkülasyon pompası yeterli olacaktır.

Deniz suyu pompalarının beslendiği iskele ve sancak kinistinler olmak üzere iki adet deniz sandığı mevcuttur. Deniz suyu filtrelerden geçirilerek sistem beslenir. Dolayısıyla iskele ve sancakta olmak üzere iki adet kinistin filtresi bulunmaktadır.

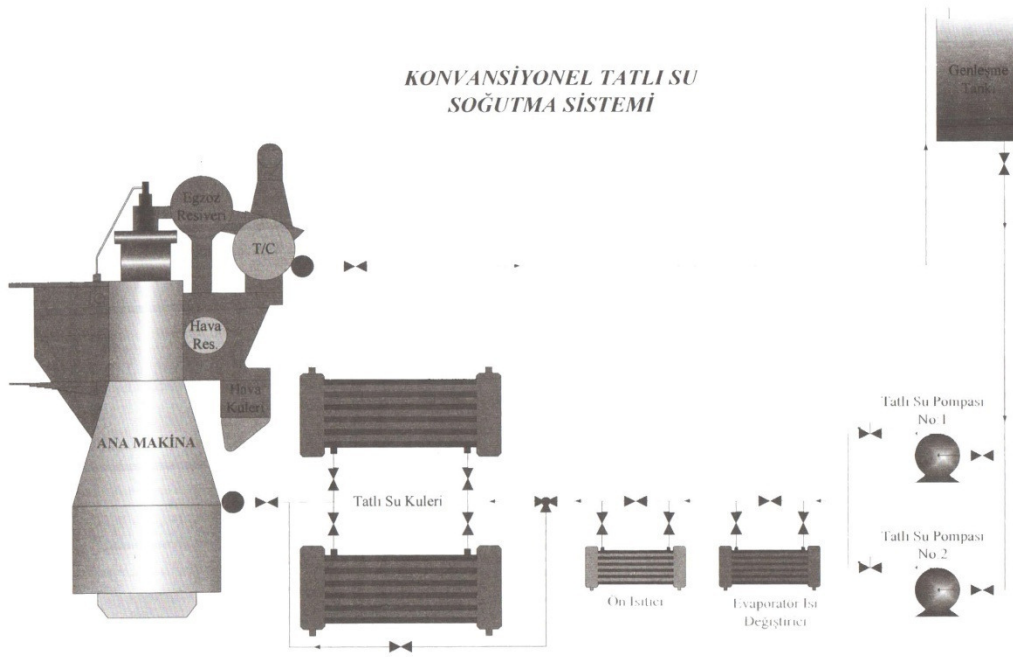
Kinistin devresindeki valfler filtreden önce ve filtreden sonra olmak üzere iki adettir. Kinistin valflerinden biri açılarak deniz suyu pompasına pozitif basınç gelmesi sağlanır. Şekil 4.1' de pompa aldığı deniz suyunu önce M/E hava soğutucusuna sokar ve daha sonra da yağ soğutucusuna gönderir. Yağ soğutucusunda yağı soğutan deniz suyu, buradan çıktıktan sonra tatlı suyu soğutmak üzere tatlı su soğutucusuna gönderilir. Hava soğutucusuna gönderilen deniz suyundan önce veya (genellikle) sonraki devreden tatlı su üretim cihazı kondenserine soğutma amacıyla deniz suyu gönderilebilir [20].



Şekil 4. 1 Konvansiyonel deniz suyu sistemi [20]

Şekil 4.2' de görülen konvansiyonel tatlı su soğutma sisteminde biri yedek olmak üzere iki adet santrifüj tipte silindir soğutma tatlı su pompası bulunmaktadır. Ana makineden gelen tatlı su ilk olarak sıcak olduğu için tatlı su üretim cihazı ısı değiştiricisine gönderilir. Daha sonra soğutucuya gönderilerek deniz suyu ile soğutulan tatlı su tekrar ana makineye verilir [20].

Gemiler seyir için hazırlanırken, ana makinelerinin ilk çalıştırılması sırasında oluşabilecek ısı gerilmeleri azaltmak amacıyla ana makinenin silindirlerinde, genişleme tankındaki tatlı suyu ısıtıp pompa vasıtasıyla sirkülasyon sağlayarak ya da Şekil 4.2' de görüldüğü gibi ana makine tatlı su ön ısıtıcısı (preheater) vasıtasıyla ön ısıtma pompası ile sirkülasyon sağlayarak sıcak tatlı su dolaştırılmalıdır.



Şekil 4. 2 Konvansiyonel tatlı su soğutma sistemi [20]

Konvansiyonel sistem eskiden çok kullanılmasına rağmen günümüz teknolojisinde modern uzak yol ticari gemilerinde çoğunlukla merkezi soğutma sistemiyle karşılaşılmaktadır. Konvansiyonel tatlı su soğutma sistemi basit yapısı dolayısıyla avantajlı gibi görünse de sistemdeki tüm soğutucularda deniz suyunun dolaştığı düşünülürse, yüksek bakım giderleri ve pahalı galvanizli çelik veya bakır nikel boruları gerektirmesi nedenleri ciddi dezavantaj olarak görünmektedir.

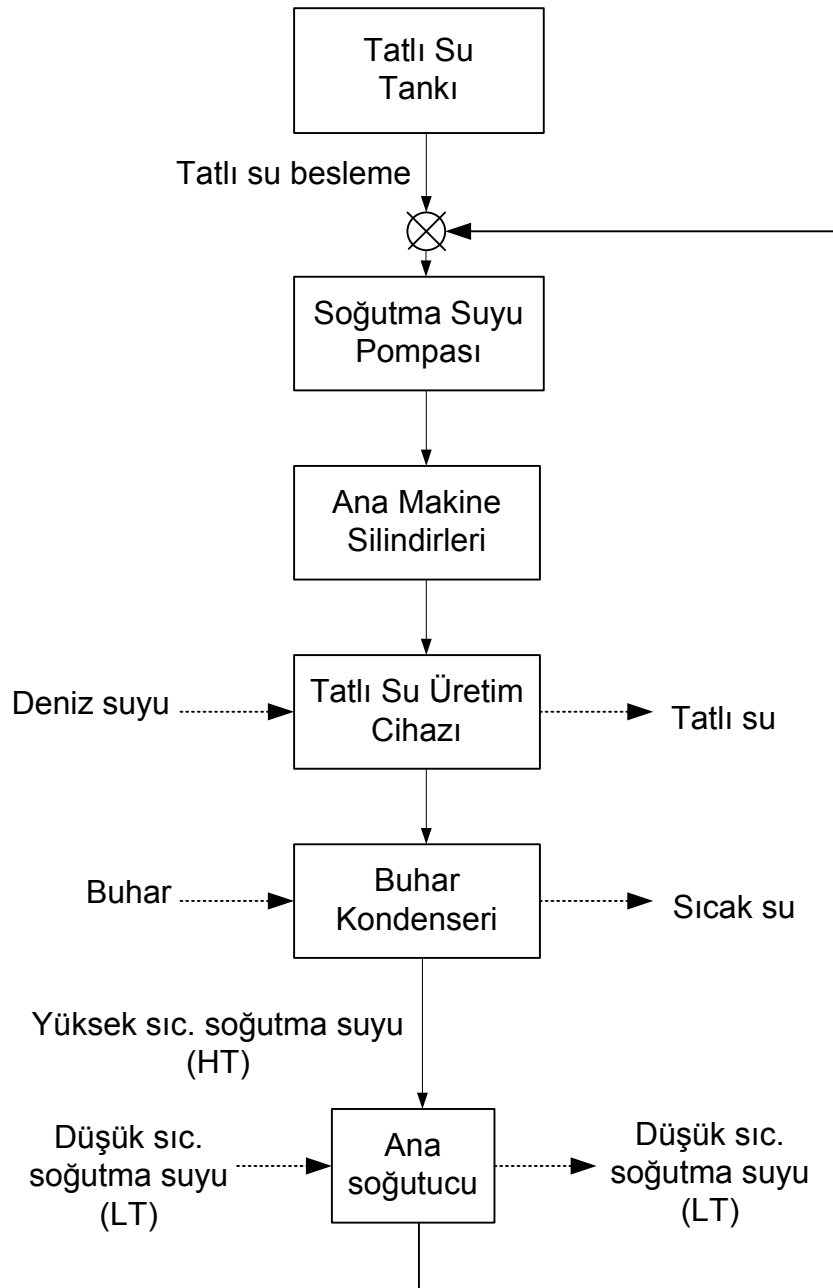
4.1.2.2 Merkezi Soğutma Sistemi

Günümüz modern uzak yol ticari gemilerinde sıklıkla karşılaşılan ve arıza değerlendirme programı geliştirilmesi için tercih edilen MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi mevcut soğutma sistemi merkezi soğutma sistemi olarak belirlenmiştir. Bu sistemde deniz suyu, merkezi soğutucu olarak adlandırılan soğutucuları dolaşır ve sistemi terk ederken, yağ soğutma ve benzeri soğutucularda soğutucu akışkan olarak tatlı su dolaşır.

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi soğutma suyu sistemi, ana makine silindirlerini soğutmak için üç aşamalı soğutma devresinden oluşmaktadır. İlk olarak, yüksek sıcaklıktaki tatlı su (HTFW) silindirleri soğutmak için, düşük sıcaklıktaki tatlı su (LTFW) ise yüksek sıcaklıktaki tatlı suyu (HTFW) soğutmada kullanılmaktadır. Deniz suyu ise

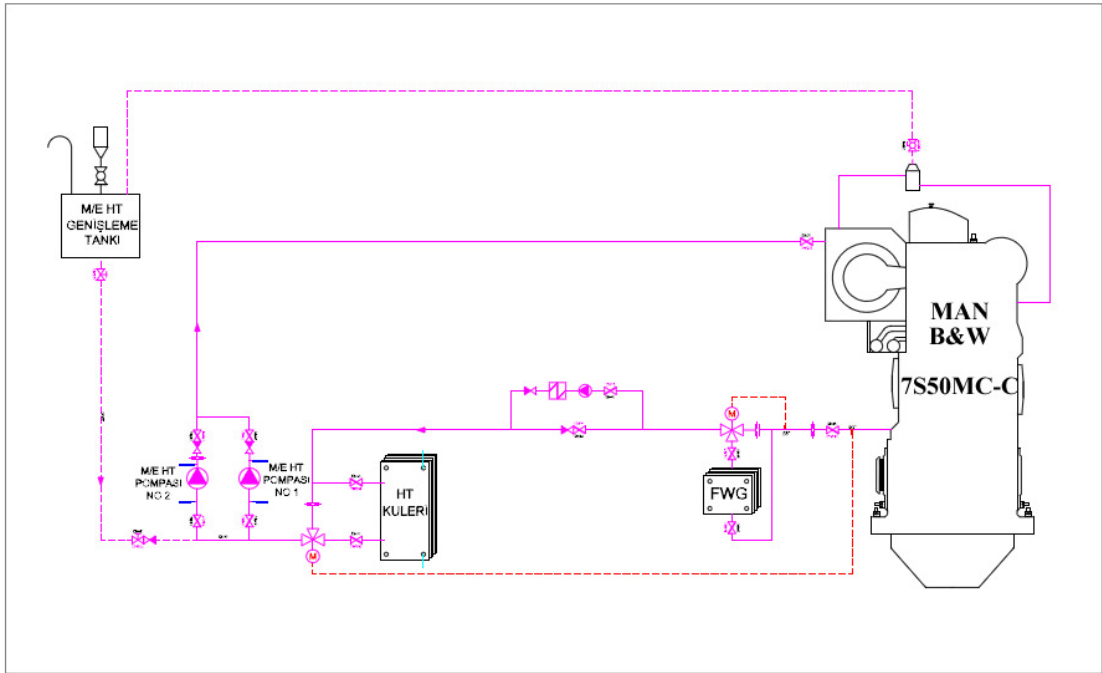
düşük sıcaklıktaki tatlı suyu (LTFW) soğutmak için kullanılır. Merkezi soğutma sistemi HTFW, LTFW ve deniz suyu devreleri olmak üzere üç aşamalıdır.

Üç aşamalı soğutma suyu sisteminde en önemli devre, HTFW soğutma devresidir. Ayrıca bu bölüm birbirine bağlı değerler nedeniyle en karmaşık devredir. Şekil 4.3 MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi HTFW soğutma devresinin yapısını göstermektedir [21].



Şekil 4. 3 MAN B&W 7S50MC-C yüksek sıcaklık tatlı su devresi

Ana makine HTFW devresinde soğutma mekanizması, silindirler (ceket soğutma), tatlı su üretim cihazı, buhar kondenseri ve ana soğutucudan oluşmaktadır. Ana makineye gelen, 65 – 70 °C sıcaklık aralığındaki ceket soğutma suyu (HTFW), ana makinede yanma odasında oluşan yüksek ısıyı alır ve 78 – 82 °C sıcaklık aralığında ana soğutucuya iletir. Isınan ceket soğutma suyu ana soğutucuya doğru yol alırken ilk olarak, tatlı su üretim cihazına gider ve deniz suyunu ısıtır. Bunun ardından HTFW, buhar kondenserinden geçerek buharın ısınıp alır ve yoğunlaşmasını sağlar. Son olarak HTFW ana soğutucuya (HT(yüksek sıcaklık) soğutucusu) gider ve burada LTFW ile soğutulur tekrar ana makineye gönderilir. HTFW sisteminde, genişleme tankında eksilen su miktarı otomatik olarak tamamlanır. Şekil 4.4, MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine ait HTFW devresinin gösterimidir.



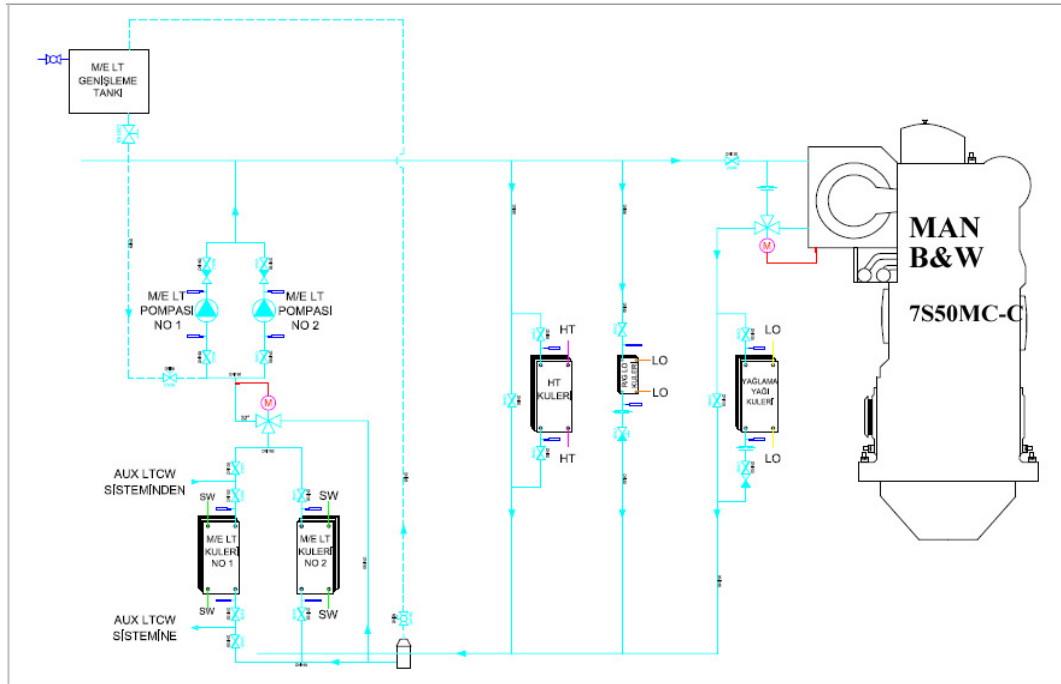
Şekil 4. 4 MAN B&W 7S50MC-C HTFW devresi

LTFW devresinde genellikle biri diğerinin yedeği olan ve deniz suyu ile soğutulan toplam iki adet LT(düşük sıcaklık) soğutucusu bulunmaktadır. Ayrıca bazen HTFW deniz suyu ile soğutulabilmektedir.

Her iki sistemde de, biri diğerinin yedeği santrifüj tipte ve dikey konumda ikişer adet tatlı su pompası bulunmaktadır. Bu pompaların her birinden en az ikişer adet bulunmakla birlikte seyir halinde pompalardan biri sürekli olarak çalışmakta, diğeri ise

çalışmaya hazır (stand-by) bekletilmektedir. Bunlar LTFW ve HTFW pompalarıdır. Bu pompalardan HTFW pompası sadece ana makineyi soğutmaktadır. Makine hazırlanırken ana makine ceket suyunu ısıtabilmek için devre üzerine ön ısıtıcı monte edilmiştir. Bu ısıtma HTFW pompasıyla yapılabileceği gibi bu ısıtma işlemi için daha küçük kapasiteli bir ön ısıtma pompası da kullanılabilir [20].

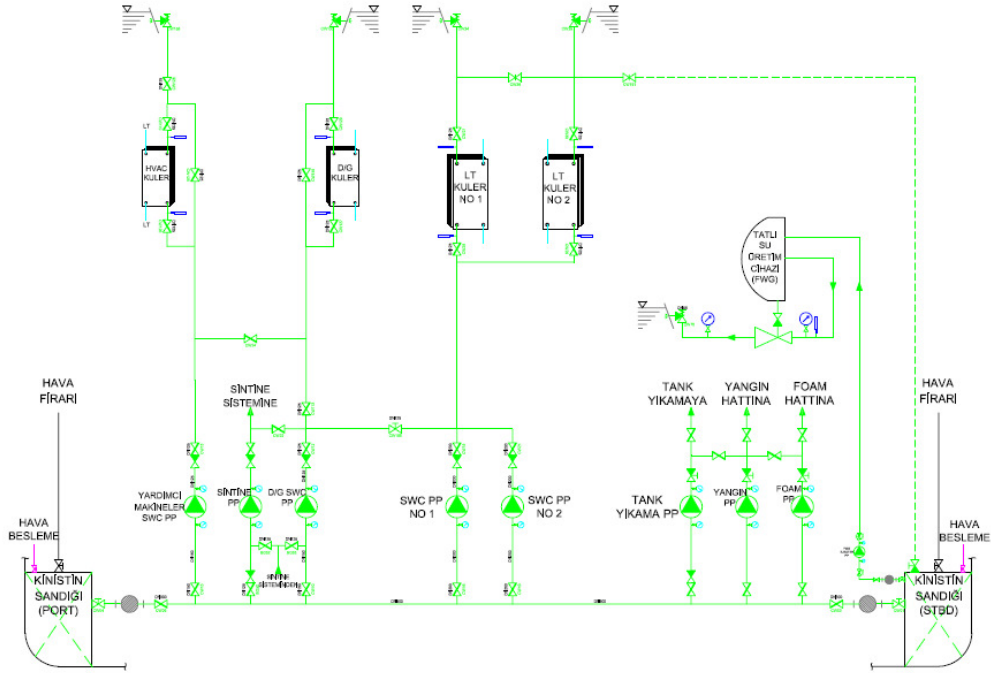
LTFW devresindeki pompaların bastığı tatlı su, geminin seyir durumunda önce ana makinenin düşük sıcaklık hava soğutucusuna, sonra da yağlama yağı soğutucusuna gönderilir. Pompanın bastığı tatlı su, diğer bir devre ile de devir düşürme dişlilerindeki yağlama yağı ile kanat açları kontrol edilebilir pervane için kullanılmakta olan yağı soğutmaktadır. Bunların dışında dizel jeneratör tatlı su soğutucusu da bu sistemde LTFW pompasının bastığı tatlı su ile soğutulmaktadır. Şekil 4.5, MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine ait LTFW devresini göstermektedir.



Şekil 4. 5 MAN B&W 7S50MC-C LTFW devresi

LTFW devresinde herhangi bir nedenle oluşacak kaçaqları gidermek ve pompayı beslemek için LT genişleme tankı bulunur. Dört ayrı devreye ayrılarak ana makine ve dizel jeneratör sistemlerinde soğutma yapan LTFW, ısındığı için LT soğutucularına yani merkezi soğutuculara gönderilmekte ve burada deniz suyu ile soğutulmaktadır.

Deniz suyu sisteminde biri seyir durumunda sürekli çalışan ve diğeri çalışmaya hazır bekletilen toplam iki adet deniz suyu pompası bulunmaktadır. Buna ilaveten ana pompalardan biri acil durumda sintine emişinde kullanılabilmektedir. Deniz suyu sisteminde pompalar, deniz suyunu sadece LT ve HT soğutucularına basmakta olup deniz suyu bu iki soğutucunun dışında hiçbir yerde kullanılmamaktadır. Merkezi deniz suyu sistemine ait devre Şekil 4.6'da gösterilmektedir.



Şekil 4. 6 Merkezi deniz suyu soğutma devresi

Sonuç olarak merkezi soğutma sistemi ile ilgili olarak şunlar söylenebilir; Ana makine HTFW ile soğutulur. Ana makine hava ve yağ soğutucuları, klima ve iklimlendirme sistemi soğutucusu, hava kompresörleri, turbo jeneratör, diğer soğutucular ve HTFW olmak üzere tümü LTFW ile soğutulur. En son olarak da ısınan LTFW ise deniz suyu ile soğutulur.

Günümüz teknolojisinde uzak yol ticari gemilerinde çoğunlukla tercih edilen merkezi soğutma sisteminin avantaj ve dezavantajları;

Merkezi Soğutma Sisteminin Avantajları

- Deniz suyu sadece bir soğutucuda dolaştığı için bakım periyotları uzamış ve işletme ve bakım masrafları azaltılmış olur.
- Yardımcı soğutucularda tatlı su dolaştığı için soğutucu malzemeleri ucuz olur.
- Soğutucular ve yardımcılarının bakım süreleri uzar ve bakım masrafları azalır.
- Isıdan daha fazla yararlanılır.

Merkezi Soğutma Sisteminin Dezavantajları

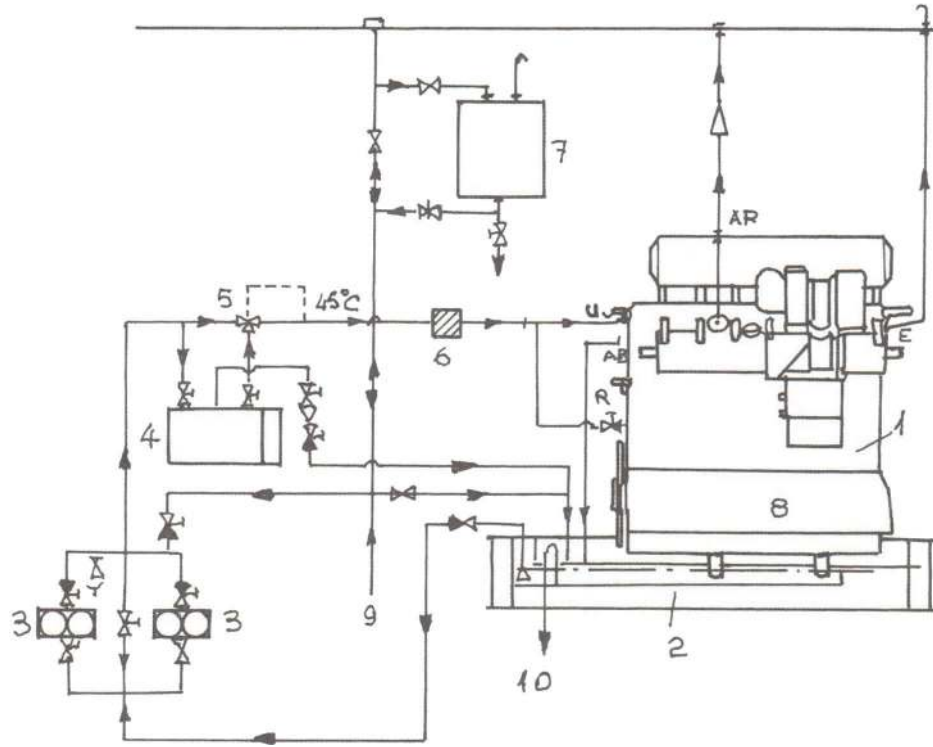
- Deniz suyu, HTFW ve LTFW olmak üzere 3 takım pompa gerektirir.
- Kurulum maliyeti yüksektir.

4.2 Ana Makine Yağlama ve Soğutma Yağı Sistemi

Günümüzde, yağlama yağı, gemi ana makineleri imalatçıları tarafından yakıt gibi bir işletme maddesi olmaktan çok bir konstrüksiyon elemanı olarak düşünülmektedir. Bu bakımdan dizel motorların gelişiminde yağlama teknolojisi çok önemli bir yer kaplamaktadır. Bir gemi ana makinesinin sorunsuz işletilebilmesi, daha efektif enerji elde edilebilmesi ve operasyon güvenilirliğini sağlamak için yağlama ve soğutma yağı sisteminin sorunsuz bir şekilde görevini yerine getiriyor olması gerekmektedir.

Yağlama yağlarının, sadece hareketli parçaların yağlanması değil, yanma sırasında oluşan organik veya inorganik asitleri nötrleştirerek etkisiz hale getirmek, pistonların soğutulmalarını sağlamak, aşınmayı azaltmak ve sürtünmeyi en aza indirmek, aşınma sonucu oluşan metal parçacıklarını taşıyarak yatak yüzeylerini temizlemek ve sürtünme nedeniyle oluşan ısıyı yatak dışına aktararak yatak yüzeylerinin soğumasını sağlamak gibi görevleri de vardır.

Birleşik yağlama sistemi olarak bilinen, yağlama ve soğutma devresi, sump tank (2), yağ dolaşım pompaları(3), yağlama yağı soğutucusu(4), termostatik valf(5), yağ filtresi(6) ve temiz yağ servis tankından(7) oluşmaktadır. Bu sisteme ait devre Şekil 4.7' de gösterilmektedir [22].

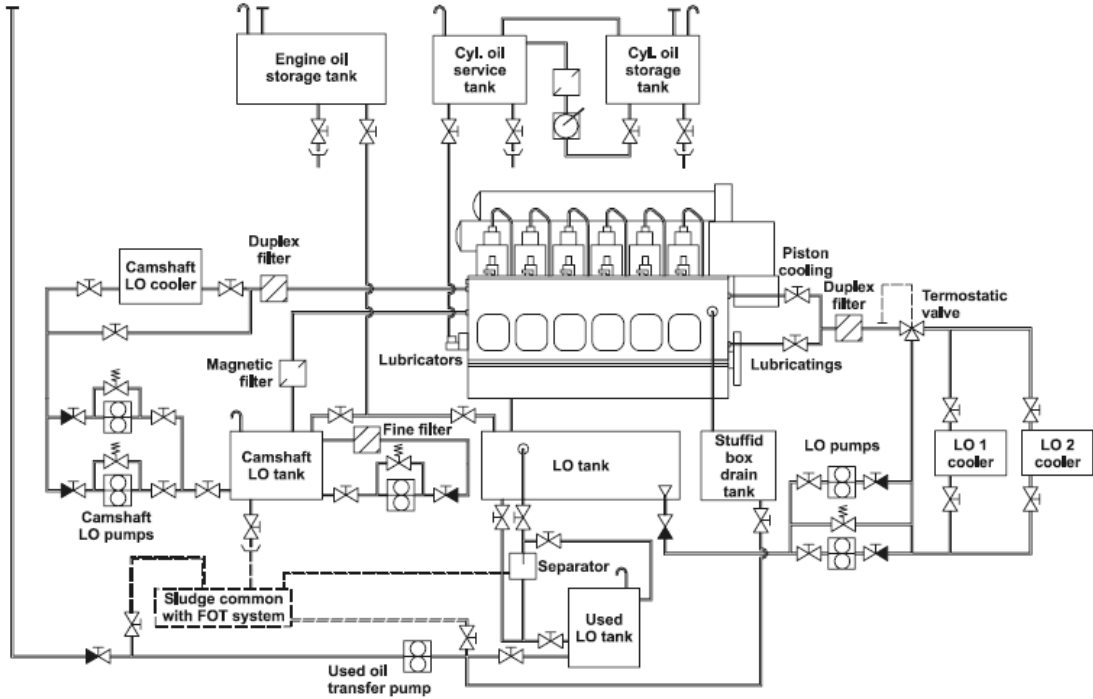


Şekil 4. 7 MAN MC makinelerinde yağlama ve soğutma yağı sistemleri [22]

Yağlama yağı, ana dolaşım pompaları ile sump tanktan alınır ve soğutucuya gönderilir. Yağlama yağı soğutucusundan çıkan yağın sıcaklığı, MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi için 45 °C olduğu zaman termostatik valf akıma izin verir ve filtreden geçen yağlama yağı R girişi ile makine yataklarına, U girişi ile de soğutucu olarak pistonlara dağıtılır. Bu devrede, yağlama yağının büyük bir bölümü pistonların soğutulması ve kroshedlerin yağlanmasında kullanılır. Yağlama görevini yerine getiren yağlar, önce kartere, oradan da sump tanka dreyn edilirler.

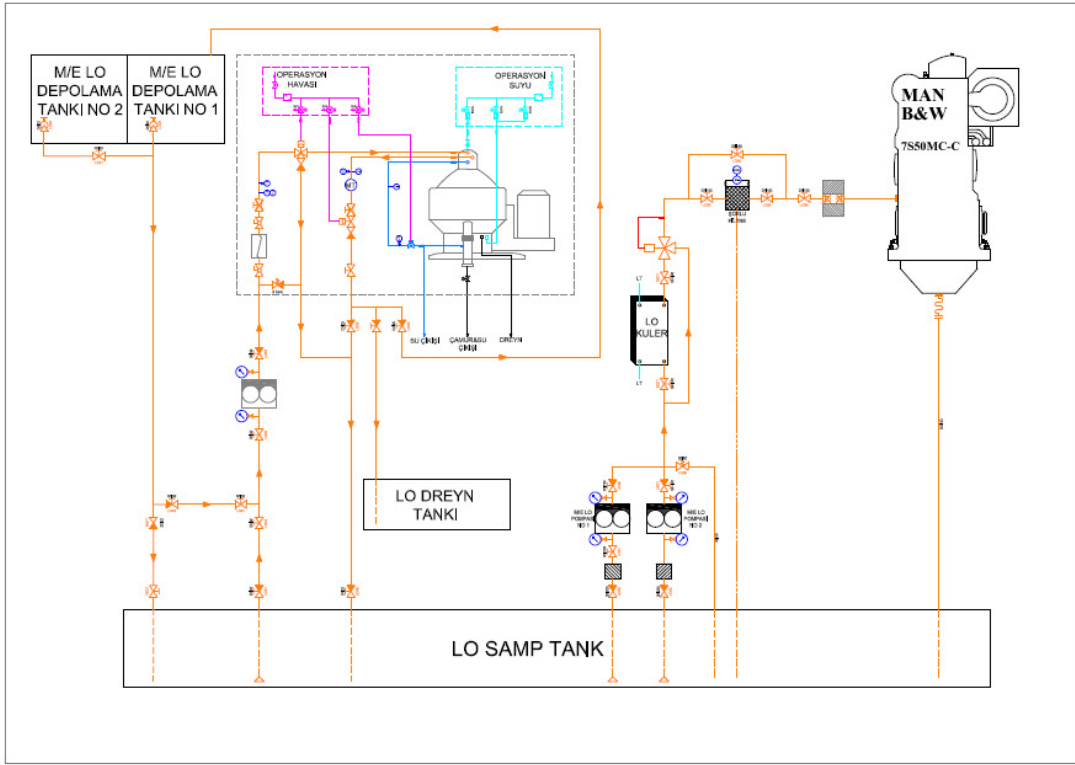
Egzoz valfi hareket mekanizması ve kemşaft için Y girişinde gerekli yağ basıncını sürdürebilmek için, silindir çapı büyük makinelerde yüksek basınç (buster) pompası kullanımı gereklidir. Gemi ana makinelerinin büyük bir bölümünde kemşaft yatakları ana yağlama devresi üzerinden beslenirler. Ancak bazı yüksek güçlü makinelerde ise, kemşaft devresine yakıt sızmasını önlemek üzere ayrı bir yağlama devresi tasarlanmıştır. Bu devre, yağlama yağının yüksek basınçla dolaştığı, kemşaft yağ tankı, servis pompaları, soğutucu ve filtre elemanlarından oluşan kapalı bir devredir. Kemşaft yağ pompası, yüksek yağ basıncı ihtiyacı olduğunda ana makine yağ pompası çıkışındaki

bir devreden alış yapmaktadır. Bu devrelere ait sistemin en genel hali Şekil 4.8’de gösterilmiştir. Ayrıca, MAN B&W turboşarjları da ana makinenin yağlama sisteminden beslenirler.



Şekil 4. 8 Yağlama ve soğutma yağı sistemine ait genel gösterim [19]

Günümüz modern uzakyol ticari gemilerinde yağlama yağının ana makineye girmeden önce otomatik veya şoklu bir filtreden daha geçirildiği görülmektedir. Yine bu filtreden sonra yağ içinde bulunması muhtemel olan metal parçaları alabilmek üzere manyetik (mıknatıslı) filtre de bulunmalıdır. Bu filtreler, Şekil 4.9’da MAN B&W MC makinelerine ait bir yağlama yağı devresi örneği üzerinde gösterilmiştir.



Şekil 4. 9 MAN B&W MC makineleri yağlama yağı devresi

4.2.1 Silindir Yağlanması

İki zamanlı, düşük devirli, uzun stroklu ve kroshedli dizel makinelerde silindirlerin yağlanması ayrı bir sistem tarafından gerçekleştirilmektedir. Düşük bir yağ besleme oranıyla düşük bir aşınma oranını hedeflemek açısından silindir laynerinin çalışma yüzeyi üzerindeki yağlama yağının dağılımı büyük önem taşımaktadır. Bu sistemde layner içine çepeçevre iki sıra yağlama kanalı ile bu kanalların içine yağlama delikleri açılmıştır. Silindir layner yağlama deliklerinin konumu ve her yağlama deliğine gönderilen yağ miktarı; oluşacak yağ filminin formuna, layner çalışma yüzeyinin tamamen yağlanmasına ve yanma ürünlerinin nötralize edilmesine tesir etmektedir. Üst sıradaki yağlama delikleri sayesinde üst ölü nokta (ÜÖN) bölgesi içinde oluşan yüksek yağ tazeleme oranları, oluşan yanma ürünlerini nötralize edebilmektedir.

Ayrıca, yakıttaki kükürt oranına bağlı olarak silindirlerin yağlanma miktarları değişecektir. Yakıttaki kükürt oranında gerçekleşen en ufak sapma kontrol ünitesi sensörleri aracılığıyla algılanır ve yağlama miktarı değiştirilir. Yani kullanılan yağ miktarı yakıttaki kükürt oranını simgeleyen bir fonksiyona bağlı olarak değişir. Bunu sağlamak

için kapalı bir otomatik kontrol devresi oluşturulmuştur. Böylelikle her silindir için gerekli olan yağlama miktarının optimizasyonu sağlanmış olunur.

Sistemde yalnızca yakıt içerisindeki kükürt oranı değerlendirilen parametre değildir. Kükürt oranının yanı sıra aşınmalar sonucu ortaya çıkan yağ içerisindeki demir oranı da izlenerek aşınmaların boyutu hakkında detaylı analiz yapılabilir. Yağ içerisindeki demir oranı için tolere edilebilecek değerler belirlenir ve bu değerlerin aşılması durumunda sistem alarmini tetikler. Bu alarm sistemi su penetrasyonu, doldurma havasının içindeki kirletici parçacık miktarı gibi diğer parametreler için de kullanılabilir.

Piston – segman davranışı hakkında daha fazla bilgiye sahip olabilmek için ana makine pistonlarının her birine basınç ve yağ filmi kalınlık sensörleri yerleştirilebilir. Basınç sensörleri sayesinde segmanların üstünde, altında ve arasında oluşan basınçlar strok boyunca ölçülebilmektedir. Layner içine yerleştirilmiş sensörler sayesinde de segman ve layner arasındaki yağ filmi kalınlıkları ölçülebilmektedir.

Bir dizel makinede silindir laynerinin aşınması özellikle ilk hareket ve yük değişimleri esnasında olduğundan, bu gibi durumlarda silindir yağ dozajını yükseltmek gerekmektedir. Bu ekstra yağlama, silindir lubrikatörleri üzerindeki yağ miktarı ayar bağlantısının kolu döndürülerek manüel olarak gerçekleştirilebilir. Ancak bu yöntem, makine dairesi operasyonlarında açık bir risk olup şayet gerektiğinde ihtiyaç duyulan yağ miktarı sağlanamazsa silindir laynerinin aşınmasını, makine üzerindeki fazla yük kalktığında verilen ekstra yağ kesilmez ise silindir yağ tüketiminin artışına neden olur. Bu nedenle günümüz teknolojisinde otomatik yağlama sistemleri kullanılmaktadır.

Silindir yağı devresi bir yağ tankı, yağ pompası, servis tankı ve lubrikatör bağlantısından oluşmaktadır.

4.2.2 Silindir Lubrikatörleri

Ana makine devir sayısı ve üzerindeki yük değişimlerine bağlı olarak, her silindir için standart bir lubrikatör (bir tür plencerli pompa) donatılmıştır. Lubrikatörler, makine devir sayısı ile denetlenirler ve makinenin ihtiyacı olan yağ miktarını ayarlayabilecek şekilde yapılmışlardır. Her yağlama noktası için camlı kontrol pencereleri ile

donatılmışlardır. Silindir yağı, lubrikatöre, yükseltilmiş bir tanktan boru devresi ile sağlanmaktadır.

Silindir yağlaması için kullanılan lubrikatörlerin depolarına, vardiyalar sırasında makine personeli tarafından silindir yağı doldurulurdu. Bu uygulama günümüzde de sürmektedir. Ancak, günümüz yüksek güçlü modern gemi ana makinelerinde, bu depolar gravite ile silindir yağı devresinden beslenmektedir [22].

Lubrikatörler, devir sayısı ile orantılı olacak şekilde bir kez ayarlanır ve silindirleri besler. Makine üzerindeki yüke bağlı olarak, örneğin manevra esnasında ya da fırtınalı deniz durumlarında otomatik olarak silindir yağı miktarını çoğaltır.

Lubrikatör; bir yağ deposu, stroku ayarlanabilen bir plencer ve silindiri, küresel çek valfler ve kontrol penceresinden oluşmaktadır. Silindir yağı bir streynerden geçirilerek lubrikatörün deposuna doldurulur. Plencer, makineden hareket alan bir kem veya eksantrik yardımıyla çalıştırılır. Plencer tarafından deposundan emilen yağın, sıkıştırılarak basıncı yükseltilir, küresel çek valfler yuvalarından kalkar, silindir yağı kontrol penceresi ve oradan onun çek valfinden geçerek layner yağ nozuluna verilir [23].

Elektronik olarak denetlenen Alfa lubrikatör sistemlerinde ise, makinenin gereksinimi olan silindir yağı miktarı makine yükü ve yakıt niteliği gibi operasyon değişikliklerine uyarlanmıştır. Alfa lubrikatör sistemi, önemli miktarda silindir yağı ekonomisi ve daha güvenli silindir kondisyonu sağlamaktadır.

Silindir lubrikatör kontrollerinde yağlama sistemi üzerinde bulunan akümülatörlerin basınç kontrolleri MAN firmasının tavsiyeleri doğrultusunda 8.000 saatte bir yapılmalıdır. Akümülatörler, elektronik ya da mekanik silindir yağlama sisteminde meydana gelebilecek ani bir arıza, yetersiz yağ beslemesi durumunda devreye girer ve silindirlerin ihtiyacı olan yağı karşılar.

Ana makine çalışırken lubrikatörlerin kontrolleri makine personeli tarafından rutin olarak yapılmalıdır. Elektronik sistemde lubrikatörler her püskürtmeyi yaptığında her lubrikatörün intermediate boxe üzerindeki LED leri yanıp sönmektedir. Eğer bu ledler düzenli olarak yanıp sönüyorsa dışarıdan gözlenebilecek bir aksaklık yok demektir. Ayrıca her skavenç kontrolünden sonra ve kaver overholü sırasında, ön yağlama

yapılmalıdır. Bu şekilde gerekli yağlama işleminin gerçekleşip gerçekleşmediği rahatlıkla anlaşılır.

Makineyi torna çark ile döndürmeden önce mutlaka ön yağlama lubrikatörler ile yapılır.

4.3 Yakıt Sistemi

Yakıt devresi vasıtasıyla, gemilerde başta ana makine olmak üzere jeneratörler, kazan, çöp yakma cihazı, acil durum jeneratörü gibi makinelere, gerekli aşamalardan sonra, ihtiyacı olan yakıt ulaştırılır. Gemilerde yakıt olarak fuel oil (ağır yakıt) ve diesel oil (dizel yakıt) kullanılmaktadır.

Geliştirilen uzman arıza teşhis ve değerlendirme sisteminde, MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi fuel oil (FO) besleme sistemi ideal çalışma aralıkları ve alarm sınır değerleri dikkate alınmıştır. Yakıt transfer ve seperasyon sistemleri alarmları dikkate alınmamıştır. Bu nedenle aşağıda FO besleme sistemi üzerinde durulmuştur.

Gemilerde kullanılan FO gemiye güvertede bulunan yakıt dolum istasyonlarından alınır. Bu istasyonlardan alınan yakıt, ana yakıt devresi hattına gelir ve daha öncesinde valfi açılmış olan FO depolama tanklarına doldurulur. Depolama tankları, içerisindeki yakıtı belirli sıcaklıkta tutabilmek için ısıtıcı kangallar ile donatılmışlardır. Bu ısıtıcı kangalların içerisinden gemi bünyesindeki ısı sağlayıcısına bağlı olarak buhar ya da termal yağ geçmektedir.

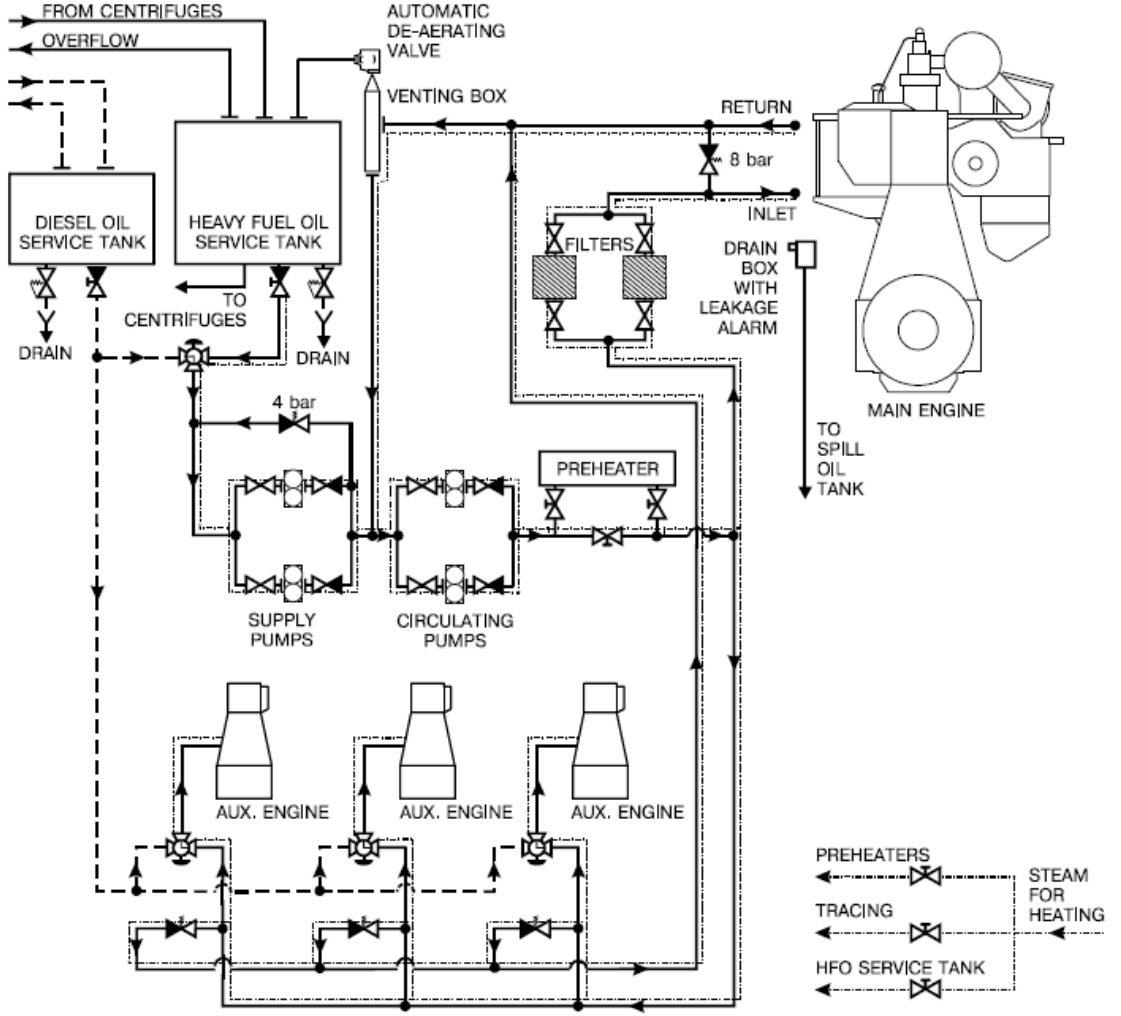
FO depolama tanklarında yakıt 35 – 40 °C aralığında tutulmalıdır. Buradaki FO filtreden geçirilerek dişli ya da vidalı tipteki FO transfer pompası vasıtasıyla makine dairesinde bulunan dinlendirme tankına alınır. Burada dinlendirilen yakıt aynı zamanda yaklaşık 60-65°C'ye kadar ısıtılır. Makine dairesindeki dinlendirme tankı düşük ve yüksek seviye ile düşük ve yüksek sıcaklık alarmları ile denetlenir. Tüm FO devresi yüksek sıcaklıktan dolayı ve ısı kaybını engellemek amacıyla izole edilir.

Dinlenme sonrasında tank dibindeki su ve sludge dreyn edilir. Dinlendirme tankında bekletilip içindeki sludge ve suyu kısmen dreyn edilen yakıt, FO separatörleri vasıtasıyla temizlenerek FO servis tankına gönderilir. Servis tankındaki FO yaklaşık 80-85°C dolayında tutulur.

Separatörler tarafından ayrıştırılan, ısıtılan ve servis tankına gönderilen yakıt, yakıt modülü tarafından alınır. Üzerinde kendi basınç ve sirkülasyon pompaları, yakıt filtreleri, ısıtıcıları, havalandırma boruları, viskozimetre ve alarm ünitesi bulunan yakıt modülü günlük tanktan aldığı yakıtı filtre eder ve ana makine üreticisinin tavsiyeleri doğrultusunda makine için hazırlar. Kullanılan yakıtın belirli bir sıcaklık, basınç ve viskozitede olması gerekir.

Gemilerde seyir durumunda ana makinenin kullanacağı yakıtın istenilen viskoziteyi sağlamak üzere ısıtılması gerekmektedir. Bu işleme yukarıda anlatıldığı gibi depolama tanklarından başlanır ve yakıt kademe kademe ısıtılır. Böylece transfer ve separasyon işlemlerinin de verimi artırılır. MAN B&W 7S50MC-C makinesinde yakılacak FO viskozitesi 10-15 cSt arasında istenir.

Şekil 4.10'da yüksek güçlü, ağır devirli MAN B&W makinelerine uygulanmakta olan bir FO besleme devresi görülmektedir. Devre, makinenin hem FO ve hem de DO ile çalışabilmesine göre tasarlanmıştır.



Şekil 4. 10 MAN B&W MC makinelerinde kullanılan FO besleme sistemi [19]

Elektrik motorları tarafından çalıştırılan genellikle dişli ya da vidalı tipteki besleme pompalarından birinin servis tankından emdiği yakıt, yaklaşık 4 barlık bir basınçla yakıt devresi veya sistemin alçak basınç bölümünde dolaştırılır.

Yakıt, alçak basınç devresinden dolaşım pompalarına iletilir ve bu pompaları yakıtı bir ön ısıtıcı ve filtreden geçirerek makine yakıt pompalarına verir.

Makine kapatıldığı zaman dolaşım pompası sıcak yakıtı devrede dolaştırır. Böylece yakıt pompaları sıcak tutulur ve yakıt püskürtme valfleri havasızlandırılır. Makine çalışmadığı zaman, ısıtılmış yakıtın bu otomatik dolaşımı MAN B&W' nin "Ağır fuel oil ile sabit çalışma önerisidir". Eğer bu öneri kabul edilmezse, DO ile ağır yakıtın bir bölümünün, yakıtın değiştirilmesi sırasında, uyuşmaz bir karışım oluşturması tehlikesi vardır. Bu uyuşmaz karışım durumunda viskozite yükselir ve FO düşük sıcaklık alarmı verir. Bu

nedenle, makinenin operasyonu için diesel oil kullanılmaması önemle tavsiye edilir. Oysa bazı özel durumlarda, örneğin havuzda tamir – bakım, beş günden uzun süren beklemlerde, yakıt sisteminin büyük onarımı ve çevre gerekleri bakımından ana makine dizel yakıtı geçilerek durdurulur. Bu durumlarda tanklar arası geçiş prosedürünü hızlı ve düzgün bir şekilde uygulamak gerekmektedir [22].

ANA MAKİNE UZMAN ARIZA TEŞHİS ve DEĞERLENDİRME SİSTEMİ

Gemi makine dairesi işletme koşulları altında birçok gereksinimi aynı anda karşılaması gereken bir yapıdadır. Bu noktada işletme unsurlarının değişkenliği ve makine dairesinde meydana gelen çeşitli senaryoların yarattığı etkilerin karşılanması işletmecisi personelin yanı sıra sistemin yapısal özelliklerine de bağlıdır. Performans faktörü işletmecisi personelin yeterli bilgi düzeyi, tecrübe ve işletme yönetimi gibi unsurların yanı sıra, sistemlerin normal çalışma koşulları ve acil durumlarda gösterdikleri yeterlilik ile değişmektedir [6].

Denizcilik istatistik analizlerinin ortak tanımına göre, gemi kazalarında yüksek olarak gösterilen faktör, insan hatasıdır. İnsan faktörü önemli bir neden olduğu için bu etken denizcilik camiasını daha emniyetli çözüm yolları aramaya itmiştir [1], [2], [3], [4]. Bu motivasyon dışında, özellikle liman manevralarında ve kritik sulardaki gemi kazalarında diğer faktör olan makine arızaları, ayrıca acil stratejiler gerektirmektedir.

Arızayı kısaca tanımlayacak olursak, herhangi bir makinenin veya sistemin ideal çalışma değerleri dışına çıkarak düzensiz çalışması veya tamamen durması durumlarına bağlı olarak işlevlerini tam olarak yerine getirememesi durumudur. Gemi makine dairesinde meydana gelen arızalar, makine dairesindeki sistemlerin tamamen birbirleriyle entegre olarak çalışmasından dolayı çok çabuk bir şekilde diğer sistemleri de etkilemekte ve bu da zaman zaman geminin hayati tehlikelere düşmesine neden olmaktadır. Bu neden, arızayı çabuk ve etkili bir şekilde tespit edip gidermenin önemli olduğunu ortaya

koymaktadır. Büyük arızaların giderilmesinde mutlaka iyi yetişmiş mühendisler görevlendirilmeli, makine personelinin arıza sebebini erken tespit edebilmesi için de uzman arıza teşhis ve değerlendirme sistemleri kullanılmalıdır. Böylece, çalışanların doğru yönlendirilmesi, iş gücünün artması ve ortaya çıkacak hasarın azaltılarak ekonomik kaybın minimuma indirilmesi sağlanacaktır.

Belirli bir alanda uzmanlık gerektiren zor ve karmaşık problemlerin çözümüne yardımcı olmak için geliştirilen aynı zamanda konularında uzman olan kişilerden toplanan bilgi ve becerileri ihtiva eden yapay zekâ programlarına uzman sistem adı verilir. Bu programlar bilgi tabanlı sistemler olarak da adlandırılırlar [24]. Uzman sistemler, verilen bilgi alanında uzman bir insanın davranışını taklit eder. Verinin elde edilmesi için çeşitli sorular sorar, değerler ister ve sahip olduğu bilgi tabanına bağlı olarak çeşitli uyarılar ve çözümler üretir. Uzman sistemlerin pratik uygulamalarının gelişimi, özel bir alanda tecrübeli bir insanın bilgi ve birikiminden yararlanarak neden sonuç soru tipleriyle düzenlenmesine bağlıdır.

Bu çalışmada, ana makine soğutma, yağlama ve yakıt sistemleri için geliştirilen bilgi tabanlı sistemin, ana makine operasyonları sırasında arıza tespiti, ayrıca koruyucu bakım işlemlerinde gemi makineleri işletmecilerine danışmanlık yapması amaçlanmıştır. Arıza tespitinin mantığı şu şekilde kurulmuştur; Sistem kullanıcıya, sistemler ile ilgili temel uyarıları sunacak, kullanıcı bu uyarılardan birini seçecektir. Uzman sistemde, seçilen uyarıya bağlı olarak kullanıcı arızayı teşhis edecek, arıza nedenleri ve arızaya müdahale şekillerini görebilecektir. Arıza tespiti için kullanılan programın bilgi tabanındaki bilgiler, ana makine üreticileri tarafından belirtilen katalog ve teknik el kitabı dikkate alınarak ve gemi üzerinde edinilen tecrübeler doğrultusunda elde edilmiştir.

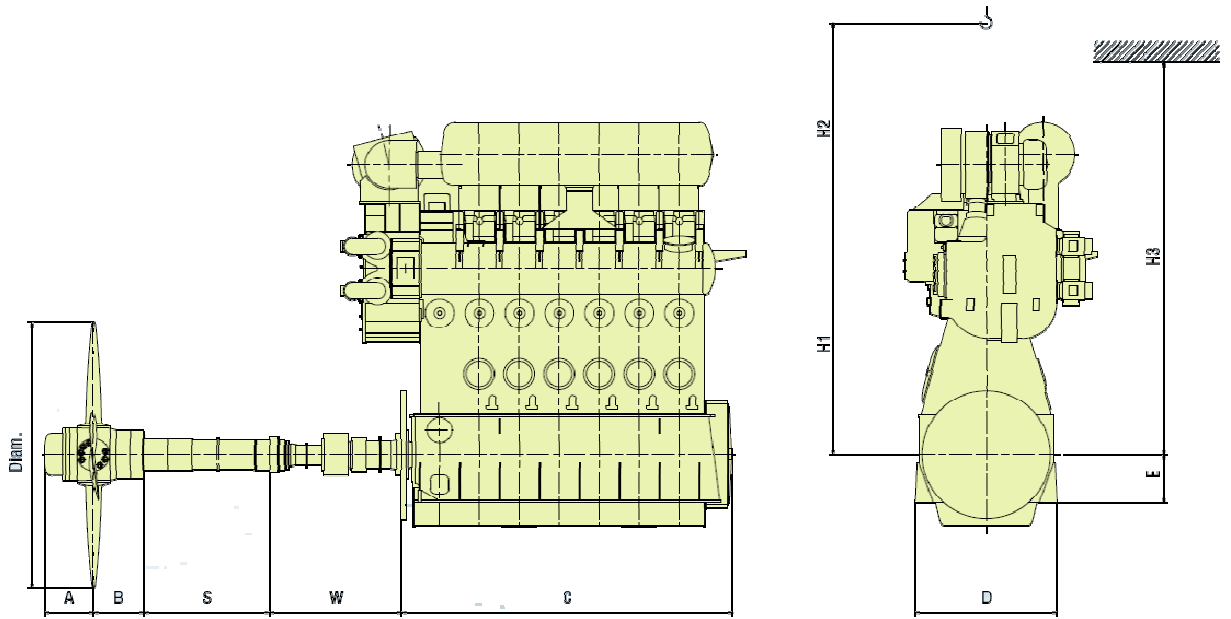
Özellikle gemi makine sistemlerinin bakım proseslerine destek olan ek yazılımlar, makine işletmecilerinin iş yükü ve yorgunluk kaynaklı oluşabilecek hatalarını azaltabilmek içindir. Ayrıca bu yazılımlara arıza belirtme modüllerinin eklenmesiyle arızalar büyümeden önlenilecek, makine personelinin üzerindeki iş yükü azalmış ve ekonomik kaybın en aza indirilmesi sağlanmış olacaktır.

Literatürde bu amacı karşılamak için PROLOG, LIPS gibi yapay zekâ programlama dilleri kullanılmıştır [9]. Bu çalışmada C# programlama dilini kullanarak ana makine soğutma, yağlama ve yakıt sistemleri için bilgi tabanlı bir uzman arıza teşhis programı geliştirilmiştir.

5.1 Ana Makine (M/E) Seçimi

Ana makine soğutma, yağlama ve yakıt sistemleri için arıza teşhis ve değerlendirme programı geliştirilirken, modern ticari uzakyol gemilerinde çoğunlukla tercih edilen MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi tercih edilmiştir. Bu makine yedi silindirli, iki zamanlı ve 127 rpm devirde 10.500kW güce sahiptir. Seçilen makineye ait tip tanımlaması Şekil 5.2’de gösterilmektedir.

Tercih edilen makinenin, sistemlerine ait basınç, sıcaklık, seviye ve viskozite alarm sınır değerleri ve ideal çalışma aralıkları dikkate alınarak uzman arıza teşhis programı geliştirilmiştir. Seçilen makine ve sevk sistemi boyutları Şekil 5.1’ de ve seçilen makinenin teknik özellikleri Çizelge 5.1 ‘de gösterilmiştir.

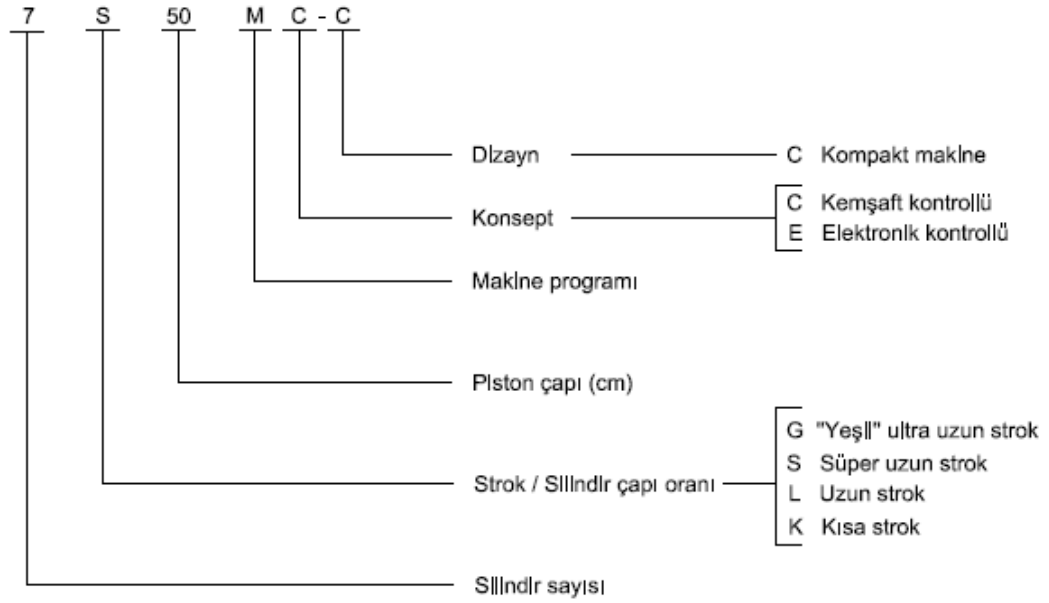


Şekil 5. 1 MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi ve sevk sistemi boyutlandırılması [25]

Çizelge 5. 1 MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi teknik özellikleri [25]

Makine			Pervane		Boyutlar								Ağırlıklar	
Tip	Güç		Hız	Çap	A	B	C	D	E	H1	H2	H3	Makine	Pervane
	kW	BHP	rpm	mm	mm								Ton	
7S50MC-C	10500	15015	127	5650	1110	1155	7555	3150	1085	8950	8375	8150	238	35,5

Makine	Silindir Sayısı	Silindir Çapı	Piston Stroku	Hız	Piston Hızı	Güç/Silindir	
Tip		mm	mm	rpm	m/s	kW	BHP
S50MC-C	7	500	2000	127	8,47	1580	2145



Şekil 5. 2 MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi tip tanımlaması

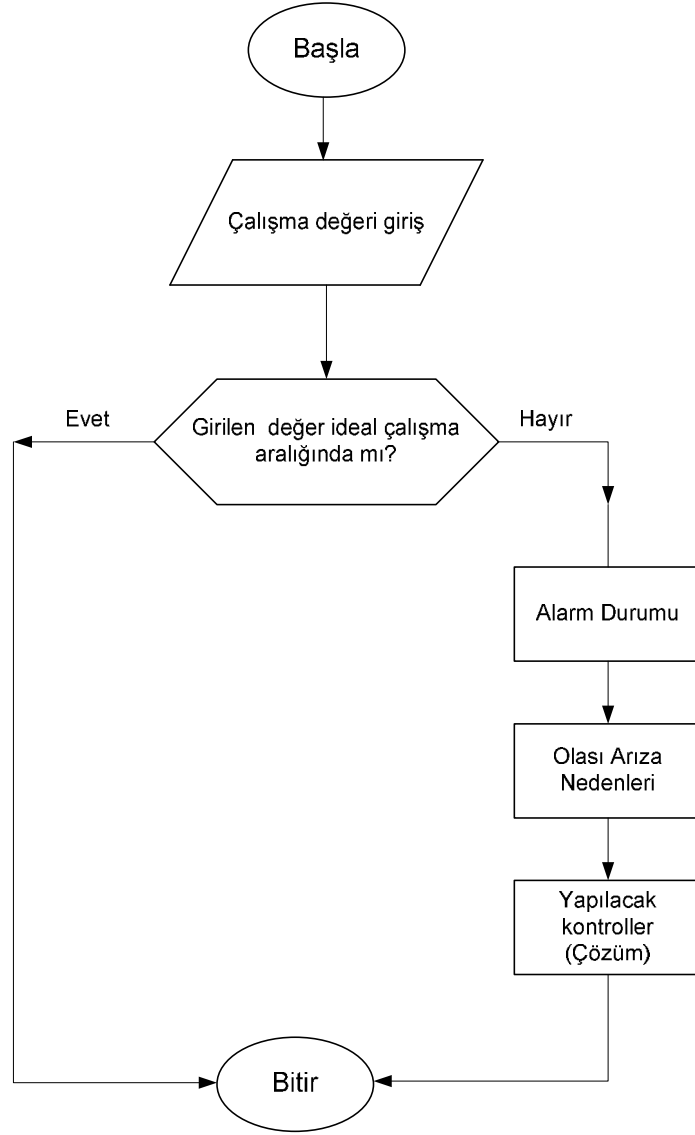
MAN B&W 7S50MC-C 'ye ait sistemlerin ideal çalışma aralıkları, alarm sınır değerleri ve ölçüm noktaları Çizelge 5.2 'de gösterilmiştir. MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi yardımcı sistemlerinden soğutma, yağlama ve yakıt sistemleri incelenerek alarmlar belirlenmiştir. Alarm durumlarına neden olabilecek arıza nedenleri ve müdahale şekilleri tespit edilip, C# programlama dilini kullanarak uzman bir arıza teşhis ve değerlendirme sistemi geliştirilmiştir.

Çizelge 5. 2 MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi alarm sınır ve ölçüm değerleri

						Ayar Değerleri (Set Points)							
						Alarm				Yol Kesmek (Slow Down)		Durdurmak (Shut Down)	
Ölçüm Noktaları		Basınç (Bar)		Sıcaklık (°C)		Basınç		Sıcaklık		Basınç	Sıcaklık	Basınç	Sıcaklık
		Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.	Min.	Max.
Ceket Soğutma Suyu	Giriş	3.5	4.5	65	70	2.0		57	75	1.5			
	Çıkış	1.0	1.5	78	82		2		85		90		95
Ceket Soğutma Suyu T/C	Çıkış			75	80				85				
Ana Makine (M/E) Ön Isıtma				35	50			30					
Deniz Suyu		1.9	2.5	10	32	1.0	3.5		40	0.5			
Düşük Sıcaklık (LT) Soğutma Suyu		2.0	4.5	30	36	1.0	5.5		44				
LT Soğutma Suyu Hava Kuleri	Giriş	2.0	4.5	10	36	1.0	5.5		40				
	Çıkış			10	63								
Yağlama Yağı	Giriş	2.0	2.3	40	47	1.6		35	55	1.4	60	1.2	
	Çıkış			50	60				65				
Piston Soğutma Yağlama Yağı	Giriş	1.4	3.0			1.4				1.2		0.8	
	Çıkış			50	65				70		75		
Yağlama Yağı T/C	Giriş	1.5	2.2			1.2							
	Çıkış			70	90				95		120		
Silindir Yağlama Yağı	Giriş	40	50	40	60	35	60		70				
Ana Yatak Yağlama				55	70				75		80		90
FO Filtreden Sonra	Giriş	7	8	120	130	6.5		100	150				

FO Viskozite (CST)		Alarm	
Min.	Max.	Min.	Max.
10	15	7	20

Geliştirilen yazılıma ait genel akış diyagramı Şekil 5.3'de gösterilmiştir.



Şekil 5. 3 Yazılım Genel Akış Diyagramı

5.2 Ana Makine Merkezi Soğutma Sistemi Alarmları

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine sahip bir makine dairesi otomasyon sistemi üzerinde yapılan incelemeler doğrultusunda, M/E merkezi soğutma sistemine ait alarmlar belirlenmiştir. M/E merkezi soğutma sistemi için on bir temel alarm ve bu alarlara ait yüksek, düşük, düşük düşük, yüksek yüksek olma durumları da dikkate alınarak aşağıdaki yirmi üç adet alarm belirtilmiştir. Alarmlar, İngilizcede ‘hata’ anlamına gelen ‘failure’ kelimesinin baş harfi kullanılarak F1,F2,F3,.....,F23 şeklinde tanımlanmıştır.

- F1: Ana Makine (M/E) Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı Yüksek

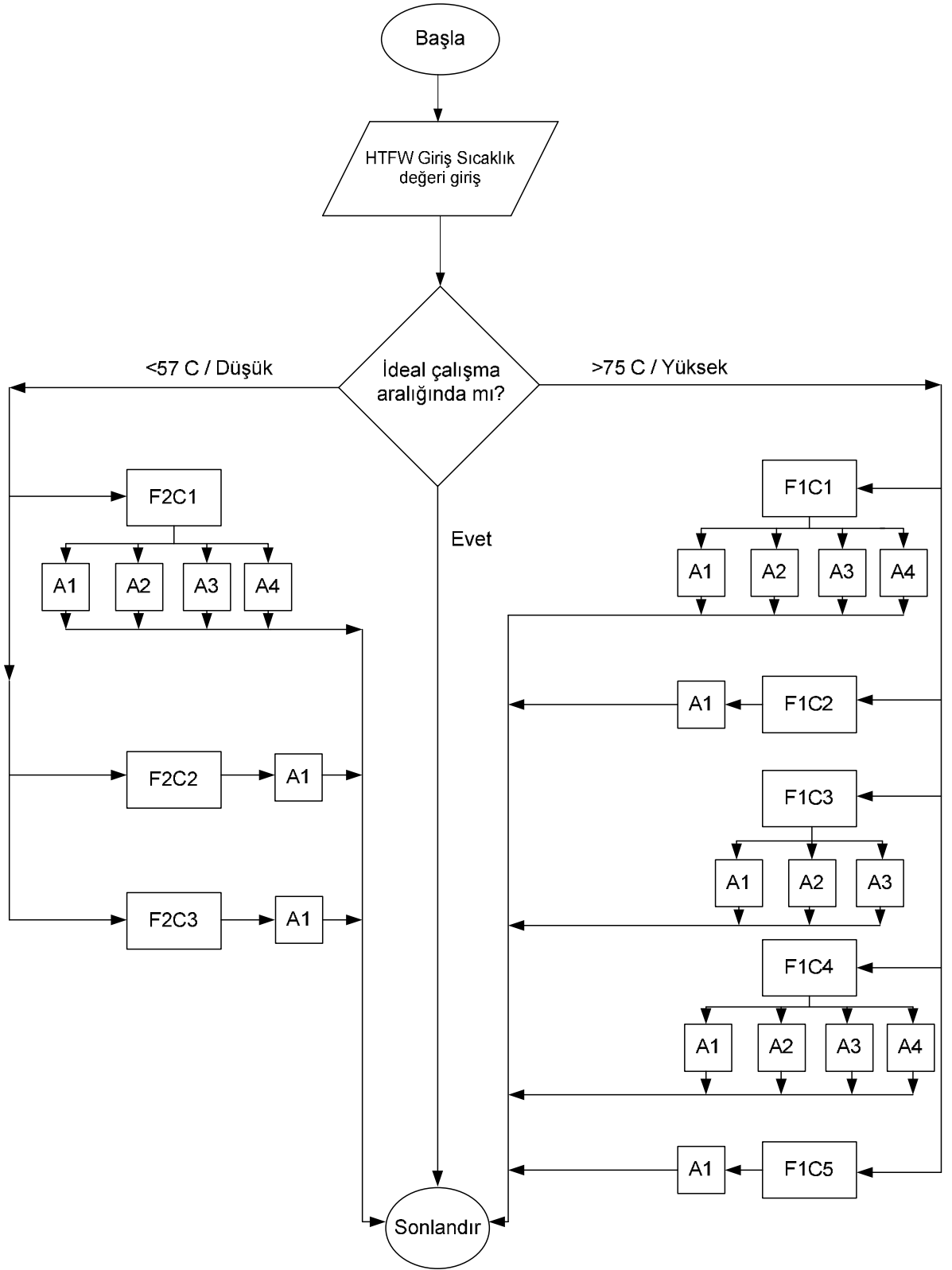
- F2: M/E Ceket Soğutma Suyu (HTFW) Giriş Sıcaklığı Düşük
- F3: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek
- F4: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek Yüksek (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F5: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük
- F6: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük Düşük (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F7: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Basıncı Yüksek
- F8: M/E Ceket Soğutma Suyu T/C Çıkış Sıcaklığı Yüksek
- F9: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye
- F10: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye
- F11: Deniz Suyu Basıncı Yüksek
- F12: Deniz Suyu Basıncı Düşük
- F13: Deniz Suyu Basıncı Düşük Düşük (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F14: Deniz Suyu Sıcaklığı Yüksek
- F15: M/E Ön Isıtma Sıcaklığı Düşük (Makineyi Çalıştırma)
- F16: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye
- F17: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye
- F18: LT Soğutma Suyu Sıcaklığı Yüksek
- F19: LT Soğutma Suyu Basıncı Yüksek
- F20: LT Soğutma Suyu Basıncı Düşük
- F21: LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı Yüksek
- F22: LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı Düşük
- F23: LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı Yüksek

5.2.1 Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri

Belirlenen alarmlar doğrultusunda ilgili alarma, yani arızaya, neden olan sebepler C1,C2,C3,.....,Cn, ilgili arıza sebebinde yapılması gereken kontroller de önem sırasına göre C1A1,C1A2,.....,C1An şeklinde her bir arıza sebebine karşılık gelecek şekilde belirlenmiştir. Arıza sebepleri kodlandırılırken İngilizcede 'neden' anlamına gelen 'cause' kelimesinin, yapılacak kontroller kodlandırılırken de İngilizcede 'müdahale' anlamına gelen 'action' kelimesinin baş harfleri kullanılmıştır.

5.2.1.1 F1: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı Yüksek

Geliştirilen yazılımda, M/E ceket soğutma suyu giriş sıcaklığına ait alarm akış diyagramı Şekil 5.4'de gösterilmiştir.



Şekil 5.4 HTFW giriş sıcaklık alarm akış diyagramı

F1C1: HT Soğutma suyu (HTFW) giriş sıcaklığı gözlem cihazı – monitör donanım arızası

C1-1: Sıcaklık ölçüm cihazı bozuk veya hatalı çalışıyor.

C1-2: Sıcaklık transmitter arızası.

C1-3: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

F1C2: Sıcaklık ayarı ve kontrolü için kullanılan termostatik valf arızası

F1C3: Yetersiz ceket soğutma suyu beslemesi

C3-1: HT genişleme tankında su seviyesi azalmış olup, ceket soğutma devresinde dolaşan tatlı su miktarında azalmaya neden olmuştur.

C3-2: HT soğutma suyu besleme pompasının devri düşüktür, yetersiz debide soğutma suyu basmaktadır.

C3-3: HT soğutma suyu devresi tıkanmış-kirlenmiştir.

F1C4: HT soğutucu devre arızası

C4-1: HT soğutucusu kirlenmiş-tıkanmıştır. İç yüzeyler kışır tutmuş olup, ısı geçişini olumsuz yönde etkilemiştir.

C4-2: HT soğutucusuna giren LT soğutma suyunun (LTFW) sıcaklığı tasarım sırasında öngörülen değerden daha yüksektir.

C4-3: HT soğutucusuna giren LTFW debisi olması gereken değerden daha düşüktür.

C4-4: Deniz suyu besleme pompası yetersiz debide deniz suyu basmaktadır.

F1C5: Ana makine üzerinde aşırı yük

5.2.1.2 F2: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı Düşük

F2C1: HT Soğutma suyu giriş sıcaklığı gözlem cihazı arızası

C1-1: Sıcaklık ölçüm cihazı bozuk veya hatalı çalışıyor.

C1-2: Sıcaklık transmitter arızası.

C1-3: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

F2C2: Sıcaklık ayarı ve kontrolü için kullanılan termostatik valf arızası

F2C3: HT soğutma suyuna belirli durumlarda karıştırılan LT soğutma suyunun debisi olması gereken değerden daha yüksektir

5.2.1.3 F3: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek

Ana makine ceket soğutma suyu giriş sıcaklığı yüksek alarm durumunda ise, çıkış sıcaklığı da aynı şekilde yüksek alarm durumunda olacaktır. Bu nedenle arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller giriş sıcaklığı yüksek alarm durumundakiler ile aynı olacaktır. Ancak, ceket soğutma suyunun makineye giriş sıcaklığı normal, çıkış sıcaklığı yüksek seviye alarm durumunda ise düşünülmesi gereken en önemli arıza sebebi ceket soğutma suyuna yanmış gazların karışmış olma ihtimalidir. Bu alarm durumunda aşağıda görüldüğü üzere ana makine kaverleri ve gömlekleri sızıntı kontrollerinin yapılması gereklidir.

Giriş ve çıkış sıcaklıklarını kontrol edebildiğimiz durumlarda, aradaki sıcaklık farkına bakarak arızayı belirlemek daha doğru olacaktır.

F3C1: Soğutma suyuna yanmış gazların karışması

C1-1: Kaver kaçakları.

C1-2: Gömlek (Layner) kaçakları.

F3C2: Layner soğutma kanallarında tıkanıklık

5.2.1.4 F4: M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı Yüksek Yüksek

Bu alarm durumunda arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yüksek alarm durumunda gerçekleştirilenler ile aynı olacaktır. Buna ek olarak, bu alarm durumunda ana makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir. Arızayı gidermek için yapılan müdahalelere rağmen ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yükselmeye devam ediyor ve 95 °C ye kadar çıkmış ise ana makineyi durdurmamız gerekir.

5.2.1.5 F5: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük

Düşük basınç alarm durumlarında akla gelecek ilk arıza sebebi pompa kaynaklı arıza olmalıdır. Ceket soğutma suyu pompası herhangi bir sebepten devre dışı kalırsa, çalışmaya hazır durumda bekletilen yedeği devreye girecektir. Bu durumda sistemde yine de düşük basınç alarmı olacaktır. Bu durumda devre dışı kalan pompanın arızası üzerinde durulmalıdır.

F5C1: HT Soğutma suyu giriş basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C1-1: Basınç transmidi arızalıdır.

C1-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

F5C2: M/E HT soğutma suyu besleme pompası arızası

C2-1: HT soğutma suyu besleme pompası devri düşüktür.

C2-2: Pompa elektrik motoru hasarlanmıştır.

C2-3: Pompa kaplini kırılmıştır. Elektrik motoru pompayı çevirmiyordur.

C2-4: Mekanik salmastra hasarlanmıştır.

C2-5: Pompa impelleri hasarlanmıştır.

F5C3: Dahili makine HT soğutma suyu kaçaqları

C3-1: Kaver kaçaqları.

C3-2: Gömlek (Layner) kaçaqları.

C3-3: Gömlekler etek o-ringleri sızdırmaktadır.

F5C4: Harici makine HT soğutma suyu kaçaqları

C4-1: Harici boru ve harici monte edilmiş kısımların sızıntıları.

C4-2: Yardımcı sistem sızıntıları.

C4-3: HT soğutma suyu devresi hava yapmıştır.

F5C5: Ceket soğutma suyu basıncı ölçümünün yapıldığı noktada meydana gelen tıkanıklık ve kirlilik - Ceket soğutma suyu devresinde besleme pompasından önceki filtre tıkalıdır

5.2.1.6 F6: M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı Düşük Düşük

Bu alarm durumunda arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller ceket soğutma suyu giriş basıncı düşük alarm durumunda gerçekleştirilenler ile aynı olacaktır. Buna ek olarak, bu alarm durumunda ana makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir.

5.2.1.7 F9: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye

HT genişleme tank seviyesinin, makine dairesindeki operasyonlar esnasında belirli periyotlarda kontrol edilmesi gerekir. Belirli sürelerde bu tankta soğutma suyu miktarında azalma olması muhtemeldir ve tamamlanması gerekmektedir. Eğer bu seviye sıklıkla düşüyor ve tamamlanmasına rağmen kısa sürede alarm veriyor ise aşağıda belirtilen nedenlerin düşünülmesi gerekmektedir.

F9C1: HT soğutma suyu seviye cihazları gösterge arızası

F9C2: M/E ceket soğutma suyu devresi sızdırmaz değil

C2-1: HT pompası salmastra kaçakları.

C2-2: HT soğutma suyu devre kaçakları.

C2-3: HT genişleme tankı dreyn devresi soğutma suyu kaçağı.

C2-4: HT soğutucu devre kaçakları.

F9C3: Dâhili makine HT soğutma suyu kaçakları

C3-1: Kaver kaçakları.

C3-2: Gömlek (Layner) kaçakları.

C3-3: Gömlekler etek o-ringleri sızdırmaz değil.

F9C4: Tatlı su üretim cihazında deniz suyunu ısıtma amaçlı kullanılan HT soğutma suyu kaçakları

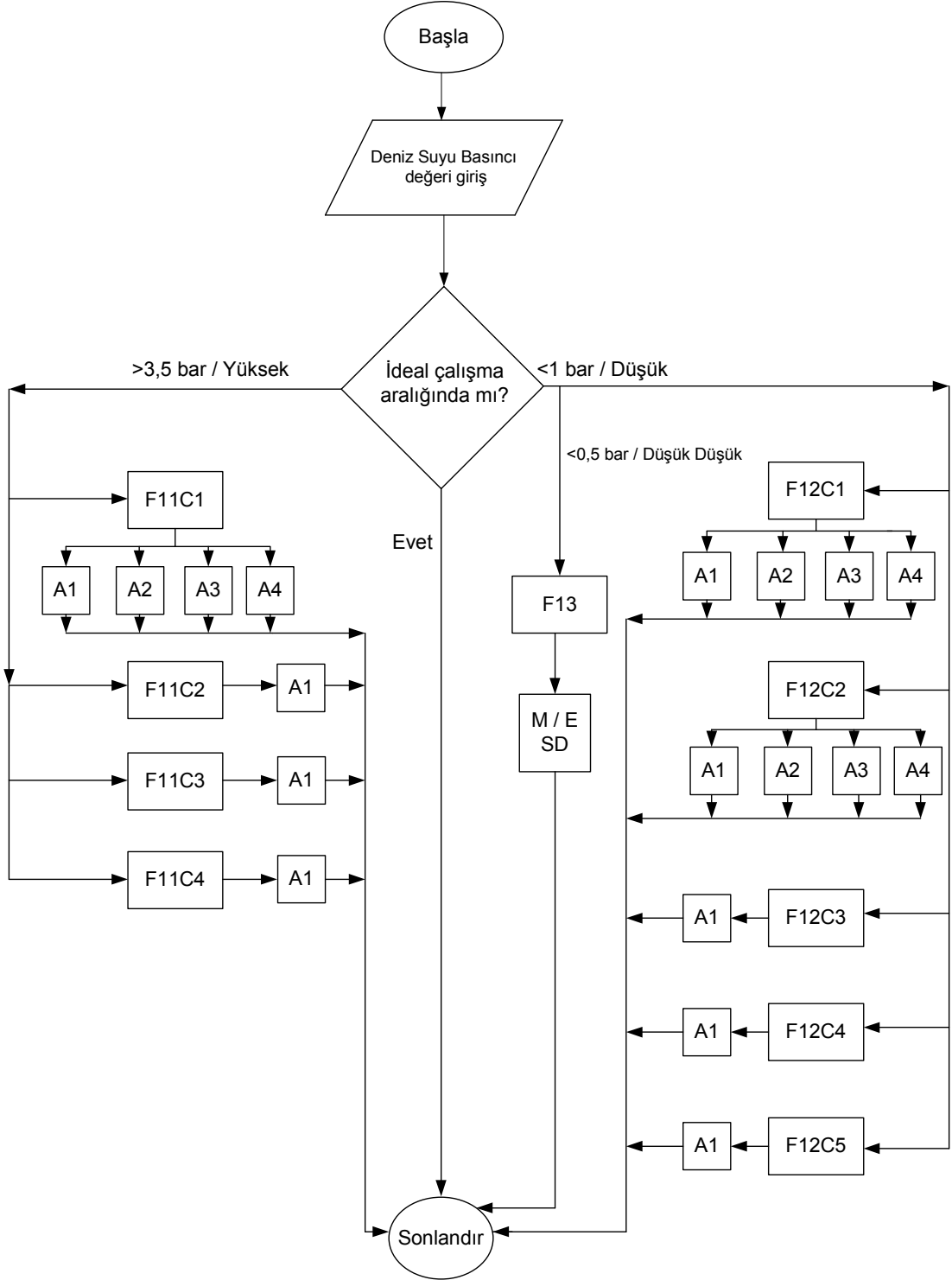
5.2.1.8 F10: M/E HT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye

F10C1: Tatlı su üretim cihazında, ceket soğutma suyuna deniz suyu karışmaktadır

F10C2: HT soğutma suyu seviye cihazları gösterge arızası

5.2.1.9 F11: Deniz Suyu Basıncı Yüksek

Geliştirilen yazılımda, deniz suyu basıncı alarm durumuna ait akış diyagramı Şekil 5.5'de gösterilmiştir.



Şekil 5.5 Deniz suyu basınç alarm akış diyagramı

F11C1: Deniz suyu çıkış basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C1-1: Basınç transmitteri arızalıdır.

C1-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

F11C2: Dışatım noktasındaki valf yarı kapalı

F11C3: Deniz suyu devresinde pompadan sonraki kısımda deniz suyu akışını engelleyen tıkanıklık söz konusu

F11C4: LT soğutucusunda temizlik ya da bakım esnasında sökülen plakaların yapılan bakım işlemi sonrasında monte edilirken düz takılmaması

5.2.1.10 F12: Deniz Suyu Basıncı Düşük

F12C1: Deniz suyu basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C1-1: Basınç transmitteri arızalıdır.

C1-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

F12C2: Yetersiz deniz suyu beslemesi

C2-1: Deniz sandığındaki (kinistin) alıcı filtreler tıkalı.

C2-2: Deniz suyu besleme pompası arızası.

C2-3: Deniz suyu giriş valfi yarı kapalı.

C2-4 Deniz suyu devresi alıcı kısmındaki süzgeç tıkalı.

F12C3: Deniz suyu sistemi hava yapmıştır

F12C4: Deniz suyu sistem kaçağı (Deniz suyu devresi ve harici monte edilmiş yardımcı sistem kaçakları)

F12C5: Deniz suyu devresinde basınç ölçümünün yapıldığı noktada meydana gelen bir tıkanıklık veya kirlilik mevcuttur

5.2.1.11 F13: Deniz Suyu Basıncı Düşük Düşük

Bu alarm durumunda arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller deniz suyu basıncı düşük alarm durumunda gerçekleştirilenler ile aynı olacaktır. Buna ek olarak, bu alarm durumunda ana makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir.

5.2.1.12 F14: Deniz Suyu Sıcaklığı Yüksek

Deniz suyu, gemi ana makine soğutma sistemindeki ana ve sonsuz soğutucudur. LT soğutucusuna giren soğutucu akışkanın, yani deniz suyunun sıcaklığının tasarım sırasında öngörülen değerlerden daha yüksek olması durumunda, belirlenen alarm sınır değerleri doğrultusunda sistem deniz suyu sıcaklığı yüksek alarmını verecektir. Bu alarm durumunda herhangi bir müdahale durumumuz olmamakla birlikte, soğutma sisteminde birleşen alarmlar silsilesi birbirini izleyecektir. Bu durumda yapılması gereken en önemli kontrol, ana makine ceket soğutma suyu giriş sıcaklığının takip edilmesidir. Ceket soğutma suyu giriş sıcaklığındaki artış miktarına göre, ana makineyi durdurmak ya da üzerindeki yükü azaltmak gerekebilir.

5.2.1.13 F15: M/E Ön Isıtma Sıcaklığı Düşük

Gemilerde ana makine ön ısıtma işlemi ön ısıtma güç kaynağı ve ön ısıtma pompası vasıtasıyla elektrik enerjisi kullanılarak ya da gemi bünyesinde mevcut buharın ya da termal yağın, ceket soğutma suyunu sirkülasyonu esnasında ısıtması ile olur. Burada kabul edilen ön ısıtma şekli buhar ile yapılan ön ısıtmadır. Elektrikli ön ısıtma sisteminde meydana gelebilecek arızalar; ön ısıtma güç kaynağının veya ön ısıtma pompasının doğru çalışmaması ile ilgili olabilir.

F15C1: Soğutma suyu ön ısıtma devresine buhar alınmamıştır

F15C2: Gemi bünyesindeki kazan devre dışı kalmıştır

F15C3: Buhar basıncı düşüktür

F15C4: Sıcaklık gösterge monitörü düzgün çalışmamaktadır

Bu alarm durumunda ana makine kesinlikle çalıştırılmaz ve sistem makineyi çalıştırmayınız uyarısı verir.

5.2.1.14 F16: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Düşük Seviye

F16C1: LT soğutma suyu seviye cihazları gösterge arızası

F16C2: LT soğutma suyu devresi sızdırmaz değil

C2-1: LT pompası salmastra kaçakları.

C2-2: LT soğutma suyu devre kaçakları.

C2-3: LT genişleme tankı dreyn devresi soğutma suyu kaçağı

C2-4: LT soğutucusu devre kaçakları.

F16C3: M/E hava soğutucusu kaçakları

F16C4: Yağ soğutucusu kaçakları

5.2.1.15 F17: LT Soğutma Suyu Genişleme Tankı Yüksek Seviye

F17C1: LT soğutucusunda, LT soğutma suyuna deniz suyu karışmaktadır

F17C2: HT soğutucusunda, LT soğutma suyuna HT soğutma suyu karışmaktadır

F17C3: Yağlama yağı soğutucusunda, LT soğutma suyuna yağ karışmaktadır

F17C4: Dişli grubu yağı soğutucusunda LT soğutma suyuna yağ karışmaktadır

5.2.1.16 F18: LT Soğutma Suyu Sıcaklığı Yüksek

F18C1: LT Soğutma suyu sıcaklık gözlem cihazı arızası

C1-1: Sıcaklık ölçüm cihazı bozuk veya hatalı çalışıyor.

C1-2: Sıcaklık transmitter arızası.

C1-3: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

F18C2: Sıcaklık ayarı ve kontrolü için kullanılan termostatik valf arızalanmıştır

F18C3: Yetersiz LT soğutma suyu beslemesi

C3-1: LT soğutma suyu besleme pompasının devri düşük, yetersiz debide soğutma suyu basmaktadır.

C3-2: LT soğutma suyu devresi tıkanmış-kirlenmiştir.

C3-3: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır.

F18C3: LT soğutucu devre arızası

C4-1: LT soğutucusuna giren deniz suyu sıcaklığı tasarım sırasında öngörülen değerden daha yüksektir.

C4-2: Deniz suyu besleme pompası yetersiz debide deniz suyu basmaktadır.

C4-3: LT soğutucusu kirlenmiş-tıkanmıştır. İç yüzeyler kışır tutmuş olup, ısı geçişini olumsuz yönde etkilemiştir.

5.2.1.17 F20: LT Soğutma Suyu Basıncı Düşük

F20C1: LT soğutma suyu basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C1-1: Basınç transmidi teri arızalıdır.

C1-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

F20C2: LT soğutma suyu besleme pompası arızası

C2-1: Pompa kaplini kırılmıştır. Elektrik motoru pompayı çevirmiyordur.

C2-2: Pompa elektrik motoru hasarlanmıştır.

C2-3: Mekanik salmastra hasarlanmıştır.

C2-4: Pompa impelleri hasarlanmıştır.

F20C3: LT soğutma suyu kaçakları (LT genişleme tankında su seviyesi azalmış olup, soğutma devresinde dolaşan tatlı su miktarında azalmaya neden olmuştur.)

C3-1: LT soğutma suyu pompası salmastra kaçakları

C3-2: Harici boru ve harici monte edilmiş kısımların sızıntıları.

C3-3: Yardımcı sistem sızıntıları.

C3-4: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır.

F20C4: LT soğutma suyu basıncı ölçümünün yapıldığı noktada meydana gelen tıkanıklık ve kirlilik.

5.2.1.18 F21: LT Soğutma Suyu M/E Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı Yüksek

Ana makine hava kuleri soğutulması, LT soğutma suyu ile sağlanır. Dolayısıyla hava kuleri soğutulma işlemi için gelen soğutma suyunun yüksek sıcaklık ve düşük basınç alarm sınır değerleri, arıza sebepleri ve yapılacak kontroller LT soğutma suyu yüksek sıcaklık ve düşük basınç alarmları ile aynı olacaktır.

5.2.2 Yapılacak Kontroller

Yukarıda tanımlanan yirmi üç adet alarm durumlarını meydana getiren olası nedenler için merkezi soğutma sisteminde yapılması gereken kontroller ve uygulamalar aşağıda görüldüğü gibi her bir alarmı karşı gelecek şekilde kodlandırılmıştır. Bu kodlamada 'F' yukarıda daha önce belirttiğimiz gibi sistemde meydana gelen alarm durumunu, 'C' alarm durumunun nedenini, 'A' ise ilgili nedeni ortadan kaldırmak için yapılması gereken kontrollerin sırasını ifade etmektedir.

F1C1A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F1C1A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F1C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F1C1A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F1C2A1: M/E giriş termostatik valf kontrolü.

F1C3A1: HT genişleme tankı seviye kontrolü.

F1C3A2: Ceket soğutma suyu besleme pompası amper – elektrik motoru – mekanik kontrolleri.

F1C3A3: Ceket soğutma suyu devresi kirlilik - tıkanıklık kontrolü

F1C4A1: HT soğutucusu kirlilik – tıkanıklık kontrolü.

F1C4A2: LT soğutma suyu sıcaklık kontrolü.

F1C4A3: LT soğutma suyu debi kontrolü.

F1C4A4: Deniz suyu besleme pompası debi kontrolü.

F1C5A1: M/E yük kontrolü.

F2C1A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F2C1A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F2C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F2C1A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F2C2A1: M/E giriş termostatik valf kontrolü.

F2C3A1: LT soğutma suyu debi kontrolü.

F3C1A1: Ceket soğutma suyu giriş sıcaklığı kontrolü.

F3C1A2: Ceket soğutma suyuna yanmış gazlar karışmaktadır, kaverler kaçak kontrolü.

F3C1A3: Ceket soğutma suyuna yanmış gazlar karışmaktadır, laynerler kaçak kontrolü.

F3C2A1: Laynerler soğutma kanalları tıkanıklık kontrolü.

F4C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F4C1A2: M/E durdur – (Shut down).

F5C1A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F5C1A2: Basınç transmitter kontrolü.

F5C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F5C1A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F5C2A1: Ceket soğutma suyu besleme pompası devir kontrolü.

F5C2A2: Ceket soğutma suyu besleme pompası amper – elektrik motoru kontrolü.

F5C2A3: Ceket soğutma suyu besleme pompası mekanik kontrolleri (salmastra – impeller).

F5C3A1: M/E yağ seviyesi ve yağ durumu kontrolü.

F5C3A2: Kaverler soğutma suyu kaçakları kontrolleri.

F5C3A3: Gömlekler soğutma suyu kaçakları kontrolleri (Gömlekler etek o-ringleri sızdırmazlık kontrolleri).

F5C4A1: Devre ve harici monte edilmiş yardımcı sistem kaçakları gözle kontrolü.

F5C4A2: HT Soğutma suyu devresi hava yapmıştır. Devrenin havasını al.

F5C5A1: Ölçümün yapıldığı hat üzerinde ve besleme pompasından önceki filtrede tıkanıklık kontrolleri.

F6C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F9C1A1: Seviye gösterge cihazı kontrolü.

F9C2A1: HT soğutma suyu pompası salmastra kaçak kontrolü.

F9C2A2: HT soğutma suyu devresi kaçakları gözle kontrolü.

F9C2A3: HT genişleme tankı dreyn devresi kaçak kontrolü.

F9C2A4: HT soğutucusu devre kaçakları gözle kontrolü.

F9C3A1: M/E yağ seviyesi ve yağ kalite kontrolü.

F9C3A2: Kaverler soğutma suyu kaçak kontrolleri.

F9C3A3: Laynerler soğutma suyu kaçakları kontrolleri (Laynerler etek o-ringleri sızdırmazlık kontrolleri).

F9C4A1: Tatlı su üretim cihazı HT soğutma suyu kaçak kontrolü.

F10C1A1: Tatlı su üretim cihazında HT soğutma suyuna deniz suyu karışmaktadır.

F10C1A2: Seviye gösterge cihazı kontrolü.

F10C1A3: Genişleme tankı dreyn et.

F11C1A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F11C1A2: Basınç transmitter kontrolü.

F11C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F11C1A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F11C2A1: Dışatım noktasındaki valf yarı kapalı kontrol et.

F11C3A1: Deniz suyu devresinde pompadan sonra akışı engelleyici tıkanıklık kontrolü.

F11C4A1: Bakım sonrası LT soğutucusunda plakalar ters takılmış kontrol et.

F12C1A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F12C1A2: Basınç transponder kontrolü.

F12C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F12C1A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F12C2A1: Kinistin alıcı filtreler tıkanıklık kontrolü.

F12C2A2: Deniz suyu besleme pompası amper - elektrik motoru – mekanik kontrolleri.

F12C2A3: Deniz suyu giriş valfi açık – yarı kapalı gözle kontrolü.

F12C2A4: Deniz suyu devresi alıcı kısımdaki süzgeç tıkanıklık kontrolü.

F12C3A1: Deniz suyu devresi hava yapmıştır. Devrenin havasını al.

F12C4A1: Deniz suyu devresi ve harici monte edilmiş yardımcı sistem kaçakları gözle kontrolü.

F12C5A1: Basınç ölçümünün yapıldığı hat üzerinde tıkanıklık kontrolü.

F13C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F14C1A1: M/E ceket soğutma suyu sıcaklıklarını sürekli kontrol et.

F15C1A1: Makineyi çalıştırmayınız.

F15C1A2: Soğutma suyu ön ısıtma devresine buhar alınmış mı kontrol et.

F15C2A1: Kazan devrede mi kontrol et.

F15C3A1: Gemi bünyesindeki buhar basıncını kontrol et.

F15C4A1: Ön ısıtma sıcaklık gösterge monitörü kontrolü.

F16C1A1: LT soğutma suyu seviye gösterge cihazı kontrolü.

F16C2A1: LT soğutma suyu pompası salmastra kaçak kontrolü.

F16C2A2: LT soğutma suyu devresi ve genişleme tankı kaçakları gözle kontrolü.

F16C2A3: LT soğutucusu devre kaçakları kontrolü.

F16C3A1: M/E hava soğutucusu kaçak kontrolü.

F16C4A1: M/E yağ seviye ve kalite kontrolü.

F16C4A2: Yağ kuleri kaçak kontrolü.

F17C1A1: LT soğutucusu kaçak kontrolü.

F17C2A1: HT soğutucusu kaçak kontrolü.

F17C3A1: Yağ soğutucusu kaçak kontrolü.

F17C4A1: Dişli grubu yağ soğutucusu kaçak kontrolü.

F18C1A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F18C1A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F18C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F18C1A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F18C2A1: LT soğutucusunda termostatik valf kontrolü.

F18C3A1: LT soğutma suyu seviye kontrolü.

F18C3A2: LT soğutma suyu pompası devir kontrolü.

F18C3A3: LT soğutma suyu devresi kirlilik - tıkanıklık kontrolü

F18C3A4: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır. Devrenin havasını al.

F18C4A1: Deniz suyu sıcaklık kontrolü.

F18C4A2: Deniz suyu besleme pompası amper - elektrik motoru – mekanik kontrolleri.

F18C4A3: LT soğutucusu kirlilik - tıkanıklık kontrolü.

F20C1A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F20C1A2: Basınç transmitter kontrolü.

F20C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F20C1A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F20C2A1: LT soğutma suyu pompası kaplin kontrolü.

F20C2A2: LTsoğutma suyu pompası amper – elektrik motoru kontrolü.

F20C2A3: LTsoğutma suyu pompası mekanik kontrolleri (salmastra – impeller).

F20C3A1: M/E yağ seviye ve kalite kontrolü.

F20C3A2: Yağ soğutucusu kaçak kontrolü.

F20C3A3: Devre ve harici monte edilmiş yardımcı sistem kaçakları gözle kontrolü.

F20C3A4: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır. Devrenin havasını al.

F20C4A1: Ölçümün yapıldığı hat üzerinde tıkanıklık kontrolü.

5.3 Ana Makine Yağlama ve Soğutma Yağı Sistemi Alarmları

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi otomasyon sistemi üzerinde yapılan incelemeler doğrultusunda, ana makine yağlama ve soğutma yağı sistemine ait alarmlar belirlenmiştir. Ana makine yağlama sistemi için sekiz temel alarm ve bu alarm durumlarının yüksek, düşük, düşük düşük, yüksek yüksek olma ihtimalleri ve giriş ya da çıkış durumları da dikkate alınarak aşağıdaki on yedi adet alarm belirlenmiştir. Alarmlar, İngilizcede ‘hata’ anlamına gelen ‘failure’ kelimesinin baş harfi kullanılarak F1,F2,F3,.....,F17 şeklinde tanımlanmıştır.

- F1: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Düşük
- F2: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek
- F3: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek Yüksek (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F4: M/E Yağlama Yağı Makineden Çıkış Sıcaklığı Yüksek
- F5: M/E Piston Soğutma Yağı Giriş Basıncı Düşük (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F6: M/E Piston Soğutma Yağı Giriş Basıncı Düşük Düşük (Makineyi Durdur – Shut Down)
- F7: M/E Piston Soğutma Yağı Çıkış Sıcaklığı Yüksek
- F8: M/E Piston Soğutma Yağı Çıkış Sıcaklığı Yüksek Yüksek (Makine Yol Kes - Slow Down)
- F9: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük
- F10: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük Düşük (Makineyi Durdur – Shut Down)
- F11: M/E Yağlama Yağı Basıncı Yüksek
- F12: M/E Yağlama Yağı Yüksek Seviye
- F13: M/E Yağlama Yağı Düşük Seviye

- F14: M/E Silindir Yağlama Yağı Giriş Basıncı Yüksek
- F15: M/E Silindir Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük
- F16: M/E Silindir Yağlama Yağı Sıcaklığı Yüksek
- F17: M/E Ana Yatak Segmentleri Sıcaklığı Yüksek (Makineyi Durdur – Shut Down)

5.3.1 Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri

M/E yağlama ve soğutma yağı sisteminde alarma neden olan sebepler belirlenirken daha önce merkezi soğutma sistemi için kurulan algoritmanın benzeri kullanılmış, yani arızaya, neden olan sebepler C1,C2,C3,....,Cn, ilgili arıza sebebinde yapılması gereken kontroller de önem sırasına göre C1A1,C1A2,.....,C1An şeklinde her bir arıza sebebine karşılık gelecek şekilde belirlenmiştir.

5.3.1.1 F1: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Düşük

Makine çalışır durumda iken bu alarmin görülme ihtimali pek mümkün değildir. Görülür ise yağlama yağı sıcaklık gözlem cihazında transmitter arızası ya da elektronik arıza olduğu düşünülmelidir. Ancak makine çalışmaz iken yağ pompaları da devre dışı bırakılmış ise yağlama yağı sıcaklığı düşer. Yağ pompaları devreye alınırsa makine ön ısıtmada olduğundan, makinede dolaşan yağ ısınacak ve alarm durumu ortadan kalkacaktır. Yağlama yağı soğuk iken makinenin çalıştırılması son derece sakıncalıdır.

F1C1: Yağlama yağı giriş sıcaklığı gözlem cihazı – monitör donanım arızası

C1-1: Sıcaklık ölçüm cihazı bozuk veya hatalı çalışıyor.

C1-2: Sıcaklık transmitter arızası.

C1-3: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

5.3.1.2 F2: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek

F2C1: Ana makineye aşırı yük bindirilmiştir

F2C2: Yağlama yağının dolaştığı makine parçaları aşırı ısınmış olup dolayısıyla yağ sıcaklığını da arttırmıştır

F2C3: Yağlama yağı tankında ya da karterde yağ seviyesi düşmüştür

F2C4: Yağlama yağı soğutucu arızası

C4-1: Yağlama yağı soğutucusuna giren LT soğutma suyunun debisi olması gereken değerden daha düşüktür.

C4-2: Yağlama yağı soğutucusu üzerindeki termostatik regülatör valfi görevini yerine getirememektedir.

C4-3: Yağlama yağı soğutucusu LT soğutma suyunun sıcaklığı tasarım sırasında öngörülen değerden daha yüksektir.

C4-4: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır.

C4-5: Yağ soğutucusu kirlenmiş-tıkanmıştır. İç yüzeyler kışır tutmuş olup, ısı geçişini olumsuz yönde etkilemiştir.

F2C5: Yağlama yağı sıcaklık gözlem cihazı arızası – Yağlama yağı hararet monitör donanım arızası (Sıcaklık ölçüm cihazı bozuktur veya hatalı çalışmaktadır)

C5-1: Sıcaklık transmitter arızası.

C5-2: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

5.3.1.3 F3: M/E Yağlama Yağı Giriş Sıcaklığı Yüksek Yüksek

Bu alarm durumunda arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller ana makine yağlama yağı giriş sıcaklığı yüksek alarm durumunda gerçekleştirilenler ile aynı olacaktır. Buna ek olarak, bu alarm durumunda ana makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir.

5.3.1.4 F4: M/E Yağlama Yağı Makineden Çıkış Sıcaklığı Yüksek

F4C1: Ana makineye aşırı yük bindirilmiştir

F4C2: Yağlama yağı sıcaklık gözlem cihazı arızası – Yağlama yağı hararet monitör donanım arızası (Sıcaklık ölçüm cihazı bozuktur veya hatalı çalışmaktadır)

C2-1: Sıcaklık transmitter arızası.

C2-2: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

F4C3: Kam mili yataklarında fazla boşluk vardır

F4C4: Yağlama yağının dolaştığı makine parçaları aşırı ısınmış olup dolayısıyla yağ sıcaklığı da arttırmıştır

F4C5: Pistonlar ve laynerlerdeki aşınma miktarları çok fazladır.

F4C6: Piston yağ segmanları aşınmış ya da kırılmıştır. Makine yağ yakmaktadır.

5.3.1.5 Piston Soğutma Yağı Sistemi Alarmları

Daha önceki bölümde belirtildiği gibi, yağlama yağı, ana dolaşım pompaları ile samp tanktan alınır, gerekli soğutma işlemi gerçekleştirildikten sonra (45 °C olduğu zaman) termostatik valf akıma izin verir ve filtreden geçen yağlama yağı iki farklı giriş ile makine yataklarına ve soğutucu olarak pistonlara dağıtılır. Piston soğutma yağları ana yağlama hattı üzerinden sağlandığı için giriş alarm basıncı ve çıkış sıcaklığı alarm durumları (F5-F6-F7-F8) olası arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller, M/E giriş ve çıkış basınç – sıcaklık alarm durumlarındakiler ile aynı olacaktır. Bunlara ek olarak piston aşınmaları, piston segmanı aşınma ve kırılmaları ve piston soğutma yağı kanalı tıkanıklığı bu alarm durumlarında ilk olarak akla gelmelidir. Ayrıca ana makine güvenlik sistemi gereği, piston soğutma yağı ana makine giriş basıncı düşük, düşük düşük ve çıkış sıcaklığı yüksek, yüksek yüksek olma durumlarına göre makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilmeli ya da makine kapatılmalıdır.

5.3.1.6 F9: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük

Bu alarm durumunda ana makinenin üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir.

F9C1: Yağlama yağı tankında ya da karterde yağ seviyesi düşmüştür

F9C2: Yağlama yağı pompası arızalı

C2-1: Yağlama yağı pompası devri düşüktür.

C2-2: Pompa elektrik motoru hasarlanmıştır.

C2-3: Pompa mekanik arızaları.

F9C3: Yağlama yağı filtresi tıkalı

F9C4: Yağlama yağı basıncının ölçümünün yapıldığı noktada meydana gelen tıkanıklık ve kirlilik

F9C5: Yağlama yağı devresi sızdırmaz değil

F9C6: Makine üreticisi tarafından belirlenen yoğunluktan daha düşük yoğunlukta yağlama yağı kullanılmaktadır

F9C7: Yağlama yağı giriş basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C7-1: Basınç transmidi teri arızalıdır.

C7-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

5.3.1.7 F10: M/E Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük Düşük

Bu alarm durumunda arıza sebepleri ve yapılması gerekli kontroller ana makine yağlama yağı giriş basıncı düşük alarm durumunda gerçekleştirilenler ile aynı olacaktır. Bu sistem için en önemli uyarılardan bir tanesidir. Bu alarm durumunda derhal ana makinenin durdurulması gerekmektedir.

5.3.1.8 F11: M/E Yağlama Yağı Basıncı Yüksek

F11C1: Makine yağlama yağı basınç rilif valfleri arızası

F11C2: Yağlama yağı içinde su

C2-1: Kaver kaçakları.

C2-2: Gömlek (Layner) kaçakları.

C2-3: Yağlama yağı kuler kaçakları.

C2-4: Yağlama yağı seperatörü öngörülen sıcaklıkta ayırıştırma yapamamaktadır.

F11C3: Makine üreticisi tarafından belirlenen yoğunluktan daha yüksek yoğunlukta yağlama yağı kullanılmaktadır

F11C4: Yağlama yağı basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C4-1: Basınç transmidi teri arızalıdır.

C4-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

5.3.1.9 F12: M/E Yağlama Yağı Yüksek Seviye

F12C1: Yağlama yağı seviye cihazları gösterge arızası

F12C2: Yağlama yağı içerisinde su

C2-1: Yağlama yağı soğutucusunda kaçak.

C2-2: Yağlama yağı seperatörü öngörülen sıcaklıkta ayırıştırma yapamamaktadır.

C2-3: Yanma odası olan silindire tatlı su girmiştir.

F12C3: Yağlama yağı içerisinde yakıt

C3-1: Yakıt pompası kaçağından yakıt, kemşaft yağlama yağına karışmıştır.

C3-2: Piston segmanları çok aşınmış veya kırılmıştır ve enjektörler damlatmaktadır.

C3-3: Piston veya laynerler fazla aşınmıştır.

5.3.1.10 F13: M/E Yağlama Yağı Düşük Seviye

Gemi ana makine operasyonlarında yağın bir miktar eksilmesi normaldir. Ancak yağın eksilme sıklığı önemlidir. Sistem sık sık bu alarmı veriyorsa sistemde ya kaçak vardır ya da makinenin aşınmaları nedeniyle yağ tüketimi artmıştır. Bahsi geçen bu arıza sebeplerinin tespiti güvenli işletmecilik ve makinenin performansı için çok önemlidir. Belirli sürelerde samp tankın eksilen yağ miktarının tamamlanması gerekir.

F13C1: Yağlama yağı seviye cihazları gösterge arızası

F13C2: Krankeys ve karter yağ kaçakları

F13C3: Harici makine yağlama yağı kaçakları

C3-1: Harici yağlama yağı devre kaçakları.

C3-2: Dreyen devresi yağlama yağı kaçağı.

F13C4: Makine aşınmaları nedeniyle yağ tüketimi artmıştır.

C4-1: Pistonlar ve laynerlerdeki aşınma miktarları çok fazladır.

C4-2: Piston yağ segmanları aşınmış ya da kırılmıştır. Makine yağ yakmaktadır.

C4-3: Makinenin çalışması sırasında yağlama yağı sıcaklığı normal değeri üzerine sıkça çıkmaktadır.

F13C5: Kullanılan yağlama yağı cinsi makine üreticisi tavsiyelerine uygun değildir. Dolasıyla makine yağ tüketimi artmıştır.

F13C6: M/E yağlama yağı soğutucu kaçakları

5.3.1.11 F15: Silindir Yağlama Yağı Giriş Basıncı Düşük

Bu alarm durumu silindir yağlamasında tek bir silindir için olabileceği gibi tüm silindirlerde de olabilir. Tek bir silindirde basınç düşük ise o silindire ait lubrikatör arızası vardır denir.

Lubrikatör, makineden hareket alan bir kem veya eksantrik yardımıyla çalıştırılan plencere sahip ise sistemde plencer aşınma ve deformasyonu, kem zincir donanımı için mekanik kontroller yapılır.

Lubrikatör, elektronik olarak kontrol ediliyor ise de sistemde elektronik kart, kısa devre, kablo bağlantı kontrolleri yapılır. Eğer tüm silindirlerde silindir yağlama yağı giriş basıncı düşük ise makine derhal kapatılmalıdır. Bu duruma silindir yağ tankında yağ bitmesi, elektronik arızalar ve mekanik sistemler için kem zincir donanım arızaları neden olabilir.

Aşağıda bu alarm durumu için verilen olası sebepler ve yapılması gerekli kontroller MAN B&W 7S50MC-C makinesi silindir yağlama sistemi için verilmiştir. Bu sistemdeki mevcut lubrikatör mekanik olarak çalışmakta ve hareketini kemşafttan almaktadır.

F15C1: Lubrikatör arızası.

C1-1: Plencer aşınmış – deformasyona uğramıştır.

C1-2: Lubrikatörleri kontrol eden kem zincir donanım arızası.

F15C2: Silindir yağlama tankında yağ bitmiştir.

5.3.1.12 F17: M/E Ana Yatak Segmentleri Sıcaklığı Yüksek

Yağlama yağı sisteminde mevcut bu alarm, makine yatak sarma durumunda olduğunu ve malzemenin ısındığını gösterir önemli bir belirtidir. Bu alarm durumunda makine

derhal durudurulmalı ve bir süre makinenin soğuması için beklenildikten sonra karter kapakları açılarak yataklarda metal parça olması ihtimali ve aşınma kontrol edilmelidir. Ana yatakların yüksek sıcaklık durumu tek bir silindirin yatakları için olabileceği gibi tüm yataklarda da olabilir. Aynı zamanda yağlama sisteminden kaynaklanan arızalar nedeniyle yağ besleme eksikliği, yanlış yağ kullanılması ve yağın içinde su gibi nedenlerden bu arıza durumuna gelinmiş olabilir. Yatak sıcaklıkları yüksek alarm durumundan önce M/E yağlama yağı giriş sıcaklık ve basınç alarmları uyarı verecektir.

F17C1: Ana yataklarda yetersiz yağ beslemesi

F17C2: Yağlama yağı içinde su

C2-1: Kaver kaçakları.

C2-2: Gömlek (Layner) kaçakları.

C2-3: Yağlama yağı kuler kaçakları.

C2-4: Yağlama yağı seperatörü öngörülen sıcaklıkta ayrıştırma yapamamaktadır.

F17C3: Makine üreticisi tarafından belirlenen yoğunlukta yağlama yağı kullanılmamaktadır

F17C4: Ana yataklarda aşınma ve metal parça olması

5.3.2 Yapılacak Kontroller

F1C1A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F1C1A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F1C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F1C1A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F2C1A1: M/E yük kontrolü.

F2C3A1: Samp tank ve karterde yağlama yağı seviyesi kontrolü.

F2C4A1: LT soğutma suyu pompası devir kontrolü.

F2C4A2: Yağlama yağı soğutucusunda termostatik regülatör valfi kontrolü.

F2C4A3: LT soğutma suyu sıcaklık kontrolü.

F2C4A4: LT soğutma suyu devresi hava yapmıştır. Devrenin havasını al.

F2C4A5: Yağ soğutucusu kirlilik - tıkanıklık kontrolü.

F2C5A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F2C5A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F2C5A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F2C5A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F3C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F4C1A1: M/E yük kontrolü.

F4C2A1: Sıcaklık gözlem cihazı kontrolü.

F4C2A2: Sıcaklık transmitter kontrolü.

F4C2A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F4C2A4: Sıcaklık gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F4C3A1: Kam mili yatakları boşluk kontrolü.

F4C4A1: Pistonlar ve laynerlerde aşınma miktarı fazladır.

F4C5A1: Piston yağ segmanları kontrolü.

F5C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F6C1A1: M/E durdurunuz (Shut Down).

F8C1A1: M/E üzerindeki yükü azalt – Yol kes (Slow down).

F9C1A1: Samp tank ve karterde yağlama yağı seviyesi kontrolü.

F9C2A1: Yağlama yağı pompası devir kontrolü.

F9C2A2: Yağlama yağı pompası elektrik motoru ve mekanik kontrolleri.

F9C3A1: Yağlama yağı filtresi kirlilik – tıkanıklık kontrolü.

F9C4A1: Basınç ölçümünün yapıldığı hat üzerinde tıkanıklık kontrolü.

F9C5A1: Yağlama yağı devresi yağ kaçakları gözle kontrolü.

F9C6A1: Kullanılan yağlama yağı yoğunluk - özellik kontrolü.

F9C7A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F9C7A2: Basınç transmitter kontrolü.

F9C7A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F9C7A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F10C1A1: M/E durdurunuz (Shut Down).

F11C1A1: M/E yağlama yağı basınç rilif valfleri kontrolü

F11C2A1: M/E yağ seviyesi ve yağ durumu kontrolü.

F11C2A2: M/E kaverler ceket soğutma suyu kaçakları kontrolleri.

F11C2A3: M/E gömlekleri soğutma suyu kaçakları kontrolleri (Gömlekler etek o-ringleri sızdırmazlık kontrolleri).

F11C2A4: Yağlama yağı soğutucusu kaçak kontrolü.

F11C2A5: Yağlama yağı seperatörü sıcaklık kontrolü.

F11C3A1: Kullanılan yağlama yağı yoğunluk - özellik kontrolü.

F11C4A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F11C4A2: Basınç transmitter kontrolü.

F11C4A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.

F11C4A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F12C1A1: Yağlama yağı seviye gösterge cihazı kontrolü.

F12C2A1: M/E yağ seviyesi ve yağ durumu kontrolü.

F12C2A2: Yağlama yağı soğutucusu kaçak kontrolü. (Yağlama yağına soğutucuda, LT soğutma suyu karışmakta).

F12C2A3: Yağlama yağı seperatörü sıcaklık kontrolü.

F12C2A4: M/E kaverler ceket soğutma suyu kaçakları kontrolleri.

F12C2A5: M/E gömlekleri soğutma suyu kaçakları kontrolleri (Gömlekler etek o-ringleri sızdırmazlık kontrolleri).

F12C3A1: Kemşaft yağlama yağına yakıt karışmış olabilir. Yakıt pompası kaçak kontrolü.

F12C3A2: Piston yağ segmanları kontrolü.

F12C3A3: M/E enjektörleri test et.

F12C3A4: Pistonlar ve laynerlerde aşınma miktarı fazladır.

F13C1A1: Yağlama yağı seviye göstere cihazı kontrolü.

F13C2A1: Krankeys ve karter yağ kaçakları kontrolleri.

F13C3A1: Harici yağlama yağı ve dreyn devreleri kaçakları gözle kontrolü.

F13C4A1: M/E aşınmaları nedeniyle yağ tüketimi artmış, makine yağ yakmaktadır.

F13C4A2: M/E yağlama yağı sıcaklığını düzenli olarak kontrol et.

F13C5A1: Kullanılan yağlama yağı yoğunluk - özellik kontrolü.

F13C6A1: Yağlama yağı soğutucusu kaçak kontrolü. (Yağlama yağı soğutucusunda yağ, LT soğutma suyuna karışmakta).

F15C1A1: Lubrikatör plencer kontrolü.

F15C1A2: Kem zincir donanım kontrolü.

F15C2A1: Silindir yağlama tankı seviye kontrolü.

F17C1A1: M/E durdurunuz (Shut Down).

F17C1A2: M/E ana yataklarda yağ besleme kontrolü

F17C2A1: M/E kaverler ceket soğutma suyu kaçakları kontrolleri.

F17C2A2: M/E gömlekleri soğutma suyu kaçak kontrolleri (Gömlekler etek o-ringleri sızdırmazlık kontrolleri).

F17C2A3: Yağlama yağı soğutucusu kaçak kontrolü.

F17C2A4: Yağlama yağı seperatörü sıcaklık kontrolü.

F17C3A1: Kullanılan yağlama yağı yoğunluk - özellik kontrolü.

F17C4A1: M/E Ana yataklarında aşınma ve metal parça kontrolü.

5.4 Ana Makine Yakıt Besleme Sistemi Alarmları

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi otomasyon sistemi üzerinde yapılan incelemeler doğrultusunda, ana makine FO besleme sistemine ait alarmlar belirlenmiştir. Ana makine FO besleme sistemi için beş temel alarm ve bu alarm durumlarının yüksek, düşük olma ihtimalleri ve giriş ya da çıkış durumları da dikkate alınarak aşağıdaki sekiz adet alarm belirlenmiştir. Alarmlar, İngilizcede ‘hata’ anlamına gelen ‘failure’ kelimesinin baş harfi kullanılarak F1,F2,F3,.....,F8 şeklinde tanımlanmıştır. Bu alarlara ek olarak FO servis ve dinlendirme tankları düşük-yüksek sıcaklık ve düşük-yüksek seviye alarmları gemi makine dairesinde bu sisteme ait mevcut alarmlardır.

- F1: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Düşük
- F2: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Yüksek
- F3: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Sıcaklığı Düşük
- F4: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Sıcaklığı Yüksek
- F5: FO Viskozitesi Düşük
- F6: FO Viskozitesi Yüksek
- F7: FO Filtresi Giriş-Çıkış Basınç Farkı Yüksek
- F8: Yüksek Basınç Borularında Sızıntı (Makineyi Durdur – Shut Down)

5.4.1 Alarma Neden Olan Arıza Sebepleri

M/E FO besleme sisteminde alarma neden olan sebepler belirlenirken daha önce merkezi soğutma ve yağlama sistemleri için kurulan algoritmanın benzeri kullanılmış, yani arızaya, neden olan sebepler C1,C2,C3,.....,Cn, ilgili arıza sebebinde yapılması gereken kontroller de önem sırasına göre C1A1,C1A2,.....,C1An şeklinde her bir arıza sebebine karşılık gelecek şekilde belirlenmiştir.

5.4.1.1 F1: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Düşük

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine, FO giriş basıncı normal çalışma değeri 7 bar'dır. Bu değer düşük alarm sınır değeri olan 6 bar ve aşağısına düşerse sistem F1 alarmını verir. Basıncın düşmesi yakıt filtresi tıkanıklığının göstergesidir.

F1C1: Yakıt filtresi tıkalı

F1C2: FO giriş basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C2-1: Basınç transmidi arızalıdır.

C2-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

5.4.1.2 F2: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Basıncı Yüksek

F2C1: FO soğursa basınç yükselir

F2C2: Isıtıcı buhar basıncı düşüktür

F2C3: Gemi bünyesindeki kazan devre dışı kalmıştır

F2C4: FO giriş basıncı gözlem cihazı-monitör donanım arızası

C4-1: Basınç transmidi arızalıdır.

C4-2: Basınç monitörü elektronik arızaları.

5.4.1.3 F3: M/E Filtreden Sonra FO Giriş Sıcaklığı Düşük

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine, FO giriş sıcaklığı ideal değeri 130°C 'dir. Bu değer düşük alarm sınır değeri olan 100°C ve aşağısına düşerse sistem F3 alarmını verir. Sıcaklığın düşmesi yeterli buhar basıncının olmadığı, kazanın devre dışı kalmış olabileceğinin, en önemlisi FO' a DO karıştığına göstergesi olabilir. Eğer sıcaklık 150°C üzerine çıkar ise sistem F4 yüksek sıcaklık alarmını verir. Bu alarm, FO tutuşma sıcaklığı göz önünde bulundurularak yakıtın yanma ihtimaline karşı kısa sürede dikkate alınmalıdır.

F3C1: Isıtıcı buhar basıncı düşüktür

F3C2: Gemi bünyesindeki kazan devre dışı kalmıştır

F3C3: Tank değiştirme esnasında FO'a DO karışmıştır (Geçiş prosedürü düzgün uygulanmamıştır.)

F3C4: FO sıcaklık gözlem cihazı arızası (Sıcaklık ölçüm cihazı bozuktur veya hatalı çalışmaktadır)

C4-1: Sıcaklık transmitter arızası.

C4-2: Sıcaklık monitörü elektronik arızaları.

5.4.1.4 F6: FO Viskozitesi Yüksek

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesine, yakılacak FO viskozitenin 13 cSt olması istenir. Yakıt ya viskozimetreden 13 cSt olarak ya da sıcaklıkla 130°C olarak ayarlanır. FO viskozitesi 20 cSt ve üzerine çıkarsa sistem F6 alarmını verir. Kısa sürede dikkate alınması gereken önemli bir alarmdır. Bu alarm FO-DO yakıt geçiş prosedürünün düzgün yapılmaması sonucu FO' a DO karışmış olma ihtimalinin temel göstergesidir.

F6C1: FO' a DO karışmıştır

F6C2: Elektronik viskozimetre arızalıdır

5.4.1.5 F7: FO Filtresi Giriş-Çıkış Basınç Farkı Yüksek

Yakıt filtresi diferansiyel farkı alarmı olan bu alarm mevcut ise yakıt filtresinin kirlendiği anlaşılır. Bu alarm durumunda yakıt filtresi temizlenmeli ya da değiştirilmelidir. Eğer gerekli müdahale yapılmaz ise daha sonrasında sistem F1 alarmını verecektir.

5.4.1.6 F8: Yüksek Basınç Borularında Sızıntı

Bu alarm durumunda çok yüksek basınçtaki yakıt kamçısında kaçak var demektir. Kontrol edildikten sonra M/E kapatılmalı ve yakıt kamçısı değiştirilmelidir.

5.4.2 Yapılacak Kontroller

F1C1A1: Yakıt filtresi tıkanıklık kontrolü.

F1C2A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F1C2A2: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F2C1A1: Yakıt basıncının ayarlandığı by-pass valfi kontrolü.

F2C1A2: FO sıcaklık kontrolü.

F2C2A1: Kazan devrede mi kontrol et.

F2C3A1: Buhar basıncını kontrol et.

F2C4A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.

F2C4A2: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.

F3C1A1: Isıtıcı buhar basıncını kontrol et.

F3C1A2: Isıtıcı kontrolleri.

F3C2A1: Kazan devrede mi kontrol et.

F3C3A1: FO'a DO karışmıştır. Tank değişim esnasında valf tam kapatılmış mı kontrol et.

F3C4A1: FO sıcaklık gösterge monitörü elektronik kontrolü.

F5C1A1: FO sıcaklık kontrolü.

F5C2A1: Elektronik viskozimetre arızalı kontrol et.

F6C1A1: FO'a DO karışmıştır.

F6C2A1: Elektronik viskozimetre arızalı kontrol et.

F7C1A1: Yakıt filtresi tıkanıklık kontrolü. Yakıt filtresi temizle-değiştir.

F8C1A1: M/E durdurunuz (Shut down).

F8C1A2: Yakıt kamçısını değiştir.

GELİŞTİRİLEN UZMAN ARIZA TEŞHİS ve DEĞERLENDİRME SİSTEMİ UYGULAMASI

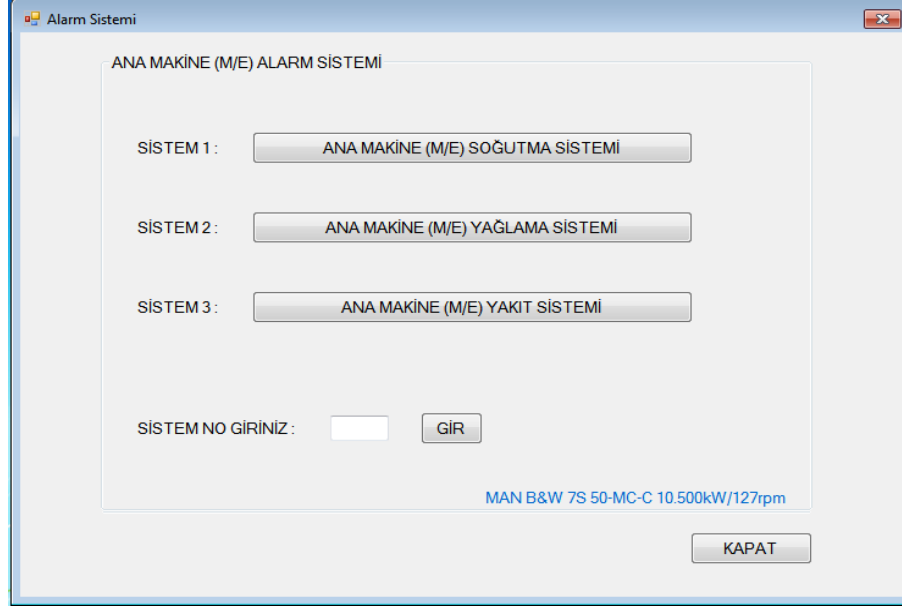
Bu bölümde öncelikle tez kapsamında geliştirilmiş olan yazılımın ara yüzleri ile birlikte kısa bir tanıtımı ve sonrasında programın kullanımına dair iki adet uygulama yapılacaktır.

Program geliştirilirken (hali hazırdaki durumu) gerçek makine dairesinde kullanım maksadı taşımadığından bir alarm durumu gözlemlendiğinde, arızaya neden olan olası tüm sebepler gösterilmektedir. Dolayısıyla program eğitim maksatlardır. Makine dairesi simülatör yazılımlarına entegre edilerek, masaüstü tabanlı sistemde eğitici ve yol gösterici uzman sistem olarak kullanılabilir. Ancak yazılımın gerçek makine üzerinde daha profesyonel hale getirilmesi, alarm durumunda arızaya neden olan tek bir sebep ve karşılığında tek bir müdahale şeklinin program tarafından bildirilmesiyle mümkün olabilir.

6.1 Geliştirilen Programın Tanıtılması

MAN B&W 7S50MC-C ana makinesi yardımcı sistemleri için C# programlama dilinde geliştirilen uzman arıza teşhis ve değerlendirme programına ait ana ekran görüntüsü Şekil 6.1’de verilmiştir. Gemi ana makinesinin sorunsuz işletilmesi için sıklıkla kontrol edilmesi gereken en önemli yardımcı sistemleri soğutma, yağlama yağı ve yakıt sistemleri Şekil 6.1’de görüldüğü gibi belirlenmiştir. Geliştirilen programın, çalışma prensibi ve yazılımının açıklanabilmesi sadece “*Sistem 1 – Ana Makine Soğutma Sistemi*” üzerinden yapılmış ve aşağıda detaylı olarak anlatılmıştır. Geliştirilen program,

diğer iki sistem için de benzer şekilde çalışmaktadır. Bahsi geçen sistemlerin algoritması neden sonuç soru tipleriyle bir önceki bölümde belirlenmiştir.



Şekil 6. 1 MAN B&W 7S50MC-C makinesi alarm sistemi ana ekran görüntüsü

Ana ekrandan Ana Makine Soğutma Sistemi seçildiğinde ya da ‘Sistem No Giriniz’ kısmında sayı olarak “1” girildiğinde, Şekil 6.2’deki ilgili sisteme ait çalışma değerleri giriş görüntüsü ekrana gelmektedir. Sistem seçildiğinde o sisteme ait bilgi tabanı belleğe alınmış olur. Geliştirilen uzman program ilk aşamada eğitim maksatlı olarak düşünüldüğü için, bu değerler henüz manüel olarak girilmektedir. Ancak; gerçek bir gemi ana makinesine uyarlanması gerekirse, sıcaklık ve basınç değerleri için ölçüm sensör donanımları eklenerek gemi ana makinelerinde arıza teşhisinde uzman sistem olarak kullanılması mümkün olabilir. İstenenler girilip “Kaydet” butonuna basılarak değerler hafızaya alınmaktadır. “Ana Menü” butonu ise programı tekrar Şekil 6.1’deki ana makine alarm sistemi ana ekran görüntüsüne döndürmektedir.

Alarm Sistemi

Ana Makine (M/E) Soğutma Suyu Sistemi

M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı (HT)	:		°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı (HT)	:		°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı (HT)	:		Bar
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Basıncı (HT)	:		Bar
M/E HTFW Genleşme Tankı Seviyesi	:		m ³
LTFW Genleşme Tankı Seviyesi	:		m ³
Deniz Suyu Basıncı	:		Bar
Deniz Suyu Sıcaklığı	:		°C
M/E Ön Isıtma Sıcaklığı	:		°C
LT Soğutma Suyu Sıcaklığı	:		°C
LT Soğutma Suyu Basıncı	:		Bar
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı	:		°C
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı	:		Bar

Şekil 6. 2 Merkezi soğutma sistemi işletme değerleri girişi ekran görüntüsü

Şekil 6.2’den “Standart Değerler” butonu seçildiğinde Şekil 6.3’teki sistemin ideal çalışma değerleri görüntüsü ekrana gelmektedir. Burada verilmiş olan değerler MAN B&W 7S50MC-C ana makinesinin merkezi soğutma suyu sisteminin ideal işletme ve alarm sınır değerleridir. Bu değerler Çizelge 6.1’de detaylı olarak gösterilmektedir. İstenildiği takdirde program, farklı model ve tipteki ana makinelerin işletme değerlerini de standart değer olarak kabul edebilir. “Kapat” butonuyla program merkezi soğutma sistemi işletme değerleri giriş ekranına geri döner.

Sistem İdeal Çalışma Değerleri

	İdeal Çalışma Aralığı	Düşük Değer Alarm Seviyesi	Yüksek Değer Alarm Seviyesi	
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı (HT)	65-70	57	75	°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı (HT)	75-80	-	85	°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı (HT)	3,5-4,5	2	5	Bar
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Basıncı (HT)	1-1,5	-	2	Bar
M/E HTFW Genleşme Tankı Seviyesi	10-14	8	16	m ³
LTFW Genleşme Tankı Seviyesi	10-14	8	16	m ³
Deniz Suyu Basıncı	1,9-2,5	1	3,5	Bar
Deniz Suyu Sıcaklığı	10-32	-	35	°C
M/E Ön Isıtma Sıcaklığı	35-50	30	-	°C
LT Soğutma Suyu Sıcaklığı	30-36	-	44	°C
LT Soğutma Suyu Basıncı	2-4,5	1	5,5	Bar
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı	10-36	-	40	°C
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı	2-4,5	1	5,5	°C

Şekil 6. 3 Merkezi soğutma sistemi ideal çalışma değerleri ekran görüntüsü

Çizelge 6. 1 Geliştirilen arıza tespit programına ait ana makine soğutma suyu sistemi alarm sınır değerleri tablosu

Uyarı	Ölçüm Noktası	Normal Çalışma Aralığı	ALARM DEĞERİ	BİRİM	SLD	SHD
I - AL Y	Ceket Soğutma Suyu Giriş	3.5 - 4.5	2	Bar		
			1.5	Bar	L	
Z	Ceket Soğutma Suyu Giriş	3.5 - 4.5	x	Bar		L
I - AL	Ceket Soğutma Suyu Giriş	65 - 70	57	° C		
I - AH			75	° C		
I - AH	Ceket Soğutma Suyu Çıkış/Silindirler	78 - 82	85	° C		
Y			90	° C	H	
Z			95	° C		H
I - AH	Ceket Soğutma Suyu Çıkış/Silindirler	1.0 - 1.5	2	Bar		
I - AH	M/E Ön Isıtma	35 - 50	30	° C		
Z			25	° C		
I - AH	Ceket Soğutma Suyu Çıkış T/C	75 - 80	85	° C		
I - AH	LT Soğutma Suyu	30 - 36	44	° C		
I - AH	LT Soğutma Suyu	2.0 - 4.5	5.5	Bar		
I - AL			1.0	Bar		
I - AH	Deniz suyu	1.9 - 2.5	3.5	Bar		
I - AL Y			1.0	Bar		
			0.5	Bar	L	
I - AH	LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş					
	•deniz suyu soğutma sistemi	2.0 – 2.5	3.5	Bar		
	•merkezi soğutma sistemi	2.0 – 4.5	5.5	Bar		
AL			1	Bar		
I - AH	LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş					
	•deniz suyu soğutma sistemi	>10 - 32	40	° C		
	•merkezi soğutma sistemi	>10 - 36	40	° C		
I	LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Çıkış					
	•deniz suyu soğutma sistemi	>10 - 50		° C		
	•merkezi soğutma sistemi	>10 - 63		° C		

A: ALARM

I: BELİRTİ

H: YÜKSEK

L: DÜŞÜK

Z: MAKİNE DURDUR (SHD)

Z: YOL KES (SLD)

AL: DÜŞÜK ALARM

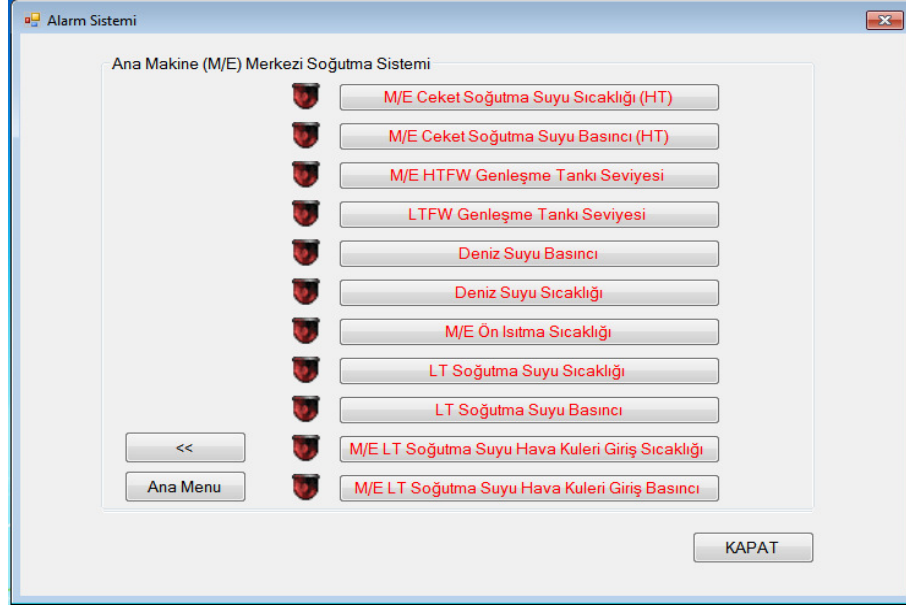
AH: YÜKSEK ALARM

Sistemin çalışma prensiplerini görmek için; Şekil 6.2’de boş hali verilmiş olan işletme değerleri, Şekil 6.4’te görüldüğü gibi doldurulup – ki girilen değerler sistemin ideal çalışma değerlerinin dışındadır – “Kaydet” butonuna basılarak değerler hafızaya, bilgi tabanı belleğe alınır ve Şekil 6.5 ekran görüntüsünden de anlaşılacağı üzere sisteme ait yazılımda temel alarm olarak belirtilen tüm alarmlar devreye girmektedir. Program girilen değerlere bağlı olarak aynı anda bir veya birden fazla alarm durumunu gösterebilir.

Ana Makine (M/E) Soğutma Suyu Sistemi		
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı (HT)	: 76	°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı (HT)	: 86	°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı (HT)	: 4.6	Bar
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Basıncı (HT)	: 2.6	Bar
M/E HTFW Genleşme Tankı Seviyesi	: 4	m ³
LTFW Genleşme Tankı Seviyesi	: 5	m ³
Deniz Suyu Basıncı	: 3.6	Bar
Deniz Suyu Sıcaklığı	: 40	°C
M/E Ön Isıtma Sıcaklığı	: 25	°C
LT Soğutma Suyu Sıcaklığı	: 45	°C
LT Soğutma Suyu Basıncı	: 5.6	Bar
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı	: 41	°C
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı	: 5.6	Bar

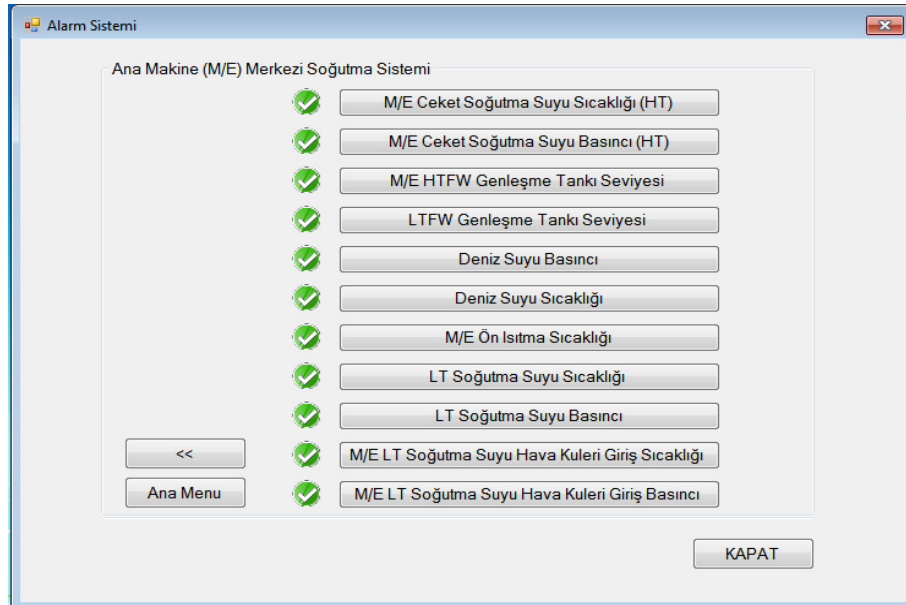
Buttons: Ana Menu, Kaydet, Standart Değerler, KAPAT

Şekil 6. 4 Makine işletme değerleri girilmiş ekran görüntüsü



Şekil 6. 5 Genel alarm durumu ekran görüntüsü

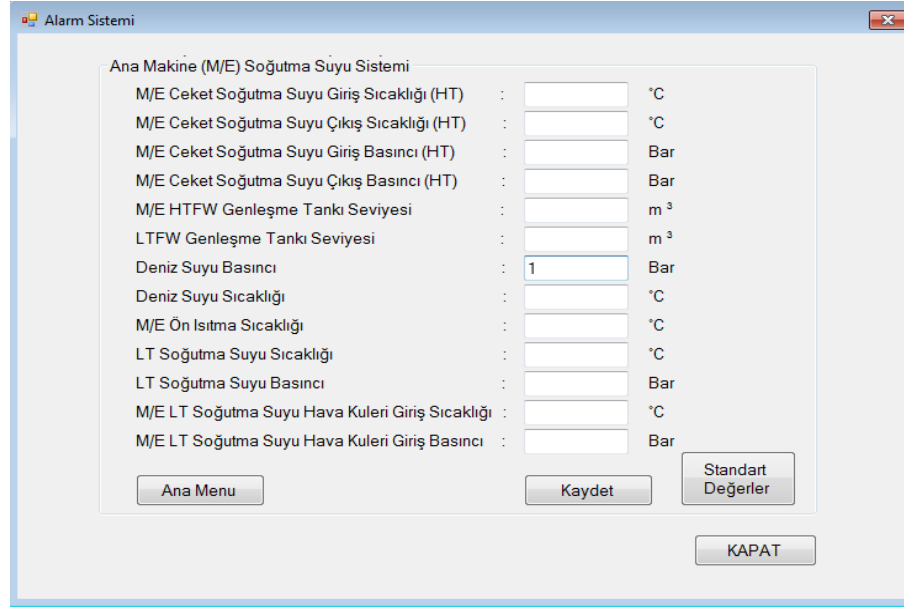
Devreye giren alarmlar yine Şekil 6.5’den görülebileceği gibi kırmızı renkle belirtilir ve yanında alarm durumunu simgeleyen bir uyarı sembolü belirir. Oysa sistemde herhangi bir alarm durumu olmaması halinde – ki girilen değerler sistemin ideal çalışma değerleri aralığındadır – Şekil 6.6’daki sorunsuz durum gözlenir. Görüldüğü gibi sistem normale dönmüştür ve alarm durumunda olunmadığı sisteme ait on bir temel alarmin siyah renkle yazılı olmasından ve yanlarındaki sembollerden anlaşılmaktadır.



Şekil 6. 6 Arızasız duruma ait ekran görüntüsü

6.2 Geliştirilen Programa Ait Uygulama - 1

MAN B&W 7S50MC-C gemi ana makinesi merkezi soğutma sistemi için gerçekleştirilen bu uygulamada işletme değerleri giriş ekranında deniz suyu basıncı Şekil 6.7’de görüldüğü gibi, daha önceden belirlenen, düşük basınç alarm seviyesi olan 1 bar değeri ve altında sisteme girilirse, program Şekil 6.8’de görüldüğü gibi alarm verir.



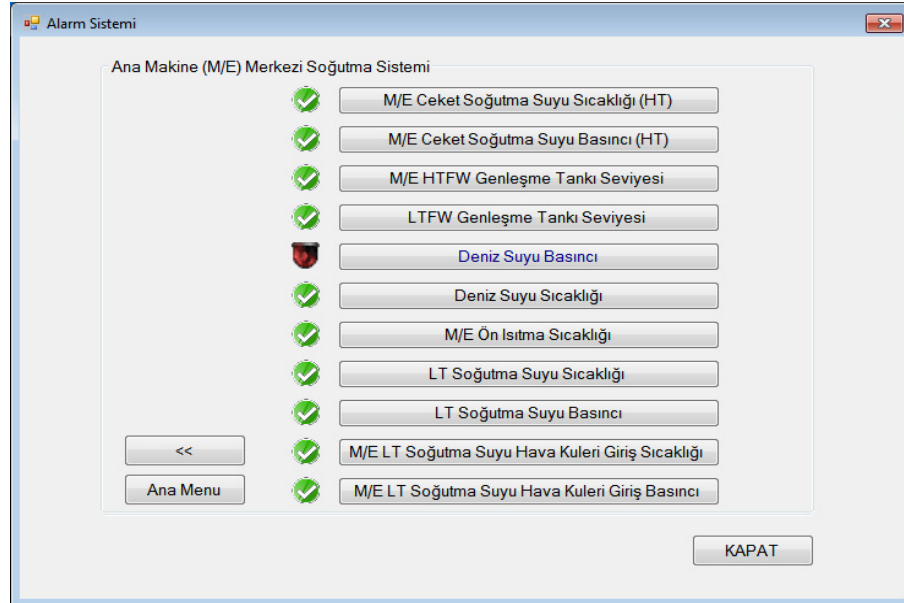
Alarm Sistemi

Ana Makine (M/E) Soğutma Suyu Sistemi

M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Sıcaklığı (HT)	:		°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Sıcaklığı (HT)	:		°C
M/E Ceket Soğutma Suyu Giriş Basıncı (HT)	:		Bar
M/E Ceket Soğutma Suyu Çıkış Basıncı (HT)	:		Bar
M/E HTFW Genleşme Tankı Seviyesi	:		m ³
LTFW Genleşme Tankı Seviyesi	:		m ³
Deniz Suyu Basıncı	:	1	Bar
Deniz Suyu Sıcaklığı	:		°C
M/E Ön Isıtma Sıcaklığı	:		°C
LT Soğutma Suyu Sıcaklığı	:		°C
LT Soğutma Suyu Basıncı	:		Bar
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı	:		°C
M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı	:		Bar

Ana Menu Kaydet Standart Değerler KAPAT

Şekil 6. 7 Deniz suyu basıncı mevcut işletme değeri girilmiş ekran görüntüsü



Alarm Sistemi

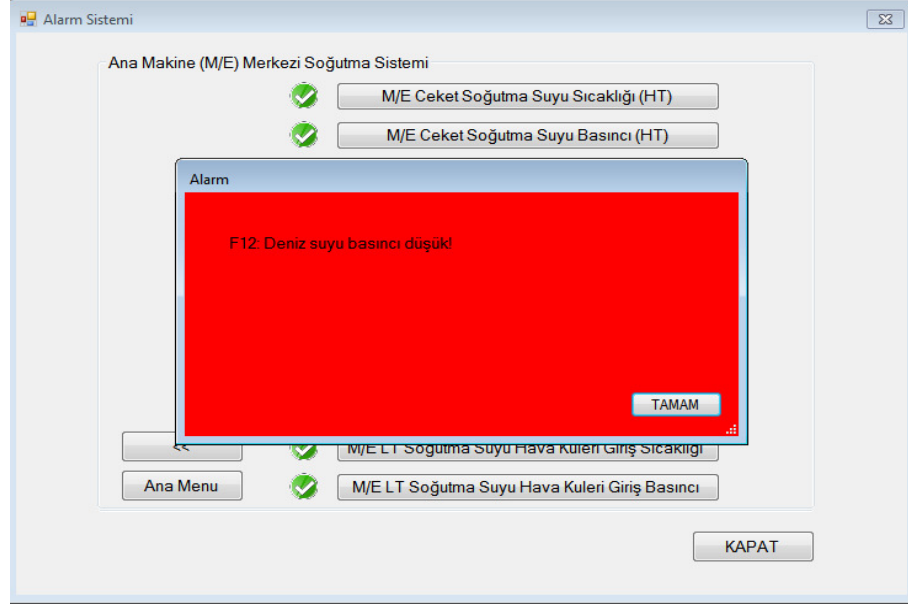
Ana Makine (M/E) Merkezi Soğutma Sistemi

✓	M/E Ceket Soğutma Suyu Sıcaklığı (HT)
✓	M/E Ceket Soğutma Suyu Basıncı (HT)
✓	M/E HTFW Genleşme Tankı Seviyesi
✓	LTFW Genleşme Tankı Seviyesi
✗	Deniz Suyu Basıncı
✓	Deniz Suyu Sıcaklığı
✓	M/E Ön Isıtma Sıcaklığı
✓	LT Soğutma Suyu Sıcaklığı
✓	LT Soğutma Suyu Basıncı
✓	M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Sıcaklığı
✓	M/E LT Soğutma Suyu Hava Kuleri Giriş Basıncı

<< Ana Menu KAPAT

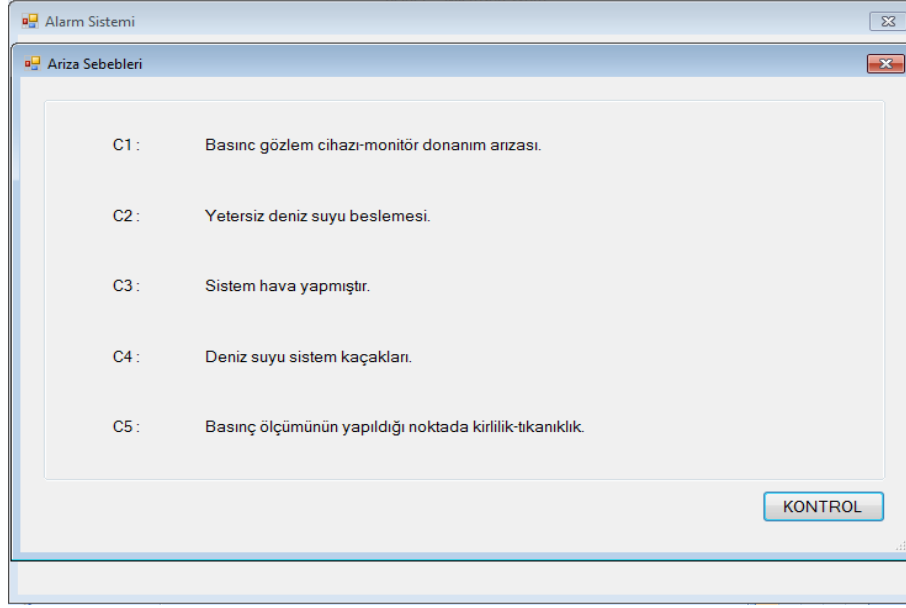
Şekil 6. 8 Deniz suyu basıncı alarm durumuna ait ekran görüntüsü

Deniz suyu basıncı ile ilgili mevcut alarm durumunun nedenlerini ve yapılacak kontrollerini öğrenebilmek için Şekil 6.8'deki uyarı durumu seçilir ve Şekil 6.9' da görüldüğü gibi mevcut alarm durumunun daha önceki bölümde tanımlanan kodu ve adı kırmızı ekranda belirir. Girilen değer doğrultusunda sistemimizde *"F12: Deniz suyu basıncı düşük!"* alarmı mevcuttur.



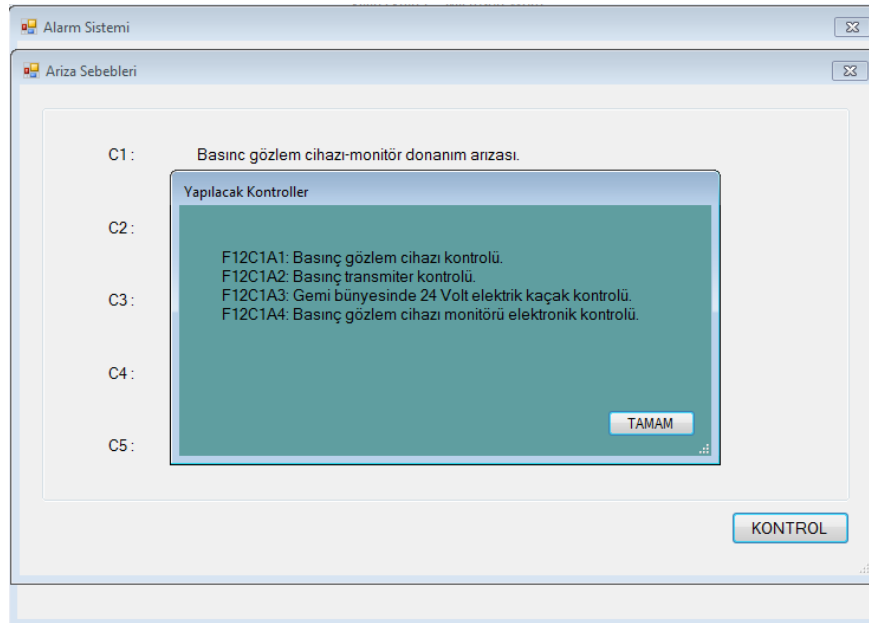
Şekil 6. 9 Düşük deniz suyu basıncı alarmı ekran görüntüsü

Şekil 6.9'da kırmızı renkteki alarm ekranında *"Tamam"* butonu seçilirse program olası arıza nedenlerini sisteme ait bilgi tabanını kullanarak verir. Programın bilgi tabanında kayıtlı olan arıza sebepleri C1,C2,.....,Cn sıralamasıyla Şekil 6.10'da görüldüğü gibi ekrana gelir. Arıza tespiti için kullanılan programın bilgi tabanındaki bilgiler, ana makine üreticileri tarafından belirtilen katalog ve teknik el kitabı dikkate alınarak, gemi üzerinde edinilen tecrübeler doğrultusunda ve uzakyol baş, ikinci ve vardiya mühendisleri ile yapılan birebir görüşmeler sonucunda elde edilmiştir.



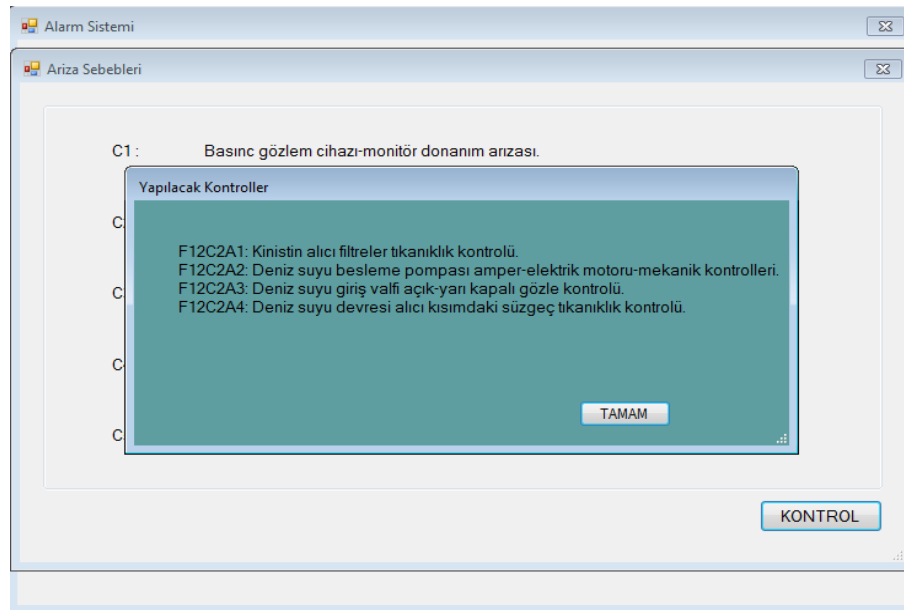
Şekil 6. 10 Düşük deniz suyu basıncı sebepleri ekran görüntüsü

Arıza sebeplerine müdahale şekillerini öğrenebilmek için Şekil 6.10'da görülen arıza sebepleri ekranında C1,C2,.....,Cn şeklinde sıralanan sebeplerden C1 seçildiğinde Şekil 6.11' de görüldüğü gibi ilk arıza sebebi için yapılması gerekli kontroller ekrana gelirler. Aynı şekilde C2 için yapılması gerekli kontrollere Şekil 6.12'de verilen ekran görüntüsünden ulaşılabilir. Kısaca anlatmak gerekirse herhangi bir sebep Şekil 6.10'dan seçildiğinde o sebebe ait yapılması gereken kontroller ekrana gelecektir.



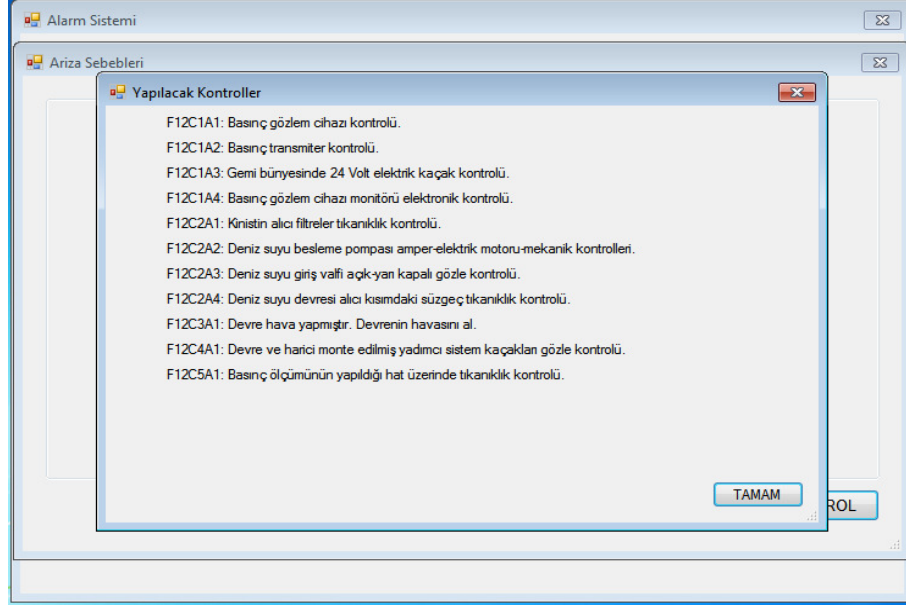
Şekil 6. 11 Düşük deniz suyu basıncı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü – 1

Yapılması gereken kontroller ve bu kontrollerin kodlama sistemleri daha önce Bölüm 5 – Ana Makine Uzman Arıza Teşhis ve Değerlendirme Sistemi’nde anlatılmıştı. Örneğin F12C1A1 kodlaması, on ikinci alarm durumuna neden olan olası birinci arıza sebebi için yapılması gereken ilk kontrolü göstermektedir. Bu durumda Şekil 6.11’den de görülebileceği üzere F12C1A1, deniz suyu basıncı düşük alarm durumunda basınç gözlem cihazının kontrol edilmesi gerekliliğini göstermektedir. Aynı şekilde F12C2A1, deniz suyu basıncı düşük alarm durumunda kinistin alıcı filtrelerde tıkanıklık kontrolü yapılması gerektiğini söylemektedir.



Şekil 6. 12 Düşük deniz suyu basıncı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü – 2

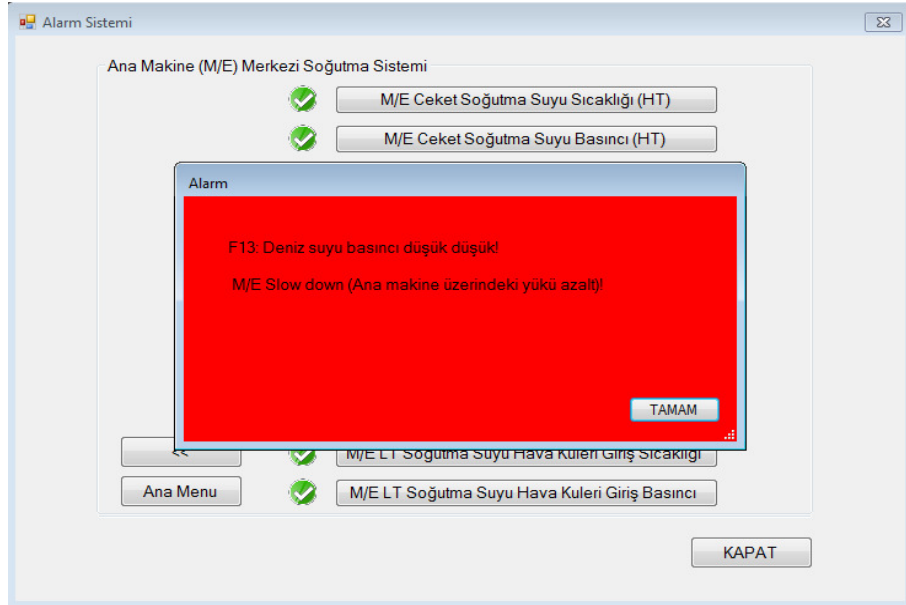
Şayet ilgili alarm için olası tüm müdahale şekillerinin aynı ekranda görüntülenmesi istenirse Şekil 6.10’da “Kontrol” butonu seçilir ve Şekil 6.13’teki ekran görüntüsüne ulaşılır.



Şekil 6. 13 Düşük deniz suyu basıncı alarm durumunda yapılması gerekli tüm kontroller

Deniz suyu basıncı 0,5 bar değerinin altına düştüğünde ana makine güvenlik sistemi gereği ana makine üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir.¹ Sistemdeki bu duruma ait uyarı ekranı Şekil 6.14'te verilmiştir.

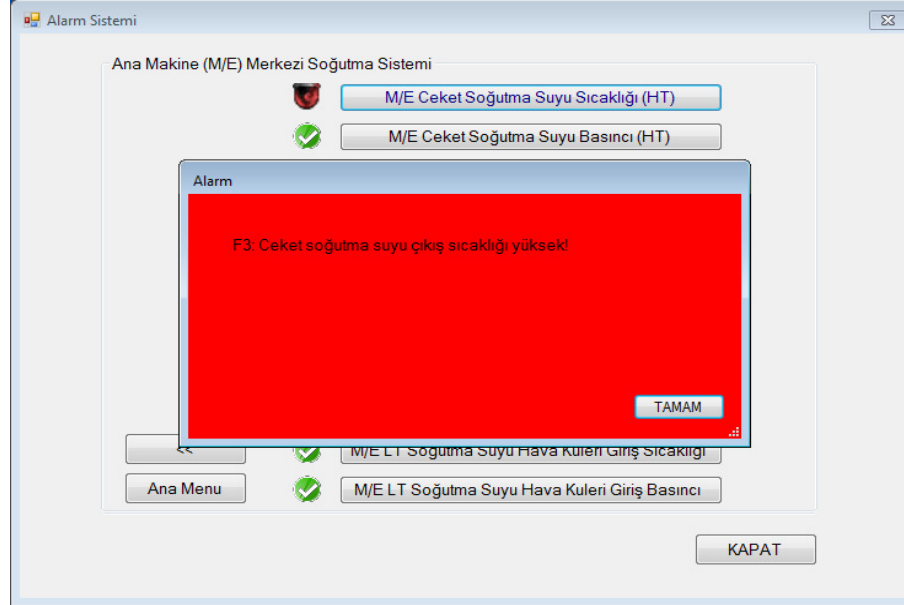
¹(bkz. Bölüm 5.2.1.11)



Şekil 6. 14 Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü - 1

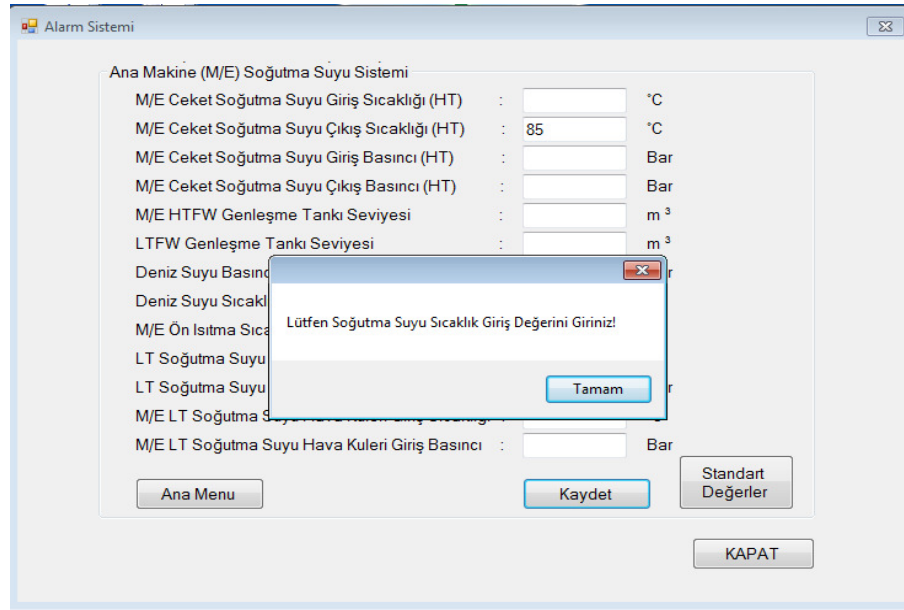
6.3 Geliştirilen Programa Ait Uygulama - 2

Şekil 6.2’de boş hali verilmiş olan işletme değerleri giriş ekranında M/E ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı değeri 85 °C ve üzerinde sisteme girilirse, program Şekil 6.15’de görüldüğü gibi “F3: Ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yüksek!” alarmı verir. Ancak programın bahsi geçen alarmı verebilmesi için M/E ceket soğutma suyu giriş sıcaklık değerinin de çıkış sıcaklık değeri ile birlikte sisteme girilmesi gerekmektedir.



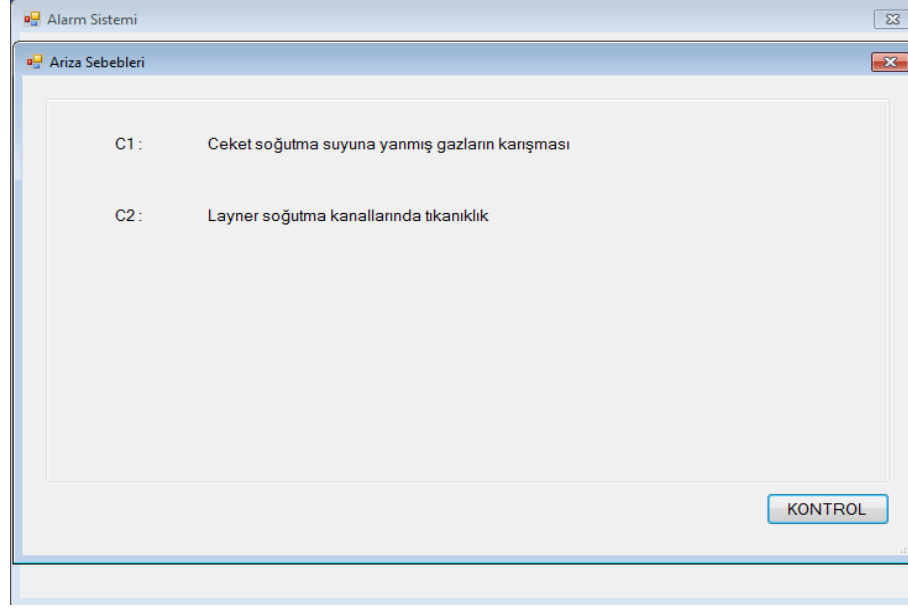
Şekil 6. 15 Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı alarmı ekran görüntüsü

M/E giriş ve çıkış ölçümleri için alarmları bulunan sıcaklık ve basınç değerlerinde sadece giriş ya da sadece çıkış değerini girmek programı aktif hale getirmez. Giriş ve çıkış ölçüm değerleri programa birlikte girilmelidir. Örneğin, sadece ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı girilir ve “Kaydet” butonuna basılırsa, sistem Şekil 6.16’da görüldüğü gibi giriş değerini giriniz uyarısı verir.



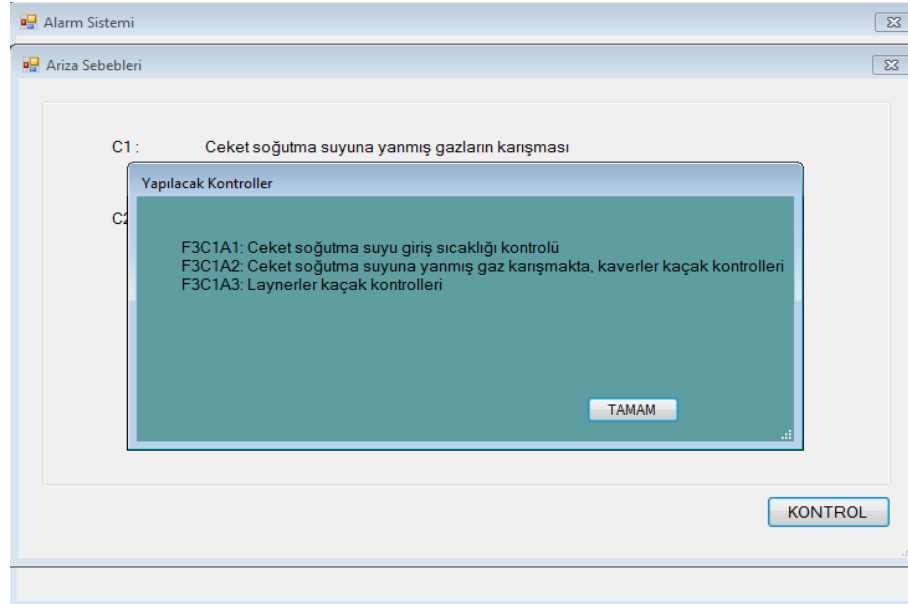
Şekil 6. 16 Giriş değerini giriniz uyarısı ekran görüntüsü

Şekil 6.15’de kırmızı renkteki alarm ekranında “Tamam” butonu seçilirse program ilgili alarm durumu için olası arıza nedenlerini sisteme ait bilgi tabanını kullanarak verir. Programın bilgi tabanında kayıtlı olan arıza sebepleri C1,C2,.....,Cn sıralamasıyla Şekil 6.17’de görüldüğü gibi ekrana gelir. Bu ekran görüntüsünde ceket soğutma suyu sıcaklık giriş değeri idela çalışma değerleri arasında girilmiş, sadece çıkış değerinin yüksek olması durumunda olası arıza sebeplerini göstermektedir. Bu durumda program, uzman bir işletmeci gibi davranır, soğutma suyuna yanmış gazların karışıyor olma ihtimalini ve kışır oluşumu nedeniyle layner soğutma kanallarında tıkanıklık olduğunu söyler. Gemi ana makinelerinde ceket soğutma suyunun sıcaklık çıkış değeri her bir silindir için ayrı ayrı kontrol edilmektedir. Bu durum sayesinde hangi silindirde yanmış gaz kaçağı ve layner soğutma kanalı tıkanıklığı olabileceği kolaylıkla tespit edilebilir. Önceki bölümlerde de belirtildiği gibi, giriş ve çıkış sıcaklıklarını kontrol edebildiğimiz durumlarda, aradaki sıcaklık farkına bakarak arızayı belirlemek daha doğru olacaktır.



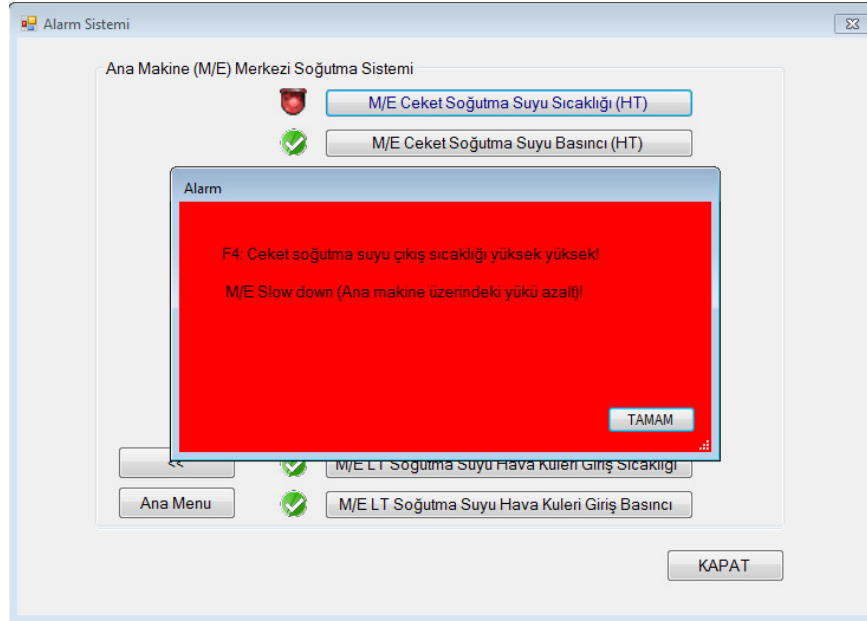
Şekil 6. 17 Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı sebepleri ekran görüntüsü

Bir önceki uygulamada belirttiğimiz gibi, arıza sebeplerine müdahale şekillerini öğrenebilmek için Şekil 6.17’de görülen arıza sebepleri ekranında C1,C2,.....,Cn şeklinde sıralanan sebeplerden C1 sebebi seçildiğinde Şekil 6.18’de görüldüğü gibi ilk arıza sebebi için yapılması gerekli kontroller ekrana gelirler. Programdaki alarm sebepleri ekranlarında herhangi bir sebep seçildiğinde o sebebe ait yapılması gereken kontroller ekrana gelecektir.



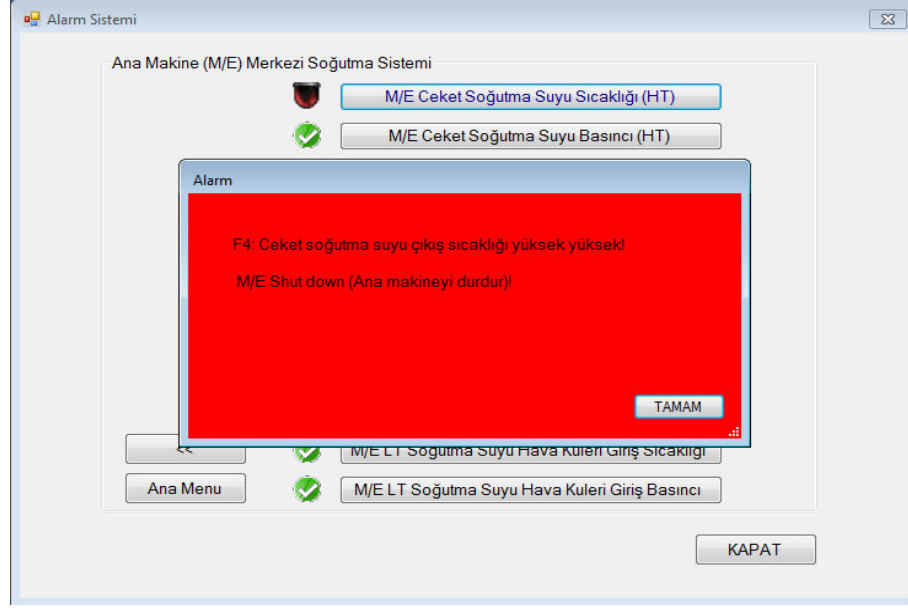
Şekil 6. 18 Yüksek ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yapılacak kontrollerin ekran görüntüsü

Ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı 90 °C'nin üstüne çıktığında ana makine güvenlik sistemi gereği ana makine üzerindeki yükü azaltmak üzere yol kesilir. Programda bu duruma ait uyarı ekranı Şekil 6.19'da verilmiştir. Bu durum programda “F4: Ceket soğutma suyu sıcaklığı yüksek yüksek” alarmı ile tanımlanmıştır.



Şekil 6. 19 Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü - 2

Yapılan kontrollere ve müdahalelere rağmen ceket soğutma suyu çıkış sıcaklığı yükselmeye devam etmiş ve 95 °C'nin üstüne çıkmışsa ana makine derhal kapatılmalıdır. Makine kapatılıp sistemin soğuması için yeterli süre geçtikten sonra ilgili arıza tespit edilip, gerekli işlemler yapılarak makine tekrar çalıştırılmalıdır. Programda bu duruma ait uyarı ekranı Şekil 6.20'de gösterilmektedir.



Şekil 6. 20 Makine güvenlik sistemi uyarı ekranı görüntüsü – 3

BÖLÜM 7

SONUÇ ve ÖNERİLER

Gemi makineleri işletmecilerinin istenen mesleki bilgi, beceri ve tutum düzeylerine sahip olmaları için ilk şart iyi bir eğitimidir. Denizcilik eğitiminde makine dairesi simülatörü uygulamaları; gemi makine dairesi sistemlerinin, makine prosedürlerinin ve operasyonlar esnasında güvenlik uygulamalarının daha iyi anlaşılmasını sağlayarak insan hatası riskini azaltmaktadır.

Gemilerde ekonomik ve güvenli bir operasyon, güvenilir teçhizata ve becerikli makine işletmecilerinin doğru zamanda doğru kararı almasına dayanır. Simülatör eğitim deneyimi gemi makine işletmecisine, makine dairesi işletme anlayışı ve sistemde meydana gelmesi muhtemel arızaları hem etkili bir biçimde hem de doğru zamanda bulma becerisi kazandırır. Ayrıca denizde karşılaşılabileceğimiz her türlü mühendislik problemini de çözmemize olanak sağlar. Masaüstü tabanlı makine dairesi simülatörlerinde oluşturulan arıza durumlarına göre eğitici ve yol gösterici uzman sistem uygulamaları, mevcut alarm durumunda olası arıza sebeplerinin ve arızaya müdahale şekillerinin kapsamlı şekilde anlaşılmasını sağlamaktadır. Ayrıca bu uzman sistem uygulamalarının geliştirilmesinin öncelikli sebebi minimum konfigürasyonlara sahip kişisel bilgisayarlarda eğitim amaçlı olarak programın kullanılabilirliğini göstermektir.

Gemi işletmeciliğinde, makine sistemlerinin karmaşıklığı ve operasyon proseslerindeki zaman kısıtlamaları nedeniyle, geminin hizmetten uzak kalmasına ve maddi kayıplara neden olabilecek gemi ana makineleri yardımcı sistemlerinin arızalarının tespitini

yönetme yolunda etkin düzeltici faaliyetlerin belirlenmesine gerek duyulmaktadır. Bu çalışmada C# programlama dili kullanılarak geliştirilen uzman sistem hali hazırdaki durumu ile gerçek makine dairesinde kullanım maksadı taşımadığından eğitim amaçlı olarak tasarlanmıştır. Ancak gerçek makine dairesi operasyonlarında gerçek gemi ana makinesi üzerinde gemi personeline gerekli desteği sağlayacağı düşünülmüş ve programın prototip doğrulaması, gemilerde aktif olarak çalışmakta olan, alanında uzman uzakyol baş mühendisleri, uzakyol ikinci mühendisleri ve uzakyol vardiya mühendislerinin uzman görüşleri dikkate alınarak geliştirilmiştir.

Başka bir araştırma önerisi olarak, bu çalışmanın kapsamı genişletilerek, modern uzakyol ticari gemilerindeki tüm ana makine ve yardımcı makineleri sistemlerine uygulanabilir.

KAYNAKLAR

- [1] Shiihara, H. ve Sumi, N., (2000). "A Study on Human Factors in Engine Room technical sessions session: safety, reliability and maintainability", Sixth International Symposium on Marine Engineering ISME Tokyo, 23-27 October, Japan, volume 2.
- [2] Hansen, H. L., Nielsen, D. ve Frydenberg, M., (2002). "Occupational accidents aboard merchant ships", Occupational and Environmental Medicine, 59(2): 85–91.
- [3] O’Neil, W. A., (2003). "The human element in shipping World Maritime University", Journal of Maritime Affairs, 2(2):95–97.
- [4] Hetherington, C., Flin, R. ve Mearns, K., (2006). "Safety in shipping: The human element", Journal of Safety Research, 37(4):401–411.
- [5] Celik, M. ve Er, I. D., (2007). "Identifying the potential roles of design-based failures on human errors in shipboard operations", In Seventh Navigational Symposium on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation, 20–22 June, Gdynia, Poland, 617-621.
- [6] Sanal, H. T., (2007). Türk Karasularında Makine Arızasından Kaynaklanan Gemi Kazaları ve Analizi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara
- [7] Çelik, M. ve Deniz, C., (2005). "Makine Dairesi Dizaynına Operasyonel Gerekerin Entegrasyonu", Gemi Makineleri İşletme Mühendisleri II. Ulusal Kongresi: Deniz Endüstrisinde Çağdaş Uygulamalar Yüksek Verim, İstanbul, 74-87.
- [8] Özsoysal, O. A., (2008). Gemi Dizel Motorları Arızalar ve Nedenleri, Birinci Baskı, Nobel Yayın Dağıtım, İstanbul.
- [9] Cebi, S., Celik, M., Kahraman, C. ve Er, I. D., (2009). "An expert system auxiliary machinery troubleshooting: SHIPAMTSOLVER", Expert Systems whit Applications, 36:7219-7227
- [10] Isıkan, O. ve Bulgurcu, H., (1995). "Kompresyonlu Soğutma Sistemleri İçin Uzman Sistem Uygulaması", Byte Dergisi, 138-142.

- [11] Huayao, Z. ve Shanheng, L., (2005). "Education Method On Marine Power Plant Simulator Combined With Multimedia Teaching Software", ICERS7 Conference on Engine Room Simulators, 14-16 November, Portoroz, Slovenia.
- [12] Unlugencoglu K., Yıldız B. ve Turan E., (2011). "Engine Room Simulator and Importance of Maritime Education", The Online Journal of Science and Technology, Volume 1-Issue 4, 10-16.
- [13] Banks, J. ve Carson J.S., (1984). Discrete – Event System Simulation, Prentice-Hall.
- [14] Shannon, R.E., (1975). System Simulation: The Art and Science, Prentice-Hall.
- [15] Erkut, A., (1992). Yönetimde Simülasyon Yaklaşımı, İrfan Yayınevi, İstanbul.
- [16] Durmuşoğlu, Y. ve Deniz, C., (2006). "Gemi Makine Dairesi Simülatörlerinin Denizcilik Eğitiminde Etkin Kullanılmasına Ait Bir Metot", Gemi ve Deniz Teknolojisi, 169:17-24.
- [17] Det Norske Veritas, Standard for Certification of Maritime Simulator Systems, Standard for Certification, Part 1,2 and 4, No.2.14, October 2007.
- [18] IMO Model Course 2.07 Engine Room Simulator, 2002 Edition.
- [19] Transas Ltd., Simulator Images, Engine Room Simulator ERS4000 Vessel Model "Tanker LCC" Trainee Manual, Y.T.Ü. Gemi İnşaatı ve Denizcilik Fakültesi, İstanbul, 22-55, May 2007.
- [20] Demirel, K. ve Er, İ.D., (2008). Gemi Yardımcı Makinaları 2, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [21] Xiaoyan, X., Min, H. ve Huayao, Z., (2007). "Neuron Based Control of Main Engine Cooling Water Temperature", IEEE International Conference on Control and Automation, 30 May, Guangzhou, China.
- [22] Küçükşahin, F., (2010). Gemi Dizel Motorları MAN B&W MC Makineleri, Birsen Yayınevi, İstanbul
- [23] Küçükşahin, F., (1998). Gemi Makinaları Operasyonu-2, Birsen Yayınevi, İstanbul.
- [24] Bulgurcu, H., (1996). "Soğutma Sistemlerinde Arıza Teşhisi İçin Bilgi Tabanlı Sistem Geliştirilmesi", 4. Ulusal Soğutma ve İklimlendirme Tekniği Kongresi, Çukurova Üniversitesi, Adana 10-12 Nisan.
- [25] MAN B&W Diesel ve Turbo Resmi İnternet Sitesi, http://www.mandieselturbo.com/files/news/files/2604/a_guide-00.pdf, 01 Aralık 2011

UYGULAMA KAYNAK KODLARI

Kod Bloğu 1: Girilen değerlerin alınması

```
if (txtDenizSuBasinc7.Text != "")
    dbDenizSuBasinc = Convert.ToDouble(txtDenizSuBasinc7.Text);
else dbDenizSuBasinc = Deger.DenizSuBasincNormalAlt;
```

Kod Bloğu 2: Girilen değerlerin uygun aralıkta olup olmadığının belirlenmesi

```
if (dbHTBasincCikis >= Deger.HTBasincCikisYuksek)
{
    blHTBasincCikisYuksek = true;
    pBoxMakineSogutmaSuBasinc2.Image = AlarmSitemi.Properties.Resources.alarm2;
    BTNCeketSogutmaBasincHT2.ForeColor = Color.Red;
}

if (dbDenizSuBasinc <= Deger.DenizSuBasincAlcak)
{
    blDenizSuBasincAlcak = true;
    pBoxDenizSuSeviye5.Image = AlarmSitemi.Properties.Resources.alarm2;
    BTNDenizSuBasinc5.ForeColor = Color.Red;
}

if (dbDenizSuBasinc >= Deger.DenizSuBasincYuksek)
{
    blDenizSuBasincYuksek = true;
    pBoxDenizSuSeviye5.Image = AlarmSitemi.Properties.Resources.alarm2;
    BTNDenizSuBasinc5.ForeColor = Color.Red;
}
```

Kod Bloğu 3: Değerlerin uygun olmaması durumunda alarm sinyalinin verilmesi

```
if (dbDenizSuBasınc <= Deger.DenizSuBasıncAlcak)
{
    if (sayac % 2 == 0)
        BTNDenizSuBasınc5.ForeColor = Color.Red;
    else
        BTNDenizSuBasınc5.ForeColor = Color.Navy;
}
if (dbDenizSuBasınc >= Deger.DenizSuBasıncYüksek)
{
    if (sayac % 2 == 0)
        BTNDenizSuBasınc5.ForeColor = Color.Red;
    else
        BTNDenizSuBasınc5.ForeColor = Color.Navy;
}
```

Kod Bloğu 4: Standart Değerlerin gösterilmesi

```
lblDenizSuBasıncStandart.Text = Deger.DenizSuBasıncNormalAlt.ToString() + "-" +
Deger.DenizSuBasıncNormalUst.ToString();
lblDenizSuBasıncDusuk.Text = Deger.DenizSuBasıncAlcak.ToString();
lblDenizSuBasıncYuksek.Text = Deger.DenizSuBasıncYüksek.ToString();
```

Kod Bloğu 5: Değerlerin istenilen aralıkta olmama durumunda alarm mesajının verilmesi

```
if (bldenizSuBasıncAlcak || bldenizSuBasıncYuksek)
{
    string msj = "";
    if (bldenizSuBasıncAlcak)
    {
        if (dbDenizSuBasınc <= Deger.DenizSuBasıncAlcak && dbDenizSuBasınc >
Deger.DenizSuBasıncAlcakAlcak)
            msj = "F12: Deniz suyu basıncı düşük!\n";
        if (dbDenizSuBasınc <= Deger.DenizSuBasıncAlcakAlcak)
            msj = "F13: Deniz suyu basıncı düşük düşük!\n\n M/E Slow down (Ana
makine üzerindeki yükü azalt)!";
        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Alarm";
mbox.label1.Text = msj;mbox.ShowDialog();
    }
}
```

```

        ArizaSebebi AS = new ArizaSebebi(Deger.ASDenizSuBasincAlcak);
        AS.ShowDialog();
    }
    if (bldenizSuBasincYuksek)
    {
        msj = "F11: Deniz suyu basıncı yüksek!\n";
        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Alarm";
        mbox.label11.Text = msj;mbox.ShowDialog();
    }
}

```

Kod Bloğu 6: Alarm durumunda muhtemel arıza sebeplerinin belirtilmesi

```

if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasincAlcak)
{
    lblS1.Text = "Basınc gözlem cihazı-monitör donanım arızası.";
    lblS2.Text = "Yetersiz deniz suyu beslemesi.";
    lblS3.Text = "Sistem hava yapmıştır.";
    lblS4.Text = "Deniz suyu sistem kaçakları.";
    lblS5.Text = "Basınc ölçümünün yapıldığı noktada kirlilik-tıkanıklık.";
}

```

Kod Bloğu 7: Arıza durumunda yapılması gerekli kontrollerin belirtilmesi

```

if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasincAlcak)
{
    string a1 = "F12C1A1: Basınc gözlem cihazı kontrolü.";
    string a2 = "F12C1A2: Basınc transmitter kontrolü.";
    string a3 = "F12C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.";
    string a4 = "F12C1A4: Basınc gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.";
    MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Yapılacak Kontroller";
    mbox.BackColor = Color.CadetBlue; mbox.label11.Text = a1 + "\n" + a2 + "\n" + a3 +
    "\n" + a4 + "\n"; mbox.ShowDialog();
}

if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasincAlcak)
{
    string a1 = "F12C2A1: Kinistin alıcı filtreler tıkanıklık kontrolü.";
    string a2 = "F12C2A2: Deniz suyu besleme pompası amper-elektrik motoru-
mekanik kontrolleri.";
}

```

```

        string a3 = "F12C2A3: Deniz suyu giriş valfi açık-yarı kapalı gözle kontrolü.";

        string a4 = "F12C2A4: Deniz suyu devresi alıcı kısımdaki süzgeç tıkanıklık kontrolü.";

        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Yapılacak Kontroller";
        mbox.BackColor = Color.CadetBlue; mbox.label1.Text = a1 + "\n" + a2 + "\n" + a3 + "\n" + a4 + "\n"; mbox.ShowDialog();
    }

    if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasıncAlcak)
    {
        string a1 = "F12C3A1: Devre hava yapmıştır. Devrenin havasını al.";
        string a2 = "";

        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Yapılacak Kontroller";
        mbox.BackColor = Color.CadetBlue; mbox.label1.Text = a1 + "\n" + a2;
        mbox.ShowDialog();
    }

    if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasıncAlcak)
    {
        string a1 = "F12C4A1: Devre ve harici monte edilmiş yardımcı sistem kaçakları gözle kontrolü.";
        string a2 = "";

        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Yapılacak Kontroller";
        mbox.BackColor = Color.CadetBlue; mbox.label1.Text = a1 + "\n" + a2;
        mbox.ShowDialog();
    }

    if (ArizaSebeb == Deger.ASDenizSuBasıncAlcak)
    {
        string a1 = "F12C5A1: Basınç ölçümünün yapıldığı hat üzerinde tıkanıklık kontrolü.";
        string a2 = "";

        MessageBox2 mbox = new MessageBox2(); mbox.Text = "Yapılacak Kontroller";
        mbox.BackColor = Color.CadetBlue; mbox.label1.Text = a1 + "\n" + a2;
        mbox.ShowDialog();
    }
}

```

Kod Bloğu 8: Yapılan kontrollerin tek ekranda gösterimi

```

void GosterDenizSuBasıncAlcak()

```

```
{
    label11.Text = "F12C1A1: Basınç gözlem cihazı kontrolü.";
    label12.Text = "F12C1A2: Basınç transmitter kontrolü.";
    label13.Text = "F12C1A3: Gemi bünyesinde 24 Volt elektrik kaçak kontrolü.";
    label14.Text = "F12C1A4: Basınç gözlem cihazı monitörü elektronik kontrolü.";
    label15.Text = "F12C2A1: Kinistin alıcı filtreler tıkanıklık kontrolü.";
    label16.Text = "F12C2A2: Deniz suyu besleme pompası amper-elektrik motoru-
mekanik kontrolleri.";
    label17.Text = "F12C2A3: Deniz suyu giriş valfi açık-yarı kapalı gözle
kontrolü.";
    label18.Text = "F12C2A4: Deniz suyu devresi alıcı kısımdaki süzgeç tıkanıklık
kontrolü.";
    label19.Text = "F12C3A1: Devre hava yapmıştır. Devrenin havasını al.";
    label10.Text = "F12C4A1: Devre ve harici monte edilmiş yardımcı sistem
kaçakları gözle kontrolü.";
    label11.Text = "F12C5A1: Basınç ölçümünün yapıldığı hat üzerinde tıkanıklık
kontrolü.";

    label12.Visible = false;
    label13.Visible = false;
    label14.Visible = false;
    label15.Visible = false;
}
```


ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Kaan ÜNLÜGENÇOĞLU
Doğum Tarihi ve Yeri : 1983 - ADANA
Yabancı Dili : İngilizce
E-posta : kunlu@yildiz.edu.tr

ÖĞRENİM DURUMU

Derece	Alan	Okul/Üniversite	Mezuniyet Yılı
Y. Lisans	Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh.	Y.T.Ü.	2012
Lisans	Gemi İnş. ve Gemi Mak. Müh.	Y.T.Ü.	2007
Lise	Fen Bilimleri	ATO Anadolu Lisesi	2001

İŞ TECRÜBESİ

Yıl	Firma/Kurum	Görevi
2009	Yıldız Teknik Üniversitesi	Uzman Mühendis

2008	RMK Marine Gemi Yapım San. A.Ş.	SGAK Satınalma Müh.
2007	Arkas Denizcilik ve Nakliyat A.Ş.	Uzakyol Vardiya Müh.

YAYINLARI

Makale

1. **Unlugencoglu K.**, Ozum S., Goksoy S. H., “Quality Management in the Shipbuilding Sector”, Ovidius University Annual Scientific Journal Mechanical Engineering Series Volume XII, TOM 1, 2010 , Constanta, Romania, May 20-22, 2010.
2. Ozum S., Sener B., **Unlugencoglu K.**, “Resistance prediction of a high speed craft by using CFD”, Ovidius University Annual Scientific Journal Mechanical Engineering Series Volume XII, TOM 1, 2010, Constanta, Romania, May 20-22, 2010.
3. **Unlugencoglu K.**, Yıldız B., Turan E., “Engine Room Simulator and Importance of Applied Maritime Education”, The Online Journal of Science and Technology, Volume 1 – Issue 4, page 10 – 16, October 2011

Bildiri

1. **Unlugencoglu K.**, Yıldız B., Koçal T., “Yıldız Technical University Marine Engineering Operations Department and Its Position in Maritime Education of Turkey”, International Conference on New Horizons in Education-2010 (INTE 2010), Famagusta, Turkish Republic of Northern Cyprus, June 23-25, 2010.
2. Kocal T., Yıldız B., **Unlugencoglu K.**, “Mechatronics Engineering Education and Its Importance of Turkey”, International Conference on New Horizons in Education-2010 (INTE 2010), Famagusta, Turkish Republic of Northern Cyprus, June 23-25, 2010.
3. Turan E., Kocal T., **Unlugencoglu K.**, “Welding Technologies in Shipbuilding Industry”, International Science and Technology Conference (ISTEC 2010), Famagusta, Turkish Republic of Northern Cyprus, October 27-29, 2010.